



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abbés Laghrou - Khenchela -
Faculté des sciences de la nature et de la vie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme
De Master Académique**

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Ecologie et Environnement
Option : Ecologie fondamentale et appliquée

Thème :

**Effet insecticide du Melia azedarach sur
Thaumetopoea bonjeani Powell du cèdre
de l'Atlas cas d'Ouled Yaagoub**

Présenté par :

TAFERGHOUST Meriem

CHELLIH Rayen

Devant le jury :

LARBAA Rabah	MCB	Université de Khenchela	Président
BOUCHAMA Khaled	MAA	Université de Khenchela	Rapporteur
MEZHOUD Amel	MAA	Université de Khenchela	Examinatrice

Date de soutenance:

2017-2018

RESUME

L'évaluation des potentialités insecticides et l'activité larvicide des extraits aqueux et éthanolique du *Melia azedarach* vis-à-vis la chenille processionnaire du cèdre « *Thaumetopoea Bonjeani* » en stade L4, ont été réalisés en testant 3 doses : 100, 500 et 1000 ppm de chaque extrait dans des conditions de laboratoire. Les résultats ont mis en évidence un effet larvicide létal des deux extraits comparativement aux résultats enregistrés chez les témoins. En revanche l'extrait aqueux des feuilles semble inoffensif à faibles doses sur les larves des chenilles en stade quatre L4. Concernant la transformation des larves en chrysalides nos résultats ont montrés que les extraits des fruits stimulent fortement cette transformation. A l'inverse ce qui a été constaté pour l'extrait aqueux où les résultats sont nul pour la quasi-totalité des concentrations et peu importe le temps de traitement. Ces résultats sont semblable a celles de l'activité anti-appétant où l'effet est plus prononcer pour les extrais des fruits que des feuilles. Le teste sur la fourmi noire des champs *Formica glacialis* a montré que les fourmis sont sensibles aux différents extraits et doses du *Melia azedarach*. La différence de rendement de nos extraits est due probablement aux techniques d'extraction utilisées, qui sont totalement différentes et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre et aussi à la durée du traitement qui augmente la mortalité chez les larves.

Les mots-clés

Insecticides, *Melia azedarach*, la chenille processionnaire, *Thaumetopoea bonjeani* *Formicaglacialis*, extrait aqueux et éthanolique

ABSTRACT

The evaluation of the insecticidal potentialities and the larvicidal activity of the aqueous and ethanolic extracts of *Melia azedarach* regarding the processionary caterpillar of cedar "Thaumetopoea Bonjeani" in stage L4, was carried out by testing 3 doses: 100, 500 and 1000 ppm of each extract under laboratory conditions. The results showed a lethal larvicidal effect of both extracts compared to the results recorded in the controls. On the other hand, the aqueous extract of the leaves seems harmless at low doses on the larvae on L4 stage. Regarding the transformation of larvae into chrysalis, our results have shown that fruit extracts strongly stimulate this transformation. Conversely, what has been observed for the aqueous extract where the results are nil for almost all concentrations and regardless of the treatment time. These results are similar to those of the anti-appetizing activity where the effect is more pronounced for fruit extracts than leaves. The test on the black Ant *Formica glacialis* showed that ants are sensitive to different extracts and doses of *Melia azedarach*. The difference in yield of our extracts is probably due to the extraction techniques used, which are totally different and to the chemical composition which differs from one extract to another and also to the duration of the treatment which increases the mortality in the larvae.

Key words

Insecticidal, the aqueous and ethanolic extracts, Thaumetopoea bonjeani, Melia azedarach, Formica glacialis.

ملخص

لتقييم القدرة على قتل اليرقات وإمكانية استخدام المستخلصات المائية والايثانولية للميليا اذاراك ، كمبيد حشري ضد الدودة الجرارة للأرز في المرحلة الرابعة لنموها اليرقي تم اختبار ثلاث جرعات : 100، 500 و 1000 جزء من المليون من كل مستخلص، تحت ظروف المختبر، وأبرزت النتائج تأثير يرقي قاتل للمستخلصين مقارنة بالنتائج المسجلة عند الشاهد. من ناحية أخرى يظهر أن المستخلص المائي للأوراق غير ضار عند الجرعات المنخفضة على يرقات الدود في المرحلة الرابعة. فيما يتعلق بتحول اليرقات إلى شرنقة أظهرت نتائجنا أن مستخلصات الثمار تحفز بقوة هذا التحول.

بعكس ما تم ملاحظته في المستخلص المائي حيث تكون النتائج معدومة لكل التراكيز تقريبا ومهما كانت مدة المعالجة. و تتشابه هذه النتائج مع النشاط المضاد للشهية، حيث يكون التأثير أكثر وضوحا لمستخلصات الثمار من الأوراق. اظهر الاختبار على نمل الحقول الأسود *formica glacialis* أن النمل حساس لمستخلصات وجرعات مختلفة من الميليا. من المحتمل أن يكون الفرق في مردود مستخلصاتنا ناتجا عن تقنيات الاستخلاص المستخدمة والتي تختلف تماما عن التركيب الكيميائي الذي يختلف من مستخلص إلى آخر وأيضا عن مدة المعالجة التي تزيد من معدل وفيات اليرقات.

الكلمات المفتاحية :

مبيد حشري ، الميليا، الدودة الجرارة ،المستخلص المائي و الايثانولي ،التركيز.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail pour l'obtention de diplôme de master 2 à :

Mon très cher père

aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous .rien au monde ne vaut les efforts fournir jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être .ce travail et le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

À ma très chère mère tu présentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement tu n'as jamais cessé de m'encourager et de prier pour moi .ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour .puisse Dieu, le tout-puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

*À mes très chers frères : AHMED, ABD EL KARIM, AZZEDINE,
SAMI et ZIAD*

*À mes très chères sœurs : NAWAL, SAMIHA, MEBARAKA, WIDAD,
et FATIMA*

*Aux petits LOAYE, TAHA, SOHAIB, IYADE, ANFAL, ISRAA et
AMANI*

À toute la famille : HELLAIMI

Je dédie aussi à mon encadreur Mr BOUCHAMA KHALED et je lui remercie pour les conseils et la simplicité de travail.

À tous mes amies merci pour votre amour, votre amitié.

Vous êtes là pour me soutient, m'aider et m'écouter.

Que Dieu vous protège et vous procure joie et bonheur.



Meriem



Dédicace

Je dédie mon travail à ceux qui m'ont indiqué la bonne voie, à ceux qui attendent patiemment le fruit de leur éducation...

À mes deux mères, les sources de joie et de tendresse, qui étaient toujours à côté de moi pour me donner force et encouragement.

À mon prince charmant, que Dieu le garde pour nous, à mon papa.

À mon deuxième papa, à mon exemple éternel, mon soutien moral ma source de joie et de bonheur et ma source de fierté, à mon cher oncle. ABDELLAH

À ma plus belle tante, la princesse de la bonneté, à ma chère tata RAZIKA

À mes petits anges AYHEM IYAD ACILE, à mes chères sœurs RABEB RITEDJ RIMAS , je leur souhaite tout le succès dans leur parcours d'étude.

À ma MICHA je leur souhaite la bonne santé et que dieu le garde pour nous.

À mes chères amis RAYEN SELMA KARIM ABDO FALAH et collègues, je leur souhaite tout le succès dans leur vie professionnelle.

À mon cher frère amis NADHIR je le remercie infiniment et je le souhaite tout le bonheur dans la vie

À ma deuxième famille à ceux qui m'ont indiqué le bon chemin à ceux qui attendent patiemment le fruit de leur soutien à ceux qui rendent ma vie pleine de souvenirs. Mon adorable et mon préféré groupe le club scientifique MY

LAND

À toute la famille de CHELLIH et BOUNEZRA

Et spécialement ma belle binôme je leur souhaite la bonne santé la joie et le sourire qui n'était jamais absent de son visage et que dieu le garde

À ceux qui toujours pensent à moi.....



Rayen



Remerciement

Je tiens à remercier, tout abord :

Allah, de nous 'avoir doté de raisons, de conscience, de santé, de courage et de la forte patience afin de mettre ce travail en lumière durant ces Longues Années d'études.

*Nos remerciements aux membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'études. Mr **LARBAA RABAH** et Mme **MEZHOUUD AMEL***

*Nous Remerciant notre promoteur de mémoire Mr **BOUCHAMA KHALED** d'encadrer notre travail et pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.*

Nos vifs remerciements aussi au corps professoral et administratif de la faculté des sciences de la nature et de la vie, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée. –Tous les membres de la conservation des forêts de

KHENCHELA** et de la circonscription D'**EL-HAMMA** et sur tous Mr **ROUIBI

*Nous remercions par la même occasion Mr **BENHIZIA**, Mlle **DELLAA**, Mr*



***LEBAAL**, et surtout*

*Mr **BENGHANEM** et Mr **FRITEH***

Notre remerciement a ceux qui ont contribué de près ou de loin, à l'achèvement de ce travail

RABEH ZAKI AMIRA ET NIHAD

Enfin, un immense merci à nos camarades de promotion, nos amies et nos collègues de travail pour les encouragements et soutiens inaltérables, sans eu ce travail de mémoire n'aurait pas été possible.





Liste des Tableaux

Tableau n° 1: Caractères botaniques et biologiques des quatre espèces du cèdre	06
Tableau n° 2: Répartition des cédraies algériennes selon le climat.....	09
Tableau n° 3: Superficies des cédraies Aurassiennes selon deux sources.....	09

Liste des Figures

Figure. 01. Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas.....	07
Figure. 02. La morphologie de l'arbre du cèdre.....	08
Figure. 03. La répartition actuelle du cèdre de l'Atlas.....	10
Figure.04. Répartition du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (lettre de Belezma, N°9,2005) Échelle : 1/1500.....	10
Figure.05. Galerie sous corticales de <i>Scolytus numidicus</i> sur une branche de Cèdre de l'Atlas. Photo Benhalima / Institut scientifique	12
Figure. 06. Chenille de <i>Thaumetopoea bonjeani</i> L5 sur un rameau Photo G. D. / I N RA cèdre.....	13
Figure. 07. <i>Acleris undulana</i> : Chrysalide éclore entre les Aiguilles. Photo J. P. – Fabre/I N RA.....	14
Figure. 08. Chenille processionnaire du cèdre <i>T.bonjeani</i>	15
Figure.09. Nid de la processionnaire du cèdre à Ouled Yagoub	15
Figure.10. <i>T. bonjeani</i> en stade adulte	18
Figure.11. Cycle biologique de <i>Thaumetopoea bonjeani</i>	18
Figure.12. Dermatite au niveau du cou.....	20
Figure.13. Piège à phéromone.....	21
Figure.14. Piégeage des chenilles.....	22
Figure.15. Une mésange.....	23
Figure.16. Pose de nichoirs à mésanges.....	23
Figure.17. Photo d'arbre du melia.....	28
Figure.18. La morphologie de différentes parties du <i>melia azedarach</i>	29
Figure.19. Formule chimique de la molécule d'azadirachtine	30
Figure.20. Extrait de la feuille PQ kenchela.1964.Echelle:/2000000.....	31
Figure.21. Position géographique du forêt d'Ouled Yaagoub à Ain Mimoun.....	32
Figure.22. L'élevage des chenilles dans un récipient	32
Figure.23. Différentes doses de l'extrait éthanolique préparé pour le traitement des Chenilles.....	33
Figure.24. Différentes doses de l'extrait aqueux préparé pour le traitement des Chenilles	33

Figure.25. Les aiguilles du cèdre après la peser.....	36
Figure.26. chenilles dans les boites après la peser.....	36
Figure.27. Seringue contien 5 ml de l'extrait.....	36
Figure.28. Chenilles + aiguilles dans les boites.....	36
Figure.29. Nombre de larves mortes traité par trois doses d'extraits éthanolique des fruits du <i>Melia azedarach</i> pendant 48 h.....	38
Figure.30. Nombre de larves mortes traité par trois doses d'extraits aqueux (fruits) du <i>Melia azedarach</i> pendant 48 h.....	39
Figure.31. Nombre de larves mortes traité par trois doses d'extraits éthanolique (feuilles) du <i>Melia azedarach</i> pendant 48 h.....	40
Figure.32. Nombre de larves mortes traité par trois doses de l'extrait aqueux des (feuilles) du <i>Melia azedarach</i>	41
Figure.33. La perte du poids des larves traité par trois doses de deux extraits aqueux et éthanolique (fruit et feuille) du <i>Melia azedarach</i>	42
Figure.34. Nombre des fourmis mortes traité par trois doses les extraits aqueux et éthanolique des feuilles du <i>Melia azedarach</i>	43
Figure.35. Nombre de fourmis mortes traité par trois doses les extraits aqueux et éthanolique des fruits du <i>Melia azedarach</i>	44



Liste des Abréviations

- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour L'Alimentation et L'Agriculture.
- **Ppm** : Partie par million
- **BT** : *Bacillus Thuringiensis*.
- **J.C** : Jurassique
- **T** : *Thaumetopea*
- **NPV** : Polyédroses Nucléaires virus
- **GV** : Granuloses virus

Liste des matières

Résumé

Abstract

Dédicace

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des matières

Introduction..... 01

Chapitre 01 Partie Bibliographique

I. Biologie et écologie du cèdre de l'Atlas

I. 1. Caractères forestiers..... 04

I. 2. Caractères botaniques 05

I.3. L'aire de répartition géographique du cèdre de l'Atlas..... 08

I.4. Taxonomie..... 11

I.5. Exigences Climatiques..... 11

I.6. Dégradation et dépérissement des cédraies..... 11

• Les Scolytides..... 12

• Les Buprestides..... 12

• Les Cérambycides..... 12

• Les Bostrychides..... 13

• Le Puceron du cèdre de l'atlas (*Cedrobium laportei*)..... 13

• Les Défoliateurs..... 13

II. La chenille processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani*

II.1. Systématique..... 16

II. 2. Biologie/cycle biologique..... 16

II. 2.1 Biologie..... 16

a) Stade œuf..... 16

b) Stade chenille..... 17

c) Stade adulte..... 18

II. 2.2. Cycle biologique..... 18

II. 3. Diapause..... 18

II. 3.1. Diapause embryonnaire..... 19

II.3.2. Diapause nymphale..... 19

II. 4. Le régime alimentaire de la chenille processionnaire 19

II. 5. Dégâts forestiers	19
II. 6. Dégâts sanitaires.....	20
II. 7. Prévention et lutte contre la chenille processionnaire.....	20
II. 7.1. Traitement phytosanitaire chimique.....	20
II. 7.2. Lutte mécanique.....	20
II. 7.3.le Piégeage.....	21
II. 7.3.1. Le piégeage des adultes.....	21
II. 7.3.2. Lutte par confusion sexuelle et piège à phéromone.....	21
II. 7.3.3. Piège lumineux.....	22
II. 7.3.4. Piégeage des chenilles.....	22
II. 7.4. Lutte biologique.....	22
III. les Biopesticides.....	24
III.1. Historique sur les biopesticides.....	24
III.2. Définition d'un biopesticide.....	24
III.2.1. Inconvénients.....	24
III.2.2. Avantages.....	24
III.3. Bioinsecticides.....	25
III.4. Biofongicides.....	25
III.5. Bionématicides.....	25
III.6. Mode d'action des plantes à effet bioinsecticides.....	26
a) L'effet répulsif	26
b) L'effet insecticide	26
c) L'effet sur le comportement sexuel	26

Chapitre 02 matériels et méthodes

I. Matériel végétal	28
I.1. <i>Melia azedarach</i>	28
I.1.1. Présentation de <i>Melia azedarach</i> et ses principales caractéristique.....	28
I.1.2. Origine de <i>Melia azedarach</i>	28
I.1.3. Classification systématique.....	29
I.2. Ecotoxicologie et Principes actifs.....	30
II. Matériel animal.....	31
II.1. La collecte des chenilles.....	31
II.2. L'élevage.....	32
II.3. Préparation des extrais.....	33
II.3.1. L'extrait éthanolique.....	33
II.3.2. L'extrait brut aqueux.....	33
II.4. Conduite d'essai et dispositif expérimental.....	34
II. 4. 1. La récolte.....	34
II. 4. 2. Le séchag.....	34
II. 4.3. Le broyage.....	34
II.5. Les bio essais.....	34
II.5.1. Test de toxicité sur les chenilles.....	35
II.5.2. Test de mortalité sur les chenilles	35
II.5.3. Teste de mortalité sur les fourmis.....	35
II.6. Analyse statistique.....	36

Chapitres 03 Résultats et discussion

I. Résultats	38
I.1.Fruit	38
I.1.1. Nombre de larves mortes traité par l'extrait éthanolique.....	38
I.1.2. Nombre de larves mortes traité par l'extrait aqueux.....	39
I.2. Feuille.....	40
I.2.1. Nombre de larves mortes traité par l'extrait éthanolique.....	40
I.2.2. Nombre de larves mortes traité par l'extrait aqueux.....	41
I.3. L'effet anti-appétant et perte du poids.....	42
I.4. L'effet létal de l'extrait des feuilles du <i>melia azedarach</i> sur les fourmis.....	43
I.5. L'effet létal de l'extrait des fruits du <i>melia azedarach</i> sur les fourmis.....	44
II. Discussion	45
Conclusion	49
Liste des références	
Annexe	



Introduction

Introduction

INTRODUCTION

L'écosystème forestier est une richesse naturelle, un milieu vivant, sa constitution et sa répartition géographique jouent un rôle très déterminant dans la protection de la nature contre les phénomènes d'érosion et de la désertification surtout dans les zones semi arides.

Les cèdaraies particulièrement le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*, sont l'un des écosystèmes forestiers les plus précieux dans le Nord de l'Afrique, tant du point de vue économique qu'écologique, esthétique et culturel. Cette importante essence connaît une situation sanitaire alarmante et ce depuis l'apparition des premiers symptômes de dépérissement, vers le début des années 1982 dans la région des Aurès (**Bentouati, 2008**). Ce phénomène se traduit avant tout par une mortalité anormale des feuilles, bourgeons, brindilles et branches, et qui a pour conséquence la réduction de la vitalité et de la vigueur des arbres (**Delatour, 1990 in Lemeignen et Micas, 2007**).

Dans les Aurès, le cèdre constitue une valeur écologique irremplaçable ; toutefois, il est sujet à une dégradation continue. Cette dégradation plus ou moins accélérée des strates arborescentes font évoluer la cédraie vers une structure de végétation de type pré-forestier (**Quezel, 1998**). Les causes de cette dégradation sont multiples. Elles sont liées à la fois aux aléas climatiques (sécheresse, stress hydrique, influences sahariennes), à l'action humaines (surpâturage, l'exploitation non contrôlée, les coupes illicites) et enfin à la nature de certains types de substrats tels que les marnes, qui paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres (**Bentouati et Bariteau, 2006**). A cela s'ajoutent les années successives de sécheresse qui a engendrée un dépérissement intense des cédraies. Cette sécheresse intervient durant la période végétative (**Bentouati, 2008**). Dans une étude sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans la forêt des Ouled Yagoub, (**Moukouri, 2006**) a montré que le déficit hydrique est un facteur limitant, non seulement de la croissance du cèdre, mais aussi de la survie des jeunes plantules. D'autres facteurs d'affaiblissement interviennent, tels que les insectes défoliateurs (*Thaumetopea bonjeani*) (**Bentouati, 2006**).

Pour lutter contre ces insectes, l'homme utilise des produits phytosanitaires chimiques ou pesticides. Le terme de pesticide dérive de "Pest", mot anglais désignant tout organisme vivant (virus, bactéries, champignons, herbes, vers, mollusques, insectes, rongeurs, mammifères, oiseaux) susceptible d'être nuisible à l'homme et/ou à son environnement. Les pesticides, dont la traduction étymologique est "tueurs de fléaux" sont des molécules dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles. Selon la définition de la FAO, un pesticide est "une substance utilisée pour neutraliser ou détruire un ravageur,

Introduction

un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante au cours de la production ou de l'entreposage de produits agricoles.

L'utilisation des pesticides en sylviculture est lors de la production du bois pour limiter l'action des insectes et champignons, lors d'action de désherbage pour préparer le terrain forestier, dégager les conifères, par exemple, ou encore détruire toute espèce nuisible au développement d'essences forestières. Le stockage du bois avant commercialisation est nécessite également l'emploi de fongicides et d'insecticides pour limiter toute altération (**Frédéric et al., 2012 in Merah et Zeroual, 2017**). Mais un certain nombre de ces produits sont nocifs pour les composantes d'écosystème et pour la santé humaine. L'OMS estime que 200 000 personnes sont tuées chaque année, dans le monde, en conséquence directe de l'empoisonnement par pesticide (**Balmain et al., 2013**).

L'un des outils permettant la réduction des pesticides est l'utilisation de produits phytosanitaires d'origine biologique. Le potentiel des plantes à vertus insecticides et ou insectifuges a permis d'ouvrir des nouvelles voies de recherche sur la lutte biologique contre les ravageurs des conifères, le regard désormais est tourné vers ces molécules botaniques naturelles et biodégradables, moins toxique que les pesticides chimiques, ils ont plus grande spécificité d'action, diminuant les risques de pollution et présente le double avantage de respecter l'environnement. (**Stevenson et al., 2014 ; Mkenda et al., 2015**).

Dans ce contexte cette étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation des extraits végétaux comme «bioinsecticide», afin de lutter contre la chenille processionnaire considérée comme une menace sérieuse pour les conifères (pin d'Alep, cèdre de l'atlas dans les monts de la wilaya de Khenchela).

Pour répondre à cet objectif, nous essayons d'évaluer la toxicité d'un extrait éthanolique et aqueux à différentes doses de *Melia azedarach* sur la chenille processionnaire du cèdre d'atlas ou *Thaumetopea bonjeani* en vue de l'utiliser comme un biopesticide.

Notre travail sera structuré en trois parties : Une première qui est purement bibliographique, consacrée à une synthèse des données bibliographiques sur la chenille processionnaire du cèdre de l'atlas, permettant d'étudier la biologie de cet insecte, ses répercussions sanitaires, environnementales et économiques, ainsi que les moyens de lutte. Une deuxième partie expérimentale dans laquelle sont exposées les protocoles et le matériel utilisés et en fin dans la troisième les résultats obtenus avec une discussion.



Chapitre I : Partie Bibliographique

I. Biologie et Ecologie du Cèdre de l'Atlas

I. 1. Caractères forestiers

I.1.1. Le Port

Le cèdre de l'Atlas possède un tronc monopodial orthotrope, à croissance et ramification rythmique (**Sabatier et al., 1993**). Le port est droit, 20 à 30 m de hauteur. Il peut atteindre selon **Peyrimhoff (1940)**, 40m de hauteur et 2 m de diamètre. En outre à Théniet- El-Had, **Sari (1977)**, a signalé la présence d'un grand nombre de sujets de «dimensions colossales» : un spécimen dénommé le « Sultan» mesurant 7 m de circonférence, un autre le cèdre de « Messaoud» est plus grand encore. **Boudy (1952)** et **Toth (1970 et 1981)**, notent que les branches sont grosses et étalées et que l'élagage est bon en peuplement. La cyme est conique, elle prend la forme tabulaire au fur et à mesure que l'arbre vieillit.

I.1.2. La taille

Le cèdre de l'Atlas est un bel arbre qui peut atteindre 40 et même 50 à 60 m de hauteur et 6 m de circonférence (**Boudy, 1950**)

I. 1.3. L'écorce

Le tronc est de couleur grise, formé de petites écailles lisses qui deviennent crevassées avec l'âge (**Toth, 1981**).

I.1.4. Les racines

Le système racinaire développé, pivotant et fixe bien l'arbre au sol (**Boudy, 1950**) les racines bloquées sont très forte et prospectent les sols profonds et humides, les plantes d'une année ont une profondeur racinaire comprise entre 14 et 20 cm en sol profond, elles sont étendues, ramifiées avec un pivot si la roche est fissurée ou bien si le sol est profond et humide. Quand le sol est peu profond avec un obstacle, l'enracinement devient latéral causant les chablis (**Halitim, 2006**). Le bon niveau de résistance à la sécheresse est dû essentiellement à un enracinement vigoureux et profond, ce qui explique le bon comportement des cèdres sur les sols calcaires superficiels, mais fissurés (**Ducrey, 1994**).

I.1.5. La longévité

La longévité du cèdre de l'Atlas est remarquable ; elle dépasse plusieurs siècles (700 – 800 ans) où il continue à produire des graines fertiles (**Peyrimhoff, 1940 ; Boudy, 1952 in Khanfouci, 2005**). Au Maroc il n'est pas rare de rencontrer des cèdres âgés dépassent 300 ans avec une hauteur de 50 m et une circonférence de 5 à 6 m (**Sari, 1977**).

I. 2. Caractères botaniques

I.2.1. les feuilles

Ce sont des aiguilles isolées sur les pousses de l'année et les mésoblastes, en rosette sur les auxiblastes ; leur longueur est comprise entre 1 et 2 cm, de couleur verte ou glauque persistante pendant 3 années (**Boudy, 1952**). Les aiguilles sont courtes (3 cm), piquantes, à section triangulaire, disposées en faisceaux sur de courts rameaux.

I.2.2. Les rameaux

Selon **Arbez et al., (1978)**. Les rameaux sont de deux types :

Les rameaux longs : de couleur grise jaunâtre pubescente qui ne porte que des aiguilles isolées pendant la première année.

Les rameaux courts : trapus insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées.

I.2.3. Les fleurs

Le cèdre de l'Atlas est une espèce monoïque (pieds portent à la fois des fleurs mâles et femelles). Les fleurs sont persistantes, les inflorescences femelles au début sont semblables aux fleurs mâles, mais elles apparaissent plus tardivement que les fleurs mâles (**Toth, 1978**). La floraison est automnale ; les fleurs mâles sont des chatons cylindriques dressés, jaunes verdâtres ; les fleurs femelles : chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (**Jacamon, 1987**).

I.2.4. Les fructifications

Le cèdre de l'Atlas débute la fructification vers l'âge de 35 à 40 ans, mais elle n'est abondante que vers 60 ans (**Boudy, 1950**) ; mais dans certaines stations favorables, la fructification intervient à l'âge de 18 ans (**Derridj, 1990 ; Toth, 2005**). Les fruits sont des cônes de 5 à 8 cm de long ; ovoïde et dressés de couleur marron foncé (**Boudy, 1950**). La désarticulation débute généralement à partir du mois d'octobre, néanmoins elle varie selon les stations et les années. Elle est conditionnée par l'alternance de l'humidité et de la chaleur (**Toth, 1971 ; 1978 a ; 1980 b**).

I.2.5. Les graines

Les graines produites par les cônes sont fertiles et stériles. Ces dernières se divisent en graines attaquées, aplaties et en forme de becs. Elles sont assez grosses, pointues et leurs longueurs varient de 8 à 12 cm, avec une aile développée ; de couleur marron roux à marron clair, elles sont sub triangulaires (**Abourouh, 1983**). En conditions naturelles, la graine du cèdre ne peut

germer que si la température journalière avoisine les 10°C pendant 9 à 10 jours (**Lepeutre, 1964**). Ainsi **Bendou (2006) et Mairif (2008)**, ont montrés que la mise des graines du cèdre dans une température de 4° pendant 21 jours accélère la germination. La dissémination des graines par le vent est très difficile à cause de leur poids qui peut dépasser 0,1 g.

Tableau n°1 : Caractères botaniques et biologiques des quatre espèces du cèdre (**Farjon, 1990 et Toth, 2005 in Haji 2006**)

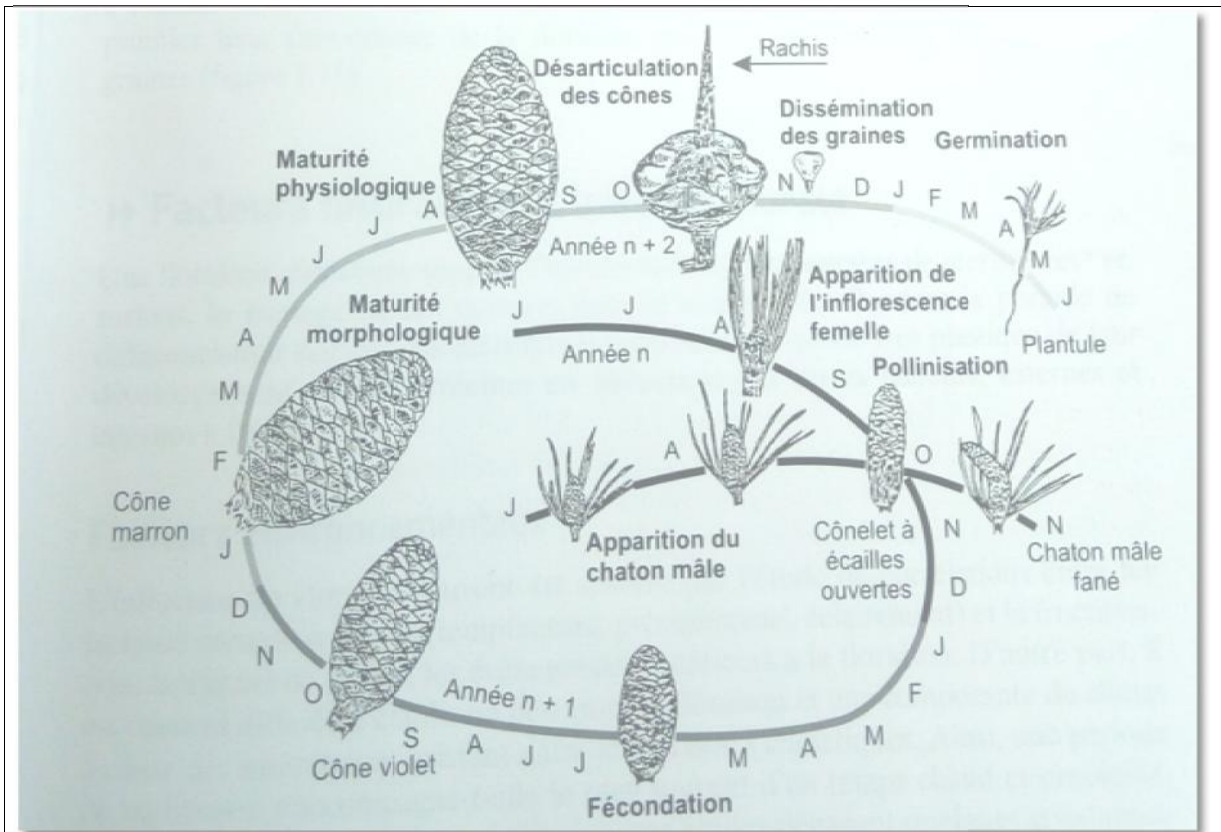
Espèces	<i>C. atlantica</i>	<i>C.libani</i>	<i>C. brevifolia</i>	<i>C. deodora</i>
Taille des aiguilles (cm)	1 à 2.5	1 à 3.5	0.5 à 1.5	2 à 6
Cônes-longueur (cm)	5 à 8	8 à 12	5 à 10	7 à 13
Diamètre (cm)	3 à 5	3 à 6	3 à 6	5 à 9
Graine-longueur (cm)	0.8 à 1.3	1.0 à 1.4	0.8 à 1.4	1.0 à 1.5
Envergure (cm)	2.5 à 3.5	3.5 à 4.0	3.0 à 4.0	3.5 à 4.5
Epoque de pollinisation	Mi septembre	Mi septembre	Début	Début
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

I. 2.6. Le cycle de reproduction



Les cycles reproducteurs des cèdres sont caractérisés par une floraison automnale.

(**Figure 01**). *Cedrus atlantica* (cèdre de l'atlas), *Cedrus libani* (cèdre du Liban) et *Cedrus brevifolia* (cèdre de Chypre) ont un comportement similaire (**Toth, 1978 et 2001 in Gwenaël et al. 2006**). Les strobiles males apparaissent fin juin de l'année *n*, avec deux mois d'avance sur les inflorescences femelles. Comme chez les pins la pollinisation, anémophile, se produit au mois de septembre de l'année *n* mais les graines de pollen ne germent qu'au printemps suivant, fin mai -début juin.

La fécondation a lieu en juin *n+1* et les graines sont formées à l'automne. Elles ne seront toutefois libérées qu'un an plus tard, à l'automne *n+2* ou durant l'hiver suivant. (**Owens et Blake, 1986, Toth 2005 in Gwenaël et al. 2006**).



Année n Année n+1 Année n+2
Fig.1. Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Toth, 2001).

		
Branche et rameaux du cèdre	Partie du système racinaire du cèdre	L'écorce et le tronc du cèdre
		
Chatons males du cèdre	bouquets des aiguilles	feuilles du cèdre
		
Chatons femelle du cèdre	le cône du cèdre	graines du cèdre
Fig.2.La morphologie du cèdre (Sabatier, 1999)		

I .3.L'aire de répartition géographique du cèdre de l'Atlas

Originnaire des hautes montagnes de l'Algérie et du Maroc, le cèdre de l'Atlas occupe une aire de répartition très morcelée (**Boudy, 1950**). Sa superficie est plus importante au Maroc, où il occupe près de 120.000 ha (**M'hirit, 1994**). Elle est formé de deux tâches bien distinctes ; l'une dans la région du Rif (16000 ha), l'autre (100000 ha) dans le moyen Atlas central et oriental, et le grand Atlas (**Pradal, 1979 ; Toth, 1980**).

En Algérie, sa superficie avoisine 27.000ha, et occupe les monts des Aurès, Djurdjura, l'Atlas Blidéen, l'Ouarsenis et les Babors (**Derridj, 1990**). Selon les conditions écologiques auxquelles elles sont soumises, les cédraies algériennes se divisent en deux types :

- Les cédraies sèches caractérisées par les conditions climatiques les plus sévères et soumises directement aux influences sahariennes.
- La cédraie humide qui bénéficie d'un climat particulièrement favorable (**Abdessemed, 1981 ; Pradal in Boudjerda, 1990**).

Tableau n° 2: Répartition des cédraies algériennes selon le climat. **Abdessemed (1981)**.

Type de cédraie	Région	Superficie (ha)
Cédraies sèches	Aurès	12022
	Hodna	8000
	Theniet El-Had	1000
Cédraies humides	Babors	1300
	Djurdjura	1200
	Atlas blidien	1000

Tableau n° 3: Superficies des cédraies Aurassiennes par sources.

Source	Faurel et Laffite (1949)	F.A.O (1971)	I.N.R.F (2005)
Belezma	8000 ha	4254 ha	-
Chélia	7000 ha	2375 ha	2196 ha
Ouled Yacoub	4000 ha	3300 ha	-
S'gag	500 ha	2093 ha	-
Ras Ichemoul	150 ha	150 ha	-
Dj.Gutiane	500 ha	150 ha	-
Dj.Azreg et Djebel Taghda	550 ha	550 ha	-
Total	20050 ha	10629 ha	-

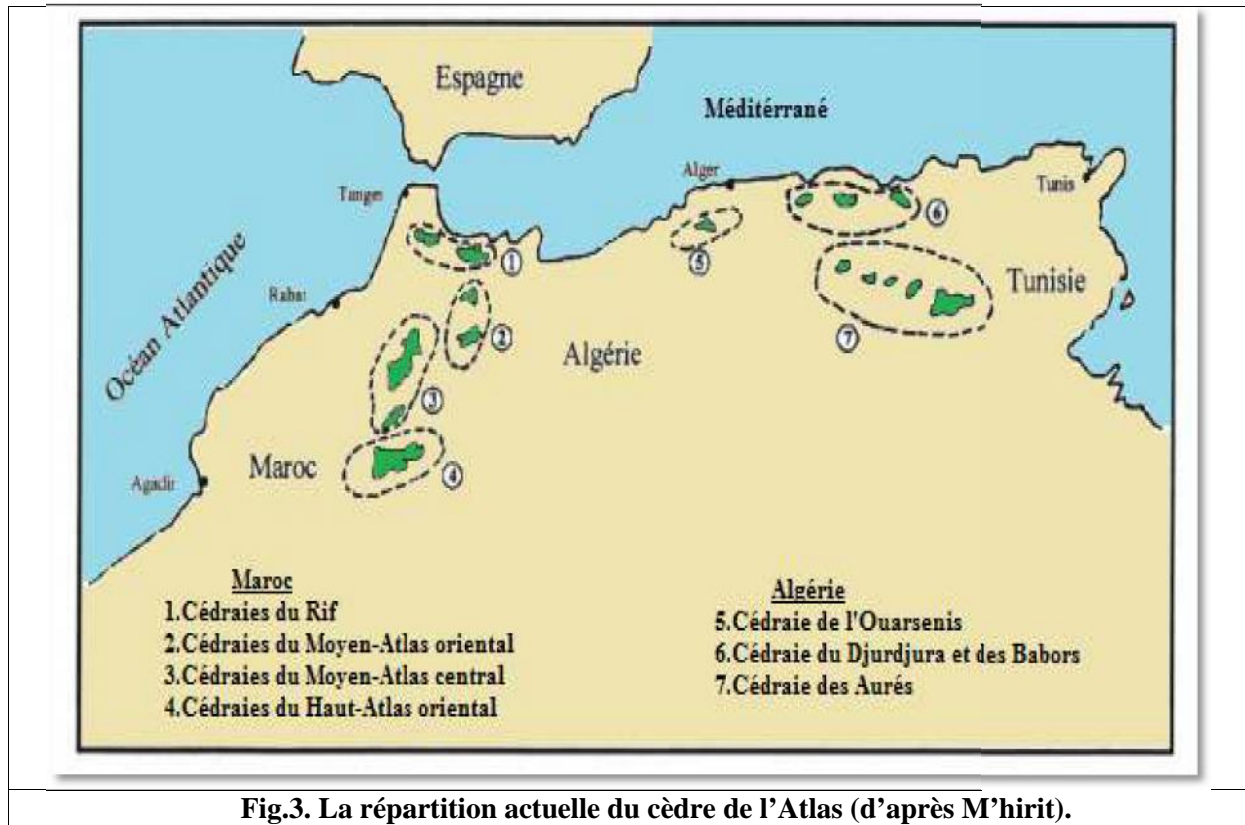


Fig.3. La répartition actuelle du cèdre de l'Atlas (d'après M'hirit).

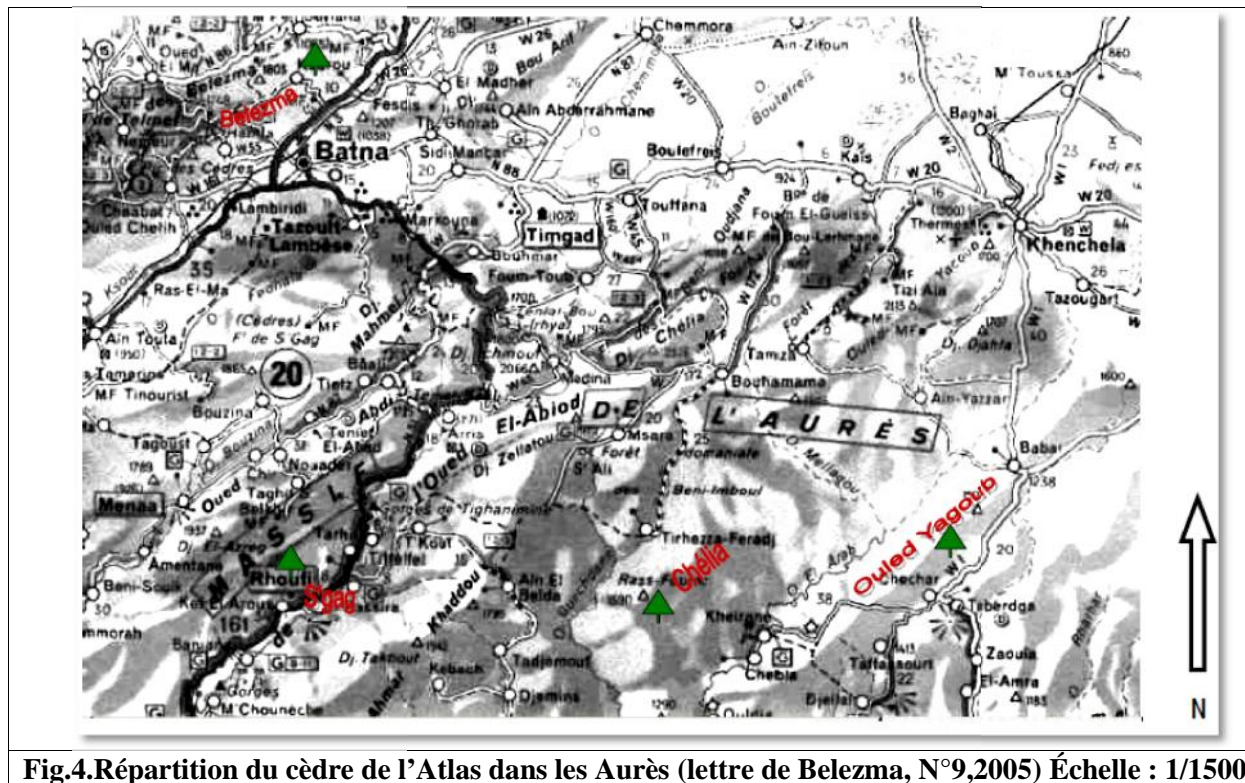


Fig.4. Répartition du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (lettre de Belezma, N°9, 2005) Échelle : 1/1500

I.4. Taxonomie

Le cèdre de l'Atlas est classé comme suit :

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Spermaphyta*

Sous-Embranchement : *Gymnospermaphyta*

Classe : *Coniferopsida*

Ordre : *pinales*

Sous-Ordre : *Abietales*

Famille : *Pinaceae*

SousFamille: *Abietoideae*

Tribu : *Lariceae*

Genre : *Cedrus*

Espèce : *CedrusatlanticaManetti*

NomCommunFrançais : Cèdredel'Atlas

NomCommunAnglais : Cedar

NomArabe : Arz

Nom Berbère : Idghel

I.5. Exigences Climatiques

Le cèdre d'atlas il est adapté au climat lumineux a été secs ; tolère neige, froid (jusqu'à – 20 C°) et forte sécheresse ; craint brouillard et gelées précoces et demande un abri les premières années (**Riou-Nivert, 1996**). Quand le bioclimat devient humide et plus doux, le cèdre est fortement concurrencé par d'autres espèces. Les étages bioclimatique du cèdre se repartie selon **Emberger (1938)**

*étage semi-aride à hiver froid

*étage subhumide à hiver froid

*étage humide à hiver froid

*étage humide à hiver frais

I.6. Dégradation et dépérissement des cédraies

En Algérie durant la période coloniale, les facteurs de destruction ont provoqué en 120 ans une régression de 25 à 30 / de l'armature boisé surtout en zone de montagne (**boudy, 1950**). Pour de nombreux auteurs (**abdessemed, 1981 ; nedjahi, 1988**).

Les forêts ont subi depuis longtemps d'importants phénomènes de dégradation aboutissant parfois à la disparition de l'état boisé sur de vastes étendues et provoquant des déséquilibres du milieu naturel. Cette situation est le résultat d'un ensemble de facteurs : anthropiques comme surpâturage et du défrichage coupes illicites, les incendies et sans oublier les ravageurs du cèdre et certaines maladies cryptogamiques.

a)- Les Scolytides

La plupart sont des insectes sous-corticaux, seul *Xyleborus saxeseni* est xylophage. Cet insecte est extrêmement polyphage avec une nette préférence pour les feuillus. Parmi les espèces sous-corticales, trois sont considérés comme des ravageurs primaires. Il s'agit de *Cryphalus piceae*, *Crypturgus cedri* et *Kissophagus novaki*. Bien que leur niveau de population soit généralement faible, ils

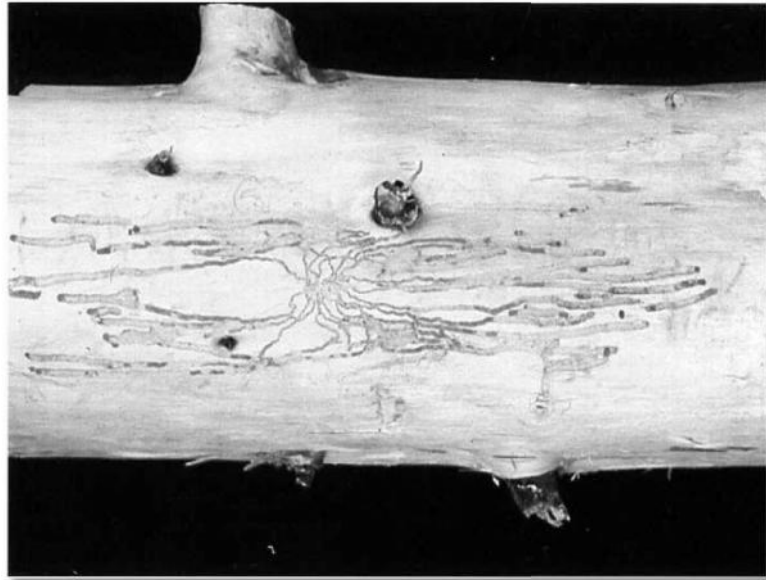


Fig.5. Galerie sous corticales de Scolytus numidicus sur une branche de Cèdre de l'Atlas
Photo Benhalima / Institut scientifique (Benhalima, 1999)

restent néanmoins des ravageurs potentiels redoutables. (Benhalima, 2006)

b)- Les Buprestides

C'est la famille la plus représentée, dix espèces ont été recensées, dont seulement 02 sont jugées importantes : *Anthaxia pleuradis* et *A. nigritula*. Les autres espèces *A. sepulchralis*, *A. marmottani* sont secondaires ou s'installent dans le bois déjà mort (Benia, 2010).

c)- Les Cérambycides

Cette famille est représentée seulement par deux espèces, *Callidium cedri* et *Ergates faber*, qui s'attaquent au bois mort ou en décomposition (Benia, 2010).

d)- Les Bostrychides

Une seule espèce a été signalée, *Stephanopachys quadricollis*. Il semble qu'il soit un ravageur primaire mais il est peu abondant (**Benia, 2010**).

e)- Le puceron du cèdre de l'atlas (*Cedrobium laportei*)

Ce puceron est considéré comme une espèce autochtone du Maroc et de l'Algérie. Il a été introduit avec son hôte dans la plupart des pays du bassin méditerranéen. Dans certains pays européens tels que l'Italie, la France et l'Espagne, le puceron est devenu un redoutable ravageur causant la mortalité des cèdres. Au Maroc ces dégâts restent très limités (**Messaoudi, 1994**).

f)- Les défoliateurs**❖ La Chenille processionnaire du cèdre ou d'été (*Thaumetopoea bonjeani*)**

Etant un ravageur spécifique du cèdre de l'atlas, *T.bonjeani* a une répartition géographique limitée aux cédraies du Maroc et d'Algérie. L'existence de cette espèce est connue depuis 1922 au Maroc, toutefois des infestations spectaculaires n'ont jamais été rapportées. Ce n'est qu'en 1989 qu'une pullulation exceptionnelle a été relevée dans la région de kétama (Rif central). Elle a nécessité une intervention phytosanitaire sur une superficie de 120 ha. L'espèce a déjà posé de sérieux problèmes en Algérie depuis les années 1980, ce qui prouve bien qu'il s'agit là d'un ravageur potentiel à surveiller régulièrement. La processionnaire du cèdre est un défoliateur qui attaque les arbres vigoureux quel que soit leur âge. Puisque l'éclosion a lieu au printemps, avant le débourrement du cèdre, les chenilles consomment d'abord les anciennes aiguilles, et se portent ensuite sur le nouveau feuillage qu'elles ravagent complètement (**Graf et Messaoudi, 1994**).

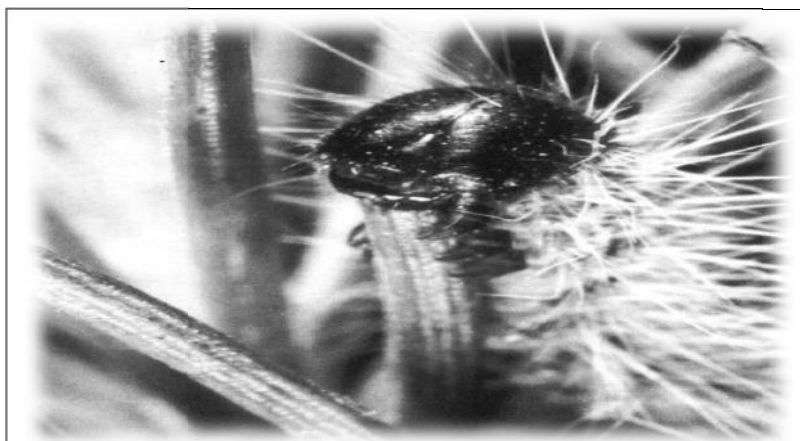


Fig.6. Chenille de *Thaumetopoea bonjeani* L5 sur un rameau I N RA cèdre.

❖ **La Tordeuse du cèdre du Liban (*Acleris undulana*)**

Le ravageur a été décrite d'Asie mineure où il est largement réparti. Il a été introduit au Maroc, où il se trouve dans le moyen et le haut atlas, Il a pullulé au début des années 1980 d'une façon spectaculaire dans les cédraies du moyen- atlas au Maroc. De loin, les dégâts se manifestent à l'échelle d'un massif, par l'aspect jaune-brun des arbres du au feuillage desséché (**Mouna, 1994**).



II. La Chenille Processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani*

En 1982, un insecte fût découvert au Belezma (Aurès) lors d'une importante infestation de cédraie, il s'agit de *Thaumetopoea bonjeani*. (Gachi et al., 1986 ; Demolin, 1987). En effet, près de 500 hectares de cèdres ont été touchés par ces attaques et l'on a été témoin de graves défoliations qui allaient parfois à la défoliation totale donnant l'impression que ces arbres ont été calcinés (Gachi et al., 1989). Le recouvrement en altitude sur le pourtour méditerranéen, des aires de répartition des processionnaires d'hiver avec celles des processionnaires d'été a fait que les deux groupes ont été régulièrement confondus entre eux. (Gachi et al., 1986; Demolin, 1987). Cela a été le cas au Maroc en 1922 où les attaques de *Thaumetopoea pityocampa* ont été durant des années, attribuées à *Thaumetopoea bonjeani* espèce qui fût de ce fait considérée à tort comme la seule processionnaire pouvant vivre sur cèdre (Demolin, 1987 ; Gachi, 1989). *Thaumetopoea bonjeani* Powell est un défoliateur important des cédraies des Aurès. Les premiers résultats de recherche sur cet insecte indiquent que sa pullulation est importante dans le massif du Belezma, elle est répartie de manière diffuse dans les autres cédraies; La diapause nymphale a été notée au cours du cycle 1986/1987 sur 85% des chrysalides. (Demolin, 1969)



**Fig.08. Chenille processionnaire du cèdre
T.bonjeani**



**Fig.09. Nid de la processionnaire du cèdre à
Ouled Yagoub**

II. 1. Systématique

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Arthropoda*

Classe : *Insecta*

Ordre: *Lepidoptera*

Famille: *Thaumetopoeidae*

Genre: *Thaumetopoea*

Espèce: *Bonjeani* (**Gachi, 1982**).

La famille des Thaumetopoeidae a été classée à cette catégorie taxonomique en 1900 et possède un (01) seul genre, Thaumetopoea, auquel on connaît les 9 espèces suivantes (**Agentjo, 1941**): *Solitaria* (FREYER), *Processionea* (LINNAEI), *Pityocampa* (SCHIFFERMULLER), *wilkinsoni* (TAMS), *pinivora* (TREITSCHKE), *Bonjeani* (POWELL), *Herculeana* (RAMBUR), *jordana* (STAUDINGER) et *Cheela* (MOORE).

II. 2. Biologie et cycle biologique

II. 2.1 Biologie

La processionnaire du cèdre accomplit son cycle en 5 stades larvaires. Son développement printano-estival lui permet de ne pas tisser de nid comme il est de coutume chez *Thaumetopoea pityocampa*. Les colonies vivent groupées en pelotes avec un très léger tissage de soie (**Questienne et al., 1978 ; Gachi et al., 1986**).

a) Stade œuf

Les pontes sont déposées en ooplaques sous les rameaux de cèdre. Chacune d'elle contient en moyenne 120 œufs. L'œuf présente une forme arrondie. La face supérieure est bombée et la face inférieure est plate. Ceci augmente la surface de contact de l'œuf collé au rameau, l'œuf s'en trouve ainsi solidement ancré à son support. Il est de couleur blanche et ses dimensions sont de 0.9 à 1 mm de long sur 0.7 à 0.75 mm de large.

La femelle dépose ses œufs en progressant vers la base du rameau. Les écailles sont déposées comme les tuiles d'un toit. Les rameaux choisis par la femelle sont flexibles pendant vers le bas de l'arbre, les écailles se trouvent orientées vers le sol, ce qui assure la protection de la ponte par un ruissellement vers le bas des eaux de pluie. Les écailles recouvrant les pontes confèrent à celles-ci une couleur grise très proche de celle de l'écorce de cèdre.

Cette homochromie rend ainsi les pontes très difficiles à déceler. Les écailles de *Thaumetopoea bonjeani* sont petites et pointues (**Gachi, 1989**). Les éclosions ont lieu à la fin Avril ou au début du mois de Mai, selon les conditions climatiques, assurant une coïncidence temporelle avec le débourrement des cèdres (**Questienne et al., 1978; Gachi, 1989**).

b)- Stade chenille

A l'éclosion, les jeunes chenilles recouvrent la ponte d'un léger tissage qui favorise le maintien de l'unité grégaire. Elles se regroupent en plaque et se frottent latéralement les unes contre les autres. Très rapidement, un ou deux chefs de file vont sortir de groupe et être suivis par les autres individus de la colonie. La toute première procession se constitue ainsi progressivement. Les contacts tactiles ne sont plus alors maintenus entre individus que par les longues soies des deux derniers segments abdominaux de la chenille N et celles du premier segment thoracique de la chenille N1. (**Demolin, 1987**).

Dès que les chenilles atteignent en procession un des bourgeons proches de la ponte, elles attaquent les aiguilles par les extrémités en ce plaçant en cercle par 4 ou 5. Lorsque l'aiguille est complètement occupée, les chenilles en sur nombre retournent vers la base du bourgeon pour gagner une autre aiguille non occupée. Il reste toujours une partie centrale de l'aiguille qui n'est pas dévorée et qui jaunira rapidement. La chenille de cinquième stade attaque seule l'extrémité de l'aiguille avec ses mandibules puissantes et la dévore en entier (**Demolin, 1987**). A la fin du mois de Juin, les chenilles du stade L₅ quittent les arbres en procession pour aller s'enfouir sous terre (**Questienne et al., 1978 ; Gachi et al., 1986**).

Chaque chenille tisse un cocon dans lequel elle se transforme en chrysalide. La morphogenèse imaginale, a en suite lieu. Toutes les chrysalides ne deviennent pas adultes la même année. Certaines d'entre elles restent en diapause et n'émergeront qu'une ou plusieurs années plus tard (**Gachi, 1989**).

c) Stade adulte

Un mois à un mois et demi après les enfouissements (fin de la première semaine du mois d’Août), les papillons émergent. En règle générale, ce n’est que la nuit qui suit celle des émergences que les accouplements ont lieu. Les femelles gravides déposent leurs œufs la nuit où à lieu l’accouplement. (Demolin, 1988)



Fig.10. *T. bonjeani* en stade adulte

II. 2.2. Cycle biologique

Thaumetopoea bonjeani est une espèce monovoltine. Son cycle de vie peut être schématisé comme suit :

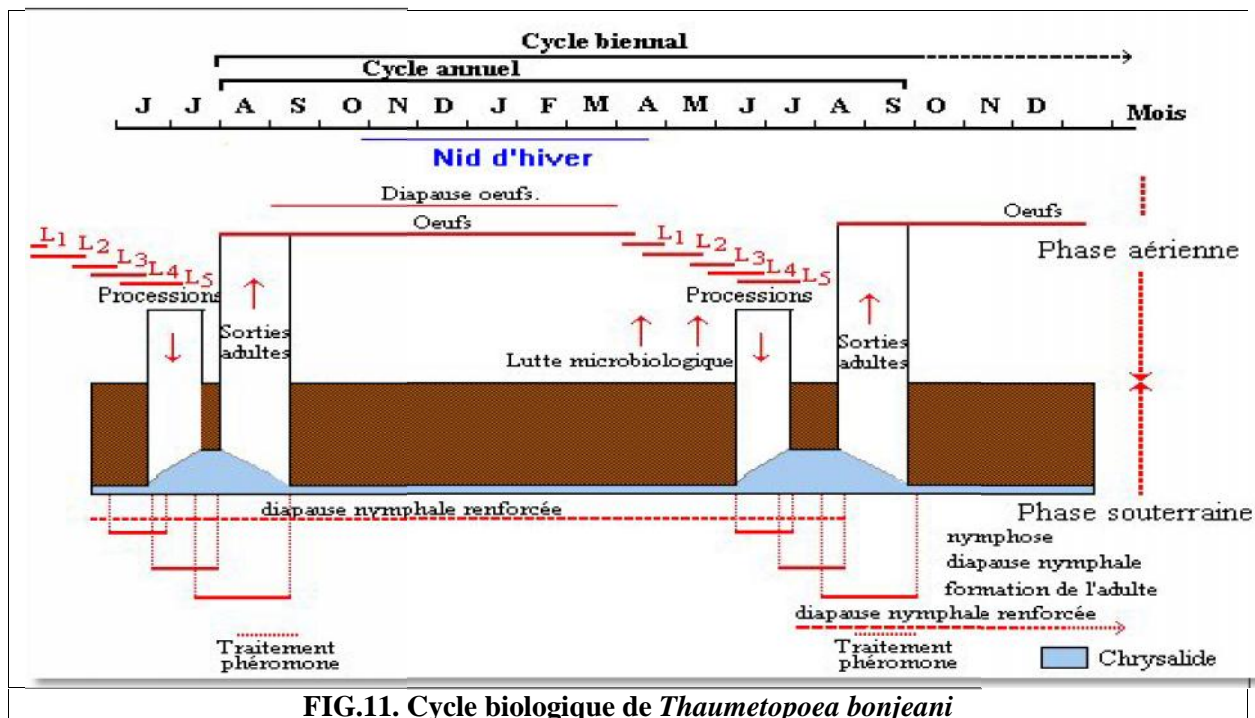


FIG.11. Cycle biologique de *Thaumetopoea bonjeani*

II. 3. Diapause

La diapause c’est l’arrêt de développement caractérisé par une diminution notable du métabolisme, la durée de la diapause est variable; elle s’adapte à celle du développement larvaire, pour que le cycle s’achève sur l’année. En altitude, où les hivers sont particulièrement rigoureux, la durée d’évolution larvaire est plus longue, la diapause sera alors plus courte pour respecter le cycle annuel.

A la fin de la période de diapause, il y a une reprise d'activité métabolique intense ou le futur adulte entame sa constitution. Un mois plus tard, il sera prêt à sortir de terre. (**Huchon et Demolin, 1970**).

Chez *Thaumetopoea bonjeani*, le cycle biologique est en alternance avec celui de *Thaumetopoea pityocampa*, la diapause intervenant durant le développement embryonnaire et nymphale (**Gachi, 1989**).

II. 3.1. Diapause embryonnaire

Les pontes passent l'automne et l'hiver en diapause et n'éclosent qu'au printemps à partir de la fin de la troisième semaine du mois d'Avril. Au Maroc, enregistré sur le plateau d'Azrou une éclosion des œufs un peu plus précoce, soit à partir de la dernière semaine du mois de Mars. La durée de la diapause embryonnaire est donc de huit mois et demi mais cela est tributaire aux conditions climatiques. **El yousfi (1987)**

II.3.2. Diapause nymphale

Le cycle de *Thaumetopoea bonjeani* comporte régulièrement une diapause nymphale estivale. La morphogenèse des adultes débute pour l'ensemble de la population de la fin Juillet à la mi-août, c'est à dire un mois à un mois et demi d'arrêt de développement (**Demolin 1987**). Une période complémentaire de diapause prolongée d'un an où plus peut faire suite à la diapause estivale. En effet, toutes les chrysalides de l'année ne donnent pas obligatoirement des adultes la même année. La population imaginale pourra en un pourcentage variable se répartir sur l'année, N, N+1, voir l'année N+2. (**Gachi, 1989**).

II. 4. Le régime alimentaire de la chenille processionnaire

Les chenilles tissent leur nid (boules blanches de soies). Elles ont sortent la nuit pour s'alimenter et passent la journée dans leur nid réchauffé par les rayons du soleil. Lors de la procession, la cohésion de la file en déplacement est assurée par le contact tactile. (**Morel, 2013**)

II. 5. Dégâts forestiers

La processionnaire du cèdre est un défoliateur qui attaque les arbres vigoureux quel que soit leur âge. Puisque l'éclosion a lieu au printemps, avant le débourrement du cèdre, les chenilles consomment d'abord les anciennes aiguilles, et se portent ensuite sur le nouveau feuillage qu'elles ravagent complètement (**Graf et Messaoudi, 1994**). Les arbres affaiblis (climat, sta-

tion, ...) ou susceptible de subir des défoliations répétées (cas des jeunes plantations) peuvent souffrir plus durablement de ces atteintes, et devenir moins résistants à des attaques d'ennemis de faiblesse tels que les scolytes. (Gachi, 1986).

II. 6. Dégâts sanitaires

Les chenilles processionnaires du cèdre ont un impact sanitaire, lié aux poils urticants qui surviennent lorsque ces poils commencent à apparaître, dès le troisième stade larvaire. Les poils urticants sont libérés dans l'air dès que la chenille est en danger. Les poils sont très présents dans les nids d'hiver, même après plusieurs années. (Battisti et al., 2011).

L'atteinte cutanée provoque des réactions allergiques comme des démangeaisons,

voir un œdème glaucome et une sensation de chaleur, cataracte, crise d'asthme (Jean, 2005).



FIG.12. Dermatitis au niveau du cou (Vega et al., 2011)

II. 7. Prévention et lutte contre la chenille processionnaire

II. 7.1. Traitement phytosanitaire chimique

L'insecticide qui était le plus utilisé contre la chenille, est un régulateur de la croissance à base de diflubenzuron, il perturbe le processus de mue larvaire (blocage de mue) (Jean Noel et al., 2011).

II. 7.2. Lutte mécanique

C'est une méthode traditionnelle de lutte et très utilisée pour les arbres isolés, elle consiste à prélever à l'aide d'un sécateur ou d'un échenilloir, les pontes, le pré nids, voire les nids d'été. L'utilisation du tir au fusil pour couper la branche attaquée peut être aussi une alternative les pontes ou nids collectés doivent être détruits (Mahieu, 1970)

II. 7.3.le piégeage

II. 7.3.1. Le piégeage des adultes

Les techniques de piégeage des adultes mâles peuvent être aussi considérées comme un moyen de lutte car elles diminuent le nombre d'adultes mâles (diminution de la fécondité des œufs) (**Demolin, 1988**).

II. 7.3.2. Lutte par confusion sexuelle et piège à phéromone

Appeler aussi la lutte biotechnique cette catégorie regroupe des méthodes utilisant des phénomènes biologiques ou des produits d'origine biologique, mais pas d'organismes vivant.

La confusion sexuelle, consiste à perturber la reproduction des insectes par la diffusion massive de phéromones sexuelles, perturber le comportement des insectes mâles lors de la recherche de la femelle de même espèce, au moment période d'accouplement (**Jean Noel et al, 2011 ; Jean Louis, 2013**).



Fig.13.piège à phéromone

À la sortie des adultes, les papillons femelles s'installent sur l'arbre hôte. Elles adoptent une position spécifique, leur permettant de montrer leur appareil génital d'où elles émettent une substance odorifère (phéromone sexuelle qui va attirer les mâles). Pour établir un système de détection et de surveillance des populations de *Thaumetopoea Bonjeani* Powel. En phase endémique, l'installation d'un réseau de parcelles dans les régions atteinte est nécessaire. Soit trois pièges à phéromones, hauteur 2 mètres à une distance de 40 mètres les uns des autres par parcelle. Ce réseau deviendra un élément important dans la détection hâtive des insectes d'importance économique en Algérie (**Demolin, 1988**).

II. 7.3.3. Piège lumineux

Le papillon au cours de son envol est attiré par les sources lumineuses, utilisant cette qualité-, un piège lumineux simple et économique peut être conçu et installé sur le terrain. Ces pièges doivent être placée dès la mi-juillet dans des stations bien définies. L'Agent de Protection des forêts doit procéder à un comptage quotidien du nombre de papillons capturés par ces pièges (**Demolin, 1988**)

II. 7.3.4. Piégeage des chenilles

Lors de la descente des processions. Des manchons plastiques avec des gouttières sont placés sur les arbres attaqués avant la descente des processions. Les chenilles sont canalisées vers ce dispositif et échouent dans des poches plastiques remplies de terre dans lequel elles commencent leur nymphose (**Demolin, 1988**).



FIG.14.Piégeage des chenilles

II. 7.4. Lutte biologique

a)-*Bacillus thuringiensis*

C'est le moyen le plus utilisé, c'est un produit à base de *Bacillus thuringiensis* qui est très efficace, il ne détruit pas la faune utile (**Demolin G. 1987 ; Gachi, 1986**). Le BT utilisé dans le monde depuis de 50 ans représente à lui seul près de 95% des biopesticides utilisés. Bien que les sites d'action des différentes souches soient spécifiques, il existe un risque de voir apparaître des résistances à la toxine de BT. Il convient donc en tenir compte lors de ces

produits. En outre, les BT sont connus pour être faiblement actifs sur les derniers stades larvaires des ravageurs ciblés (**Jean Louis, 2013**).

Bacillus thuringiensis est une bactérie à Gram+ qui produit, durant sa phase stationnaire de croissance, des protéines cristallines appelées delta-endotoxines ou pro-toxines. Ces protéines sont libérées dans l'environnement après la lyse des parois bactériennes lors de la phase de sporulation et sont actives, une fois ingérées par les ravageurs, contre les lépidoptères, les diptères et les larves de coléoptères (**Rosas-Garcia, 2009**).

b)-La mésange

Les mésanges sont des petits oiseaux actifs, se nourrissent des chenilles processionnaires des pinèdes et du cèdre. Elle cible généralement des chenilles jusqu'au stade L₂. La date d'installation est en début d'automne (avant la période de nidification des mésanges) (**Martin, 2012**).

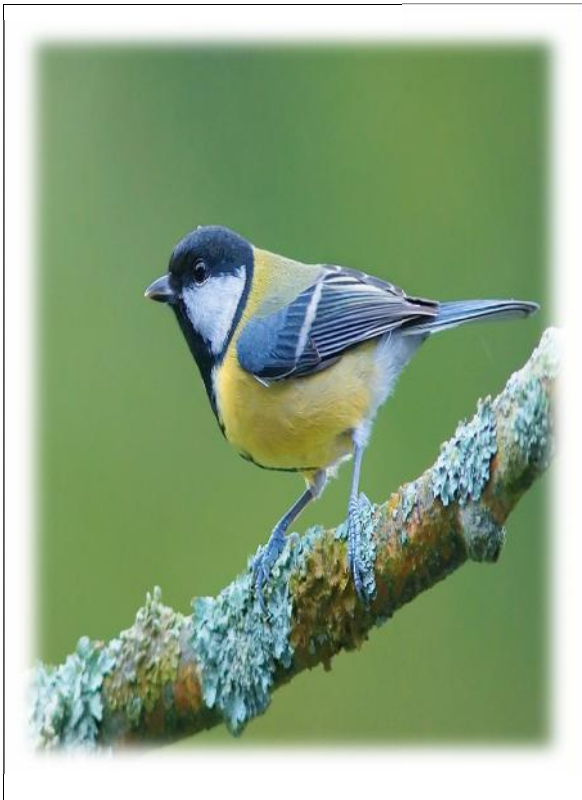


Fig.15. une mésange



Fig.16. Pose de nichoirs à mésanges

III. les Biopesticides

III.1. Historique

Quand les grains stockés pendant l'empire de l'Orient (3000-30 avant. J-C) de la Grèce (2000-200 avant. J-C) et de l'antiquité romaine (500 avant. J-C. - 76 après. J.-C) ont été analysés, ils ont montré que beaucoup de plantes, tel que *Cymbopogon* spp. Étaient couramment utilisées pour protéger les aliments conservés contre les dégâts d'insectes dans l'antiquité. En effet, les mêmes espèces de plantes sont encore utilisées aujourd'hui dans les systèmes agricoles traditionnels. Les biopesticides le plus largement utilisés dans le monde est le pyrèthre, extrait de la fleur du chrysanthème ; *Tanacetum cinerariaefolium*. (Khater, 2012). Le neem, *Azadirachta indica* est une plante pesticide très connue, utilisée en Asie du Sud et certaines régions d'Afrique. D'autres espèces d'arbres associées au neem comme l'arbre de chinaberry, *Melia azedarach*, ont été développées comme produits commerciaux en Chine et en Asie du sud-est comme répulsifs ou produits toxiques (Isman, 2000).

III.2. Définition

Au sens plus large sont des « Organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de limiter ou de supprimer les ennemis des cultures. » (Thakore, 2006). Classés en trois grandes catégories, selon leur nature : les biopesticides microbiens, les biopesticides végétaux et les biopesticides animaux (Chandler et al., 2011 ; Leng et al., 2011).

L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients :

III.2.1. Inconvénients

- ❖ Lutte souvent faite en prévention et moins efficace lorsque curative
 - ❖ Effet moins drastique que les pesticides (plus d'applications)
 - ❖ Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs
 - ❖ Efficacité pas toujours constante d'une production à l'autre
- Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur (Brodeur, 2006)

III.2.2. Avantages

- ❖ Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques
- ❖ Moins toxique que les pesticides chimiques
- ❖ Favoriser lors d'une utilisation en serre (culture serricole de haute valeur économique)
- ❖ Diminuer les risques de développer de la résistance

- ❖ Favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre
- ❖ Plus grande spécificité d'action
- ❖ Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles
- ❖ Prévoir aucun délai avant la récolte
- ❖ Offrir aux consommateurs des produits sains
- ❖ Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de pollution (**Brodeur, 2006**)

III.3. Les Bioinsecticides

Les bioinsecticides peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie. Sous ce vocable, les biopesticides comprennent les agents de contrôle des insectes (auxiliaires) comme les arthropodes entomophages (ex : trichogrammes), les champignons hyphomycètes pathogènes pour les lépidoptères ou coléoptères (ex. *Beauveria*), les baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (NPV) ou des granuloses (GV) chez les lépidoptères, les bactéries (*Bacillus*), etc, les insecticides d'origine végétale et les molécules de synthèse biologique (phéromones, molécules allélochimiques) (**Caron et Brodeur, 2006 ; Herth et Lemaire, 2011**).

III.4. Les Biofongicides

Les fongicides biologiques permettent de combattre de nombreuses maladies fongiques. Un biofongicide est un organisme vivant ou substances d'origine naturelle synthétisée par des champignons (**Caron et Brodeur, 2006**).

III.5. Les Bionématocides

Les Nématodes (ou Nématelminthes) - les anciens « vers ronds » - forment un groupe zoologique homogène par leurs caractères morphologiques mais très diversifié par leurs modes de vie. Beaucoup vivent en parasites des animaux, en particuliers les Strongles, Ankylostomes et autres Ascaris sont des ennemis de l'homme et des animaux domestiques bien connus. D'autres peuplent le sol, parmi eux ceux qui se nourrissent de végétaux (**Cayrol, 1992**)

Il est difficile de contrôler les nématodes avec des pesticides chimiques communs exemple : *Tagetes patula* (**Aubertot et al., 2007**). Plusieurs plantes possédant des propriétés

nématicides ou nématifuges ont été identifiées depuis le début du siècle les extraits total du *Heterodera avenae* contre les nématodes de la pomme de terre, et de la betterave (**Bergé, 1971**).

III.6. Modes d'action des plantes à effets pesticides

Les substances actives contenues dans les plantes agissent de différentes manières pour lutter contre l'agression des agents pathogènes Ils détruisent les ravageurs soit en pénétrant de la cuticule et des hyphes produisant une toxine spécifique au ravageur, provoquant des maladies, empêchant l'établissement d'autres micro-organismes par la compétition (Concurrence pour l'espace, Concurrence pour les nutriments), Production d'antibiotiques, Parasitisme, Attractants, Attachement ou par d'autres modes d'action (**brodeur, 2012**)

Sur les insectes, elles ont un :

a)- Effet répulsif : les insectes sont repoussés par le goût et l'odeur des ces substances (**Dagnoko, 2009**).

Les répulsifs, sont des substances visant à repousser les insectes ou à les empêcher de piquer l'homme et les animaux. Ils provoquent chez l'insecte une altération de la conduite de repérage de l'hôte, aboutissant à une déviation du vol, l'éloignant de sa cible potentielle. Cette définition oppose fondamentalement les répulsifs aux insecticides. Ces derniers tuent l'insecte, mais après le contact (**Combemale, 2001 ; Lundwall et coll., 2005**).

b) Effet insecticide : L'effet insecticide est un effet létal, la mortalité chez les insectes traités précédé généralement par et un ralentissement dans la croissance (**Kassimiet et al., 2011**).

c) Effet sur le comportement sexuel :

Après traitement avec certaines plantes alternatives, on constate un changement de comportement ou de diminution de la capacité de reproduction pouvant aller jusqu'à la stérilité complète de l'insecte (**Bernard, 2013**).



Chapitr II : Matériels et Méthodes

I. Matériels végétal

I.1. *Melia azedarach*

Le *Melia azedarach* est un arbre originaire de la région sud de l'Himalaya mais s'est facilement adapté là où il a été planté, on en trouve même dans certains jardins publics, mais il a une préférence pour les zones à climat doux. IL pousse à l'état naturel à une altitude de 500-2100 m dans les forêts et clairières en Asie et dans, le pacifique. Aussi en Iran et en Turquie dans le sud des États-Unis et le sud-ouest de l'Afrique (**Demande et al., 2015**).

I.1.1. Présentation de l'espèce *Melia azedarach*

Melia azedarach est un arbre qui appartenant à la famille des méliacées, cette dernière comprend 600 espèces de 52 genres (**Reveal, 1999**). Son nom vernaculaire est «lilas de Perse», «lilas des indes», «arbre saint», «*Melia faux neem*», «*Margousier à feuilles de frêne*», et son bois s'appelle «*Cèdre blanc* ».Le nom *Melia*, désignation grecque du frêne, est donné au lilas de Perse à cause de la ressemblance entre les feuillages des deux arbres. Le nom *azad-dhirakt* signifie arbre noble. Sa floraison mauve violette en panicules rappelle le lilas, d'où son nom vernaculaire (**Lisan, 2006**).

I.1.2. Origine du *Melia azedarach*

Plusieurs auteurs situent l'origine de «*melia azedarach*» dans l'Asie tropical plus précisément au Nord-Ouest de l'Inde : Himalaya, Cachemire; alors que d'autres auteurs situent son origine dans le sud de la Chine, l'Australie, la Perse, l'Inde. Aujourd'hui, il se trouve en Afrique, Amérique, pays tropicaux et subtropicaux (**Lisan, 2006**). Il devient envahissant dans les régions méditerranéennes et européennes, dans toute l'Asie, l'Amérique du Sud, et en Afrique (**Munz and Keck, 1973**).



Fig.17. Photo d'arbre du melia (personnelle)

I.1.3. Classification systématique

Selon la classification de Liné 1753

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Rosidae*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Meliaceae*

Sous famille : *Melioideae*

Genre : *Melia*

Espèce : *Melia azedarach L.*

		
Morphologie du tronc du melia	Feuilles en spirales serrées	Fruits appelés drupes
		
Morphologie de l'écorce du melia	Fleurs étoilée du melia	Noyau de la drupe
Fig.18. la morphologie de différentes parties du <i>Melia azedarach</i> (personnelle)		

I.2. Ecotoxicologie et Principes actifs

Toutes les parties de l'arbre sont toxiques en raison de leur teneur en azadirachtine. L'azadirachtine de formule chimique $C_{35}H_{44}O_{16}$ est un composé de la famille des limonoïdes, il est considéré comme le composé le plus actif contre les insectes (Ben Ghnaya, 2013).

Plus de 280 limonoïdes sont identifiés à partir des plantes de la famille des Méliacées (Capinera, 2008).

Il lutte contre plus de 400 espèces d'insectes ravageurs, dont certaines

sont résistantes aux pesticides chimiques. Ses propriétés ovicides et larvicides lui permettent d'affecter la ponte des femelles de certains arthropodes ainsi que la mue et la croissance des larves, affaiblissant ainsi la résistance de ces insectes (Ben Ghnaya et al., 2013). La salannine, le meliantriol et la nimbine sont aussi des composés actifs présents dans les feuilles, le bois et l'huile de MA (Priscila et al., 2009).

La toxicité des fruits due aux tetranorterpènes varie avec les facteurs environnementaux et le stade de la croissance de l'arbre, ce qui rend l'évaluation des risques difficile (Garland et Barr, 1998). Les rapports cliniques indiquent que l'ingestion de 5 ou 6 fruits par les jeunes chiens ou 6 à 8 fruits par les enfants peut être fatale. La revue de la littérature médicale chinoise rapporte que l'intoxication humaine se produit lorsque 6 à 9 fruits, 30 à 40 graines ou 400 g d'écorce sont consommés (Godofredo et al., 2013). Les premiers symptômes d'intoxication sont pertes d'appétit, vomissement, constipation ou diarrhée, selles sanglantes, douleurs à l'estomac, congestion pulmonaire, arrêt cardiaque et apparaissant quelques heures après l'ingestion. (Halle, 2010).

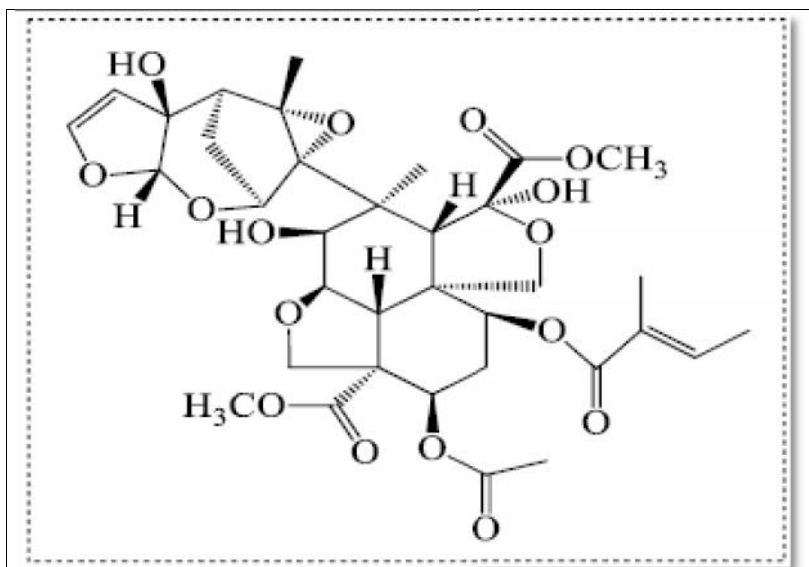


Fig.19. Formule chimique de la molécule d'azadirachtine

II. Matériel animal

II.1. La collecte des nids de chenilles

Une collecte des chenilles a été réalisé à partir des arbres du cèdre d’atlas au niveau de la région d’oued l’aansal à Ain mimoun wilaya de kenchela le 12-04-2018, les chenilles ont été mise dans des boites de pétris avec des aiguilles du cèdre d’atlas comme nourriture.

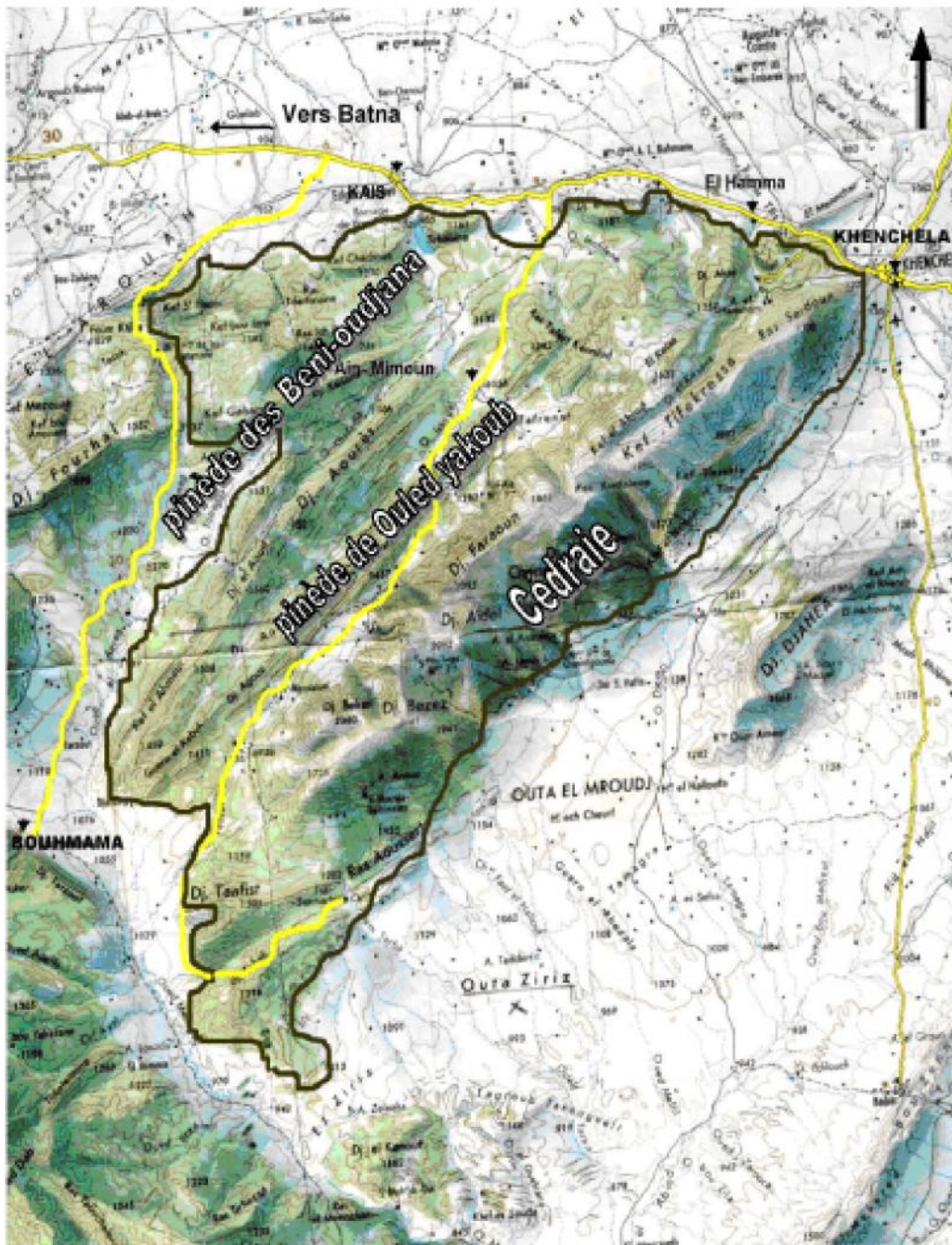


Fig.20. Extrait de la feuille PQ kenchela.1964.Echelle:/2000000



Fig.21. Position géographique du forest d'Ouled Yaagoub a Ain mimoun (Google earth, 2018)

II.2. L'élevage

Les chenilles processionnaires du cèdre d'atlas ont été mises dans un récipient sombre avec couvercle à 25 C° et 70% d'humidité relative, temps d'adaptation aux conditions, avec des aiguilles du cèdre d'atlas comme nourriture sachant qu'une seule chenille mange entre 3 et 8 fois de son poids (selon le stade larvaire et le temps).



Fig.22. l'élevage des chenilles dans un récipient

II.3. Préparation des extraits

II.3.1. L'extrait éthanolique

Selon la méthode d'Upson et coll. (1999); 100 g de la matière végétale séchée sont placés dans un récipient en verre couvert de 200 ml d'éthanol aqueux 70% ; le tout est chauffés à 70°C pendant 5 minutes (ce procédé tue le tissu végétal et empêche l'oxydation ou l'hydrolyse enzymatique), l'échantillon est laissé macérer durant une nuit, et l'opération est répétée 3 fois avec renouvellement du solvant. Après, filtration des fractions sur du papier-filtre, elles sont réunies et évaporées à sec en utilisant un rotavapeur à température 45-50°C. La concentration de ces extraits est exprimée en milligramme d'équivalent de matière végétale sèche (mg. eq.mv) par ml d'extraits soit mg. (eq. mv/ml).



Fig.23. Différentes doses de l'extrait éthanolique préparé pour le traitement des chenilles

II.3.2. L'extrait brut aqueux

100 g de la matière végétale sont mis en contact avec 500 ml d'eau distillée froide. L'ensemble est laissé macérer durant 24 h sous agitation continue. L'opération est répétée 2 fois avec renouvellement du solvant toutes les 24 heures. Les trois fractions sont réunies et filtrées puis évaporées à sec dans une étuve à une température de 45°C. Le produit est récupéré sous forme de solide de couleur marron. La concentration de ces extraits est exprimée en milligramme d'équivalent de matière végétale sèche (mg. eq.mv.) par ml d'extraits soit mg. eq.mv/ml.

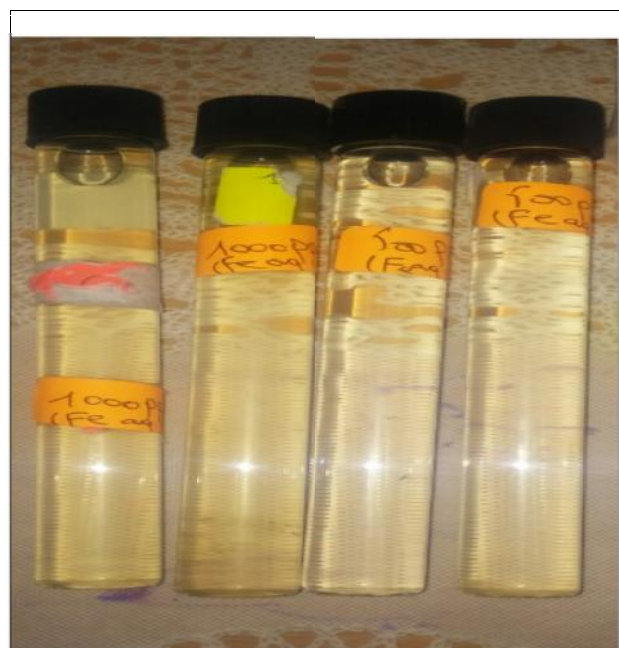


Fig.24. Différentes doses de l'extrait aqueux préparé pour le traitement des chenilles

II.4. Conduite d'essai et dispositif expérimental

II. 4. 1. La récolte

Les fruits de *Melia Azedarach* ont été prélevés en mois d'avril 2017 dans la région d'EL Hamma, Khenchela pour les feuilles ils ont été prélevés en mois de mai 2018 dans la même région.

II. 4. 2. Le séchage

Le séchage des deux parties de la plante (feuilles et fruits) a été à l'air libre sous l'ombre pour simplifier le broyage.

II. 4.3. Le broyage

les feuilles et les fruits ont été broyées à l'aide d'un broyeur jusqu'à réduction en poudre (particules très fines).

Pour Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif en split plot comportant trois blocs. Chaque bloc comporte (1) traitements avec trois répétitions. 3-4 jours d'adaptation des chenilles à la condition du labo.

II.5. Les bioessais

Trois concentrations ont été utilisées pour le traitement des chenilles (en stade 4) 1000 ,500 et 100 ppm des différents extraits des fruits et des feuilles du *Melia azedarach*.

- 400 chenilles réparties en 03 lots qui reçoivent les extraits résultant des deux méthodes d'extraction et de l'eau distillée:
 - ✓ Lots 1 Extraits : L'extrait brut aqueux (feuilles et fruits)
 - ✓ Lots 2 Extraits : L'extrait éthanol (feuilles et fruits)
 - ✓ Lots 3 Témoins : Eau distillée

A l'aide d'un pulvérisateur (dans notre cas nous avons utilisé une seringue) on traite les chenilles avec les extraits obtenus. 10 larves du stade 1 ont été prélevées à l'aide d'un pinceau et mises dans des boîtes de pétris. 1 ml de chaque dose de traitement est pulvérisé directement sur les larves. Le même nombre de larves a été placé dans une boîte témoin pulvérisé par 1ml d'eau distillée.

II.5.1. Teste de toxicité sur la chenille

Le test de toxicité aiguë en laboratoire, consiste à exposer ou à administrer aux différents lots de chenilles, aux deux extraits. Il permet de déterminer la dose létale d'une substance active qui entraîne 50 % de mortalité. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque traitement et le comptage des chenilles mortes s'est effectué après 12, 24, 48 heures. La méthodologie de nos tests a été inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation Mondiale de la Santé, adoptée pour tester la sensibilité des larves de chenille, vis-à-vis des extraits des végétaux (Who, 1998). Après un temps de contact de 12.24.48 h, on dénombre les larves mortes et vivantes. On calcule le pourcentage de mortalité en utilisant la formule suivante:

- $\% m = NL m / (NL \text{ total})$
- $\% m = \text{pourcentage de mortalité}$
- $NLm = \text{nombre de larves mortes}$

$NL \text{ total}$ = nombre de chenilles totales le test est considéré valide si le pourcentage de mortalité chez les témoins est inférieur à 5% ou compris entre 5% et 20%. Si le pourcentage de mortalité chez les témoins est compris entre 5% et 20%, la mortalité après exposition doit être corrigée en utilisant la formule d'Abbott (OMS, 2004 a).

$$\% \text{ Mortalité corrigée} = (\% \text{Mort-Observée} - \% \text{Morte-Témoin}) / (100 - \% \text{Morte-Témoin}) \times 100$$

Si la mortalité chez les témoins excède 20 %, le test est invalide et doit être recommencé.

II.5.2. Teste de mortalité sur les chenilles

Des mesures du poids des chenilles ont été effectuées avant et après le traitement pour tester l'effet anti-appétent des deux extraits.

II.5.3. Teste de mortalité sur les fourmis

Les trois concentrations utilisées pour le traitement des larves (en stade 4) 1000, 500 et 100 ppm des différents extraits des feuilles et des fruits du *Melia azedarach* ont été testés sur les fourmis pour voir l'effet sur ces insectes.



Fig.25. Les aiguilles du cèdre après la peser (personnelle)



Fig.26. Chenilles dans les boites après la peser (personnelle)



Fig.27. Seringue contient 1 ml de l'extrait (personnelle)

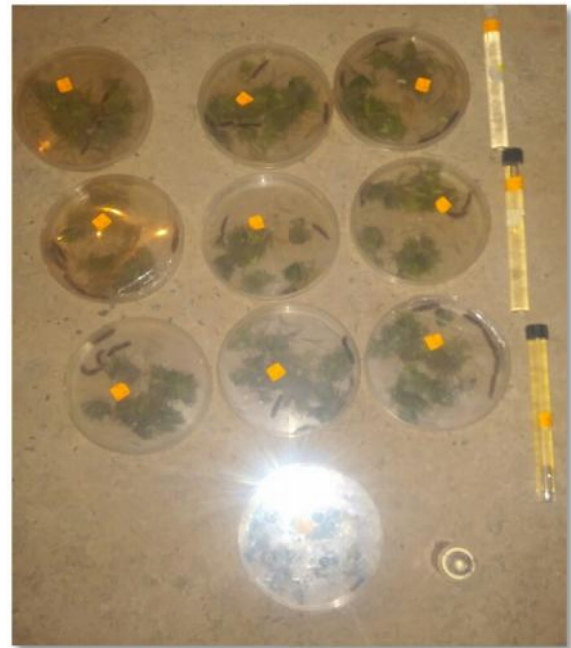


Fig.28. Chenilles + aiguilles dans les boites (personnelle)

II.6. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica version 8 (anglaise) chaque paramètre mesuré a fait l'objet d'une analyse de variance avec $\alpha = 0.05$ (ANOVA) à 2 critères (traitement, dose), pour les analyses significatives du facteur dose, des comparaisons des moyennes sont réalisées à l'aide de tests **DUNNETT** qui sert à comparer entre deux échantillons (Témoin et traité) si $P < 0.05$ il y a des différences significatives entre les moyennes et on rejette l'hypothèse d'égalité.



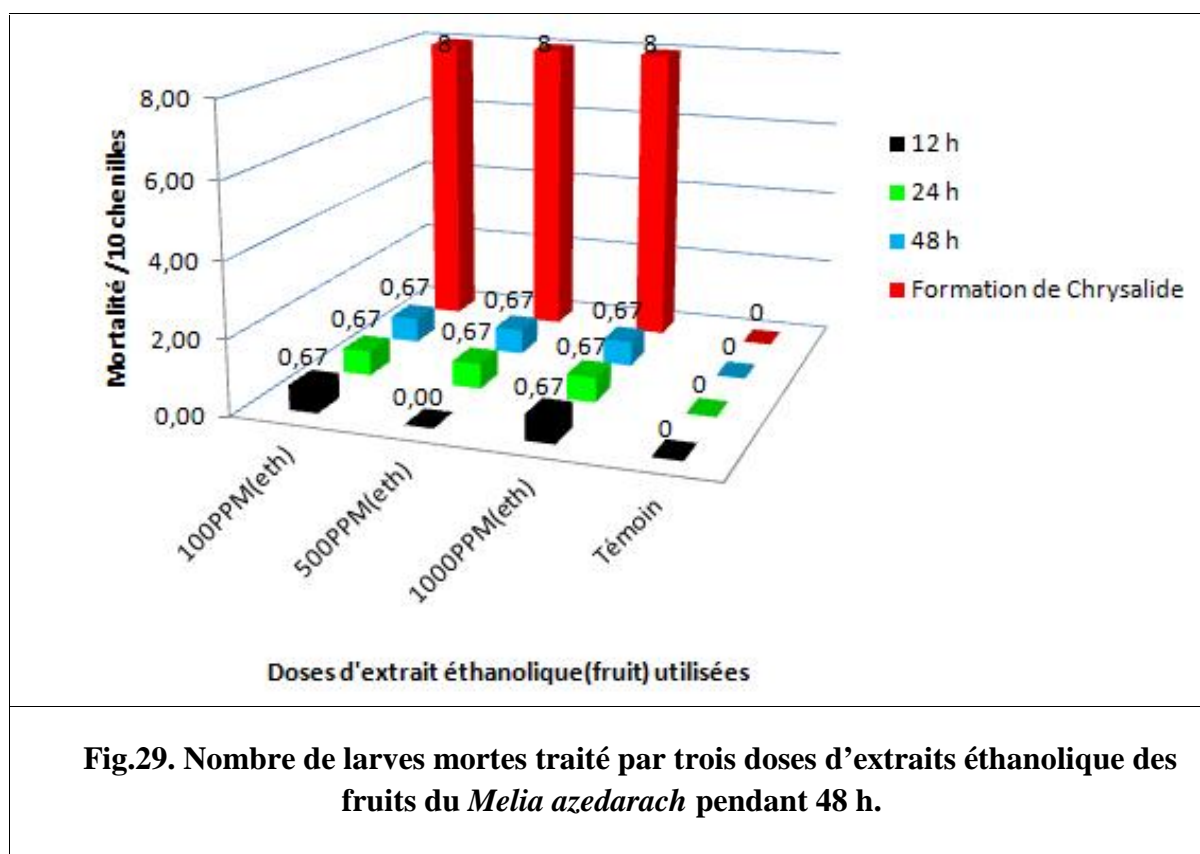
Chapitre III : Résultats et Discussion

I. Résultats

I.1. Fruit

I.1.1. Nombre de larves mortes traité par l'extrait éthanolique

La figure 29 illustre le nombre de larves morts traités par différentes doses 100, 500 et 1000 ppm d'extraits éthanolique des fruits du *Melia azedarach* pendant 48 h, les résultats obtenus révèle que l'effet létal est semblable dans les trois lots et dans les trois temps avec une moyenne de 0,67%. Pour les témoins les résultats de mortalité est nul 0 /10. On remarque aussi que la transformation des larves en chrysalides est très élevée pour les lots traités 8/10 chenilles par rapport au témoin avec 0 /10.



I.1.2. Nombre de larves mortes traité par l'extrait aqueux

La figure 30 illustre le nombre de larves mortes traitées par différentes doses 100, 500 et 1000 ppm d'extraits aqueux des fruits du *Melia azedarach* pendant 48 h, les résultats obtenus révèle que le nombre des larves mortes est très important 4 larves mortes sur 10 testés dans le lot traité par 500 ppm et 2 sur 10 pour le lot traité par 1000 ppm. La plus faible mortalité est enregistrée est de 0/10 chez les larves traitées par 100 ppm.

Tandis que le nombre de transformation en chrysalide est très important 100%, 87% et 73% respectivement dans lot traité par 100, 500 et 1000 ppm d'extraits aqueux des fruits

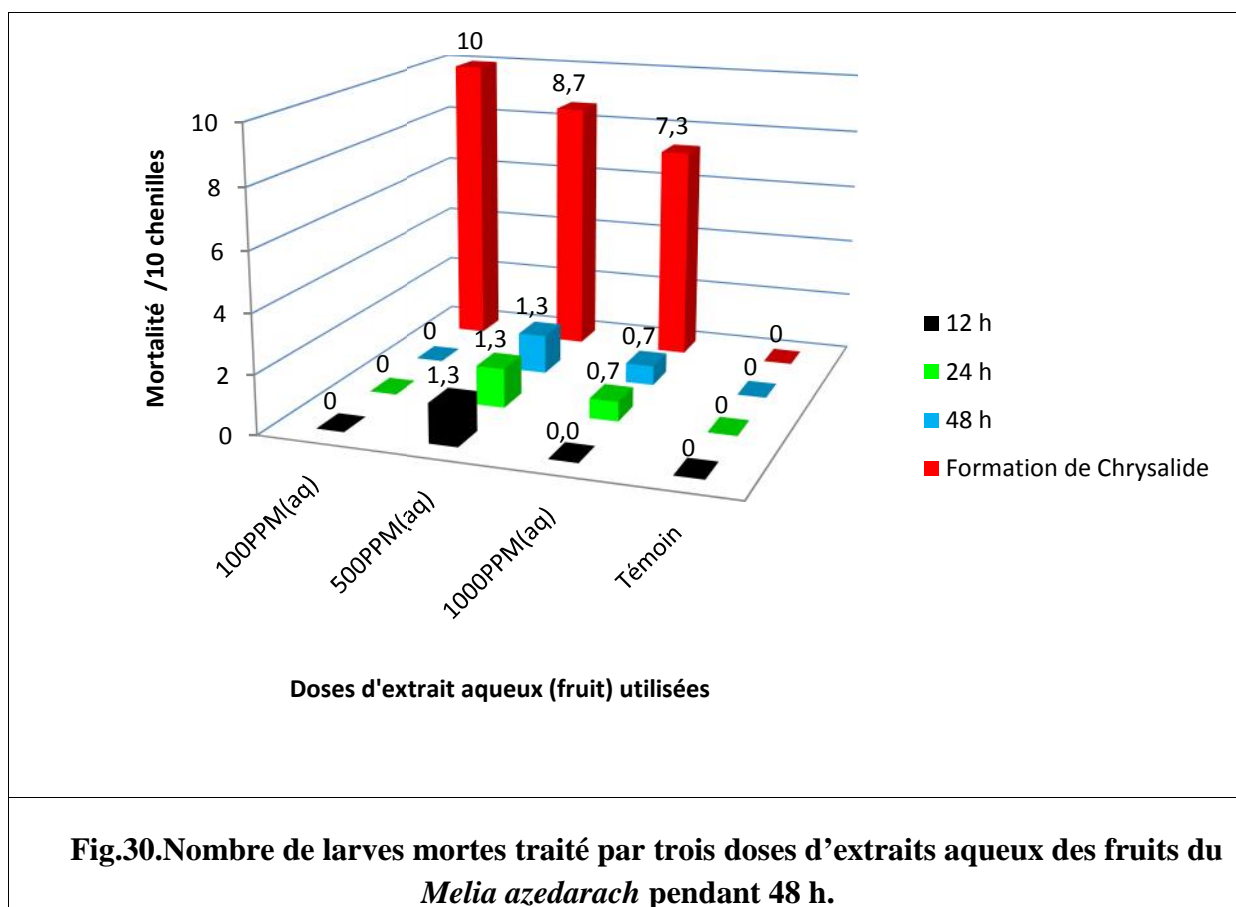


Fig.30. Nombre de larves mortes traité par trois doses d'extraits aqueux des fruits du *Melia azedarach* pendant 48 h.

I.2. Feuilles

III.2.1. Nombre de larves mortes traité par l'extrait éthanolique

La figure 31 illustre le nombre de larves morts traités par différentes doses 100, 500 et 1000 ppm d'extraits éthanolique des feuilles du *Melia azedarach* pendant 48 h, les résultats obtenus révèle que le nombre des larves mortes est très important 8 larves mortes sur 10 testés dans le lot traité par 500 ppm, 1000 ppm. La plus faible mortalité enregistrée est de 2/10 chez les larves traitées par 100 ppm de l'extrait éthanolique. Tandis que le nombre de chrysalide enregistré est nul dans les trois lots traités par les déférentes doses 100, 500 et 1000.

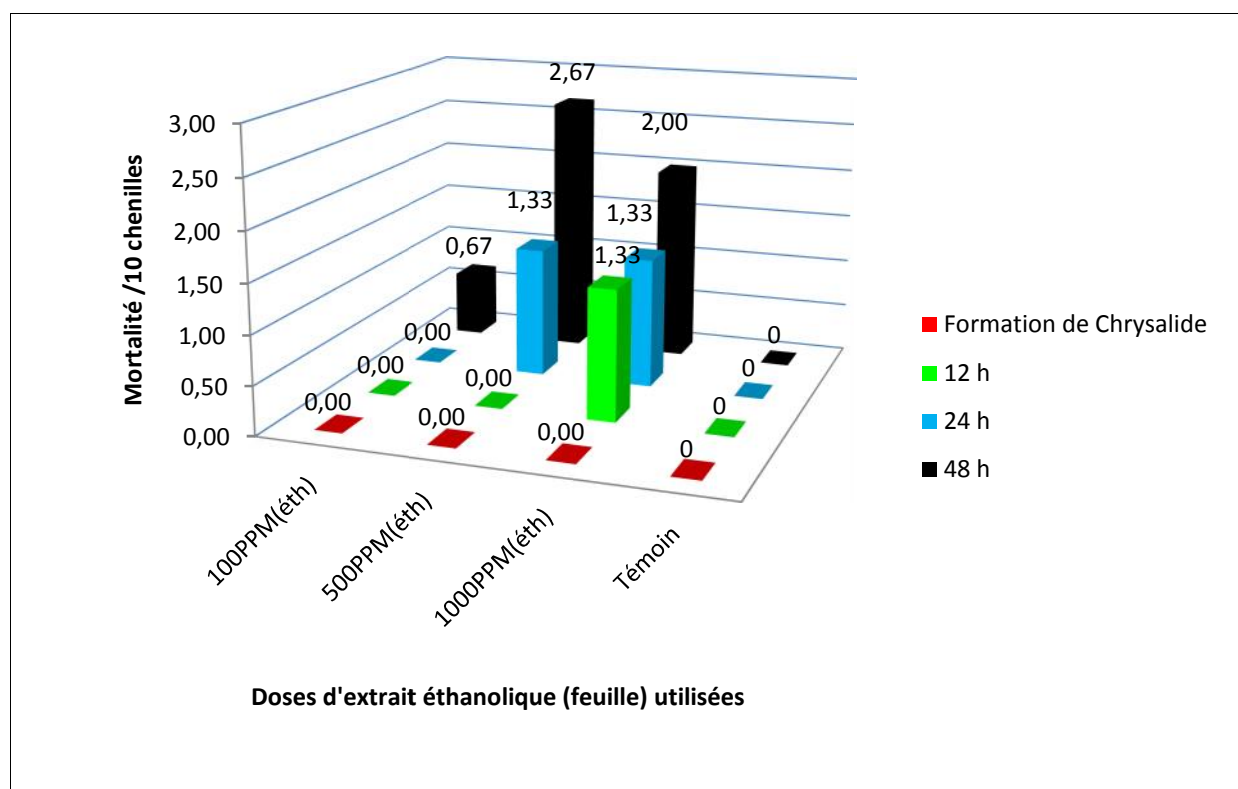


Fig.31. Nombre de larves mortes traité par trois doses de l'extrait éthanolique des feuilles du *Melia azedarach* pendant 48 h.

I.2.2. Nombre de larves mortes traité par l'extrait aqueux

La figure 32 illustre le nombre de larves mortes traités par différentes doses 100, 500 et 1000 ppm d'extrait aqueux des feuilles du *Melia azedarach* pendant 48 h, les résultats obtenus révèle que le nombre des larves mortes est nul dans les trois lots traités par les différentes doses et pareil pour les trois temps de traitement. Sauf pour la transformation en chrysalide, la dose 500 ppm semble à un effet positif sur cette transformation avec 2 sur 10 chenilles, les résultats sont nulle pour le reste des lots.

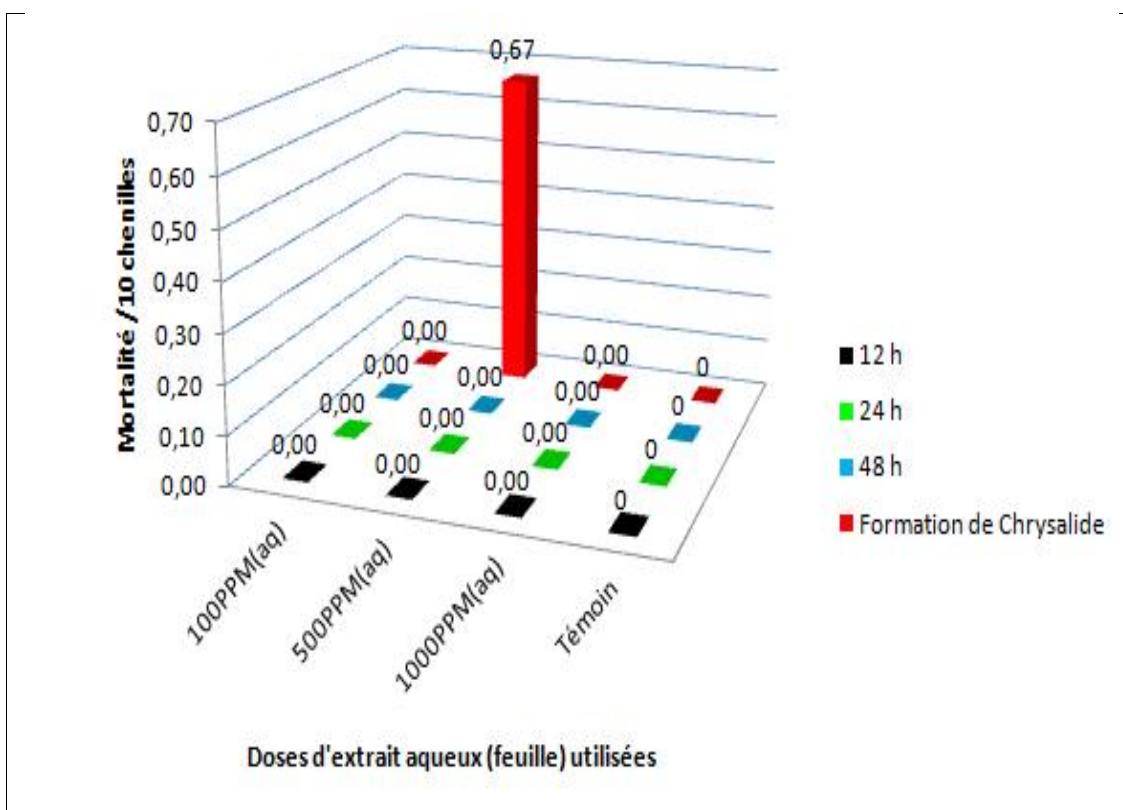
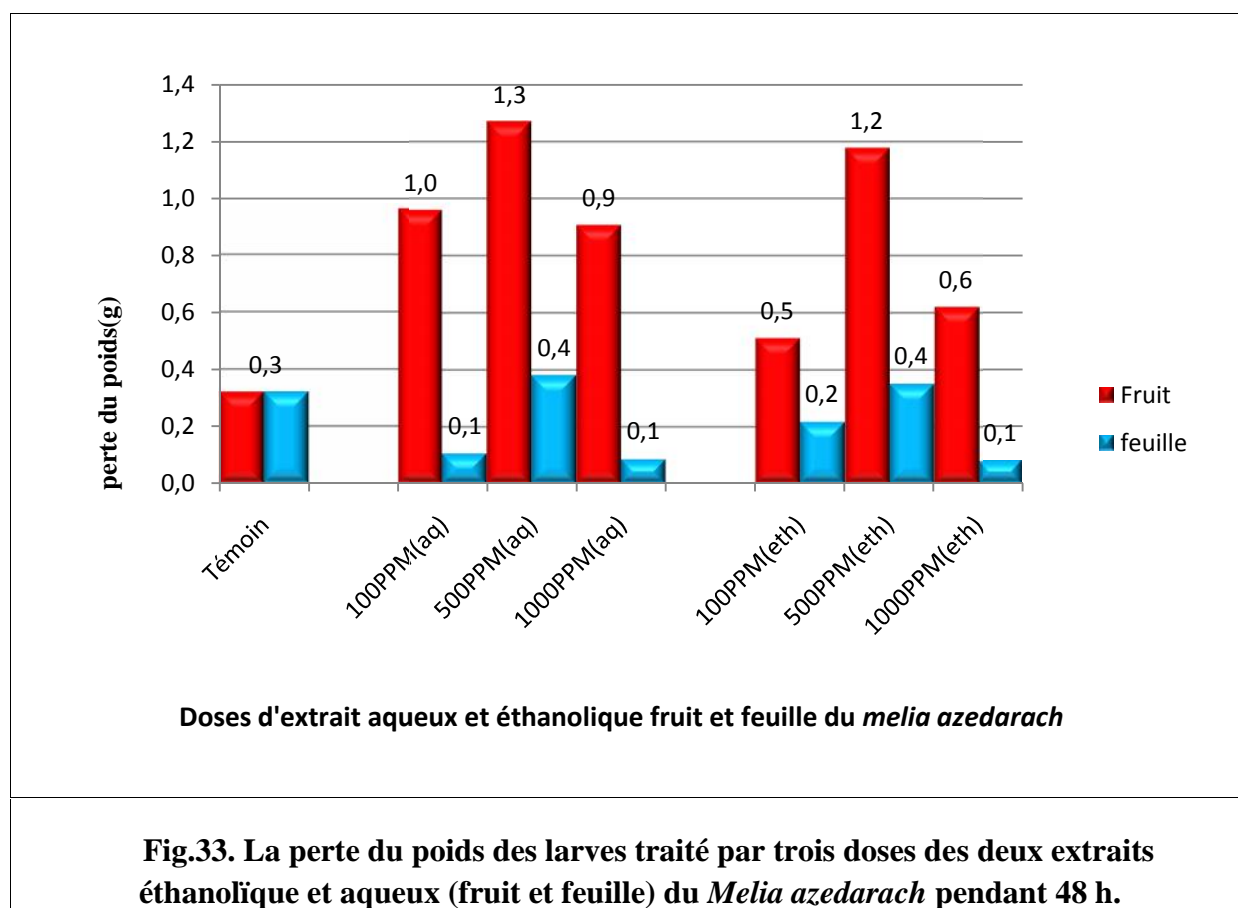


Fig.32. Nombre de larves mortes traité par trois doses d'extraits aqueux des feuilles du *Melia azedarach* pendant 48 h.

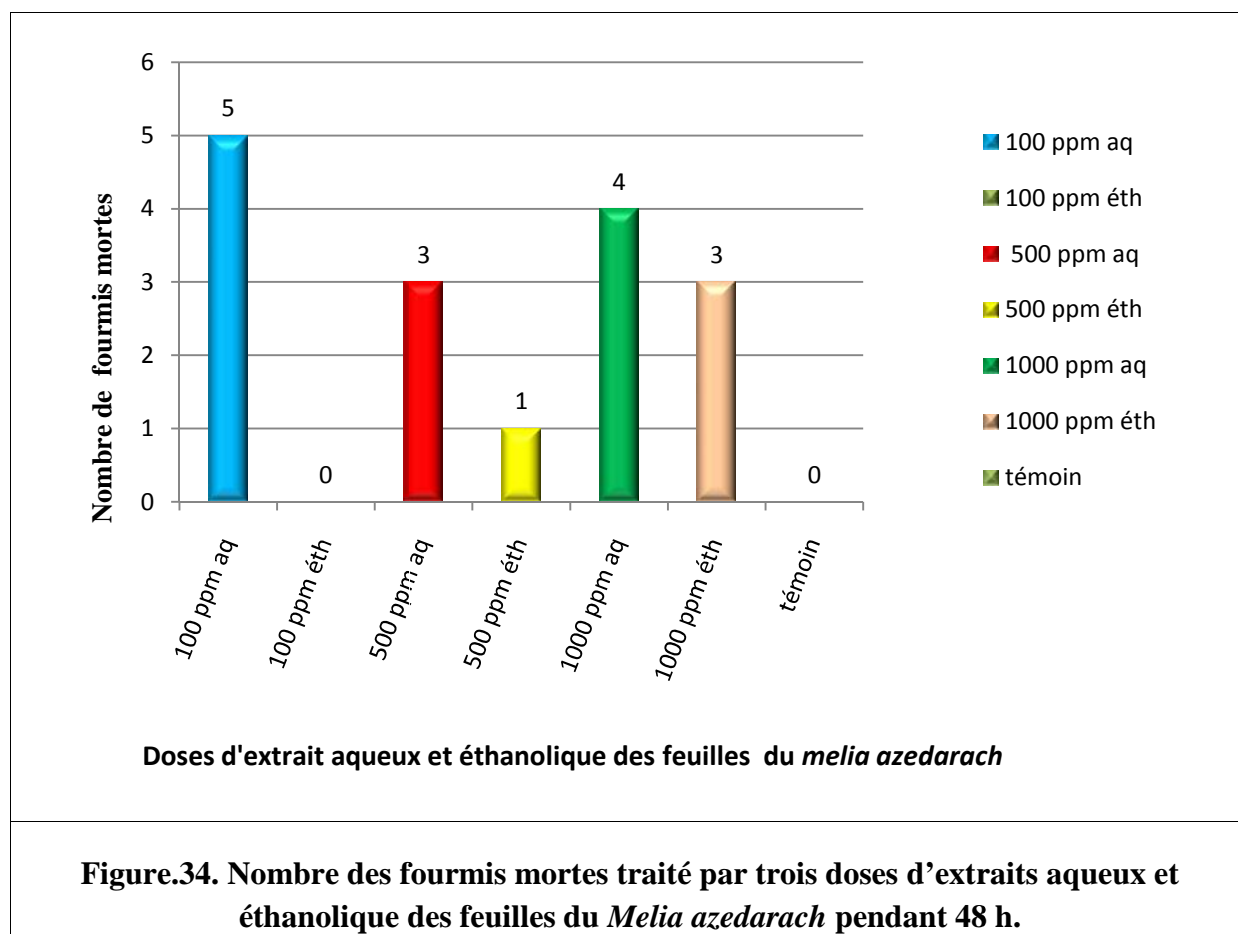
I.3. l'effet anti-appétant et perte du poids

La figure 33 illustre la perte du poids des larves traitées par différentes doses 100, 500 et 1000 ppm pour les deux extraits aqueux et éthanolique (feuilles et fruit) du *Melia azedarach* pendant 48 h. Les résultats obtenus révèlent que la perte du poids est très importante chez les larves traitées par l'extrait aqueux des fruits, cependant les différences sont minimales avec celle enregistrée par l'extrait éthanolique ; pour l'extrait aqueux et éthanolique des feuilles les résultats sont semblables. Comparativement à celles des fruits les effets sont moins importants mais ils restent significatifs si on les compare aux résultats des témoins.



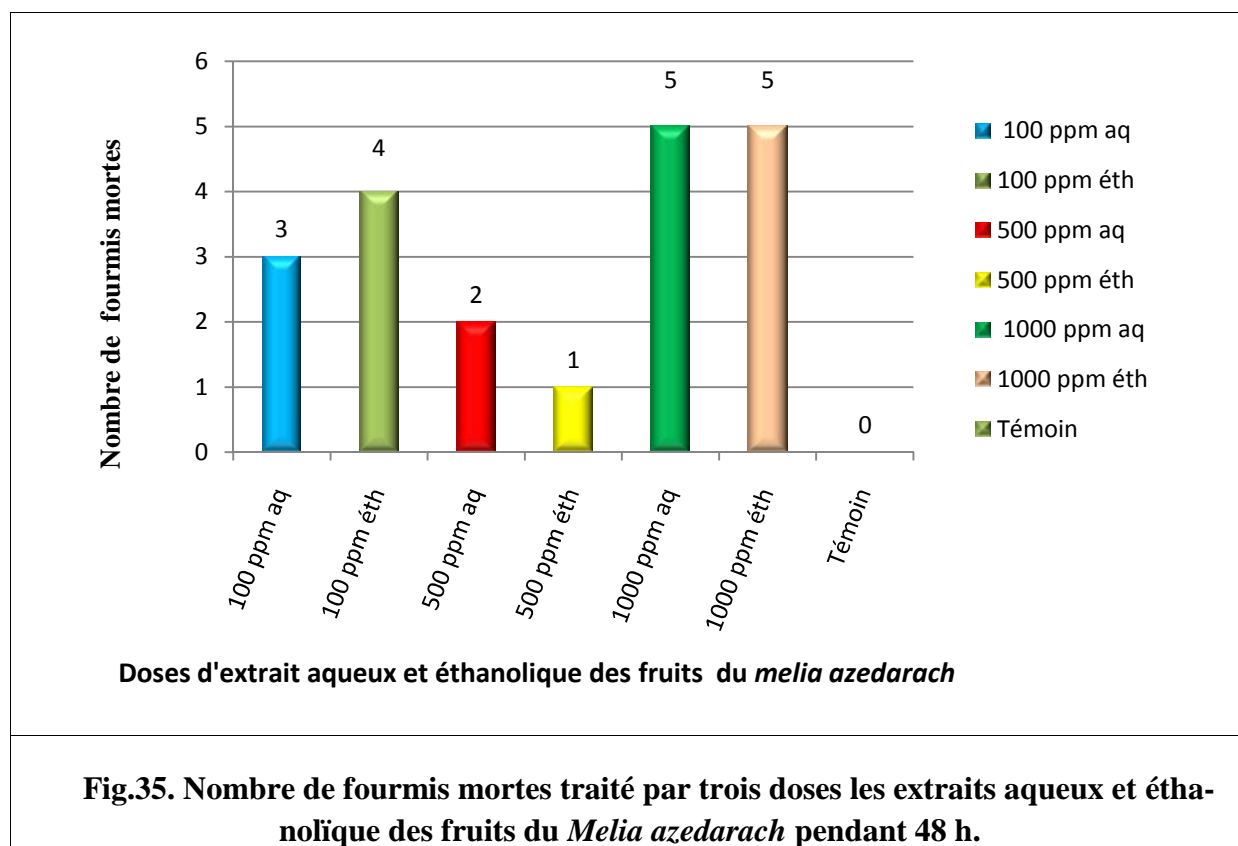
I.4. L'effet létal de l'extrait des feuilles du *melia azedarach* sur les fourmis

La figure 34 représentant le nombre des fourmis mortes au niveau des lots traités par l'extrait aqueux et éthanolique des feuilles du *melia azedarach*. Nos résultats montrent bien que les deux extraits ont un effet létal sur les fourmis, cependant les lots traités par 100, 500 et 1000 ppm de l'extrait éthanolique sont moins létales que celles de l'extrait aqueux. Le plus haut taux de mortalité enregistré est de 100 % de mortalité enregistré dans le lot traité par la dose 100 ppm de l'extrait aqueux.



I.5. L'effet létal de l'extrait des fruits du *Melia azedarach* sur les fourmis

La figure 35 représentant le nombre des fourmis mortes au niveau des lots traités par l'extrait aqueux et éthanolique des fruits du *Melia azedarach*. Nos résultats montrent bien que l'extrait aqueux et éthanolique sont létaux à 100% dans les lots traités par 1000 ppm. Cependant la létalité est moyenne dans la dose 100ppm et faible 2 /5 et 1/5 fourmis mortes respectivement pour la dose 500ppm aqueux et éthanolique.



II. Discussion

Dans ce travail la discussion est orientée au premier plan vers la possibilité d'utiliser les extraits végétaux du *Melia azedarach* comme des bioinsecticides et l'évaluation de son potentiel insecticide vis-à-vis de la chenille processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani*. Et l'évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux et éthanolique des deux parties du *Melia azedarach* fruits et feuilles. vis à vis de la chenille processionnaire du cèdre en focalisant sur l'effet létal et leur effet anti-appétant à travers les mesures du poids des chenilles. Et dans l'éventualité d'utiliser ces extraits in situ sur des nids de chenille dans les arbres du cèdre d'atlas nous essayons de discuter les effets de ces extraits à différentes concentrations sur les fourmis noires des champs *Formica glacialis* présentes dans les cédries et les zones forestières.

Notre étude a mis en évidence un effet larvicide des extraits éthanolique des fruits et des feuilles du *Melia azedarach*. En revanche l'extrait aqueux des feuilles semble inoffensif à faibles doses sur les larves des chenilles en quatrième stade L4. Comparativement aux résultats enregistrés chez les témoins.

Nos résultats ont montré que le taux de mortalité est faible dans les lots traités par l'extrait éthanolique des fruits, pour ce dernier l'effet est semblable peu importe la dose et le temps de traitement. Cependant, pour les feuilles les deux faibles doses (100 et 500 ppm) semblent inoffensives après 12 h et 24h de traitement et modérément toxique après 48h.

Selon les résultats enregistrés, dans les lots traitées par l'extrait aqueux (feuille ou fruit) l'effet létal est nul à faible dose avec 0% de mortalité, quelque soient le temps de traitement par l'extrait foliaire en revanche l'extrait des fruits est létale seulement à partir du 500ppm.

Concernant la transformation des larves en chrysalides nos résultats ont montrés que les extraits des fruits stimulent fortement cette transformation. A l'inverse ce qui a été constaté pour l'extrait aqueux où les résultats est nul pour la quasi-totalité des concentrations et peu importe le temps de traitement.

Cette différence peut être à l'origine de la composition chimique différente entre les deux extraits. La différence de rendement de nos extraits est due probablement aux techniques d'extraction utilisées, qui sont totalement différentes et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre et aussi à la durée du traitement qui augmente la mortalité chez les larves

L'étude statistique confirme nos résultats, le teste de Dunnett montre que les différences sont significatives seulement entre le traitement éthanolique à 1000 ppm comparativement avec le témoin après 12 h de traitement et pour 500 et 1000 ppm après 48h (Annexe).

Selon (**Hernandez et al., 2000**) l'alcool permettant une meilleure extraction de composés moins polaires comme les flavonoïdes et les terpènes. Les extraits alcooliques peuvent contenir de la chlorophylle, des flavonoïdes, des polyphénols, Cependant les extraits aqueux sont dépourvus de chlorophylle et contenant des alcaloïdes, des flavonoïdes et des polyphénols. L'effet létal modère des extraits aqueux dans nos résultats est probablement due à la présence des molécules actifs à effet insecticide ou larvicide comme celles des fruits mais à faible concentration, ce qui explique que l'effet létal est observé à partir de 12h de traitement avec 1000 ppm et seulement après 48h pour les faible doses (100et 500ppm)

Pour la transformation des larves en chrysalides il semble que l'extrait des fruits stimule plus la transformation que celui des feuilles ce qui confirme que le principe actif à effet larvicide est plus élevé dans les fruits que dans les feuilles ce qui pousse la chenille à accélérer son cycle de vie ou de développement comme action d'évitement. Effectivement, le cycle de *Thaumetopoea bonjeani* comporte régulièrement une diapause nymphale (**Demolin 1987**).

L'effet larvicides des extraits de *Melia azedarach* semblent en grande partie associe aux limonoïdes (**Ndung'u et al., 2004**). L'activité insecticide de plantes de la famille des Meliaceae est due à la présence de limonoïdes (Tetranortriterpenoïdes). Ces composés sont capables d'inhiber le développement, l'alimentation des insectes et la survie de plusieurs espèces d'insectes (**Carpinella et al., 2003**). Pour (**Ben Ghnaya 2013**) l'effet larvicide du *Melia azedarach* est dû à sa teneur en azadirachtine. Un composé de la famille des limonoïdes, considérée comme le composé le plus actif contre les insectes, présent dans toutes les parties de l'arbre.

Rares sont les études dans la littérature scientifique sur l'effet larvicide des extraits de *Melia azedarach* sur la chenille processionnaire du cèdre. Néanmoins on peut citer celle de l'étude de (**Merah et Zeroual 2017**) sur *Thaumetopoea pityocampa* du pin d'Alep en stade larvaire L1, où l'activité larvicide des extraits aqueux et éthanolique du *Melia azedarach* été très élevé. Aussi celle de (**Breuer et Devko, 1990**) où ils révèlent que l'extrait éthanolique du *Melia azedarach* est très efficace contre tous les stades larvaires de *Thaumetopoea pityocampa* du pin d'alep dans les conditions de laboratoire. Peu importe la concentration de l'extrait ils ont constaté des effets de perte d'appétit, retard de croissance et diminution de poids, avant

la mort et ce qui corrobore nos résultats, des résultats similaires sur d'autres larves d'insectes *Spodoptera exigua* (Lee and Mix, 2012) ; sur les larves de *Tribolium castaneum* (Bounechada and Arab, 2011).

L'activité anti-appétante estimée dans notre étude à travers la comparaison du poids des chenilles avant et après le traitement mesurée dans les différents lots, montre que l'activité est plus forte dans les extraits des fruits que des feuilles. Confirmé par le test Dunnett qui montre des différences très hautement significatives seulement entre le témoin et toutes les doses à savoir 100, 500 et 1000ppm d'extrait éthanolique. Des résultats similaires ont été trouvés par (Carpinella et al., 2003) où ils ont testés l'effet anti-appétant d'extrait éthanolique des fruits de *Melia azedarach* sur (14) insectes herbivores et (21) granivores.

Pour les tests sur les fourmis noires des champs *Formica glacialis* nos résultats montrent que l'effet létal des extraits est dépend de l'augmentation de dose qui provoque l'augmentation de nombre de fourmis mortes pour l'extrait aqueux et éthanolique des fruits où ils sont létaux à 100% dans les lots traités par 1000 ppm. Pour celle des feuilles l'effet est létal aussi mais pas une relation claire entre la mortalité des fourmis et la dose. Cela montre que les fourmis sont sensibles aux différents extraits et doses du *Melia azedarach*. À l'inverse ce qui a été enregistré dans l'étude de (Merah et Zeroual 2017) où ils ont montré que les fourmis tolèrent les faibles doses de l'extrait aqueux et éthanolique du *Melia azedarach*. D'un point de vue écologique (Peveling et Ely 2006) confirme que les limonoïdes sont pas nocif pour les écosystèmes car ils ne sont pas toxiques pour les parasitoïdes et les prédateurs et pour (Caboni 2006) ils ont une durée de vie résiduelle relativement courte.



Conclusion

Conclusion

CONCLUSION

Les cédries algériennes sont très sollicitées et sont soumises à une grande pression non contrôlée exercée à travers le surpâturage, le défrichage, les incendies et les attaques parasitaires notamment. De plus, des conditions climatiques sévères avec des phases de sécheresse prolongée qui influent négativement sur la croissance des arbres et sur la régénération naturelle.

L'évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux et éthanolique des deux parties du *Melia azedarach* (fruits et feuilles) vis à vis de la chenille processionnaire du cèdre « *Thaumetopoea Bonjeani* » à travers l'analyse de l'effet létal et l'effet anti-appétant, aussi sur l'effet létal de ces extraits sur les fourmis noires des champs *Formica glacialis* a permis d'obtenir des données préliminaires mais importantes.

Nos résultats ont mis en évidence un effet larvicide des extraits éthanolique des fruits et des feuilles du *Melia azedarach*. Le taux de mortalité est faible dans les lots traités par l'extrait éthanolique des fruits, pour ce dernier l'effet est semblable peu importe la dose et le temps de traitement. Cependant, pour les feuilles les deux faibles doses (100 et 500 ppm) semblent inoffensives après 12 h et 24h de traitement et modérément toxique après 48h. Pour les lots traitées par l'extrait aqueux l'effet létal est nul à faible dose avec 0% de mortalité quelque soient le temps de traitement par l'extrait foliaire, en revanche l'extrait des fruits est létale seulement à partir du 500ppm.

La différence de rendement de nos extraits est due probablement aux techniques d'extraction utilisées, qui sont totalement différentes et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre et aussi à la durée du traitement qui augmente la mortalité chez les larves.

L'effet larvicide du *Melia azedarach* est dû à sa teneur en azadirachtine. Un composé de la famille des limonoïdes, présent dans toutes les parties, quoique l'activité létale modérée des extraits aqueux dans nos résultats est probablement due à la présence des molécules actifs à effet insecticide ou larvicide comme celles des fruits mais à faible concentration.

Cela explique en partie la forte activité anti-appétant, dans les extraits des fruits par rapport aux extraits foliaires. Pareille pour la transformation des larves en chrysalides il semble que l'extrait des fruits stimule plus la transformation que celui des feuilles ce qui confirme que le principe actif à effet larvicide est plus élevé dans les fruits que dans les feuilles.

Certains espèces et insectes sont utiles dans l'écosystème forestier comme les fourmis noires des champs *Formica glacialis*. Un effet létal a été enregistré pour nos extraits sans exception sur cette espèce, cela montre que les fourmis sont sensibles aux différents extraits et doses du *Melia azedarach*

Conclusion

À cet effet des tests sur le terrain devront donc être réalisés dans le futur afin de vérifier l'efficacité des doses et des extraits en condition naturelle aussi testé leurs effets sur d'autres insectes qui peuplent nos forêts. Aussi des recherches complémentaires sont nécessaires pour identifier et isoler les constituants et les métabolites actifs à effet larvicide et les testés individuellement sur les larves de la chenille processionnaire du cèdre « *Thaumetopoea Bonjeani* » à différentes stade larvaire L1, 2, 3 et 5.

Références

- **Abdessemed, Kh. (1981)** : Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma, étude phytosociologiques et les problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse. Doct. Ing. Aix- Marseille III, France : p 199
- **Abourouh, M. (1983)**. Essai de mycorhization de cedrus atlantica en pépinière. Ann.Rech.For.Maroc, 23 :Ann.Sci.For.40 (1) :67-77.
- **Agenjo, R. (1941)**. Monographia de la familia Thaumetopoeidae.Eos ; EB : 69-128, P 1à5.
- **Arbez, M. (1978)**. contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres.ann.sci.for.35(4) :265-284
- **Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J. N., Guichard, L., Lucas, P., & Voltz, M. (2007)**. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective Inra-Cemagref (décembre 2005) (pp. 120)
- **Battisti, A. (2011)**. Urticating hairs in arthropods: their nature and medical significance. Annu. Rev. Entomol., 56, 203-220.
- **Belmain, (2013)**. Managing legume pests in sub-Saharan Africa: Challenges and prospects for improving food security and nutrition through agro-ecological intensification. Chatham Maritime (United Kingdom): Natural Resources Institute, University of Greenwich. 34p.
- **Bendou, S. (2006)**. production des plants en hors sol du cèdre l'atlas et fertilisation.th.ing.agro.ina, elharach.p57.
- **Ben Ghnaya, A., Hamrouni, L., Hanana, M. (2013)**. Notes ethnobotanique et phyto-pharmacologique sur Melia azedarach L., Volume 11, Issue 5, pp 284-288
- **Benhalima, S. (2006)** - Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica (Endl.)* Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doc., Univ. Moh. V- Agdal, Rabat, 107 p.

- **Benia, F. (2010)** - Etude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives, Doctorat d'état, Biologie Animale, Université Ferhat Abbas Sétif. 229p.
- **Bentouati, A et Bariteau, M. (2006)**. Réflexion sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). Forêt Méditerranéenne, t. XXVII, n°4, pp.317-322. Biologie, Ecologie, Agronomie. P.207.
- **Bentouati, A. (2008)**. La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie) forêt méditerranéenne t. XXIX, n° 2, pp.206-207.
- **Bergé, J.-B. (1971)**. Méthodes culturales et variétés résistantes. Pages 537 à 593 in Fédération nationale des groupements de protection des cultures. 1971. Les nématodes des cultures. FNGPC, Paris
- **Bernard, J.L., (2013)**. Edition France Agricole, protection intégrée des cultures, fiche pour le conseil des techniques utilisables, 200 - 212 p.
- **Boudy, P. (1950)**. Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestier .Ed. Larose, T2, pp.529-619.
- **Boudy, P. (1952)**. guide du forestier en Afrique du nord, ouvrage honoré de souscription des gouvernements de l'Algérie. Du Maroc, 6^{ème} ed. Paris P 238, 244, 248
- **Boudy, P. (1952)**. Considération sur le foret Algérien et sur le foret Tunisien. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie d'agriculture de France T 39, séances des 8 et 15 octobre 1952, pp.529-543 189-328.
- **Brodeur, J., Evol Appl. (2012)**. Host specificity in biological control: Insights from opportunistic pathogens.; 5: 470–480. in Biopesticides hand book by Taylor & Francis Group, LLC(2015)
- **Caboni, P., Sarais, G., Angioni, A., Garcia, A.J., Lai, F., Dedola, F., Cabras, P (2006)**. Residues and persistence of neem formulations on strawberry after field treatment. *J. Agric. Food Chem*, 54, 10026-10032.
- **Capinera, J. L. (2008)**. Encyclopedia of Entomology: Chinaberry, *Melia Azedarach* L. A Biopesticidal tree, Springer Science & Business Media, V 4 – p. 850.

- **Caron, J., Brodeur, J. (2006).** Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement–Rapport final–Volet Entomologie. 80p.
- **Carpinella, M. C., Defago, M. T., Valladares, G., & Palacios, S. M (2003).** Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(2), 369-374.
- **Cayrol J.C., Caroline, Djian., Caporalino., Elisabeth, Panchaud. (1992).** la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites par -Mattei Laboratoire de Biologie des Invertébrés INRA, BP 2078, 06606 Antibes
- **Chandler, D. et al. (2011).** The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B.*, 366(1573), 1987-1998.
- **Combemale, P. (2001).** La prescription des répulsifs. *Med Trop*, 61: 99-103.
- **Crosby, D.-G. (1966).** Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). *Natural Pest Control Agents. Advances in Chemistry Series*, 53, 1-16.
- **Dagnoko, S. (2009).** Étude de la qualité des feuilles de *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hoscht. Utilisées dans le traitement du diabète. Thèse de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie.
- **Demane, A., Bersali, A., Chekhab, A. (2015).** Institut national spécialisée de la formation professionnelle,khenchela.
- **Demolin, G. (1969).** Bioécologie de la processionaria del pino. *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Incidenciade los factores Climaticos, *Bol. serv. plagas. For*; 12, n° 23: 9-22.
- **Demolin, G. (1987).** La processionnaire de cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* powel. Rapport scientifique et rapport iconographique .projet : DP-FAO ALG/83/013.21,P, 30pl.
- **Demolin, G. (1988).** La processionnaire du cèdre. FAOREP Project. Pp FAO-ALG/83, Vol.13.
- **Derridj, A. (1990).** Etude des populations de *cedrus atlantica manetti* en Algérie .Doctorat d'écologie, Université Paul Sabatier, Toulouse, U.E.R des sciences de la terre, p288.

- **Ducrey, M. (1994).** Adaptation du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au clima méditerranéen: aspects écophysiologicals de sa réaction a la sécheresse. Ann. Rech. For. Maroc. T (27) : 139-153.
- **El yousfi, M. (1987).** *Thaumetopea bonjeani* (POWEL) : La processionnaire du cèdre. Polycopie Min. Agr.Ref. Agr .Pp 7-14
- **Emberger, L (1938)** : Contribution à la connaissance des cédraies et en particulier du Deodara et du cèdre de l'Atlas Rev.Bot.Appl et Agri N°198 p 192.
- **Gachi, M. (1986).** *Thaumetopoea bonjeani* POWEL. (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) Ann. Rech. Forest. En Algérie. n°1, 53-63p.
- **Gachi, M. (1989).** Eco- biologie de La processionnaire du cèdre : *Thaumetopea bonjeani* P. (lepidoptera ; Thaumetopoeidae) en Algérie. Séminaire international de Biologie – Constantine. Mai 19899, p.13.
- **Graf, P., Messaoudi, J. (1994).** Ravageurs et maladies des forêts au maroc. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts. ed. dpvctrf, rabat, 23 p.
- **Gwenaël, Philippe., Patrick, Baldet., Bernard, Héois., Chistian, Ginisty (2006).** Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines, Cemagref, France, p 75
- **Hadji, A. (2006).** contribution à l'étude de régénération naturelle du cèdre de l'atlas dans la forte d'Ouled-Yagoub(série tamza) evaluation des paramètres morphologiques des jeunes plantes Thèse.Ing.fort.Uni de batna.Pp1-37
- **Halitim, S. (2006).** Contribution a l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraies dans les Aurès : influence des facteurs hédaphiques. Thèse de magistère en science agronomique 2006. Université de batna.
- **Hernandez, N.E., Tereschuk, M.L. and Abdala, L.R (2000).** Antimicrobial activity of flavonoids in Medicinal plants from Tafi Del Valle (Tucumán, Argentina).
- **Herth, A, & Lemaire, B. (2011).** Le bio-contrôle pour la protection des cultures: 15 recommandations pour soutenir les technologies vertes. *Rapport parlementaire auprès du 1er Ministre*
- **Huchon, H., Demolin, G. (1970).** La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle, dispersion actuelle. Rev. For. Fr. XXII, n°spécial « La lutte biologique en forêt », 220-234.

- **Isman, M.B. (2000).** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.
 - **Jean, C.M., (2005).** biologie et protection des forets.
 - **Jean, N. A., Jean, M.B., Alain, C., Jean, J.G., Laurence, G., Philippe, L., Serge, S., Marc, V. (2011).** pesticides agriculture et environnement, 75 – 83p
 - **Kassimi, A., El Watik, L., & Moumni, M. (2011).** Action insecticide de certaines huiles essentielles et végétales. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 7(2).
 - **Khanfouci, M. S. (2005).** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le massif de Bélezma. Mémoire Mag., Dép. Agr. Batna. 249 p.
 - **Khater, H.F. (2012).** Prospects of botanical biopesticides in insect pest management. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 02 (05), 244-259. La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie) forêt méditerranéenne t. XXIX, n° 2.pp.206-207.
 - **Leng, P., Zhiming, Z., Guangtang, P. & Maojun, Z. (2011).** Applications and development trends in biopesticides. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(86), 19864-19873.
 - **Lepoutre, B. (1964).** Premier Essai De Synthèse Sur Le Mécanisme de régénération du cèdre de l'atlas dans le moyen de l'atlas Marocain .Ann.Rech.Forest .MAROC Tome7.Pp 23-53
 - **Lisan, B. (2006).** Document pour le développement durable de l'Afrique à l'usage des ONG : fiche présentation lilas de perse,National Biological Information Infrastructure NBII & IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group ISSG
 - **Lundwall, E., Pennetier, C., Corbel, V., Gentile, L. and Legros, F. (2005).** Paludisme : se protéger des piqûres d'anophèles. *Rev Part*, 55: 841-848.
 - **M'hirit, O. (1994).** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*, Manetti). Présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva Méditerranée « Le cèdre ». *Ann. Rech. Forest. Maroc*, 27, 4-21.
 - **Mahieu, N. (1970)** La destruction de la processionnaire du pin par tir au fusil. *Phytoma* 220, 63.
- Mairif, M. (2008).** étude comparative des plants du cèdre de l'atlas élevés en pépinière : cas des provenances de chrea,tikjda,thniet elhad et belezma.mém ing.agro.ina.el harrach,alger,51 p

- **Martin, J.C., Leblond, A., Sophie A.B., Decoin, M. (2012).** pour le texte de présentation Des alternatives au traitement chimique. L'exemple de la lutte contre la processionnaire du pin extrait de phytoma N°S 655 & 657
- **Merah et Zeroual (2017) Merah, A., Zeroual, M (2017).** Thèse de 5^{ème} cycle, Université des Sciences de la nature et de la vie, kenchela (algérie). L'utilisation de deux extraits végétaux (*Melia Azedarach* et *Juglans Régia*) pour la lutte contre la chenille processionnaire du Pin d'Alep « *Thaumetopoea pityocampa* »
- **Messaoudi, J. (1994).** Ravageurs et maladies des forêts au Maroc. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts. Ed. DPVCTRF, Rabat, 63 p.
- **Micas, L. (2007).** le dépérissement des forets des alpes de haute-Provence journées d'études changement climatique et foret méditerranéenne foret méditerranéenne
- **Mkenda, (2015).** Extracts from field margin weeds provide economically viable and environmentally benign pest control compared to synthetic pesticides. PLoS ONE. 10(11): e0143530.
- **Moukouri, N. (2006).** Contribution à étude du dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le massif des Ouled Yakoub : approche sylvicole. Mémoire d'ingénieur. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. P.58.
- **Mouna, m., Graf, p. (1994).** Ravageurs et maladies des forêts au Maroc. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts. Ed. DPVCTRF, Rabat, 26 p.54 p.
- **Munz, PA., Keck, DD (1973).** A California flora and Supplement; p. 224
- **Nedjahi, A. (1988).** La cédraie de Chréa (Atlas Blideen). Phénologie, productivité Régénération. Thé.Doc.3^{ème} cycle.Uni. NANCY I : p 184
- **Peveling, R., Ely, S.O (2006).** Side-effects of botanical insecticides derived from meliaceae on coccinellid predators of the date palm scale. *Crop Prot*, 25, 1253-1258.
- **Peyerimhoff, P. (1940).** Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie .1 Vol. I mp. Pape Baconnier Frères. p.70. 1 carte
- **Pradal, F. (1979).** Variabilité génétique et écophysologique du cèdre. Mémoire de fin d'étude à l'E.N.I.T.E.F- INRA. Bordeaux et de Ruscas. pp.1-6.
- **Priscila , DA., Brandão MGL., Elzéria, A., et al. (2009)** Chromatographic evaluation and antimicrobial activity of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) leaves hydroalcoholic extracts. *Rev Bras Farma-cogn* 19: 510–15

- **Questienne, P., et Miermont, Y. (1978).** Contribution à la connaissance de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Etude de la chenille processionnaire du pin et du cèdre au Maroc Ann. Rev. Maroc, Mai 1978. pp : 151-233.
- **Quézel, P. (1998).** Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen: signification bioclimatique et phytogéographique. Forêt méditerranéenne, 19, 234-260.
- **Reveal, J.L. (1999).** Familles sélectionnées d'angiospermes: Rosidae
- **Riou-Nivert, (1996).** Fontaine bleu : potentialités et fragilité du substrat, choix des essences opportunes, RFF. Vol XIVIII.2, P 109-119.
- **Rosas-Garcia N.M. (2009).** Biopesticide production from *Bacillus thuringiensis*: an environmentally friendly alternative. Recent Pat. Biotechnol., 3(1), 28-36.
- **Sabatier et al. (1993).** Première observation sur l'architecture du cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica*) ENDL Silva méditerranéenne acte de séminaire International sur le cèdre de l'atlas .Ifran (Maroc) ; 7-11 juin 1993.pp .364-37
- **Sari, (1977).** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). SNED. Alger.63.p 204.
- **Stevenson. C.P. (2014).** Pesticidal plants for stored product pest in smallholder farming in Africa. In "Advances in Plant Biopesticides" Ed. D. Singh. Springer Verlag.
- **Thakore, Y. (2006).** The biopesticide market for global agriculture use. *Ind. Biotechnol.*, 2, 194-208 Thès. Ing. D'état. INES d'agronomie de Batna. P.87.
- **Toth, J. (1970)** Plus que centenaire et pleine d'avenir : le cèdre en France .R.F.F.XXII.3.pp.355- 364.
- **Toth, J. (1971).** le climat de l'algérie : travaux de l'institut de météorologie et de physiques du globe de l'algérie université d'alger.P217
- **Toth, J. (1978).** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manettj) dans le sud de la France. Thèse de Doct.ing. Marseille Saint-Jérôme, 136 p.
- **Toth, J. (1980).** Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grandes importance forestières Forêt Méditerranéenne. T.II.n° 1, pp23-30.
- **Toth, J. (1981).** Contribution à l'étude monographie du cèdre méditerranée. INRA. Station d'avignon p.25
- **Toth, J. (2005).** Le cèdre de France .Etude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. 207 p.

Annexes

Tableau 1.1. Résultats d'analyse de variance multifactorielle pour le facteur mortalité après 12h.

Univariate Tests of Significance for Mortalité 12 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p
Intercept	3,00000	1	3,000000	9,000000	0,005195
Partie de la plante	0,33333	1	0,333333	1,000000	0,324813
Traitements	0,33333	1	0,333333	1,000000	0,324813
Doses	1,66667	3	0,555556	1,666667	0,193764
Partie de la plante*Traitements	0,33333	1	0,333333	1,000000	0,324813
Partie de la plante*Doses	1,66667	3	0,555556	1,666667	0,193764
Traitements*Doses	4,33333	3	1,444444	4,333333	0,011337
Partie de la plante*Traitements*Doses	1,66667	3	0,555556	1,666667	0,193764
Error	10,66667	32	0,333333		

Tableau 1.2. Résultats de Test de comparaison des moyennes pour variable Traitement (extrait éthanolique et aqueux avec le témoin) le facteur mortalité après 12h.

Dunnett test; variable Mortalité 12 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = ,33333, df = 32,000			
	Traitements	Doses	{1} - 0,0000
1	Aq	D0	
2	Aq	D100	1,000000
3	Aq	D500	0,237373
4	Aq	D1000	1,000000
6	Etha	D100	0,854455
7	Etha	D500	1,000000
8	Etha	D1000	0,028643

Tableau 1.3. Résultats d'analyse de variance multifactorielle pour le facteur mortalité après 24h.

Univariate Tests of Significance for Mortalité 24 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p
Intercept	8,33333	1	8,333333	14,28571	0,000648
Partie de la plante	0,33333	1	0,333333	0,57143	0,455221
Traitements	1,33333	1	1,333333	2,28571	0,140384
Doses	5,66667	3	1,888889	3,23810	0,034930
Partie de la plante*Traitements	1,33333	1	1,333333	2,28571	0,140384
Partie de la plante*Doses	0,33333	3	0,111111	0,19048	0,902106
Traitements*Doses	0,66667	3	0,222222	0,38095	0,767382
Partie de la plante*Traitements*Doses	3,33333	3	1,111111	1,90476	0,148677
Error	18,66667	32	0,583333		

Tableau 1.4. Résultats de Test de comparaison des moyennes pour variable Partie de la plante (fruit et feuille avec le témoin) le facteur mortalité après 24h.

Dunnett test; variable Mortalité 24 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = ,58333, df = 32,000			
	Partie de la plante	Doses	{1} - 0,0000
1	Fruit	D0	
2	Fruit	D100	0,956594
3	Fruit	D500	0,143461
4	Fruit	D1000	0,510074
6	Feuille	D100	1,000000
7	Feuille	D500	0,510074
8	Feuille	D1000	0,510074

Tableau 1.5. Résultats d'analyse de variance multifactorielle pour le facteur mortalité après 48h.

Univariate Tests of Significance for Mortalité 48 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p
Intercept	16,33333	1	16,33333	28,00000	0,000009
Partie de la plante	0,33333	1	0,33333	0,57143	0,455221
Traitements	5,33333	1	5,33333	9,14286	0,004889
Doses	9,66667	3	3,22222	5,52381	0,003582
Partie de la plante*Traitements	5,33333	1	5,33333	9,14286	0,004889
Partie de la plante*Doses	0,33333	3	0,11111	0,19048	0,902106
Traitements*Doses	2,00000	3	0,66667	1,14286	0,346690
Partie de la plante*Traitements*Doses	6,00000	3	2,00000	3,42857	0,028592
Error	18,66667	32	0,58333		

Tableau 1.6. Résultats de Test de comparaison des moyennes pour variables (Partie de la plante, traitement, dose, avec le témoin) le facteur mortalité après 48h.

Dunnett test; variable Mortalité 48 (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = ,58333, df = 32,000				
	Partie de la plante	Traitements	Doses	{1} - 0,0000
1	Fruit	Aq	D0	
2	Fruit	Aq	D100	1,000000
3	Fruit	Aq	D500	0,290705
4	Fruit	Aq	D1000	0,946886
6	Fruit	Etha	D100	0,946886
7	Fruit	Etha	D500	0,946886
8	Fruit	Etha	D1000	0,946886
10	Feuille	Aq	D100	1,000000
11	Feuille	Aq	D500	1,000000
12	Feuille	Aq	D1000	1,000000
14	Feuille	Etha	D100	0,946886
15	Feuille	Etha	D500	0,001963
16	Feuille	Etha	D1000	0,031214

Tableau 1.7. Résultats d'analyse de variance multifactorielle pour le facteur perte de poids

Univariate Tests of Significance for poids (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p
Intercept	Fruit	Aq	D0		0,000000000000724309501
Partie de la plante	Fruit	Aq	D100	1,000000	0,00000119394098
Traitements	Fruit	Aq	D500	0,290705	0,316885457
Doses	Fruit	Aq	D1000	0,946886	0,0129879538
Partie de la plante*Traitements	Fruit	Etha	D0	1,000000	0,208382817
Partie de la plante*Doses	Fruit	Etha	D100	0,946886	0,00831211217
Traitements*Doses	Fruit	Etha	D500	0,946886	0,932343232
Partie de la plante*Traitements*Doses	Fruit	Etha	D1000	0,946886	0,573092921
Error	Feuille	Aq	D0	1,000000	

Tableau 1.8. Résultats de Test de comparaison des moyennes pour variable perte de poids
(avec le témoin)

Dunnett test; variable poids (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = ,09373, df = 32,000				
	Partie de la plante	Traitements	Doses	{1} - ,35100
1	Fruit	Aq	D0	
2	Fruit	Aq	D100	0,168384
3	Fruit	Aq	D500	0,009687
4	Fruit	Aq	D1000	0,250661
6	Fruit	Etha	D100	0,998051
7	Fruit	Etha	D500	0,024756
8	Fruit	Etha	D1000	0,948887
10	Feuille	Aq	D100	0,971403
11	Feuille	Aq	D500	1,000000
12	Feuille	Aq	D1000	0,950553
14	Feuille	Etha	D100	0,999969
15	Feuille	Etha	D500	0,999999
16	Feuille	Etha	D1000	0,999763

Tableau 1.9. Résultats d'analyse de variance multifactorielle pour le facteur chrysalide

Univariate Tests of Significance for chrysalide (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p
Intercept	481,3333	1	481,3333	481,3333	0,000000
Partie de la plante	456,3333	1	456,3333	456,3333	0,000000
Traitements	1,3333	1	1,3333	1,3333	0,256763
Doses	164,6667	3	54,8889	54,8889	0,000000
Partie de la plante*Traitements	0,3333	1	0,3333	0,3333	0,567743
Partie de la plante*Doses	153,6667	3	51,2222	51,2222	0,000000
Traitements*Doses	4,6667	3	1,5556	1,5556	0,219294
Partie de la plante*Traitements*Doses	1,6667	3	0,5556	0,5556	0,648181
Error	32,0000	32	1,0000		

Tableau 1.10. Résultats de Test de comparaison des moyennes pour variable chrysalide (avec le témoin)

Dunnnett test; variable chrysalide (ANALYSES STATISTIQUE - Copie3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = 1,0000, df = 32,000				
	Partie de la plante	Traitements	Doses	{1} - 0,0000
1	Fruit	Aq	D0	
2	Fruit	Aq	D100	0,000009
3	Fruit	Aq	D500	0,000009
4	Fruit	Aq	D1000	0,000009
6	Fruit	Etha	D100	0,000009
7	Fruit	Etha	D500	0,000009
8	Fruit	Etha	D1000	0,000009
10	Feuille	Aq	D100	0,993333
11	Feuille	Aq	D500	1,000000
12	Feuille	Aq	D1000	1,000000
14	Feuille	Etha	D100	1,000000
15	Feuille	Etha	D500	1,000000
16	Feuille	Etha	D1000	1,000000

sDate De Soutenance : 19/06/2018

Présenté par : Chellih Rayen
Taferghoust Meriem

Effet insecticide du Melia azedarach sur Thaumetopoea bonjeani Powell du cèdre de l'Atlas cas d'Ouled Yaagoub

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en écologie fondamentale et appliquée

Résumé

L'évaluation des potentialités insecticides et l'activité larvicide des extraits aqueux et éthanolique du *Melia azedarach* vis-à-vis la chenille processionnaire du cèdre « *Thaumetopoea Bonjeani* » en stade L4, ont été réalisés en testant 3 doses : 100, 500 et 1000 ppm de chaque extrait dans des conditions de laboratoire. Les résultats ont mis en évidence un effet larvicide létal des deux extraits comparativement aux résultats enregistrés chez les témoins. En revanche l'extrait aqueux des feuilles semble inoffensif à faibles doses sur les larves des chenilles en stade quatre L4. Concernant la transformation des larves en chrysalides nos résultats ont montrés que les extraits des fruits stimulent fortement cette transformation. A l'inverse ce qui a été constaté pour l'extrait aqueux où les résultats sont nul pour la quasi-totalité des concentrations et peu importe le temps de traitement. Ces résultats sont semblable a celles de l'activité anti-appétant où l'effet est plus prononcer pour les extrais des fruits que des feuilles. Le teste sur la fourmi noire des champs *Formica glacialis* a montré que les fourmis sont sensibles aux différents extraits et doses du *Melia azedarach*. La différence de rendement de nos extraits est due probablement aux techniques d'extraction utilisées, qui sont totalement différentes et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre et aussi à la durée du traitement qui augmente la mortalité chez les larves.

Mots clés : Insecticides, *Melia azedarach*, la chenille processionnaire, *Thaumetopoea, bonjeani* *Formicaglacialis*, extrait aqueux et éthanolique