



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE: SCIENCES

DEPARTEMENT: BIOLOGIE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par: M^{lle}. MEZROUA Amel

DOMAINE: SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : ECOLOGIE VEGETALE ET ENVIRONNEMENT

OPTION : ECOLOGIE VEGETALE; STEPPES ET OASIS

Thème

**Lutte contre la bruche du pois chiche
Callosobruchus maculatus F. (Coléoptère: Bruchedae)
par l'huile essentielle extraite des feuilles
d'*Artemisia campestris* L. (Asteraceae)**

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
M. RACHID Chaibi	Maitre de Conférences B UATL	Président
M ^{lle} . ALAYAT S. Moufida	Maitre-assistante B UATL	Examinatrice
M.BENCHETTOUH Ahmed	Maitre-assistant A UATL	Rapporteur
M. GOUZI Hicham	Maitre de Conférences A UATL	Co-rapporteur

Promotion : Juin - 2015

« A la lumière de la connaissance, l'heureux résultat semble presque aller de soi ; tout étudiant (...) peut l'appréhender sans trop de difficulté. Mais les longues années de tâtonnements, de recherches dans le noir, avec leur lancinante tension, l'alternance des périodes de confiance et de découragement, puis finalement la sortie vers la lumière, seuls ceux qui ont prouvé cela peuvent le comprendre. »

A. Einstein (1934).

« Tout vient à point à qui sait attendre. »

Adage populaire.

Résumé

L'huile essentielle extraite par hydrodistillation des feuilles de plante aromatique, *Artemesia campestris* (Asteraceae) a été testée à différentes doses sur les adultes *Callosobruchus maculatus*, à une température de $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et à une humidité relative de $70 \pm 5\%$.

Nous avons testé l'efficacité de pesticides *Artemesia campestris* sur l'insecte *Callosobruchus maculatus*. Ces bio pesticides présentent une efficacité dans la lutte contre la bruche du pois chiche où les valeurs de DL_{50} estimées après leur exposition au traitement pendant 24 et 96 heures sont 4,99 et 0,79 respectivement. Le temps de mortalités de TL_{50} est de 16 heures et 18 minutes pour une dose 50 μl d'huile essentielle.

Les résultats obtenus nous montrent que l'huile essentiel utilisée, a une bonne action bio insecticide à l'égard de bruche de *Callosobruchus maculatus*, il est donc très utile de poursuivre ces travaux pour mettre en évidence l'action des molécules actives responsables de l'effet insecticide de ces huiles vis-à-vis de cet insecte.

Mots clés: Pois chiche, *Callosobruchus maculatus*, *Artemesia campestris*, huile essentielle, DL_{50} .

Abstract

The essential oils extracted by hydrodistillation from the leaves of aromatic plant, *Artemisia campestris* were tested with various amounts on the adults of beetle *Callosobruchus maculatus*, at a temperature of $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of $70 \pm 5\%$.

We tested the effectiveness of *Artemisia campestris* pesticides on the *Callosobruchus maculatus*.

These pesticides have efficiency in the fight against *Cicerarietinum* where the estimated LD_{50} values after exposure to treatment for 24 and 96 hours are 4, 99 and 0, 79 respectively.

The DL_{50} calculated after 16 hours and 18 minutes of exposure for a dose $50\mu\text{l}$; show the essential oils tested are very toxic on *Callosobruchus maculatus*.

The results show us that the essential oil used, have a good action insecticide against *Callosobruchus maculatus*, so it is very useful to continue this work to highlight the action of the active molecules responsible for the insecticidal effect vis-à-vis this insect oils.

Key words: *Callosobruchus maculatus*, chickpea , *Artemisia campestris*, essential oil , DL_{50} .

الملخص

الزيت الطيار المستخلص بواسطة التقطير من أوراق النبات العطري *Artemesia campestirs* (Asteraceae) اختبرت بتركيزات مختلفة على حشرات السوس البالغ *Callosobruchus maculatus* في درجة حرارة 1 ± 26 درجة مئوية و رطوبة نسبية 5 ± 70 بالمئوية. هذه الزيوت أثبتت فعاليتها في مكافحة سوس الحمص أين درجة السمية DL_{50} قدرت بعد تعريض البالغين من هذه الحشرة لتركيزات مختلفة, بعد 24 ساعة و 96 ساعة على التوالي 4,99 و 0,79. الوقت اللازم لقتل 50 بالمئة من الحشرات البالغة لسوس الحمص هو 16 ساعة و 18 دقيقة في وجود تركيز 50 من الزيت الطيار. نتائج المتحصل عليها بينة لنا أن الزيت الطيار المستعمل له تأثير على حشرة سوس الحمص, لهذا الغرض أصبح من الضروري القيام بأعمال أخرى من أجل تحديد الجزيء النشط المسؤول في تأثير الزيت الطيار تجاه هذه الحشرة. الكلمات المفتاحية: الحمص, *Artemesia campestris*; *Callosobruchus maculatus*, الزيت العطري, درجة السمية DL_{50} .

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu Tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté, et la patience de réaliser ce travail.

*Mes vifs remerciements sont adressés à mon encadreur **M. BENCHETTOUH Ahmed** Maître Assistant à Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences Agronomiques) pour ses précieux conseils, ses encouragements et pour le temps qu'il m'a consacré et tous les efforts qu'il a fourni pour le bon aboutissement de ce travail.*

*Mon Co-promoteur **M. GOUZI H.** Maître de Conférences à Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences Biologiques) qui a bien favorisé par ses conseils éclairés et pour le temps qu'il m'a consacré pour la réalisation de ce travail.*

***M. CHAIBI Rachid**, Maître de Conférences à l'Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences biologiques), d'avoir accepté de présider mon travail. Je suis profondément reconnaissant de sa participation à ce jury de mémoire.*

***M^{lle}. Alayat Saoucen M.**, Maître Assistante à l'Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences biologiques), d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je tiens à remercier **M. Salami M Professeur** à l'Ecole National Supérieur d'Agronomie El-Harrach – Alger, **M.SAHARAOUI L.** professeur à l'Ecole National Supérieur d'Agronomie El-Harrach – Alger.*

***M. Mhawa** Maître de Conférence à Université Mohamed Kfidre Biskra et toutes les enseignants des facultés d'agronomie (U. Biskra) pour leur inestimable soutien et leurs encouragements au cours de ma formation, aussi leur contribution dans la réalisation de ce travail.*

Liste des Figures

Figure 1	Schéma d'appareil l'entrainement à la vapeur sèche:.....	13
Figure 2	Montage d'extraction par solvant :.....	13
Figure 3	Schéma de l'appareil l'extraction au CO ₂ supercritique :.....	14
Figure 4	Montage d'hydrodiffusion:.....	15
Figure 5	Principales opérations industrielles d'extraction:.....	17
Figure 6	Adulte de la bruche du niébé, <i>C.maculatus</i> (F):.....	22
Figure 7	Montage d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation: (1) Chauffe ballon; (2) Eau distiller; (3) Thermomètre; (4) Réfrigérant; (5) Entrée d'eau de refroidissement; Sortie d'eau de refroidissement; (6) Tube à essai; (7) matière végétale; (8) huile essentielle:.....	31
Figure 8	Efficacités d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> sur les adultes de <i>C.maculatus</i> pendent 24h:.....	34
Figure 9	Efficacités d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> sur les adultes de <i>C.maculatus</i> pendent 48 h:.....	34
Figure10	Efficacités d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> sur les adultes de <i>C.maculatus</i> pendent 72h:.....	35
Figure11	Efficacités d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> sur les adultes de <i>C.maculatus</i> pendent 96h:.....	35

Liste des Planches

Planche 1	<i>Artemisia campestris</i> L. :.....	04
Planche 2	Schéma d'enfleurage:.....	12
Planche 3	Montage d'hydrodistillation:.....	12
Planche 4	Montage d'extraction assistée par micro-onde:.....	15
Planche 5	L'œuf clos de <i>C. maculatus</i> :.....	21
Planche 6	Larves de <i>C. maculatus</i> de différents stades de développement:.....	21
Planche 7	Les deux forme de <i>C. maculatus</i> F. Male forme volière (A); femelle forme non volière (B); faune associées (Hyménoptère) (C):.....	23
Planche 8	Adultes (A) male et (B) femelle de <i>C. maculatus</i> :.....	23
Planche 9	Morphologie des antennes de <i>C. maculatus</i> (A) antenne d'une femelle et (B) antenne d'un mâle (observation au microscope électronique à balayage (G x80):.....	24
Planche 10	Dégâts causés par <i>C. maculatus</i> sur le pois chiche:.....	26
Planche 11	Matériel de laboratoire: (A) bocaux en plastique, (B) loupe binoculaire, (C) Serre multichappelle (D) micropipette (E) bocaux en verre (F) une balance de précision:.....	29
Planche 12	Elevage de masse de <i>Cullosbruchus maculatus</i> :.....	30
Planche 13	Teste d'efficacité d'huile essentielle:.....	32
Planche 14	l'espèce associée à la bruche du pois chiche (Hyménoptère; Eulophidae):.....	37

Liste des Tableaux

Tableau 1	Durée (en jours) des différents états et stades larvaires (Kellouche, 2005) :.....	25
Tableau 2	Mortalité corrigée des insectes traités avec l'huile essentielle des feuilles <i>Artemisia campestris</i> contre <i>Callosobruchus maculatus</i> :.....	33
Tableau 3	Tableau 3 : Les probits de mortalité corrigée des insectes traités avec l'huile essentielle des feuilles <i>Artemisia compestris</i> contre <i>Callosobruchus maculatus</i> :.....	33
Tableau 4	Evolution de la DL ₅₀ par rapport au temps:.....	36
Tableau 5	Les TL ₅₀ des doses utilisées:.....	36

Table des Matières

Résume :.....	I
Abstract :.....	II
ملخص:.....	III
Dédicace :.....	IV
Remerciements :.....	V
Liste des figures :.....	VI
Liste des planches :.....	VII
Liste des tableaux :.....	VIII
Introduction :.....	01
Première partie Aperçu bibliographique	
Chapitre I: Vue d'ensemble sur <i>Artemisia campestris</i> L.	
1.1. GENERALITES:.....	03
1.2. DESCRIPTION BOTANIQUE DE L'ESPECE <i>Artemisia campestris</i> L:...	03
1.3. POSITION SYSTEMATIQUE :.....	03
1.4. ORIGINE ET DISTRIBUTION:.....	04
1.5. COMPOSITION CHIMIQUE:.....	04
1.6. UTILISATION TRADITIONNELLE:.....	04
1.7. ACTIVITES BIOLOGIQUES:.....	05
1.7.1. Activité antioxydantes:.....	05
1.7.2. Activité antibactérienne:.....	05
1.7.3. Effet insecticide:.....	06
1.7.4. Propriétés allopathiques:.....	06
1.7.5. Activité hypoglycémiante:.....	06
1.7.6. Effets antipoison:.....	06
Chapitre II: Généralités sur les huiles essentielles	
2.1. HISTORIQUE:.....	08
2.2. QU'EST-CE QU'UNE HUILE ESSENTIELLE?:.....	08
2.3. LES PRINCIPALES FAMILLES DES PLANTES AROMATIQUES	09
2.3.1. Les Abiétacées:.....	09
2.3.2. Les Cupressacées:.....	09
2.3.3. Les Lamiacées:.....	09
2.3.4. Les Myrtacées:.....	09
2.3.5. Les Lauracées:.....	09
2.3.6. Les Rutacées:.....	09
2.3.7. Les Ericacées:.....	09
2.3.8. Les Astéracées:.....	10
2.4. DOMAINES D'UTILISATION DES HUILES ESSENTIELLES:.....	10
2.4.1. Désinfection de l'air:.....	10
2.4.2. En agroalimentaire:.....	10
2.4.3. En traitement des infections:.....	10
2.5. ROLE PHYSIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES:.....	11
2.6. CONSERVATION DES HUILES ESSENTIELLES:.....	11
2.7. METHODES D'EXTRACTION:.....	11
2.7.1. Enfleurage et macération:.....	11
2.7.2. Expression:.....	12

2.7.3.	Distillation (Hydrodistillation):.....	12
2.7.4.	L'entraînement à la vapeur sèche:.....	12
2.7.5.	L'extraction aux solvants volatils:.....	13
2.7.6.	L'extraction au CO ₂ supercritique:.....	14
2.7.7.	Extraction par micro-onde:.....	14
2.7.8.	Hydrodiffusion:.....	15
2.7.9.	L'expression à froid:.....	15
2.8.	TOXICITE DES HUILES ESSENTIELLES:.....	16
2.9.	SITUATION ECONOMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES:.....	17

Chapitre III: Généralités sur les Bruches

3.1.	GENERALITES:.....	19
3.2.	LA BRUCHE DE POIS CHICHE <i>Callobruchus maculatus</i> :.....	19
3.2.1.	Position systématique:.....	20
3.2.2.	Origine et répartition géographique:.....	20
3.2.3.	Biologie de <i>C. maculatus</i> :.....	20
3.2.3.1.	L'œuf:.....	20
3.2.3.2.	Larve:.....	21
3.2.3.3.	Nymphose:.....	21
3.2.3.4.	Adulte:.....	21
3.2.3.5.	Dimorphisme sexuel:.....	23
3.2.3.6.	Cycle de développement:.....	24
3.2.3.7.	Comportement:.....	25
3.2.3.8.	Longévité:.....	25
3.4.	DEGATS ET PERTES CAUSEES PAR <i>C. maculatus</i> :.....	25
3.5.	TECHNIQUE DE PROTECTION:.....	26
3.5.1.	Lutte préventive:.....	26
3.5.2.	Lutte physique:.....	26
3.5.2.1.	Température:.....	26
3.5.2.2.	Radiations ionisantes:.....	27
3.5.2.3.	Radiations non ionisantes:.....	27
3.5.2.4.	Gazes inertes:.....	27
3.5.3.	Lutte chimique:.....	27
3.5.3.1.	Fumigeant:.....	27
3.5.3.2.	Insecticide de contact :.....	27
3.5.4.	Lutte biotechnique:.....	27
3.5.5.	Lutte biologique:.....	28

Deuxième Partie Matériel et Méthodes

Chapitre IV: Matériel et Méthodes

4.1.	MATERIEL:.....	29
4.1.1.	Matériel de laboratoire:.....	29
4.1.2.	Matériel biologique:.....	30
4.1.2.1.	Bruches et graines de pois chiche:.....	30
4.1.2.2.	Matériel végétal:.....	30
4.2.	Méthodes:.....	30
4.2.1.	Elevage de masse dans une Serre Multichappelle:.....	30
4.2.2.	Méthode d'extraction de l'huile essentielle:.....	30

4.2.3. Etude de l'activité de l'huile essentielle:	31
4.2.3.1. Dose et traitement:	31
4.2.3.2. la détermination de la DL ₅₀ :	32
4.2.4. Analyse statistique:	32
4.2.5. Identification de la faune associées:	32

TroisièmePartie: Résultats et discussion

Chapitre V: Résultats et discussion

5.1. Résultats:	33
Effet d'insecticide de l'huile essentielle de l'espèce <i>Artemisia</i>	
5.1.1. <i>campestris</i>:	33
5.1.1.1. Essais de la toxicité :	33
5.1.2. Détermination de l'efficacité de l'huile essentielle d'<i>Artemisia campestris</i>	
par rapport au temps:	36
5.1.3. Identification de la faune associée:	36
5.2. Discussion:	37
Conclusion:	40
Références bibliographiques:	41
Annexes :	

Introduction

INTRODUCTION

Les légumes secs font une grande partie de denrées stockées et constituent la principale source de protéines (teneur deux à trois fois plus élevée que la plupart des céréales). Parmi ces légumes, on cite les haricots, les pois, les fèves et les pois chiches. Dans les pays à faibles revenus, près de 10% de la consommation journalière de protéines et près de 5% de l'apport énergétique proviennent de légumineuses (Hamdani, 2012). Ces aliments constituent un bon apport riche en énergie et fournissent de nombreux éléments minéraux essentiels comme le fer et le calcium.

Selon les récentes statistiques de la FAO, les pertes de produits agricoles occasionnées par les ravageurs des denrées stockées sont estimées à 10% en moyenne et représentent une valeur monétaire annuelle de près de 58 milliards \$US. Ce pourcentage, encore plus élevé dans les pays en voie de développement en particulier ceux de l'Afrique (Kellouche & Soltani, 2004).

En Algérie, les légumes secs présentent dans la consommation journalière des plusieurs familles notamment celles qui ont une revenue limitée. La culture des légumineuse devient un intérêt national major, car doit être permettre de satisfaire la demande alimentaire en croissance, chuter la facture de l'importation et limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger.

Les pertes en denrées stockées due aux insectes sont considérables où les techniques modernes du stockage ne sont pas encore métrisées. Les coléoptères Bruchidae, dont les larves ne consomment et ne se développent que dans les graines (Caswell, 1960), ont été l'une des très rares familles à avoir colonisé les graines mûres des légumineuses. Aujourd'hui, sa répartition est mondiale elle s'est adaptée aux différentes zones climatiques pour devenir cosmopolite (Huignard, 1998). Les stades larvaires de ces insectes se développent à l'intérieur des graines et consomment les réserves contenues dans les cotylédons (Huignard et *al.*, 1986; Huignard et *al.*, 2011).

Les dégâts sont apparents 2 à 3 mois après les récoltes et presque toutes les graines peuvent être trouées dans les 6 mois, tout en affectant leur pouvoir germinatif. L'infestation des gousses débute aux champs mais population des bruches croît rapidement après le dépôt des œufs sur les graines, dans lesquelles elles complètent leur développement (Grubben, 2004 ; Brink et Belay, 2006).

Durant le stockage, plusieurs générations se succèdent et causent des pertes considérables pouvant atteindre 90 et 100% (Sech et *al.*, 1991; Tauzubil, 1991). Ouedraogo et *al.* (1996) estiment les pertes en poids durant le stockage à 800g/kg de graines.

La protection des denrées alimentaires qui se fait depuis l'antiquité avec des méthodes empiriques, a évolué considérablement durant ces dernières années avec l'utilisation des pesticides chimiques qui a révolutionné et facilité le stockage des aliments. La lutte chimique est devenue très rapidement la méthode la plus utilisée dans la protection des stocks. Cependant l'utilisation excessive et irrationnelle des insecticides de synthèse pendant des années a commencé à manifester des effets néfastes qui se résument entre autres en:

Le développement du phénomène de résistance chez la plus part des insectes des denrées stockées qui est un problème majeur, les insectes deviennent de moins en moins sensible aux insecticides.

Les insecticides utilisés sont pour la plus parts non sélectifs et de ce fait peuvent créer un déséquilibre de l'écosystème en éliminant d'autres espèces végétales ou animal, interrompant ainsi la chaine trophique.

En effet, de nombreux travaux ont mis en évidence, un effet toxique ou répulsif d'extraits de plantes aromatiques sur de nombreux insectes des denrées stockées (Ketoh et *al.*, 1998; Lale et Mustapha, 2000; Bachrouh et *al.*, 2010)

C'est dans le cadre d'une contribution à la recherche des plantes algériennes à caractère insecticide, que nous avons tenté d'évaluer l'activité insecticide des huiles essentielle d'*Artemisia campestris* sur un insecte des denrées stockées à savoir *Callosobruchus maculatus*.

Pour réaliser cette étude, plusieurs chapitres sont à distinguer: les chapitres I, II, et III exposent respectivement un aperçu bibliographique sur la plante testée (*Artemisia campestris* L.), les huiles essentielles et les bruches. Le chapitre IV expose le matériel et les méthodes utilisés dans notre étude. Les résultats obtenus sont discutés dans le chapitre V qui se termine par une conclusion et des perspectives.



Première partie : Aperçu bibliographique



1.1. GENERALITES

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées; c'est l'un des genres le répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli & Maffie, 2002).

Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquinic, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (Kundan et Anupam, 2010).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Mirjalili et *al.*, 2007).

1.2. DESCRIPTION BOTANIQUE DE L'ESPECE *Artemisia campestris* L.

L'espèce *Artemisia campestris* L. est un arbuste aromatique à tiges robustes, d'une hauteur de 30 à 80 cm. Cette plante possède des capitules très petits, étroits (1 à 1,5 mm) ovoïdes ou coniques, à involucre scarieux, ne contient que 3 à 8 fleurs de couleur jaunâtre bordées de rouge, et à pédoncule muni de poils blanchâtre. Les feuilles d'*Artemisia campestris* L. sont glabres de couleur verte foncée, les inférieurs bipinnatiséqués, les supérieures pinnatiséqués, les basales pétiolées et auriculées, les tiges sont ligneuses à la base striée (Quezel et Santa, 1962; Ozenda, 1983; David et Hervé, 1994).

1.3. POSITION SYSTEMATIQUE

Selon Caratini (1971), la plante *Artemisia campestris* L. est classée comme suit:

Règne: Plantae

Sous Règne: Tracheobionta

Embranchement: Spermatophyta

Sous Embranchement: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Sous Classe: Asteridae

Ordre: Asterales

Famille: Asteraceae

Sous Famille: Asteroideae

Tribu: Anthenideae

Sous Tribu: Artemisiinae

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Artemisia campestris* L.

Nom Français: Armoise champêtre, Armoise des champs ou Armoise rouge.

Nom Anglais: Field sagenort, Sagewort, Sowhernwood ou Wormwood.

Nom Vernaculaire: Dgouft, Alala ou Tedjok



Source :Boudjouref, 2011.

Planche 1. *Artemisia campestris* L.

1.4. ORIGINE ET DISTRIBUTION

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* sont des arbustes aromatiques, qui poussent de façon spontanée dans plusieurs régions de l'hémisphère nord de la terre, surtout dans les zones semi arides et le bassin méditerranéen, et s'étendent jusqu'à l'Himalaya (Vernin et *al.*, 1995), dans l'hémisphère sud elles sont trouvées en Afrique du sud, l'Australie et l'Amérique du sud, d'après Kyeong (2007), *Artemisia campestris* L. est originaire de l'Asie.

1.5. COMPOSITION CHIMIQUE

L'utilisation des solvants à polarité différente, suivie par des étapes de fractionnement et l'emploi de différentes techniques de chromatographie permettent d'extraire, séparer et identifier les différents composés présents dans les extraits des plantes.

De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins et les huiles essentielles (Joao et *al.*, 1998; Juteau et *al.*, 2002).

La composition chimique de l'huile essentielle varie selon le chimiotype considéré (Brunton, 1999), elle varie également selon les conditions géographiques et climatiques (température, altitude, précipitations, hauteur, direction du vent, ensoleillement, ... etc.) et selon la phase de développement de la plante (Jerkovic et *al.*, 2003).

1.6. UTILISATION TRADITIONNELLE

La plante *Artemisia campestris* L. est utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies. En usage local, *Artemisia campestris* L. est

utilisée pour traiter les troubles digestives, les ulcères et les douleurs menstruelles (Dob et al., 2005). Elle est également utilisée dans le traitement de diabète (Sefi et al., 2010).

La partie aérienne est utilisée dans le traitement de brûlures, de la diarrhée, les morsures de serpents, les piqûres de scorpions, l'eczéma, la gastroentérite, la dysenterie, le rhumatisme, elle est utilisée également pour traiter les infections urinaires, la fièvre et la toux (Ben Sassi et al., 2007).

Selon Saoudi et al. (2010) la consommation journalière d'une décoction préparée à partir des tiges et feuilles *Artemisia campestris* L. permet de réduire les symptômes digestifs.

1.7. ACTIVITES BIOLOGIQUES

En plus de leurs utilisations traditionnelles, *Artemisia campestris* L. possède de nombreuses propriétés biologiques, parmi lesquelles on cite les plus importantes.

1.7.1. Activité antioxydantes

La partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. possède des activités antioxydantes significatives. En effet cette plante est riche en composés doués d'activité antioxydante tels que, les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins. Ces différents constituants exercent ses actions antioxydantes en inhibant la production de l'anion superoxyde, l'hydroxyle, comme ils inhibent la peroxydation lipidique au niveau des microsomes (Bruneton, 1999).

De leur côté, Akrouit et al. (2011) ont étudié l'activité antioxydante de trois extraits de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. (huile essentielle, extrait aqueux, extrait éthanoïque 50%) en utilisant trois méthodes différentes: la méthode de DPPH, la technique de décoloration du β -carotène et la méthode d'ABTS (2,2 azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6- sulphonicacid). Ils ont trouvé que l'huile d' *Artemisia campestris* L possède une faible activité antioxydante, alors que les extraits aqueux et organique montrent une activité antioxydante importante en comparaison à celle de l'huile essentielle.

1.7.2. Activité antibactérienne

Artemisia campestris L. est une plante médicinale utilisée dans le traitement de nombreuses infections telles que les infections urinaire. Naili et al. (2010) ont testé l'activité antibactérienne de l'extrait méthanoïque des feuilles d'*Artemisia campestris* L, ils ont trouvé que l'activité de cet extrait a été plus efficace contre les bactéries gram positif (*Staphylococcus aureus*) que les bactéries gram négatif (*Escherichia coli*).

Ben Sassi et al. (2007) ont étudié l'activité antibactérienne de quatre extraits organiques (méthanol, acétate éthyle, acétone, chloroforme) de 23 plantes médicinales dont

Artemisia campestris L. contre 14 bactéries gram positif et gram négatif. Les résultats ont montré que l'extrait d'acétone est le seul qui montre une action inhibitrice contre trois types de bactéries: *S. epidermidis*, *S. saprophiticus* et *S. aureus*.

En outre *Artemisia campestris* L. possède des propriétés antifongiques, Kyeong et sescollaborateurs (2007) ont étudié l'effet antifongique de l'extrait aqueux des racines d'*Artemisia campestris* L. sur des champignons de mycorhize, les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux possède un potentiel antifongique.

Traditionnellement on utilise l'*Artemisia campestris* L. comme produit détergent, elle remplace l'eau de javel.

1.7.3. Effet insecticide

Une étude récente a été réalisée par Pavela (2009), où l'extrait méthanoïque de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. a été testé pour son activité répulsive contre les femelles adultes d'une espèce de moustique *Culex quinquefasciatus*. Cet extrait a montré un degré de répulsion très intéressant contre ces parasites vecteurs de plusieurs maladies comme la malaria.

1.7.4. Propriétés allopathiques

Les plantes du genre *Artemisia* possèdent des propriétés allopathiques par inhibition de la croissance et la germination de certaines plantes de l'entourage, Ces propriétés sont dues probablement à la présence d'acide phénolique, et d'autres composants polaires (Kyeong et *al.*, 2007).

1.7.5. Activité hypoglycémiante

Sefi et *al.* (2010) ont trouvé que l'extrait aqueux des feuilles d'*Artemisia campestris* L., diminue le taux de glucose dans le plasma des rats chez lesquels le diabète est induit par l'alloxane monohydrate, ils ont trouvé également que la diminution de la concentration de glucose s'accompagne d'une part d'une diminution des taux de triglycérides et des lipoprotéines de faibles densité (LDL), et d'autre part d'une augmentation du niveau de l'insuline, ce qui peut prévenir les complications du diabète.

1.7.6. Effets antipoison

Les extraits d'acétate d'éthyle, éthanol, méthanol et de dichlorométhane, des feuilles d'*Artemisia campestris* L. ont été testés pour ses capacités de neutralisation de venin de scorpion et de vipère, les résultats obtenus ont montré que l'extrait éthanoïque, inhibe l'activité de dégradation des globules rouges contre le venin du scorpion *Androctonus australisgarzonii*, des résultats similaires ont été obtenus pour

l'extrait de dichlorométhane pour la neutralisation de venin de la vipère *Macrovipera lebetina* (Memmi et *al.*, 2007).

2.1. HISTORIQUE

Depuis longtemps, les hommes avaient cherché le moyen de séparer les éléments huileux des produits aromatiques. Ils réussirent en soumettant la matière à l'action de la chaleur. Les substances aromatiques étaient transformées en vapeur; il suffisait de les recueillir et de les refroidir pour les obtenir sous forme liquide.

Ce procédé qui se faisait à feu nu, prit le nom de distillation. Il était certainement connu des Chinois et des Indiens depuis 20 siècles avant J.C. Les Egyptiens et les Arabes ont prévalu des caractéristiques médicinales et aromatiques des plantes: la conservation des momies, l'aromatisation des bains, la désinfection des plaies avec les onguents, les parfums et la fabrication des boissons aromatiques (Möller, 2008).

A l'apogée de leurs conquêtes en Afrique du Nord et en Espagne, les arabes le firent connaître aux Espagnols, lesquels à leur tour le propagèrent en Europe, à travers les possessions du Royaume d'Aragon, échelonnées tout le long des Côtes du Nord de la Méditerranée (Berthier, 1980; Möller, 2008).

2.2. QU'EST-CE QU'UNE HUILE ESSENTIELLE?

Bruneton (2009); in Boucheria (2014), définit les huiles essentielles (essences ou huiles volatiles) étaient des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus au moins modifiés au cours de la préparation. Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés. Deux seulement sont utilisables pour la préparation des essences officinales: celui par distillation dans la vapeur d'eau de plantes à essence ou de certains de leurs organes, et celui par expression.

Selon Belkhechi et Abdelouahid (2010), notent que chaque fois, après avoir écrasé un pétale de fleur, une feuille, une branchette ou une quelconque partie d'une plante, un parfum se dégage, cela signifie qu'une huile essentielle s'est libérée.

Appelées aussi essences, elles sont ce que les plantes produisent de plus précieux. Il s'agit de substances huileuses, volatiles et odorantes ayant la particularité par rapport aux graisses fixes, de ne pas tacher le papier d'une manière permanente, car cette dernière s'évapore sous l'effet de la chaleur (Padrini et Lucheroni, 2006).

Elles sont présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles (Citronnelle), les fleurs (bergamotier), les fruits (anis), l'écorce (cannelier), les racines (vétiver) et les graines (muscade). Elles sont composées de mélange de terpènes, d'alcool, d'aldéhydes, de cétones et d'esters. Leur extraction se fait soit à la vapeur soit par

distillation sèche, soit par un procédé mécanique. Elles sont aussi solubles dans les huiles et dans l'alcool mais pas dans l'eau (Padrini, 1998; Bruneton, 1999).

2.3. LES PRINCIPALES FAMILLES DES PLANTES AROMATIQUES

Selon Bachelot et *al.* (2005), parmi les principales familles des plantes aromatiques:

2.3.1. Les Abiétacées (anciennement appelées Pinacées)

Environ 200 espèces réparties en 10 genres, sont représentées par les conifères (les sapins, les cèdres, les mélèzes, les épicéas et les pins).

2.3.2. Les Cupressacées

Famille comprenant des arbres et arbrisseaux à feuilles écaillées en général. On y trouve les cyprès, les thuyas et les genévriers.

2.3.3. Les Lamiacées (anciennement appelées les Labiées)

C'est une importante famille de plantes dicotylédones avec environ 6000 espèces réparties en 9 sous familles elles même réparties en 210 genres (les lavandes, les menthes, le romarin...), cette famille est une grande source d'huiles essentielles.

2.3.4. Les Myrtacées

Cette famille est représentée par des arbres, des arbustes ou arbrisseaux. On trouve 3000 espèces réparties en 130 genres, en zones tempérées, subtropicales et tropicales (surtout en Australie et en Amérique). Dans cette famille on trouve de nombreux eucalyptus, des girofliers, et des myrtes.

2.3.5. Les Lauracées

Ce sont des arbres verts et sauvages, que l'on trouve surtout au Brésil. On trouve environ de 2000 à 2500 espèces. On y trouve les cannelles (de Chine), le laurier noble, le sassafras...etc.).

2.3.6. Les Rutacées

On y trouve 900 espèces réparties en 50 genres, qui sont en zones tropicales ou subtropicales. Ce sont des arbres, arbustes ou plus rarement des plantes herbacées, grands producteurs d'huiles essentielles (le citron, le citron vert, la mandarine).

2.3.7. Les Ericacées

Famille des plantes ligneuses, que l'on trouve en régions tempérées et tropicales. On trouve 3500 espèces. Ce sont des plantes très précieuses en thérapeutique (la gaulthérie, le lédon).

2.3.8. Les Astéracées (anciennement appelées Composées)

Ils forment la plus grande famille du règne végétal. On trouve plus de 20,000 espèces, surtout en zones sèches et arides (la camomille, l'estragon, et la santoline).

2.4. DOMAINES D'UTILISATION DES HUILES ESSENTIELLES

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs:

2.4.1. Désinfection de l'air

Les huiles essentielles sont composées d'un grand nombre de molécules volatiles, en diffusion dans l'atmosphère, ou diluées dans les produits de nettoyage. Elles désinfectent, désodorisent et parfument agréablement et naturellement l'air en éliminant 90% du pouvoir bactérien. Cette pratique est utile en particulier dans le milieu hospitalier, comme elle peut être utilisée également pour l'assainissement de l'atmosphère de la locale conservation du patrimoine bibliographique des musées et des archives (De Billerbeck, 2002), ou pour traiter la qualité de l'air dans les bâtiments (Pibiri & Seignier, 2001).

2.4.2. En agroalimentaire

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour préserver les aliments (Bekhechi, 2008). Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires, sont également connus pour posséder des activités antioxydantes et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires (Kim *et al.*, 1995).

Les huiles essentielles ont également des propriétés fongicides (Mahdevan, 1982) et très efficaces contre les moisissures responsables de la détérioration des denrées alimentaires lors de leur stockage (Mejholm et Dalgaard, 2002).

Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques ont également révélé des propriétés insecticides très intéressantes contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires (Tapondjou *et al.*, 2003; Kellouche, 2005).

2.4.3. En traitement des infections

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections, notamment les infections respiratoires (Buchbauer et Jirovetz, 1994).

2.5. ROLE PHYSIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu (Rai et *al.*, 2003).

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes, dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Belaiche, 1979).

Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (Capo et *al.*, 1990).

Certainement plusieurs effets apparent « utiles » ont été décrits: réduction de la compétition des autres espèces des plantes « allélopathie » par inhibition chimique de la germination des graines (Porter, 2001).

2.6. CONSERVATION DES HUILES ESSENTIELLES

L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicate (Bruneton, 1993). Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles:

- ✓ la température: obligation de stockage à basse température (entre 8 °C et 25 °C);
 - ✓ la lumière: stockée dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brun de préférence;
 - ✓ l'oxygène: les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche;
- il est possible de recourir à l'adjonction d'antioxydants;
- ✓ la durée de conservation admise est de 2 à 5 ans.

2.7. METHODES D'EXTRACTION

2.7.1. Enfleurage et macération

Cette technique, la plus ancienne, très coûteuse et peu employée aujourd'hui. On l'emploie pour des fleurs sensibles, ne supportant pas un chauffage trop élevé, comme par exemple la jasmin, la violette et la rose. Les fleurs sont mises à macérer dans des graisses ou des huiles et chauffées (bain-marie ou soleil) et étalées sur des châssis en bois pendant plusieurs jours. Une fois gorgés de parfume, les corps gras sont filtrés au travers de tissus de lin ou coton. Les huiles sont ensuite lavées à l'alcool pur, filtrées et évaporées (Mohammedi, 2006) (planche 2)



Source: site web, consulté le 24/4/2015 à 12:28

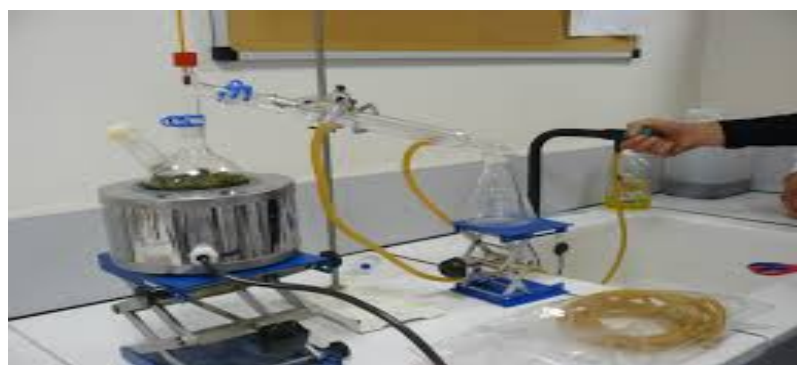
Planche 2. Schéma d'enfleurage.

2.7.2. Expression

C'est une technique simple où les écorces des agrumes sont pressées à froid pour extraire leurs huiles essentielles.

2.7.3. Distillation (Hydrodistillation)

La distillation est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles les extraits végétaux sont chauffés jusqu'à ébullition; l'huile essentielle s'évapore alors avec les vapeurs dégagés, puis est condensée (elle redevient liquide lorsqu'on la refroidit) et séparée de l'eau (planche 3).

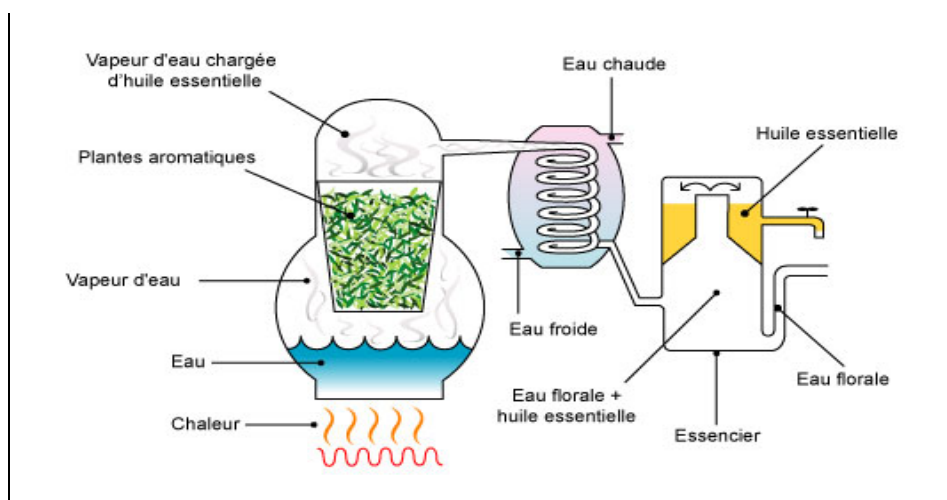


Source: site web, consulté le 24/4/2015 à 13:59

Planche 3. Montage d'hydrodistillation.

2.7.4. L'entraînement à la vapeur sèche

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse sur des composants de l'huile essentielle ou des réactions chimiques pouvant altérer les résultats, le procédé de l'entraînement à la vapeur sèche a été mis au point. La masse végétale repose sur une grille vers laquelle la vapeur sèche est pulsée. Les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent. Ces dernières sont alors vaporisées et condensées dans un serpentin réfrigéré. La récupération de l'huile essentielle est la même que dans le cas de hydrodistillation (figure1).

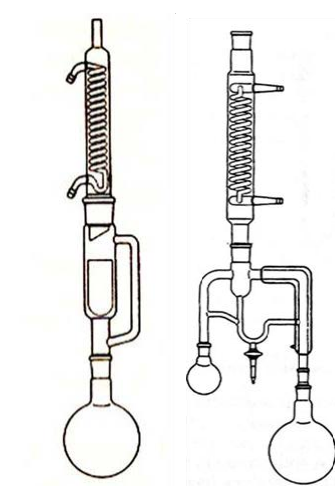


Source: site web, consulté le 19/4/2015 ;18 :10

Figure 1. Schéma d'appareil l'entraînement à la vapeur sèche.

2.7.5. L'extraction aux solvants volatils

Cette technique est elle aussi utilisée avec des fleurs ne supportant pas la chaleur, la distillation ne convient que pour les végétaux dont le rendement en huile essentielle est suffisamment important, les solvants très volatils par exemple l'éther, et l'hexane qui s'évaporent rapidement sont employées. Le solvant lave la matière première qui subira après décantation et concentration, une distillation partielle. Ce solvant volatil est alors séparé de la concrète par filtrage, puis glaçage de -12°C à -15°C . La précieuse substance ainsi obtenue est à nouveau filtrée et concentrée à faible pression.



Appareil de Soxhlet

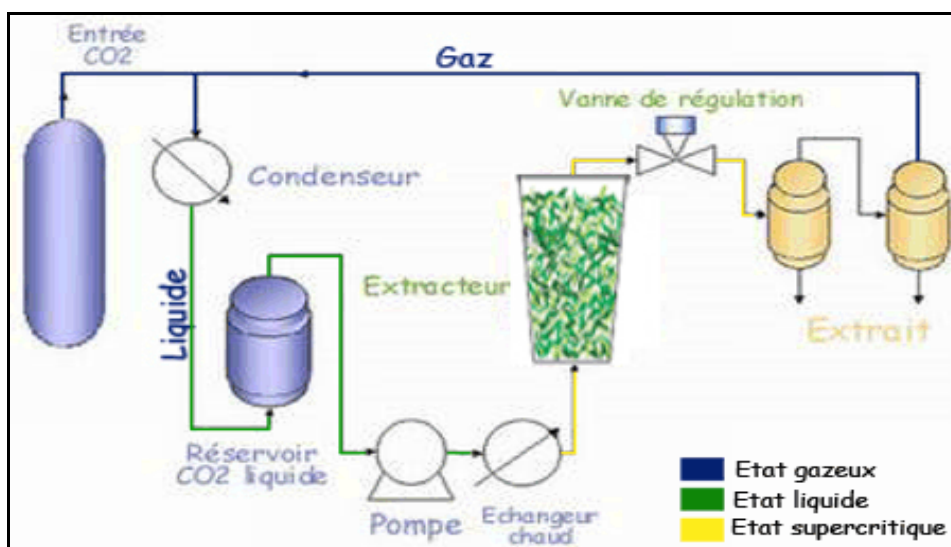
Appareil Lickens-Nickerson

Source: Abdrrahim, 2011

Figure 2. Montage d'extraction par solvant

2.7.6. L'extraction au CO₂ supercritique

Il s'agit du procédé le plus récent d'extraction à froid des matières premières végétales utilisant le gaz carbonique : le CO₂. Sous pression et à température supérieure à 31 °C, le gaz carbonique se trouve dans un état « supercritique », la matière végétale est chargée dans l'extracteur puis le CO₂ est introduit sous pression y étant réduite, le CO₂ reprend sa forme gazeuse et est complètement éliminé. L'extract végétal est isolé, les matières première ainsi obtenues sont proche du produit naturel d'origine sans trace résiduelle de solvant (figure 3).



Source: Site web consulté le 19.4.2015 à 18:13

Figure 3. Schéma de l'appareil l'extraction au CO₂ supercritique

2.7.7. Extraction par micro-onde

Cette technique d'extraction a été développée au cours des dernières décennies à des fins analytiques (Wang et *al.*, 2006). Le procédé consiste à irradier par micro-ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les microondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes entrecoupées par des étapes de refroidissement (planche 4).



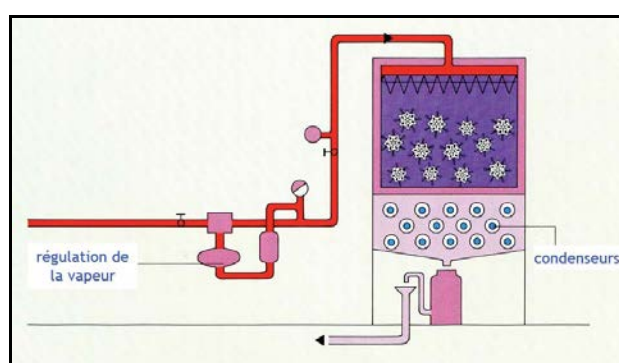
Source: Abdrrahime, 2011.

Planche 4. Montage d'extraction assistée par micro-onde

L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et d'obtenir un bon rendement d'extraît.

2.7.8. Hydrodiffusion

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur (figure 4). Cette technique relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (Abdrrahim, 2011).



Source: Bousbia, 2010.

Figure 4. Montage d'hydrodiffusion.

2.7.9. L'expression à froid

Le procédé d'extraction par expression à froid est assurément le plus simple mais aussi le plus limité. Il est réservé à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés ou encore d'agrumes qui ont une très grande importance pour l'industrie des

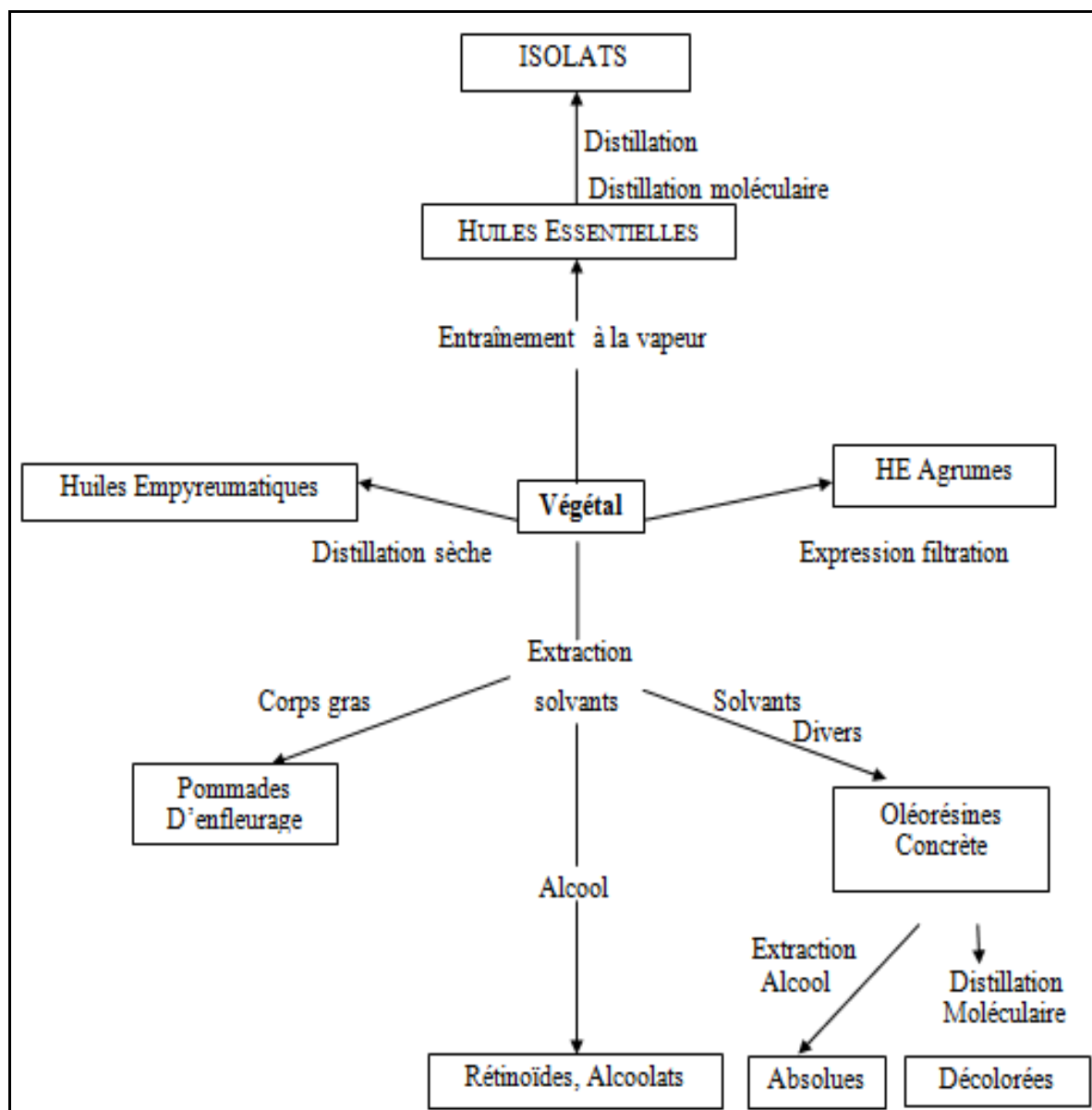
parfums et des cosmétiques. Cependant ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. L'essence libérée est recueillie par un courant d'eau et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle (Boutamani, 2013).

2.8. TOXICITE DES HUILES ESSENTIELLES

Les huiles des plantes aromatiques sont des médicaments à très fortes concentrations en principes actifs. Elles n'ont pas tout à fait les mêmes indications que les plantes dont elles issues.

Pour cela elles doivent être prises avec précaution sans jamais dépasser la dose prescrit. Penoel (1999) préconisé cinq gouttes jusqu'à trois fois par jours. De plus une dilution dans d'autres huiles appelée base tel que l'huile d'amande douce est nécessaire pour diminuer la concentration des principes actifs et éviter ainsi tout trouble dermatologique ou physiologique (Gaucher et Lusson, 2001 ; Gacem. et *al.*, 2007)

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue tandis que la toxicité aigue et très fréquente. Cette dernière est liée à une ingestion massive, en particulier la neurotoxicité des huiles essentielles à thuyone (thuya, tanaïsie ou sauge officinale) ou à pinocamphone. Ces cétones induisent des crises épileptiformes, des troubles physiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation (Bruneton, 1993).



Source : Peyron, 1992

Figure 5. Principales opérations industrielles d'extraction.

2.9. SITUATION ECONOMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES

La production d'huiles essentielles à partir des plantes sauvage ou des plantes cultivées est possible presque partout, sauf dans les pays les plus froids du monde et les régions couvertes de neige en permanence. Le nombre global des espèces végétales est de l'ordre de 300 000. Environ 10% d'entre elles contiennent des huiles essentielles et pourraient être utilisées comme bases pour leur production. Tous les continents possèdent leurs propres flores caractéristiques. Parfois, ces plantes peuvent être limitées à une zone géographique particulière, comme *Santalum album* en Inde et au Timor en Indonésie, *Pinus mugo* dans les Alpes européennes. Pour de nombreux pays, principalement en Afrique et en Asie, la

production d'huile essentielle est leur principale source d'exportation. Pour l'Indonésie, le Sri Lanka, le Vietnam, et même l'Inde, les chiffres d'exportation d'huile essentielle sont très élevés (Lawrance, 2009).

3.1. GENERALITES

Les Bruchidae sont des insectes extrêmement spécialisés (Johnson ,1981; in Mezani, 2011).D'après la classification moderne de Lecointre et Le Guyorder (2011);les bruches appartiennent à la famille Chrysomelidae (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae).On trouve des membres de la famille des Bruchidae sur tous les continents (hormis l'Antarctique) et en particulier dans les régions chaudes du globe, ou l'on observe la plus grande diversité spécifique (Kergoat,2004).Les bruches ne représentent qu'une minorité des 135000 espèces de coléoptèrephytophages (Kingsolver,2004).

D'après Southgate (1979) et Johnson (1981) in Mezani Samir (2011), il existe 33 familles végétales, qui peuvent servir de plantes hôtes aux Bruchidae, 84% d'entre elles sont des légumineuses. Selon Kergoat (2004), les bruches sont des coléoptères de petite taille (4mm en moyenne, mais certaines espèces peuvent atteindre 25mm), au corps généralement trapu et de couleurs ternes (à dominante brunâtre), les adultes femelles pondent leurs œufs sur les gousses ou les grains de leurs plantes hôtes, alors que les larves de ces insectes sont séminivores et se développent principalement dans des graines de Fabaceae (Johnson, 1981). Elles sont type « *rhynchophorien* », recourbées, grasses, blanches, apodes ou pourvues d'ébauches de pattes spiciformes glabres avec une tête sclérifiée. Elles subissent 04 à 06 mues au cours de leur évolution (Hoffmann et al., 1962). Les Bruchinae or Bruchidae (selon les différents auteurs) comprennent deux groupes (Delobel et Tran, 1993), les bruches des champs que se développent dans les graines encore vertes et les bruches des entrepôts que se développent dans les graines sèches.

C'est pour cela, elles doivent être considérées comme des insectes les plus nuisibles aux légumineuses potagères et fourragères, dont elles détruisent les graines. Elles s'attaquent aussi d'autres végétaux sur lesquels, leurs dégâts sont très secondaires. Les bruches du pois, du haricot, de la lentille, du pois chiche et de la fève,.....etc., constituent un véritable fléau, à cause de ça notre étude basé sur l'une de ces espèces c'est la bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus*.

3.2. LA BRUCHE DE POIS CHICHE *Callosobruchus maculatus*

L'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775. Sa position systématique a été précisée par Bridwell en 1929 puis par Southgate en 1979. *C. maculatus* appartient à la famille des Bruchidae, à la sous famille de Bruchinae et au genre *Callosobruchus*. La sous famille des Bruchinae n'est pas d'ailleurs connu que sur les

légumineuses (Southgate, 1979). La Bruche du niébé, *C. maculatus*, communément appelée bruche à 4 tache ou bruche maculée, comprend d'autres synonymes: *Bruchusquadri maculatus*; *Bruchidius maculatus*; *B. ormatatus*; *B.ambigus*; *B.simatus*. Les anglo-saxons l'appellent Cowpea weevil.

3.2.1. Position systématique

Embranchement: Arthropodes

Sous-Embranchement: Mandibulate ou Antennate

Classe: Insecte

Super-Ordre: Coleoptere

Ordre: Coleoptera

Famille: Bruchidae

Genre: *Callosobruchus*

Espèce: *Callosobruchus maculatus* Selon Beaumonte et Cassier (1973).

3.2.2. Origine et répartition géographique

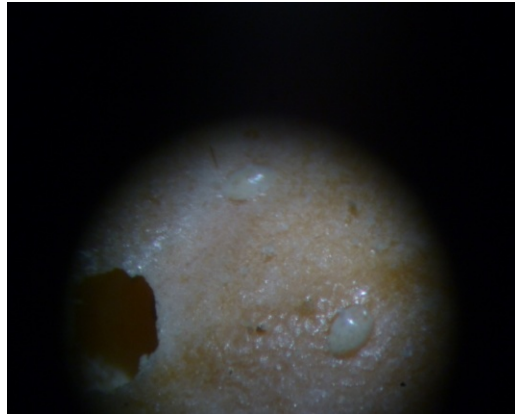
D'après Balachowsky (1962), l'espèce *Callosobruchus maculatus* est d'origine inconnue, elle a une grande affinité tropicale et subtropicale, tandis que Southgate (1978), signale que la bruche est originaire d'Asie et d'Afrique, elle est inféodée à tous les pays tropicaux et subtropicaux.

3.2.3. Biologie de *C. maculatus*

C. maculatus F., accomplit son cycle à l'intérieur de la graine; de l'œuf jusqu'au stade adulte (Southgate, 1978).

3.2.3.1. L'œufs

Ils possèdent une forme ovoïde, de couleur translucide après la ponte puis deviennent blanc laiteux après l'éclosion. Ils mesurent de 0,4 à 0,7 mm de long sur 0,3 à 0,4 mm de large (Balachowsky, 1962), voir la planche 5.



(Original, 2015)

Planche 5. Œuf éclos de *C. maculatus*.

3.2.3.2. Larve

Selon Balachowsky, la forme larvaire passe par quatre stades (planche 6):

- La larve du premier stade dite néonate et est de type chrysomèles avec des pattes courtes et robustes.
- Celle du deuxième stade est apode et est de type Rhynchophorien.
- Celle de 3^{ème} stade atteint une longueur de 4mm.
- La larve de 4^{ème} stade est caractérisée par un corps charnu.

La larve vit dans la graine et s'y nourrit durant 3 à 4 semaines (Ababsia, 2005).



Source: Amari (2014.)

Planche 6. Larves de *C. maculatus* de différents stades de développement.

3.2.3.3. Nymphose

Elle a lieu dans la graine même ou bien à proximité du tégument. Elle dure environ 6 jours (Balachowsky, 1962; Mouri, 1998).

3.2.3.4. Adulte

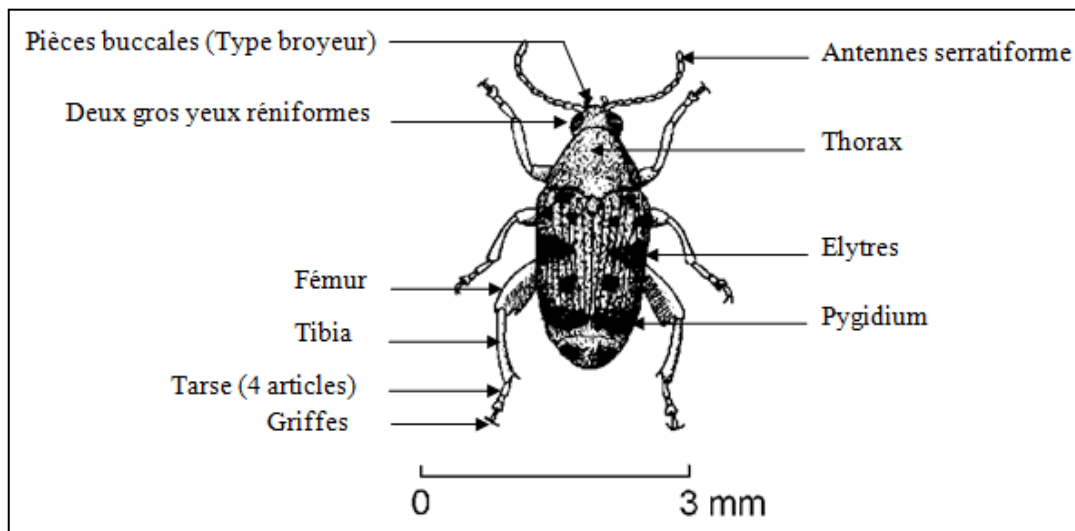
L'adulte mesure en moyenne 2,8 à 3,5 mm, son corps est de coloration foncière rougeâtre, la tête est noire, les antennes et le pronotum sont de couleur clair ou brun. Les

mâles ont des antennes noires avec les 4 premiers articles roux, chez les femelles sont entièrement rouges ; les adultes ne s'alimentent pas, ils vivent des réserves accumulées pendant le développement larvaire (Balachowsky, 1962) (planche 6).

Cette espèce possède deux formes (figure 6).

1- la forme non voilière ou normale est caractérisée par un pygidium pigmenté chez la femelle et peu tacheté chez le mâle. Les individus ayant cette forme ont un muscle alaire atrophié et par conséquent, ils sont incapables de voler (Ouédraogo, 1991). Une longévité faible (6-8 jours à 30°C) (Delobel&Tran, 1993). Les adultes de cette forme sont toujours reproducteurs.

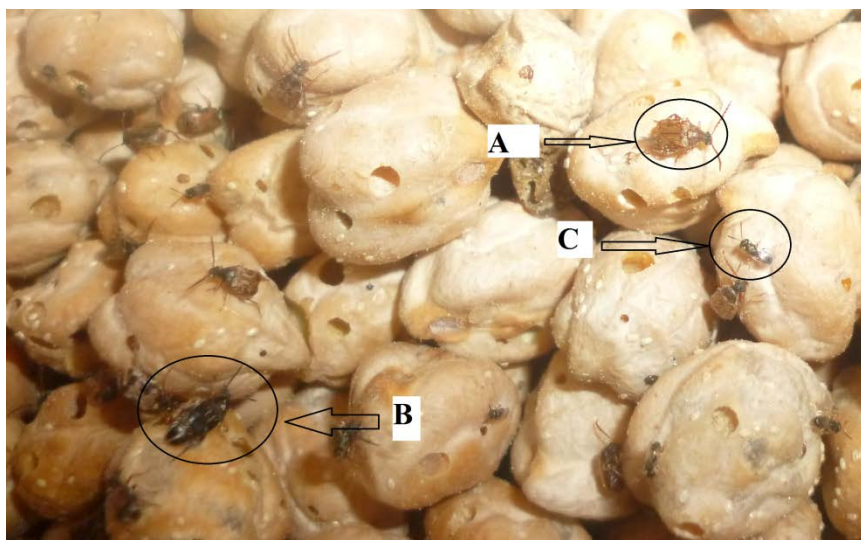
2- La forme voilière ou active a un pygidium clair chez la femelle et les élytres sont tachetés chez le mâle. Les individus de cette forme sont caractérisés par une faible fécondité; leur descendance est constituée des individus non voiliers (Glitho *et al.*, 1988). La longévité est d'environ un mois à 30°C (Delobel & Tran, 1993). La teneur en eau des graines, la température, l'humidité relative influencent l'apparition de cette forme en élevage de masse. L'apparition des voiliers est précédée par l'augmentation du nombre de larves par graine dont l'activité entraîne l'élévation de la température et de la teneur en eau des graines (Tchokossi, 1995 *In* Djossou, 2006).



Source: A

iboud (2012)

Figure 6. Adulte de la bruche du niébé, *C. maculatus* (F)



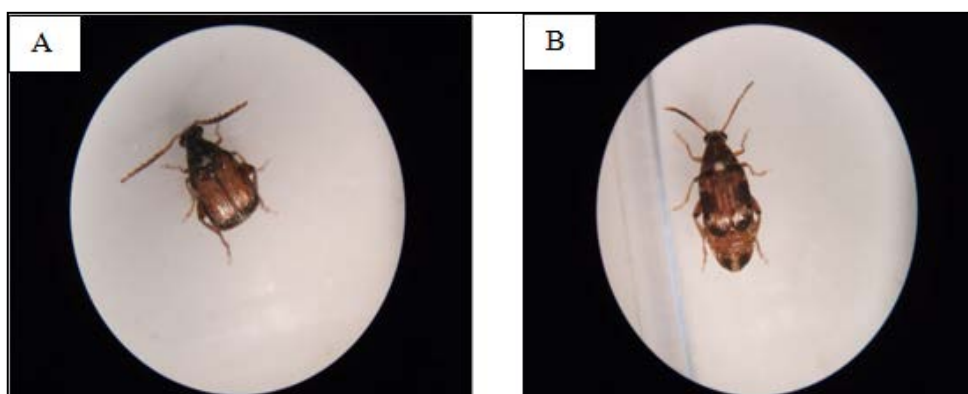
(Original, 2015)

Planche 7. Les deux forme de *C. maculatus* F. Male forme volière (A) ; femelle forme non volière (B) ; faune associes (Hyménoptère) (C).

3.2.3.5. Dimorphisme sexuel

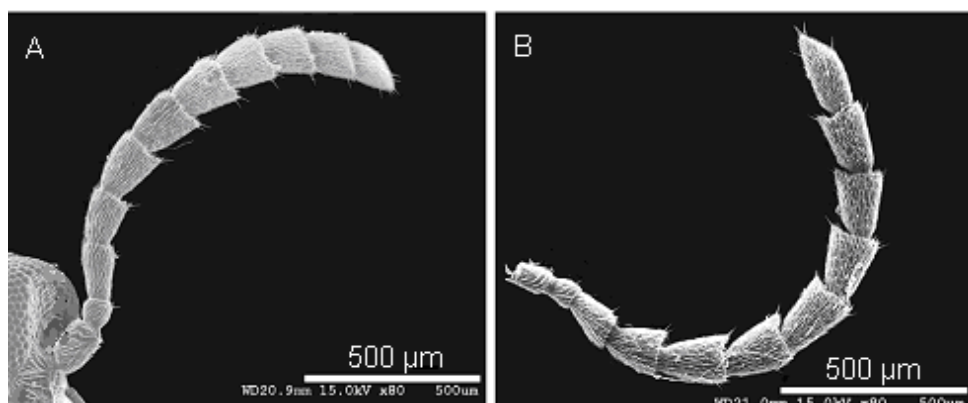
La distinction entre les deux sexes fait par l'observation de l'aspect générale, le plus caractéristique est la coloration du pygidium, ce dernier est élargi et de couleur sombre sur les deux faces pour les femelle, petit et manque de rayures chez les mâles. Les femelles sont taille plus grande et de couleur plus foncée, contrairement aux mâles qui sont de couleur brun clair (Beck et *al.*, 2007) (planche 8 et planche 9).

Les antennes sont noires avec les 4 premiers articles roux. Chez les mâles, elles sont plus élargies à partir de 7^e article, mais certaine femelles ont les antennes entièrement rouges. L'espèce est ailée, bien qu'il existe des formes brachyptères ou aptères (Mallamaire, 1962).



Source: Amari (2014)

Planche 8. Adultes (A) male et (B) femelle de *C. maculatus*



Source: Fei et al. (2009)

Planche 9. Morphologie des antennes de *C. maculatus* (A) antenne d'une femelle et (B) antenne d'un mâle (observation au microscope électronique à balayage (G x80).

3.2.3.6. Cycle de développement

Quand les imagos sont de forme volière aucun accouplement n'est observé jusqu'à 4 à 5 jours après émergence. Dans le cas où les imagos sont de forme non volière, l'accouplement se fait dans les minutes qui suivent l'émergence (Benbachir, 2013).

L'accouplement et la ponte sont des phénomènes biologiques qui peuvent se succéder dans les deux heurs qui suivent l'émergence ou au plus tard dans les 24 heures (Multon, 1982; Khalfi, 1983). Ils se reproduisent de jour comme de nuit et la copulation est suivie rapidement par la ponte (Lepesme, 1944; Balachowsky, 1962). Un mâle peut s'accoupler en moyenne de 25 à 73 femelles.

La ponte est activée par un chimiotactisme particulier (présent dans les téguments des graines), notamment par les surfaces lisses (Balachowsky, 1962). Chez la forme active (volière), la ponte est de 75 à 100 œufs par femelle (Lepesme, 1944), alors que Delopel et Tran (1993) l'estiment entre 60 à 90 œufs par femelle et elle n'est que de 10 à 16 œufs chez la forme non volière lorsque la température est de 30 °C et l'hygrométrie de 70%.

La période de ponte dure au maximum 13 jours à température élevée et 36 jours à basse température. La ponte maximale est obtenue à une température de 30 °C et à une hygrométrie de 90% (Lepesme, 1994).

L'éclosion se manifeste de 3 à 4 jours après la ponte dans les conditions les plus favorables.

Après l'éclosion, la larve néonatal pénètre à l'endroit de la fixation de l'œuf et sous la coque ovulaire. Une fois à l'intérieur de la graine, la larve effectue sa première mue, suivie de trois autres, pour donner naissance à une nymphe. Après la mue nymphal, l'imago y reste quelques jours avant de percer un opercule pour sortir à l'extérieur parfaitement adulte.

(Balachowsky, 1962). Selon Lepesme (1994), le cycle s'effectue en 20 jours avec 5 à 6 générations annuelles si les conditions sont favorables.

3.2.3.7. Comportement

C. maculatus F. est une espèce polyvoltine (plusieurs générations par année peuvent se succéder). Elle contamine d'abord les graines dans les champs (c'est la forme volière) et poursuit son évolution dans les stocks (c'est la forme non volière) (Lepesme, 1944). Elle est oligophage (elle se nourrit spécifiquement de l'espèce végétale qu'elle colonise), qui ne s'alimente que pendant sa vie larvaire pendant laquelle elle constitue ses réserves et consacre son stade d'adulte uniquement à la reproduction (Decelle, 1981; Delobel et Tran, 1993; Masiac, 2003).

3.2.3.8. Longévité

La longévité des mâles est plus courte que celle des femelles et l'accouplement n'a aucun effet sur la longévité de l'insecte. La durée moyenne de vie des adultes après émergence est de 6 à 8 jours dans les stocks. Les bruches de forme active peuvent, par contre, vivre en moyenne 40 à 50 jours (Balachowsky, 1962).

Selon Lepesme (1944), la longévité moyenne est de 26 jours à 15°C, 10 jours à 27°C, 7 jours à 34°C, 2 jours à 44°C. Il rajoute qu'une faible humidité allonge le cycle de *C. maculatus* tout en raccourcissant sa durée de vie.

Tableau 01 : Durée (en jours) des différents états et stades larvaires (Kellouche, 2005)

Etats et stades larvaires	Durée (jours)
Embryogenèse	7±1
Larve du 1 ^{ère} stade	2±1
Larve du 2 ^{ème} stade	2±1
Larve du 3 ^{ème} stade	6±1
Larve du 4 ^{ème} stade	5±1
Nymphose	6±1
Durée totale (jours)	28±3

3.4. DEGATS ET PERTES CAUSEES PAR *C. maculatus*

C. maculatus est un ravageur qui commet ses dégâts en plein champs et dans les stocks, provoquant ainsi des pertes importantes aussi bien quantitatives que qualitatives.

Les pertes quantitatives sont dues exclusivement aux larves qui s'alimentent des graines (Kellouche, 2005), la perte des poids peut aller de 80% à 100% (Ketoh et Glitho, 2006).

Quant aux pertes qualitatives elles se traduisent par une diminution de la thiamine, une dénaturation des protéines, et une augmentation de l'acidité des graisses des graines (Southgate, 1978).

Selon Lienard et Seck (1994) les bruches causent chaque année des pertes qui peuvent aller jusqu'à 100% des stocks dans certaines régions d'Afrique. Caswel (1961) a montré que 1% d'infestation au champ engendre des pertes de 80% après quelques mois de stockage (planche 9).



(Original, 2015.)

Planche 10. Dégâts causés par *C. maculatus* sur le pois chiche.

3.5. TECHNIQUE DE PROTECTION

3.5.1. Lutte préventive

Elle doit être envisagée du début de la culture jusqu'à l'entreposage des graines, elle vise à réduire et empêcher les infestations des gousses aux champs et les graines dans les stocks, elle inclut:

- Le choix de variétés résistantes (Pierrot, 1982).
- Le respect des rotations des cultures qui réduisent l'infestation (Simon et *al.*, 1994), le sarclage des mauvaises herbes aux alentours des plantations, les jachères, les bicultures, ou plusieurs associations de plantes, ...etc.
- La séparation des graines saines de celles endommagées avant le stockage, pour réduire les risques de pertes lors de la conservation (Appert, 1992).

3.5.2. Lutte physique

Elle vise la sensibilité des ravageurs vis-à-vis de la température, des radiations et gaz inertes.

3.5.2.1. Température

Selon Gwinner et *al.* (1996), l'optimum de développement des insectes ravageurs des denrées stockées s'échelonne généralement entre 25 et 35°C, en dehors de cet intervalle leur reproduction s'arrête, tandis qu'à moins de 5°C et à plus de 45°C la plus part des individus meurent (Lee et *al.*, 1993; Shahein, 1991). Les graines peuvent être conservées

pendant trois mois à une température de 5°C (Singh et *al.*, 1985; Docum, 1987; Shahein, 1991; Lee et *al.*, 1993, Favreau, 1988).

3.5.2.2. Radiations ionisantes

Les mâles sont plus sensibles aux radiations gamma que les femelles, la dose létale dépend de l'insecte et la période du traitement (Ahmed, 1992).

La désinsectisation par les rayons gamma, à hautes doses provoque la mort de tous stades de développement de l'insecte (Diop et *al.*, 1997), par contre son exposition à des doses faibles entraîne sa stérilité (Dongret et *al.*, 1997).

3.5.2.3. Radiations non ionisantes

Tels que les infrarouges et les radiofréquences qui permettent de chauffer les produits infestés à une température létale pour tous les insectes qui s'y trouvent quelle que soit l'espèce ou le stade de développement (Singh et *al.*, 1988; Zegga et Terchi, 2001).

3.5.2.4. Gazes inertes

L'utilisation du dioxyde de carbone ou de nitrogène à une concentration supérieur à 60% de l'atmosphère régnant à l'intérieur des stocks, est très efficace pour éliminer la plupart des ravageurs des grains (While et Jayas, 1996).

3.5.3. Lutte chimique

Elle comprend les fumigeant, les insecticides de contact et la lutte biotechnique.

3.5.3.1. Fumigeant

Ce sont des insecticides gazeux, qui agissant par inhalation. Ces produits ont la faculté de pénétrer à l'intérieur du grain et de détruire tous les stades de développement des insectes (Cruz et Troude, 1988).

3.5.3.2. Insecticides de contact

Sous forme de poudrage ou en pulvérisation.

3.5.4. Lutte biotechnique (lutte par confusion sexuelle).

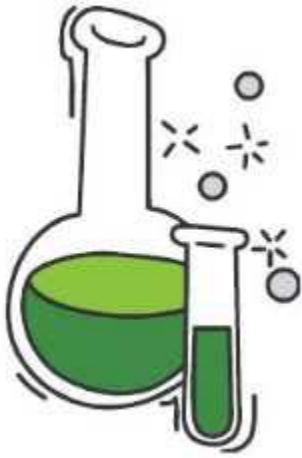
Cette technique consiste à multiplier le nombre de points d'émission du bouquet de phéromones sexuelles de telle sorte que les mâles attirés soient dans l'incapacité d'identifier et localiser la femelle de la même espèce (Fargo et *al.*, 1994), cela engendre une diminution du taux de la copulation et par conséquent le déclin de la génération suivante.

3.5.5. Lutte biologique

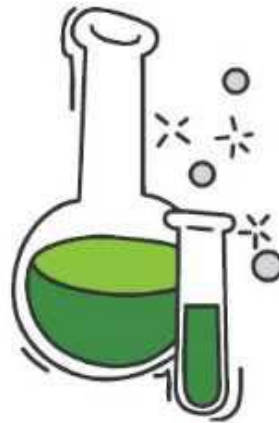
Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales, des huiles végétales, huiles essentielles issue du phénomène de la phytothérapie.

De nombreux parasites et prédateurs de *C.maculatus* ont été identifiés tels que les hyménoptères parasitoïdes qui développent dans les greniers au détriment des œufs des larves et des nymphes de bruches, les plus efficaces sont *Dinarmus basalis* (Hyménoptère; Pteromalidae) et *Eupelmus vuilleti* (Hyménoptère; Eupelmidae) (Sanon et al.,1999).

Deuxième partie : Etude expérimentale



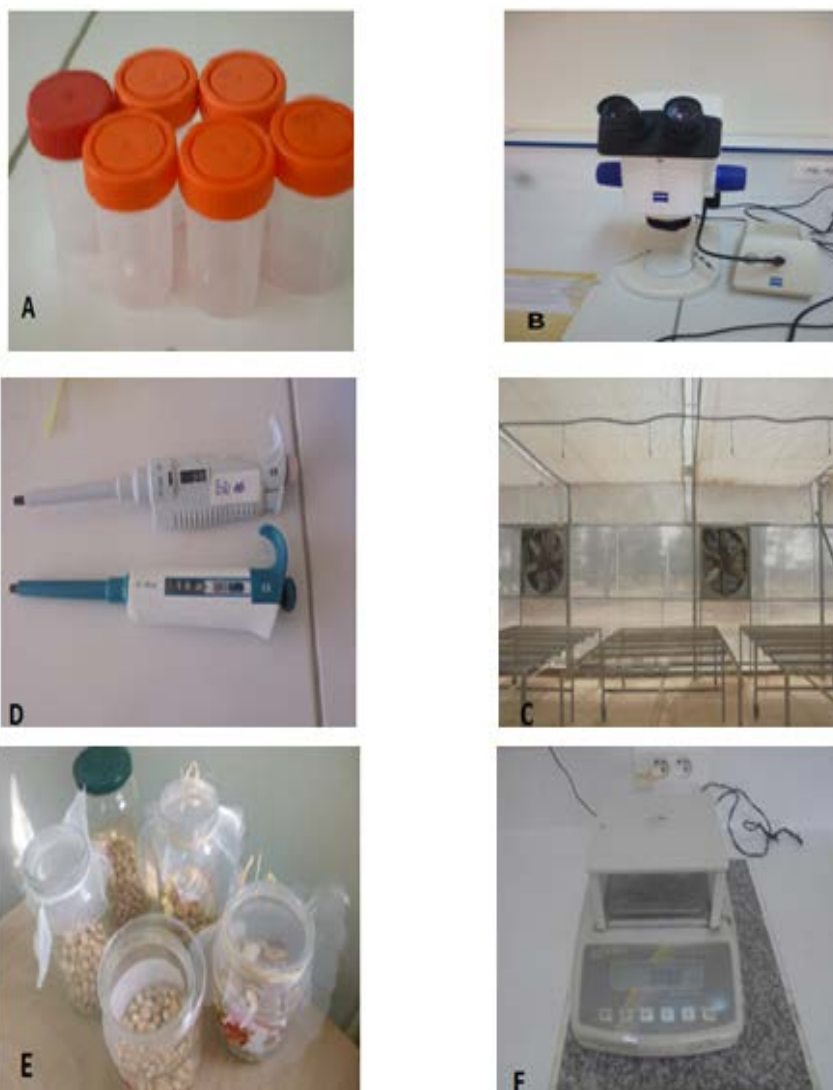
Laboratoire: Même quand on ne trouve rien, on renifle l'odeur de la vérité qui se cache.



4.1. MATERIEL

4.1.1. Matériel de laboratoire

Plusieurs outils pour aborder notre travail expérimental. Nous disposons d'une serre multichappelle équipée d'un thermomètre et d'un humidificateur, réglée en vue d'avoir les conditions les plus propices afin d'assurer un développement rapide de la bruche de pois chiche étudiée à savoir une température de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5 \%$. Des bocaux en verre de 5 cm de diamètre et de 10 cm de hauteurs et ceux en plastiques pour assurer l'élevage de masse des bruches. Une balance à une précision de 10^{-3} afin de peser les graines de pois chiche utilisées. Des boîtes de Pétri en plastique dans le but d'effectuer les différentes concentrations d'huile essentielle. Une loupe binoculaire en vue de distinguer le sexe male/femelle de la bruche.



(Original, 2015)

Planche 11. Matériel de laboratoire: (A) bocaux en plastique, (B) loupe binoculaire, (C) Serre multichappelle (D) micropipette (E) bocaux en verre (F) une balance de précision.

Les autres accessoires sont l'acétone, un tamis, un pinceau, des flacons, un entonnoir. La planche 11 présente l'essentiel du matériel utilisé.

4.1.2. Matériel biologique

4.1.2.1. Bruches et graines de pois chiche

L'espèce de *Cullosbruchus maculatus* utilisée provient de graines infestées de pois chiche achetées auprès des commerçants du marché local (herboristes) de la ville d'Ouled Djellale (wilaya de Biskra). Une quantité des graines saines de pois chiche suffisante semble nécessaire.

4.1.2.2. Matériel végétal

Dans notre étude une seule plante aromatique est utilisée, elle appartient à l'espèce *Artemisia campestris* L. Cette espèce est obtenue auprès du marché local (herboristes) de la ville de Laghouat. L'huile essentielle extrait de feuilles de cette plante est exploitée dans la lutte contre la bruche de pois chiche.

4.2. Méthodes

4.2.1. Elevage de masse dans une Serre Multichappelle

L'élevage de masse est une étape qui consiste à mettre en association les bruches (males et femelles) avec des graines de pois chiches saines et non traitées par les insecticides, dans des bocaux en verre afin d'avoir un effectif suffisant des adultes de *Cullosbruchus maculatus*. Chaque bocal qui contient 250 g de graines de pois chiche a été gardé dans l'obscurité, la température et l'humidité ont été maintenues (voir planche 12).



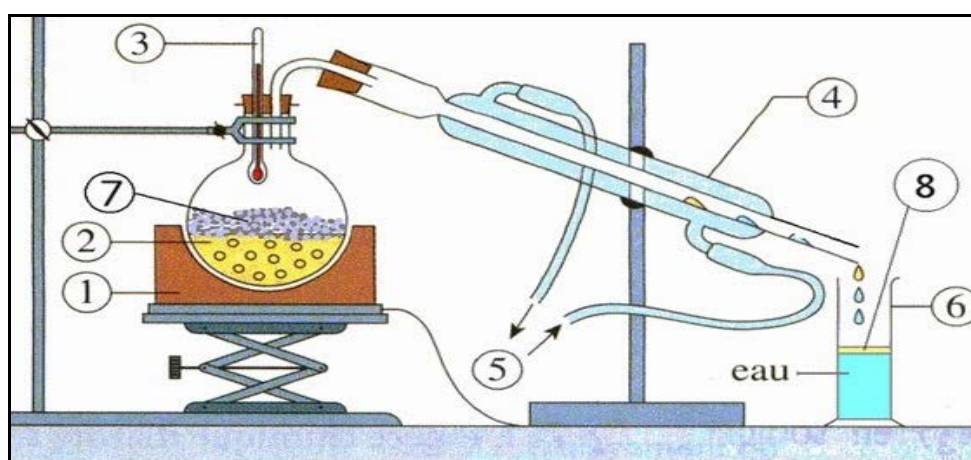
(Original, 2015).

Planche 12. Elevage de masse de *Cullosbruchus maculatus*

4.2.2. Méthode d'extraction de l'huile essentielle

La plante qui fait l'objet de notre étude est *Artemisia campestris* L. connue par le nom de Dgouft (chapitre I), dont on a utilisé les feuilles. Après la récolte et le nettoyage des échantillons, les feuilles sont séchées à l'ombre et à l'abri de l'humidité, puis stockés soigneusement.

Une hydrodistillation (figure 7) est assurée grâce à un appareil de type Clevenger, où 200 g de matière végétale (*Artemisia campestris* L) sont introduites avec 1 L d'eau dans un ballon de 2 L. Après installation et fermeture du montage, la mise en marche de la chauffe ballon est effectuée avec un réglage optimum du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction à une vitesse constante et bien maîtrisée. La vapeur chargée d'huile essentielle arrive dans le condenseur. La durée totale de l'extraction est estimée à 3 h (jusqu'à ce qu'on obtienne plus d'HE). L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation. Conservée dans des vials de couleur brune, hermétiquement fermés et stockés dans un endroit frais (4°C) à l'abri de la lumière.



Spurce: site web. ilephysique.net/forum-sujet-225101.html

Figure 7. Montage d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation: (1) Chauffe ballon; (2) Eau distiller; (3) Thermomètre; (4) Réfrigérant; (5) Entrée d'eau de refroidissement; Sortie d'eau de refroidissement; (6) Tube à essai; (7) matière végétale; (8) huile essentielle.

4.2.3. Etude de l'activité de l'huile essentielle

4.2.3.1. Dose et traitement

Pour chaque essai, 1ml d'une solution d'acétone contenant chacune des huiles essentielles à 0,25 , 5, 10, 20, 30, 40, 50 µl/ml d'acétone est ajouté à 7g de graines contenus dans un flacon en plastique, puis l'ensemble est convenablement mélangé. Toutes les boites sont infestées par 8 couples d'insectes à tester âgés de 24h. Les essais sont répétés 2 fois pour chaque dose et les témoins (les grains de pois chiche traités avec l'acétone uniquement).

Les comptages des bruches mortes sont réalisés 24h, les mortalités observées sont exprimées après correction par l'expression mathématique:

$$Tm_c = Tm/Tt * 100$$

Tm_c : Taux mortalité corrigée en %.

Tm : Taux mortalité observé dans l'essai.

Tt : nombre individus totale.



Planche 13. Teste d'efficacité d'huile essentielle

4.2.3.2. La détermination de la DL₅₀

L'efficacité de l'huile essentielle est déterminée par le tracé de la droite de régression. Les pourcentages de mortalité corrigée sont transformés en probité, elles sont représentées graphiquement en fonction de logarithme népérien des doses afin de déterminer la dose létale (DL₅₀).

4.2.4. Analyse statistique

Les résultats sont soumis aux testes de l'analyse de la variance à deux critères de classification, utile pour l'étude de l'action de deux facteurs (Dagnelie, 1975).

Nous avons utilisé ce type d'analyse pour tester l'effet de dose de l'huile essentielle extraites de plante aromatique (*Artemisia campestris* L), sur le taux de mortalités des bruches (*Cullosbruchus maculatus*).

L'étude statistique est réalisée sur le logiciel Microsoft Office Excel.

4.2.5. Identification de la faune associée

L'identification de l'espèce trouvée associée avec la bruche de pois chiche a été effectuée au niveau de laboratoire à l'aide d'un clé d'identification (nom de la clé), et sous loupe binoculaire et microscope électronique. Les échantillons sont triés de façon à les conserver dans l'éthanol à 70%, puis et à l'aide d'une pipette souple on les dépose sur une lame et identifiées sous loupe binoculaire selon M. Sahraoui (2015) ou on basant sur les critères cités en annexe.

Chapitre 5

Résultats et discussion

5.1. Résultats

5.1.1. Effet d'insecticide de l'huile essentielle de l'espèce *Artemisia campestris* L.

5.1.1.1. Essais de la toxicité

Les mortalités corrigées et les probits induits par l'huile essentielle de l'espèce *Artemisia campestris* sur les adultes de la bruche du pois chiche *C. maculatus* pour les huit doses utilisées et les quatre temps d'observation sont figurés dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Mortalité corrigée des insectes traités avec l'huile essentielle des feuilles *Artemisia campestris* contre *Callosobruchus maculatus*

Doses	T1	0,25 µl	0,5 µl	5 µl	10 µl	20 µl	30 µl	40 µl	50 µl
24h	18,8	0,0	20	20	60	87,5	100	100	93,8
48h	12,5	12,5	25	25	62,5	93,8	100	100	93,8
72h	18,8	25	37,5	37,5	75,0	100	100	100	93,8
96h	25	31,3	43,8	50,0	81	100	100	100	93,8

Tableau 3 : les probits de mortalité corrigée des insectes traités avec l'huile essentielle des feuilles *Artemisia campestris* contre *Callosobruchus maculatus*

Log _{doses}	-0,60	-0,30	0,70	1,00	1,30	1,48	1,60	1,70
24h		4,1584	4,1584	5,2533	6,1503	8,7190	8,7190	6,5382
48h	3,8497	4,3255	4,3255	5,3186	6,5382	8,7190	8,7190	6,5382
72h	4,3255	4,6814	4,6814	5,6745	8,7190	8,7190	8,7190	6,5382
96h	4,5126	4,8440	5,0000	5,8816	8,7190	8,7190	8,7190	6,5382

La mortalité corrigée engendrée par la $D_1 = 0,25 \mu\text{l}$ d'*Artemisia campestris* est de 0% au bout de 24 heures elle s'échelonne dans le temps pour atteindre 31,3% après 96 heures.

Pour la $D_2 = 0,5 \mu\text{l}$ et la $D_3 = 5 \mu\text{l}$ enregistrent des taux de mortalité de 20% après 24 heures pour atteindre 43,8 et 50% après 96 heures pour D_2 , D_3 respectivement.

Pour la $D_4 = 10 \mu\text{l}$, la mortalité passe de 60% au bout de 24 heures au 81% à la fin de la durée des traitements.

A la $D_5 = 20 \mu\text{l}$, la mortalité maximale est atteinte au bout de 72 heures, des taux de mortalité très élevés sont enregistrés après 24 heures 87,5%, 48 heures 93,8% et 72 heures 100%.

Pour $D_6 = 30$ et $D_7 = 40 \mu\text{l}$ enregistre des taux de mortalité à 100% après 24 heures de traitements.

A la $D_8 = 50 \mu\text{l}$ taux de mortalité qui se rapprochent 93,8% après 24 heures, et la femelle de la bruche de pois chiche qui vive pendant la période de traitement jusqu'à 96 heures. On remarque que la mortalité dépasse les 50% dès la D_4 et bout de 24 heures.

L'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a agi très vite puisque le maximum des mortalités est enregistré au cours de 2 jours de traitement.

La régression du logarithme décimale de différentes doses, en fonction des probits permet de déterminer la DL₅₀ pour les quatre temps d'observation (tableau 4 et les figures 8, 9, 10 et 11).

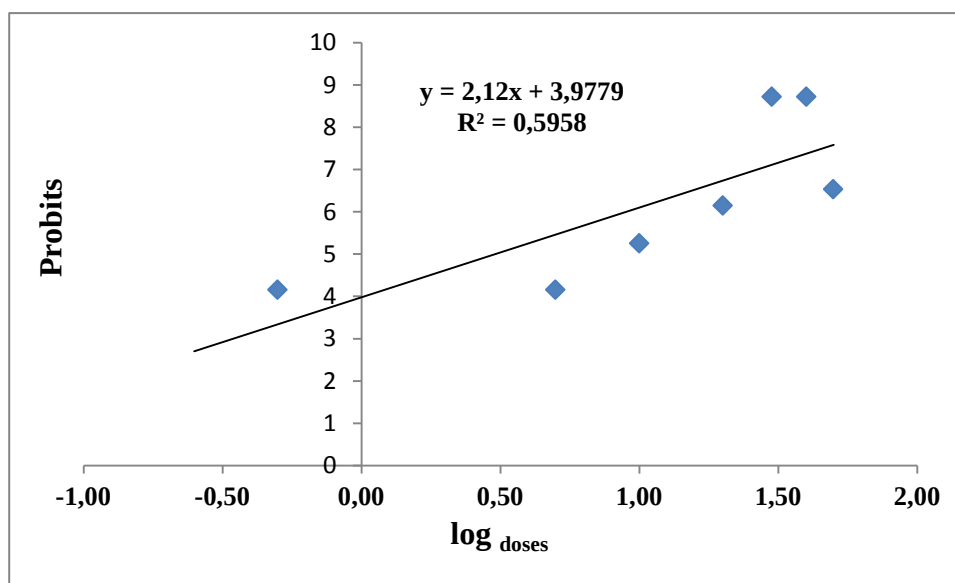


Figure 8: Efficacités d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sur les adultes de *C. maculatus* pendent 24h

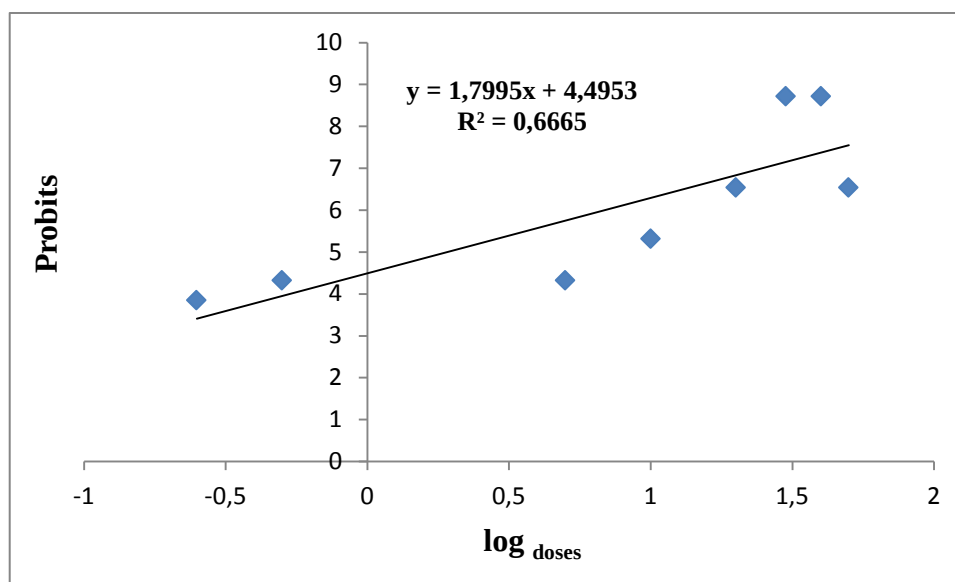


Figure 9: Efficacités d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sur les adultes de *C. maculatus* pendent 48 h

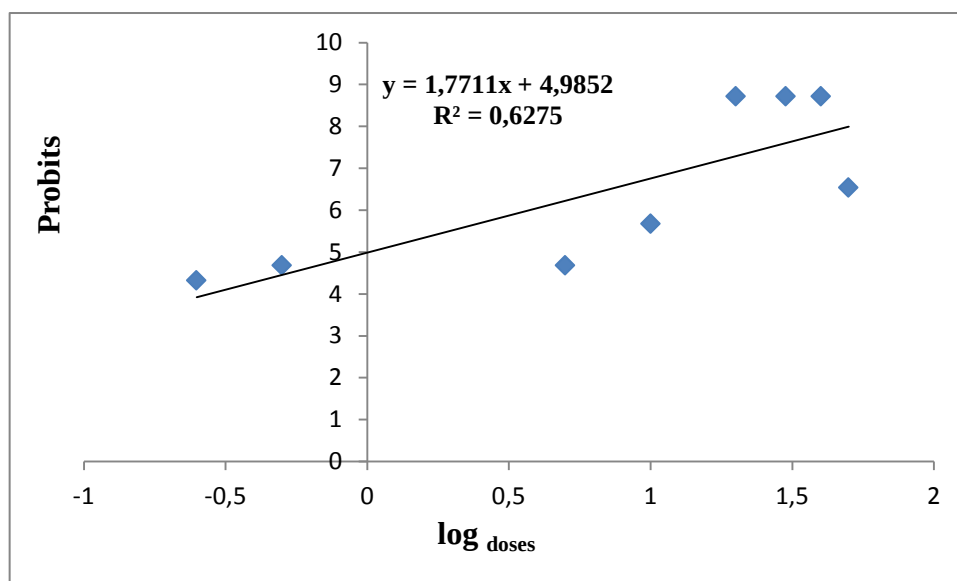


Figure 10: Efficacités d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sur les adultes de *C. maculatus* pendent 72h

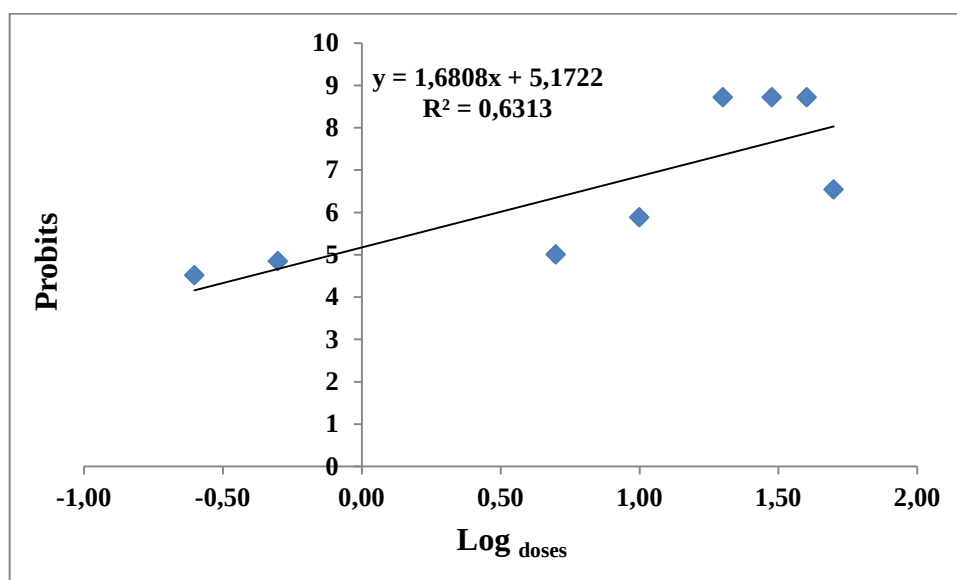


Figure 11 : Efficacités d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sur les adultes de *C. maculatus* pendent 96h

Tableau 4 : Evolution de la DL₅₀ par rapport au temps

Temps (heures)	DL ₅₀ (µl/ml)
24	4,99
48	1,91
72	1,02
96	0,79

Du tableau 4, nous déduisons que, plus le temps d'exposition à l'huile essentielle des bruches du pois chiche augmentent, plus la DL₅₀ diminue. Cette dernière passe de 4,99µl/ml en 24 heures à 0,79 µl/ml en 96 heures d'exposition.

5.1.2. Détermination de l'efficacité de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* par rapport au temps

La régression des probits (% de mortalités) en fonction de logarithme népérien du temps, permet de déterminer la TL₅₀ pour les quatre temps d'observation (Tableau 5).

Tableau 5 : Les TL₅₀ des doses utilisées

Dose	TL ₅₀
D ₁	154 heures et 10 minutes
D ₂	143 heures et 5 minutes
D ₃	116 heures et 07 minutes
D ₄	17 heures et 6 minutes
D ₅	16 heures et 18 minutes

La variation des TL₅₀ est régie par les doses utilisées. Le TL₅₀ enregistré à la dose D₁ est de 154 heures et 10 minutes, cette durée diminue sensiblement à la D₂ est égale 143 heures et 5 minutes. A la dose D₃, D₄ et D₅ d'huile essentielle d'*A. campestris* provoque 50 % de mortalité après 116 heures et 7 minutes, 17 heures et 6 minutes, 16 heures et 18 minutes respectivement.

5.1.3. Identification de la faune associé

L'espèce associée avec la bruche du pois chiche est identifiée par Sahraoui (2015):

Ordre:Hyménoptère.

Famille: Eulophidae.

Genre: Diglyphus.

Espèce: Diglyphussp.



(Original, 2015)

Planche 14: l'espèce associée à la bruche du pois chiche (Hyménoptère; Eulophidae)

5.2. Discussion

Nos résultats rejoignent aux ceux trouvés par d'autres auteurs qui ont étudié l'efficacité des huiles essentielles de certaines plantes par contact sur la mortalité des bruches.

L'action toxique par contact de certaines plantes sous forme d'extraits sur ces insectes a été mise en évidence par plusieurs chercheurs. Ainsi, l'huile essentielle de neem (*Azadirachta indica* et *Azadirachta juss*) à la dose de 200 µl/ml a causé une mort de 100% chez les adultes de *Callosobruchus maculatus* par inhalation de 48 heures après traitement (Reddy et Singh, 1998).

Cette activité insecticide par inhalation est aussi affirmée par Aiboud (2012), cet auteur a mis en évidence l'efficacité par inhalation de sept huiles essentielles (*Thymus vulgaris*, *Origanum vulgaria*, *Ocimum basilicum*, *Myrtus communis*, *Syzygium aromaticum*, *Eucalyptus smithii* et de *Pimenta racemosa*) sur *Callosobruchus maculatus*. Les huiles d'*Eucalyptus* et de *Myrtus communis* ont enregistré la plus forte mortalité 100% à des doses de 20 µl au bout de 96 heures d'exposition.

L'eugénol s'est révélé plus efficace par contact que par fumigation, à la dose de 1 µl/kg, 100% des bruches sont mortes après 24 heures de contact (Obeng-Ofori et Reichmuth, 1997).

A la dose de 25 µl, 80% de mortalité ont été enregistrés pour *O. basilicum* et 70 % pour *O. gratissimum*, après 12 heures d'inhalation des bruches adultes (Keyta et al., 2000).

L'huile essentielle de *M. pipeta* et de *S. officinalis* est la plus toxique vis-à-vis de *C. maculatus* par fumigation, à la concentration de 10 et 15 µl/l, respectivement ; la

mortalité atteint les 100% après 24 heures d'exposition à la dose de 20µl/l, ce résultat a été obtenu quelque- soit la durée d'exposition (Kellouche et *al.*, 2010) .

Dans les traitements effectués avec l'huile d'olive à la dose de 0,8µl/ml, les bruches vivent moins de 24 heures. L'huile d'olive de deuxième pression et l'huile d'oléastre réduisent significativement la longévité des adultes durant les 3 premiers mois qui suivent le traitement (Kellouche, 2011).

Dahmaniet Goudjil (2005), ont constaté que l'huile de rose provoque une mortalité de 50% à la dose de 0,01µl/l d'air après 48 heures d'exposition, ce taux atteint 100% de mortalité des adultes de *C.maculatus* après 96heures à la même dose.

Touami et Zerar (2006) obtiennent des très faibles mortalités, moins de 3% après une durée de 96 heures d'exposition aux huiles essentielles de lavande, de jasmin et de lamande douce.

Par ailleurs, l'huile de romarin (*Rosmarinus officinalls*) et de carvi (*Carum carvi*) sont très efficaces, 100% de mortalité après 3 heures avec la dose 31,4µl (Shaaya et *al.*, 1997).

Les résultats obtenus par Benaissa (2009) rapportent qu'une mortalité totale des adultes de *C.maculatus* est obtenue après 24 heures d'exposition à l'huile d'*Ocimum basilicum* à la dose 35µl, est le même résultat est observé dans les lots traités avec les doses 20µl et 30µl après deux jours d'expositions.

Khalfi en 2007, a mis en exergue l'efficacité des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* et de *Menthaspicata* sur *Callosobruchus maculatus*. Les résultats obtenus au bout de 48 d'exposition révèlent une mortalité totale chez la plus forte dose pour deux huiles essentielles.

Selon Menaceur (2011), les huiles essentielles de *Rosmarinus eriocalyx* et de *Lavanda stoechas* testées sur *Calosobruchus maculatus* provoque 100% de mortalité par contact sur les adultes de cette espèce à la dose 1µl /g.

Les résultats obtenus par Amri (2014), qu'étudie l'efficacité de trois huiles essentielles (Cèdre, Ciste et eucalyptus) les pourcentage d'adultes morts dans les lots traités avec les huiles essentielles Eucalyptus, Cèdre et Ciste sont respectivement dans l'ordre 75,5% , 70% et 60% à la dose 20 µl durant 48 heures d'exposition .

Brito et *al.* (2006) ont montré l'effet insecticide des huiles essentielles de *E. citriodora*, *E.ylobulus* et *E.staigerana*(Myrtaceae), sur la bruche du niébé *C.maculatus*, à des doses allant de 5 à 25 µl.

Toutes les huiles essentielles des espèces testées de *Mentha* affectent significativement la longévité des adultes de *C. maculatus*. Dans les lots traités, la longévité des bruches

s'échelonne entre 1 et 6 jours pour *M. pulegium*, entre 1 et 4 pour *M. spicata*, entre 1 et 3 jours pour *M. suaveolens*, alors que dans le lot témoin, ce paramètre oscille entre 3 et 11 jours. Dans tous les lots, les deux sexes ont généralement une longévité statistiquement comparable. Pour chaque espèce de menthe testée (Boughdade et al., 2011).

La toxicité de cinq huiles essentielles de cardamome, canelle, clous de girofle, d'eucalyptus et du neem, ont été testées sur l'activité biologique des adultes de *C. maculatu*.

Dans les tests par contact, l'huile essentielle de l'eucalyptus est la plus efficace dans l'induction de la mortalité des adultes, à la fois après 24 et 48 heures de traitement, le classement de l'efficacité des huiles essentielles dans les tests par contact est le suivant: eucalyptus, clous de girofle, cinnamon, cardamome, neem (Mahfuz & Khalequzzaman, 2007).

Nous constatons d'emblée qu'il y a deux huiles essentielles qui causent à 24 heures une mortalité proche de 100%. Il s'agit des huiles essentielles d'*E. citriodora* (91,25%) et d'*O. basilicum* (87,50%) à la dose de 2 ml. Contrairement à ce qu'on observe pour les doses inférieures (0,2, 0,5 et 1 ml), la mortalité n'est pas corrélée linéairement à la durée d'exposition pour cette forte dose dès 24 heures, elle proche du maximum (Gakuru & Foua-Bi, 1995).

En fin, Tropathi et Upadhy (2009), ont à leur tour démontré la toxicité de l'huile essentielle de *Hyptissuaveolens* et de quatre de ses composés sur *Callosobruchus maculatus*, *Rhyzopertha dominica* et de *Sitophilus oryzae*. Ces auteurs affirment que *Callosobruchus maculatus* avait témoigné une sensibilité supérieure par inhalation.

conclusion

Conclusion

Ce travail s'inscrit dans un contexte de la valorisation des effets insecticides des plantes médicinales dans le but de rechercher une méthode alternative aux insecticides chimiques qui en accumulant des résidus toxiques dans la nature et dans les produits agricoles, causent des sérieux problèmes à l'homme et aux animaux, mais qui restent tout de même le moyen le plus utilisé.

Le travail que nous avons mené dans notre étude, nous a permis de déterminer l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle des feuilles d'*Artemisia campestris* contre insecte ravageur (*Callosobruchus maculatus*) du pois chiche (*Cicer arietinum*) stocké, dans des conditions du milieu dont la température est de $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et l'humidité relative atteint $70 \pm 5 \%$.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons conclure que, l'huile essentielle de *Artemisia campestris* est plus efficace à l'égard de *C. maculatus* avec des pourcentages de mortalité plus importants 87,5% à la dose 20 μl et 100 % à la dose 30 μl après 24 heures d'exposition à cette huile essentielle.

A la lumière de ces résultats, on peut déduire que l'huile essentielle est efficace sur les adultes de la bruche du pois chiche où les valeurs de DL_{50} estimées après leur exposition au traitement pendant 24 et 96 heures sont 4,99 et 0,79 respectivement. Le temps de mortalités de TL_{50} est de 16 heures et 18 minutes pour une dose 50 μl d'huile essentielle.

Cependant d'autres études doivent être effectuées pour compléter ce travail dans le but d'évaluer l'importance d'autres huiles essentielles et de poudres végétales pour intervenir efficacement contre ce ravageur potentiel des denrées stockées.

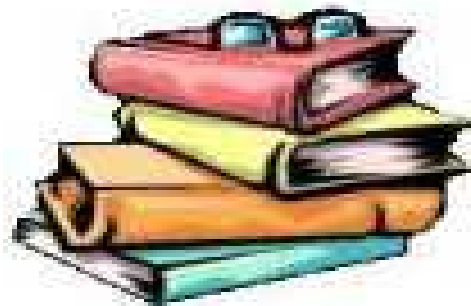
Certes, le présent travail sera un point d'appui pour une étude bien détaillée sur le rôle des huiles essentielles et des poudres extraites des plantes aromatiques locales.

Il sera indispensable par ailleurs, d'affiner cette recherche avec des expérimentations futures qui pourront nous amener à mieux identifier les molécules actives responsables de l'effet insecticide de ces huiles vis-à-vis de cet insecte.

Ainsi, des études doivent être réalisées avant toute application de ces huiles et poudres sur une grande échelle afin de prévenir d'éventuels risques toxiques aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine et animale.



Références bibliographiques





Références bibliographiques

- Ababsia A. 2005.** Protection phytosanitaire des céréales en Algérie, principaux bio agresseurs des denrées stockées et stratégie de lutte. I.N.P.V., service d'entomologie. EL harrach. Alger. 19 p.
- Abdrrahim, Elhaib, 2011.** Valorisation de terpenes naturels issus de plantes Marocaines par transformations catalytiques. Thèse doctorat. Université Toulouse III - Paul Sabatier. 157 P.
- Ahmed M. S. 1992.** Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T. young eds peanuts science and technology T. X. pp: 655 – 688.
- Aiboud, Kamal, 2012.** Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *vigna unguiculata* (L.)Walps. Thèse magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.59P.
- Akrout A., Gonzalez L.A., El Jani H.J., and Madrid P.C. 2011.** Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaeahirsuta* from southern of Tunisia.*J. Food. Chem. Tox.* 49: 342–347.
- Amari Nadia , 2014.** Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présences de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles(Cédre , Ciste et Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte. Thèse de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. 83P.
- Appert J. 1992.**Le stockage des produits vivriers et semenciers. Ed Maisonneuve et Larose, Paris, 129 p.
- Aouissi Samira , Bentoumi Safia , 2007.** Analyse chimique et tests microbiologiques des huiles essentielles de *Salvia officinalis* L. et *Cotula cinerea* Del. Mémoire d'ingénieur Biologie. Université Amar Telidji Laghouat. 80P.
- Bachelot C., Blaise A., Corbel T., et Le Gurnic A., 2005.** Les huiles essentielles. Licence en BIOLOGIE, U.C.O Bretagne Nord, 27 p.
- Bachrouh, O., Mediouni-ben jeamae , D., Charieb, I., Tlon, T., Marzouk, B., Abderraba, M., 2010.** Insecticidal activity of *Pistacia lentiscus* essential oil on *tribolium castaneum* alternative to demical control in storage.Tunisian.Journal of Plante Protection.Vol.5,N°1 : 63-70.
- Balachowsky A. S., 1962.** Entomologie appliquée a l'agriculture, Tome 1 : Coléoptères . Ed. Masson, paris, 564P.
- Beck C.W and L.S.Blumer., 2007.** Bean beetles, *Callosobruchus maculatus* , a model système for inquiry-based undergraduate laboratories teaching ,volume 28.Pp 274-283, (M.A.O'Dommell, Editor). Proceedings of the 28 th workshop/ conference of association for biology laboratory, Education (ABLE), 403P.

- Bekhechi C., 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la Région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen, 205 p.
- Belaiche P., 1979.** Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie. Tome I. Ed. Maloine S.A. Paris.
- Benbachir Naila, 2013.** Comparaison de l'effet biocide de *Inula viscosa* (*Ditrichia viscosa* L.), *Cuminum cuminum* L. et *Lawsonia inermis* L. avec deux insecticides. Sur *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrychidae) et *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). mémoire d'ingénieur agronomie. INSA. El Harrach. 67P
- Benaissa R. 2009.** Evaluation de l'effet bio – insecticide de l'huile essentielle du basilic *Ocimum basilicum* (L), à l'encontre de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus*(F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingéniorat en Ecologie animale. Option : Gestion des populations animales. U.M.M.T.O. 57 p.
- Ben Sassi A., Harzallah-Skhiri F., and Aouni1 M. 2007.** Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities. *J. Pharmaco. Bio.* 45 (5): 421–428.
- Berthier A., 1980.** Epices-aromates leurs huiles essentielles et oléorésines. parfums, cosmétiques, arômes n°34- août/septembre 1980 ; pp 39-44.
- Boucheria Affaf , 2014 .** Evaluation de la bioactivité de l'huile essentielle et de l'extrait de poudre de *Marrubium vulgare* L. sur *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur Agronomie . Université Med Khieder Biskra. 75P.
- Bouchikhi Tani Zoheir , 2011.** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera : Bruchidae) et la mite *Timeola bisselliella*(Lepidoptera : Timeidae) par des plantes aromatique et leurs huiles essentielles. Thèse doctorat . Université Aboubakr Belkaid Tlemcen 128p.
- Bouchikhi T. Z., Khelil M. A., Bendahou M. et Juli P.V., 2011.** Lutte contre les trois bruches *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 et *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae) par les huiles essentielles extraites d'*Origanum glandulosum* (Lamiacées). Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 76 : Pp177- 186.
- Boudjouref Mourad, 2011.** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse . Magister . Université Ferhat Abbes Sétif . 64 P.
- Boughdad A., R. Elkhasimi , M. kharchafi , 2011.** Activite biologique des huiles essentielles de *Mentha* sur *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). AFPP- Neuvième conférence international sur les ravageurs en agriculture. Montpllie.
- Brito J.P., Baptistussir.C., Fumichelo M., Oliveira J.E.M., and Bortoli S.A., 2006.**Effect of essential oils of *Eucalyptus spp.* Under *Zaborotes subfaxiatus* (Both.,1833) (Coleoptera : Bruchidae) and *Callosobruchus maculatus* (Fab., 1775) (Coleoptera : Bruchidae) in beans species. *Bol.Sanidad veg. Plagas.*, Vol.32(N°4) : 573-580.
- Bruneton J., 1993.** Eléments de phytochimie et de pharmacologie. 2éme Ed. Lavoisier, Paris, pp: 405-426.

- Bruneton, J. 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed
Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494
- Buchbauer G., & Jirovetz L., 1994.** Aromatherapy-Use of fragrances and essential oils as
medicaments. *Flavour and Fragrance J.*, 9, pp: 217-222.
- Capo M., Courilleeau V., et Valette C., 1990.** Chimie des couleurs et des odeurs
Culture et techniques, 204 p.
- Caswell G. H. 1960.** The infestation of cowpea the western region of Nigeria. *Tropical
sciences* 3: 154 – 158.
- Cruz J. F., Troude F., Griffon D. & Heber J. P. 1988.** Conservation des graines en
région chaudes, (technique rurales en Afrique), 2Ed, Ministère de la coopération et
du développement, Paris France, 545 p.
- Dahmani S. & Goudjil M. A. 2005.** Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard
d'un ravageur des denrées stockées : *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera :
Bruchidae). Mémoire d'Ingénieur en Biologie. U.M.M.T.O. 55 P.
- David A., Hervé M. 1994.** Flore de la suisse. Ed Du Griffon Neuchâtel. Suisse. 428p.
- Diop Y. M., Marchoinie BA. D. et Hasselman C. 1997.** Radiation desinfestation of
cowpea seeds contaminated by *Callosobruchus maculatus*. *Journal of food
processing and preservation*. 21 (1): 69 – 81.
- De Billerbeck V. G., 2002.** Essais d'utilisation d'huiles essentielles en traitement de l'air,
les contamination biologiques des biens culturels, Muséum National d'histoire
naturelle et éd. Scientifique et médicales, pp: 345-358.
- DELOBEL, A. & TRAN, M., 1993.** Coléoptères des denrées alimentaires entreposées
dans les régions chaudes, Paris, 424 p.
- Decelle J. 1981.** Bruchidae related of grain legumes in the Afro – tropical area. *Series
Entomological*. 19, 617 – 635.
- Dob T., Dahmane D., Berramdane T., and Chelghoum C. 2005.** Chemical Composition
of the Essential Oil of *Artemisia campestris* L. from Algeria. *J. Pharm. Bio.* 43(6):
512–514.
- Dongret K., Rananavar H. D. et Dessas R. P. 1997.** Influence of gamma radiation on
oviposition and egg viability of *Callosobruchus maculatus* (F.) and grain loss in
mung bean storage. *J. Nuclear. Agro. Biol.* 26 (3): 161 – 165.
- Docum P. 1987.** Dernières tendances dans la protection des graines stockées. *Defense des
cultures PHYTOMA*. 385 : 38 – 39 p.
- Doumma A., Salissou O., Sembéne M. , Sidikou R.S.D. , Sanan A., Ketoh G.K. ,
Glitho I. A., 2011.** Etude de l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus*
(F.) (Coleoptera: Bruchidae) sur dix variétés de niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
en présence ou non de son parasitoïde, *Dinarmus basalis* R. (Hymenoptera :
Pteromalidae). Jo
- Fargo W. S., Cuperus G. W., Bonjour E. L., Bucholder W. E., Clary B. L. & Payton
M. E. 1994.** Influence of probe trap type and attractant on the capture of four stored
grain Coleoptera. *J. Stored Prod. Res.* 58, pp: urnal of animal & plant sciences. Vol.
11, Issue 2 : Pp : 1398-1408.

- Fei H., Guo-NAZ & Jin-Jun W., 2009.** Scanning electron microscopy studies of antennal sensilla of bruchid beetles, *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Micron* , Vol40: 320- 326.
- Gacem K., Deroues T., 2007.** Contribution à l'étude de l'efficacité des huiles essentielles du neem *Azadirachta indica* sur les larves d'*Ectomylois ceratoniae* (Lepidoptera , Pyralidae) en condition contrôlées .mémoire ingénieur Agronomie. Université Med Khiedr Biskra . 80P .
- Gwinner J., Harmisch R. & Mürer 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte Ed. GT2. Esehborn, 368 p.
- Jerkovic J., Mastelic M. Milos., Juteau F., Masotti V and VianoJ. 2003.** Chemical variability of *Artemisia vulgaris* L. essential oils originated from the Mediterranean area of France and Croatia *Flavour. Fragr. J.* (18): 436–440
- Joa O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S and Jose A.S.C. 1998.** Chromones and flavones from *Artemisia campestris* Subsp *Maritima*. *Phytochemistry*. 49 (5): 1421-1424
- Johnson C.D., 1981.** Seed beetle host specificity and the systematic of the P.H.Eds.Royal Botanic Gardens,Kew, U.K : 995-1025.
- Jules Djossou , 2006.** Etude des possibilités d'utilisations des formulation à base de fruits secs de *Xylopi aethiopica* Dunal. (Annonaceae) pour la protection des stocks de niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae) . Master complémentaire. Université Gembloux Belgique . 75P .
- Juteau F., Masotti V., Bessière J-M., Viano J. 2002.** Compositional characteristics of the essential oil of *Artemisia campestris* var. *glutinosa*. *Bioch. Syst. Ecol.* (30): 1065-1070.
- Hoffmann A., Lebeyrie V. et Balachowsky A.S.,1962.**Famille des Bruchidae in Entomologie appl.à l'agriculture, 434-494, (1), Balachowsky ed., Masson publ., Paris, 564P.
- Huignard J., Thibout E., Biémont J.C. 1986.** Synchronisation of the reproductive cycle of some phytophagous insect by thier hoste plant. Its adaptive significance. In M. Prochet. J.C Andries & A. Dhainant (eds.): Advances in Invertebrate Reproduction. Elsevier, Amesterdam, PP. 425-432.
- Huignard J. 1998.**Lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'Ouest pp: 160 – 163.
- Huignard J., Glitho I., Monge J., Regnault-Roger I., 2011.** Insectes ravageurs des grains de légumineuses, biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Qua.France . 147 P.
- Kellouche A., & Soltani N., 2004.** Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.) *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, No. 1, pp : 184–191.
- Kellouche A. , 2005.** Etude de la bruche du pois chiche, *Callosobruchus maculatus* F. (Coloeptera :Bruchidae): Biologie , physiologie, reproduction et lutte. Thèse doctorat . Université Mouloud Mammeri Tizi-ouzou. 154 P.

- Kellouche A., Ait Aider, F.,labdaoui , K., Moula, D.,Ouendi ,K., Hamadi , N.,ouramdane , A.,Frerot, B.,Mellouk., M.,2010.**Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* Fabricus (Coleoptera : Bruchidae) .Intnational Journal of Integrative Biology.Vol.10 ,N°2 :86-89.
- Kellouche A. , 2011.**Activité biologique de quatre huiles végétales à l'égard de *C. maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Communication . 21ème forum de l'association tunisienne des sciences biologiques.
- Keita .S.M., Vincent C., Schmit J.-P., Ramaswamy S. and Bélanger A.2000.** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) .J. Stored Prod.Res., Vol, 36 : 355-364.
- Kim J., Marshall M. R., and Vei C., 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. J. of Agricultural and Food Chemistry, 43, pp: 2839-2845.
- Kingsolver J.M.2004.**Hadbook of the Bruchidae of the United States and canada (Inescta : Coleoptera).U.S. Departement , of Agriculture, Technical , Bulltin Number 1912,2vol., 636P.
- Kundan S., and Anupam S. 2010.** The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.*pp:1-9.
- Kergoat , 2004 .** le genre bruchidius (Coleoptera :Bruchidae) : un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse Doctorat . université Paris 6 – Pierre et Marie Curie .188 P.
- Khalfi W. 1983.** Biologie de la reproduction de *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae), effet de trois insecticides de synthèse sur la reproduction. Thèse de Mag. I.N.A. El harrach, 94 p. Thèse d'Ing. En Agro. I. N. E. S. Biologie. Tizi – Ouzou, 86 p.
- Khalfi O. , 2007.** Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition des huiles essentielles de quelques plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera : Bostrychidae) et *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Thèse doctorat. INSA. El Harrach. 177P.
- Ketoh,G.K., Koumaglo ,H.K., Glitho ,I.A., 2005.**Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and pipentone on *Callosobruchus maculatus* developement. FITOTERAPIA. 77 : 506-510.
- Kyeong W.Y., Anwar M., and Jong H.K. 2007.** Effects of the Aqueous Extract from *Artemisia campestris* ssp. *caudata*on Mycorrhizal Fungi Colonization and Growth of Sand Dune Grasses. *J. Plant. Biology.* 50 (3): 358-361.
- Lale ,N.E.S., Mustapha A., 2000.**Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A.) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid , *Callosobruchus maculatus*. Journal of Stored Products Research 36 :215-222.
- Lawrance B.M., 2009 :** A preliminary report on the world production of some selected essential oils and contries. Perfumer & Flavorist. Vol. 34, January 2009, pp : 38-47.
- Lienard V. & Seck D. 1994.**Revue des méthodes de lutte contre *C. maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) enAfrique tropical pp : 301 – 311.

- Lepsme , P. , 1944 .** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed . Lechevalier P. Paris 61 -67 P.
- Lee R. E., Lee M. R., Strong G. et Gunderson G. M. 1993.**Insect cold hardiness indices nucleating active micro – organism including their potential use for biological control. J. Insect. Phys. 39 (1): 1 – 12.
- Mahdevan J., 1982.** Biochemical aspects of plant disease resistance, Part I: Performed inhibitory substances. *Today and Tomorrow Printers and Publishers*, New Delhi, India, pp: 425-431.
- Mahfuz I.,et Khalequzzaman M.,2007.**Contact and fumigant toxicity of essential oils against *Callosobruchus maculatus*. University journal of Zoology, Rajshahi University. Vol 26 : 63-66.
- Mallamaire A., 1962.**les bruches des légumineuses au sénégal. Communiqué présenté au 2^e congrès des spécialistes des denrées emmagasiné.CCTA. Freetown. 8 P.
- Mariem Hedjal-Chebheb, 2014.** Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatiques de provenance Algérienne et Tunisienne. Etude de leurs activités biologiques à l'égard d'un insecte ravageur des graines stockées, *Callosobruchus maculatus* F. 1775 (Coleoptera , Bruchidae) . Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou . 99P.
- Masiac Y. 2003.**Les insectes. Ed. devecchi, Paris.
- Mejholm O., & Dalgaard P., 2002.** Antimicrobial effects of essential oils on the seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, Letters in Applied Microbiology, 34, pp : 27-31.
- Memmi A., Sansa G., Rjeibi I., El aye M., Srairi-Abid N., Bellasfer Z.,and Fekhih A.2007.** Use of medicinal plants against *scorpionic* and *ophidian*venoms.*Arch. Inst. Pasteur.Tunis.* 84 (1-4): 49-55.
- Menaceur F., 2011.** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles et extraits du romarin (*Rosmarinus eriocalyx*) et de la lavande (*Lavandula stoechas*). Thèse de Megistere en science agronomique,INSA. El harrache. 181P.
- Meriem Boutamani , 2013.** Etude de la variation du rendement et de la composition chimique du *Curcuma longa* et *Myristica fragrans* en fonction du temps et de la technique utilisée. Université Houari Boumediene Alger. 90P.
- Mezani S. , 2011 .** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de variétés des fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi-Rached(Tizi-ouzou). Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. 72 P
- Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., Nejad S.E.,and Sonboli. A. 2007.** Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia*from Iran. *J. Essent. OilRes.*19 : 326–329.
- Mohammedi Z., 2006 .** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 140P.
- Mohamed M. M. S., 2011.** Evaluation de l'effet insecticide et de la persistance des huiles essentielles de "*callistemon viminalis*" G Don ,de "*xylophia aethiopica*" Dunal et

"*lippia chevalieri*" Moldenke sur "*callosobruchus maculatus*" Fabricius et "*sitophilus zeamais*" Motchulsky, principaux ravageurs des stocks de niébé et du maïs. Mémoire Master II. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).103P.

- Môller K., 2008.** La distillation à l'alambic, un art à la portée de tous. Editorial UNICO. 152 P.
- Mucciarelli M & Maffei M. 2002.** *Artemisia*: Introduction to the Genus Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
- Multon J. L. 1982.** Conservation et stockage des gaines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux. Vol1. Ed. Apia Paris, pp : 405 – 408.
- Nabil B., 2011.** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires. Thèse Doctorat. Université d'Avignon et des pays de vaucluse & INSA. El Harrache. 127 P.
- Naili M.B., Alghazeer O.A., Saleh N.A., Al-Najjar A.Y. 2010.** Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae). *Arab. J. Chem.* 3: 79–84.
- Ouled B., 1991.** La mineuse des cultures maraichères *Lyriomiza byoniae* Kal . Thèse ingénieur .INSA. El Harrach .85 P.
- Oudraogo A.-P., Sanon A., Sanon A., Monge J.-P., Huignard J., Tran M.-D, Credland P.-E., 1996.** Influence of temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) in two zones of Burkina Faso. *Bulletin of Entomological Research*, 86, 695- 702.
- Ozenda P. (1983).** Flore du Sahara Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique -Paris- 441p.
- Pavela R. 2009.** Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *J. Parasitol Res.*105: 887–892.
- Padrini F. ,1998.** Les huiles essentielles, pour retrouver la vitalité, le bien-être et la beauté. Ed. De Vecchi S. A, Paris, 8 p.
- Padrini F. & Lucheroni. T.,2006.** Le grand livre des huiles essentielles. Ed. De Vecchi S. A., Paris, 14 p.
- Peyron L., 1992 :** Techniques classiques actuelles de fabrication des matières premières naturelles aromatiques. Chapitre 10, pp 217 – 238. Cité In : Les arômes alimentaires. Coordinateurs RICHARD H. et MULTON J.-L. Ed. Tec & Doc-Lavoisier et Apria.
- Pibiri M. C., & Seigniez C., 2001.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles et leurs effets sur le bienetre des occupants, CISBAT, Lausanne, LESO, EPFL.
- Pierrot 1982.** Lutte chimique contre les insectes des stocks et des locaux de stockages :conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux,protéagineux, aliment pour animaux. Vol2 Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Apia Paris, pp : 856 –867.

- Porter N.2001.** Essential oils and thier production. Crop & Food research. Number 39.
- Quezel et Santa. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique .Paris. Tome I. 990p.
- Rai M. K., ACharya D. and Wadegaonkar P., 2003.** Plant derivedantimycotics: Potential of Asteraceous plants, in: Plant-derived antimycotics: Current Trends and Future prospects. *Haworth press*, N-York, Londin, Oxford, pp: 165-185.
- Reddy A.Vet Singh R.P., 1998.**Fumigant toxicity of neem(*Azadirachta indica* ; *A. juss.*) seed oil volatiles against pluse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleopter : Bruchdae).J.APPL.Ent,vol 122 : 607-611.
- S. Gakuru & K. Foua-Bi , 1995 .** Effet comparé des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fab.) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae* L.). *Tropicultura*. 13 , 4 : 143-146 .
- Saihi R., 2011.** Etude phytochimique, extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campestris* de la region de Djelfa. Mise en évidence de l'activité biologique. Thèse de Magister. Université d'Oran. 70P.
- Sanon A., Ouedraogo A., Tricaulty., Credlend P. F. & Huignard J. 1999.** Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera :Pteromalidae) adults. *Environ. Entomol.* 27: 717 – 725.
- Saoudi M., Allagui M.S., Abdelmouleh A., Jamoussi K., and El Feki A. 2010.** Protective effects of aqueous extract of *Artemisia campestris* against puffer fish *Lagocephalus lagocephalus* extract-induced oxidative damage in rats. *Exp.Tox.Pathol.*62: 601–605.
- Sefi M., Fetoui H., MakniM., and Najiba Zeghal N. 2010.** Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *J. Food. Chem.Toxicol.*48: 1986–1993.
- Singh D. & Agarwals S.K. 1988.**Himachalal and B. himachalene insecticidal principals of Himalaya cedar wood oil. *Journal of Chimical Ecologie.*14: 1145 – 1151.
- Singh. R. & Jackail E. N. 1985.** Insects pests of cowpea in Africa: their life cycle,economic importance and potential for control. In cowpea Research, Production and Utilization (Edited by Singh S. R. et Rachie K. O.). pp: 217-231.
- Shaaya E., Kostjukovoski M., Eilberg J. et Sukprakarn C. 1997.** Plant oils as fumigants and contract insecticides for stored – product insects. *J. Stored. Prod. Res.* Vol. 33
- Shahein A. 1991.** Susceptibility of some stored product insects to high and low temperatures .Zagazig. *Journal of Agricultural Research.* Egypt. 18 (2): 577 – 584 p.
- Southgate B. J. 1978.** The importance of the Bruchidae as pests of grain legumes, their distribution and control. In pests of grain legumes: Ecology and control. (Ed Singh, S. R., Van H. F. and Taylor T. A.). Academic Press, London. pp: 219-229.
- Southgate B.J.1979.** Biology of the Bruchidae. *Ann.Revu.Entomol.*24, 449-473P.
- Tapondjou L. A., Adler C., Bouda H., et Fontem D. A., 2003.** Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleoptera,

Bruchidae). Cahiers d'études et de recherches francophones, Agriculture, 12(6), pp : 401-407.

Touami F. & Zerar D. .2006.Contribution à l'étude de l'activité biologique de l'huile essentielle de Cèdre, de jasmin, d'amande douce et de la lavande à l'égard de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Thèse d'Ingéniorat en Biologie. U.M.M.T.O.71 p.

Vernin G., Merad O., Vernin G.M.F., Zamkotsian R.M. and Parkanyi C. 1995. GC-MS analysis of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from Algeria.Dev. *Food Sci.* 37A: 147-205.

While & JayasS 1996. La lute physique en phytoprotection.

Z.Wang ,L.Li . T.Ding ,X. Zhou. L. Wang , H.Zhang , L.Liu ,H.Wang , H. Zeng , H.He, J.Chrom. A., 2006. Edition Tec &Doc , Editions médicales internationale. Paris. Lavoisier. 1102.

Zegga S. & Terchi N. 2001.Activité biologique de quatre plantes sur la bruche du pois – chiche. *C. maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). 54 p.

annexes

Annexes 1.

Tableau 1. Production mondiale (2008) des plus importantes huiles essentielles.

Huiles essentielles	Production en Tonnes	Principaux pays producteurs
Huile d' Orange	51 000	Etats-Unis, Brésil, Argentine
Huile de Menthe des champs (<i>Mentha arvensis</i>)	32 000	Inde, Chine, Argentine
Huile de Citron	9 200	Argentine, Italie, Espagne
Huile d'Eucalyptus	4 000	Chine, Inde, Australie, Afrique du Sud
Huile de Menthe Poivrée	3 300	Inde, Etats-Unis, Chine
Huile de Feuilles de Clous de Girofle	1 800	Indonésie, madagascar
Huile de Citronnelle	1 800	Chine, Sri Lanka
Huile de Menthe Verte	1 800	Etats-Unis, Chine
Huile de Cèdre	1 650	Etats-Unis, Chine
Huile de Listée (<i>Listea cubeba</i>)	1 200	Chine
Huile de Patchouli	1 200	Indonésie, Inde
Huile de Lavandin Grosso	1 100	France
Huile d'Eucalyptus citronné (<i>Corymbia citriodora</i>)	1 000	Chine, Brésil, Inde, Vietnam

(Source: Lawrance, 2009).

Annexes 1.

Tableau 2. Ennemis naturelle de *Callosobruchus maculatus*

Famille	Espèce	Auteurs
Trichogrammatidae	<i>Uscana lariophaga</i> Steff	Monge <i>et al.</i> , (1990)
	<i>Uscana semifumipennis</i> Girault	van Huis (1991)
	<i>Uscana muckerju</i> Mani	Kapila et Agarwal (1990)
Eupelmidae	<i>Eupelmus orientalis</i> Crawford	van Huis (1991)
	<i>Eupelmus vuilleti</i> Crawford	Monge <i>et al.</i> , (1990)
Pteromalidae	<i>Anisopteromalus calandrae</i> How	Heong (1981)
	<i>Chaetospila elegans</i> Westwood	van Huis (1991)
	<i>Dinarmus basalis</i> Rondani	Rojas-Rousse <i>et al.</i> , (1988)
	<i>Dinarmus vagabundus</i> Timberleke	van Huis (1991)
	<i>Lariophaga texacus</i> Crawford	
Eurytomidae	<i>Eurytoma</i> sp.	Prevett (1961)

(Source : Djidonou, 2000)

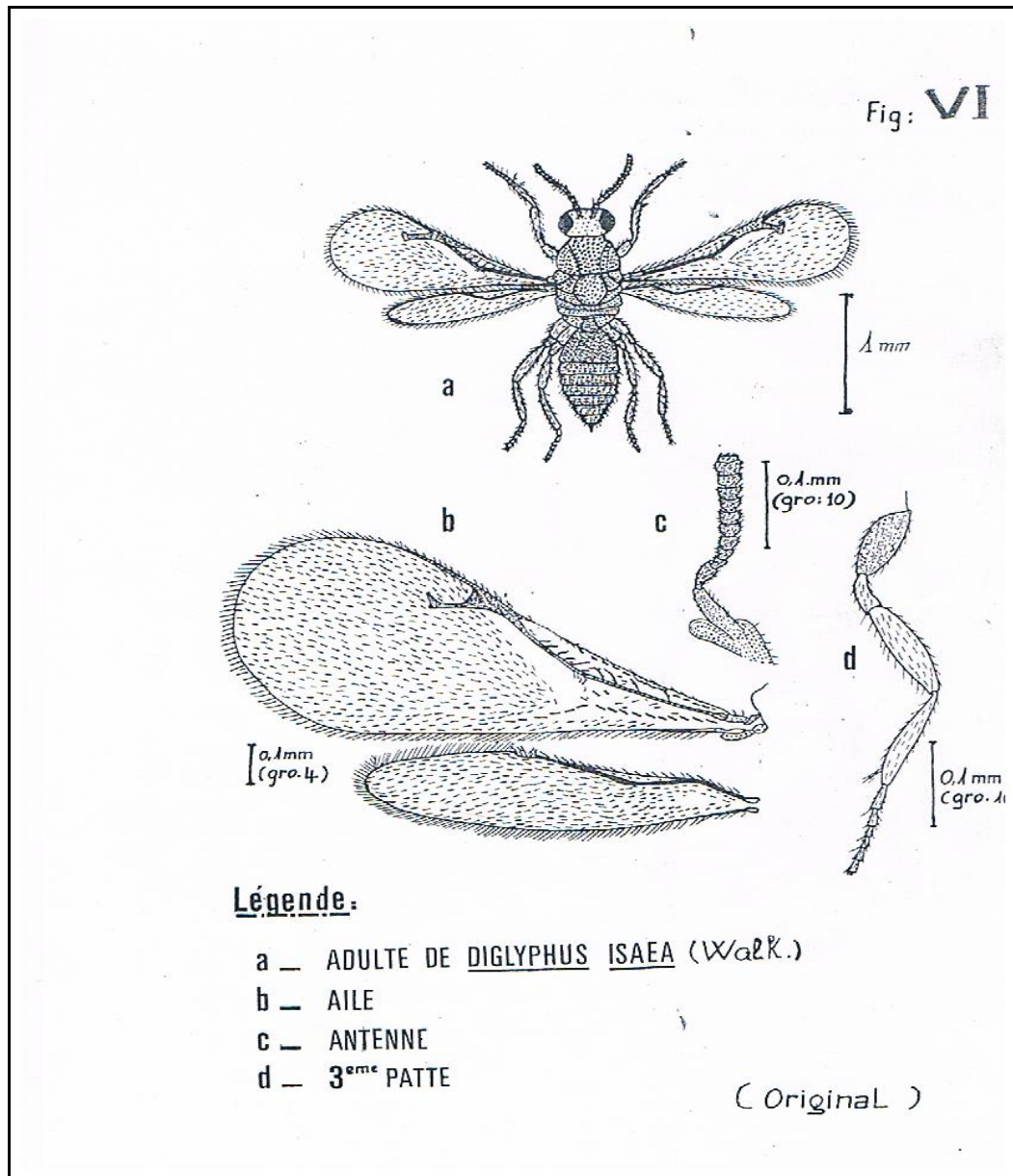


Figure 1. Clé d'identification

Annexes 2.

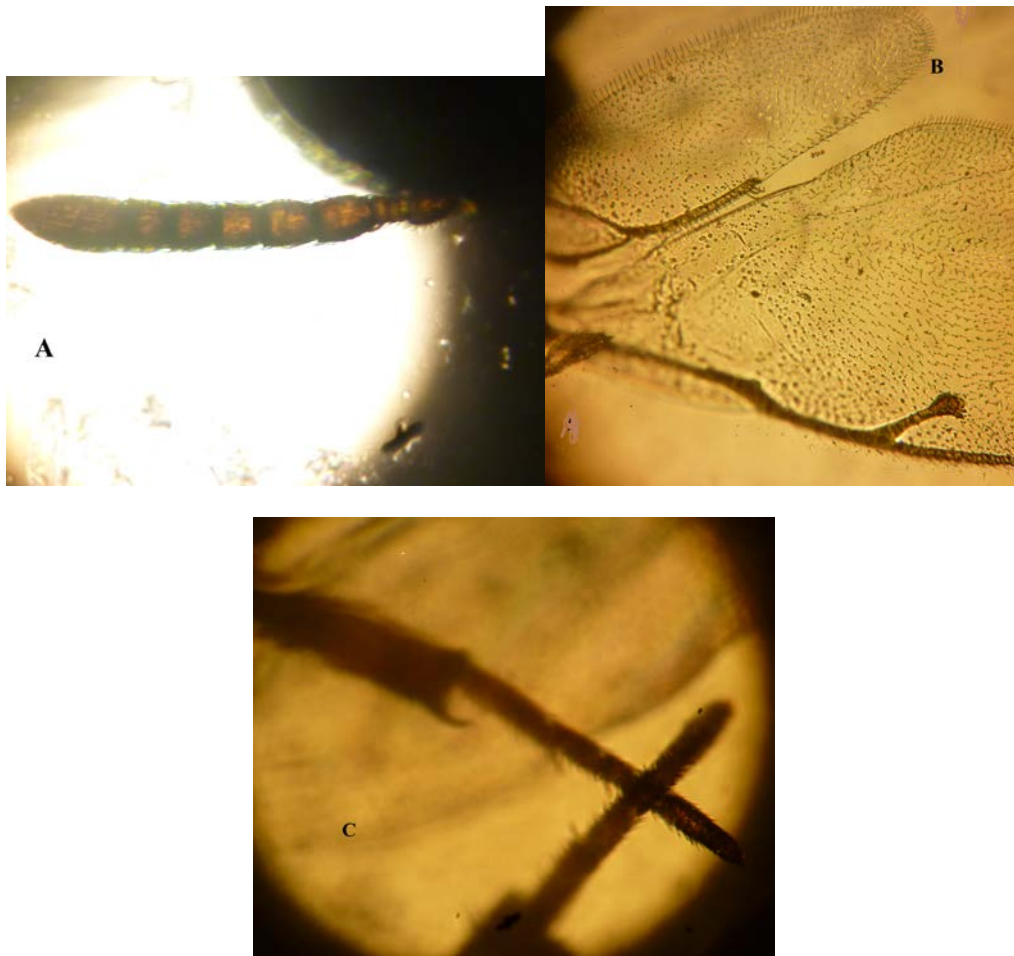


Figure 2. les critères d'identification (A, antenne), (B, les ailles), (C, troisième pates).