

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم والبحث العلمي
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
جامعة امحمد بوقرة - بومرداس
Université M'Hamed Bouguera-Boumerdes
كلية العلوم
Faculté Des Sciences



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Biologie

Domaine : Science de la nature et de la vie

Spécialité : Biologie Des Populations et Des Organismes

Thème

**Potentiel insecticide des extraits végétaux
récupérés à partir de la partie aérienne
d'*Artemisia campestris* (Linné, 1753) et
d'*Anvillea radiata* (Cross et Dur).**

Présenté par : - Fergague Ahlem

- Kendil Asma

Composition du jury :

Président	M ^r Khedam H.	M.C.B (UMBB)
Promotrice	M ^{me} Behidj N.	Professeur (UMBB)
Examinatrice	M ^{me} Neffah F.	M.C.B (UMBB)

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier le bon Dieu **Allah** notre créateur le plus puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage, ainsi de nous avoir guidé vers le chemin de savoir à fin d'accomplir ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements pour notre promotrice, M^{me} **BEHIDJ N.** d'avoir accepté de m'encadrer, ainsi que pour son soutien, ses remarques pertinentes et son encouragement.*

*Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail ainsi que pour leurs remarques qui ne feront qu'améliorer ce modeste document, tout particulièrement : M^{me} **NEFFAH F.** de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et M^r **KHEDAM H.** d'avoir accepté de présider l'honorable jury. Veuillez trouver ici mes dames et monsieur le témoignage de notre respect le plus profond.*

Nous profitons de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Tous nos collègues et amis, avec qui nous avons entretenus une ambiance chaleureuse et amicale.

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants, notre promotion (2019_2020) et toutes les personnes qui nous ont soutenu jusqu'au bout, et qui n'ont pas cessé de nous donner des conseils très importants en signe de reconnaissance.

Fergague Ahlam et Kendil Asma

Dedicaces

Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu Allah le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour accomplir ce travail.

Aux personnes de valeur, pour fontaine d'amour, encouragement et sacrifice que Dieu leurs inspire la foi, la santé, et longue vie plein de bonheur :

Chère père FOUDIL et chère mère HANIFA

A ma grand-mère YAKOUT, je prie Dieu de la protéger et de l'accorder sante et bonheur.

A ma sœur YASMINE

*A mes chers frères : RAFIK et SOFIANE qui sont à Aberdeen en Écosse ;
NASSIM et AMIR*

A mes belles sœurs : WAHIBA ; SONIA et HAYAT

*A mes nièces et neveux : FARAH ; SANAA ; MELLISSA ; LINA FATIMA ;
ZAKI ; YAHIA et ABD ELRAHMAN*

Que je leur souhaite une vie plaine de bonheur et de réussite.

A tous mes oncles et mes tantes sans oublier mes cousins et cousines.

A mes chères voisines

A tous mes amis : RABAB ; LYDIA ; NIHEL ; ILHEM ; IMANE ; CELIA

A ma binôme ASMA

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Ahlam

Dédicaces

Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu Allah le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour accomplir ce travail.

Aux personnes de valeur, pour fontaine d'amour, encouragement et sacrifice que Dieu leurs inspire la foi, la santé, et longue vie plein de bonheur :

Une grande dédicace pour Chère père DJAMEL et chère mère HAFIDHA

Je souhaite que dieu prolonge leur vie et beaucoup de santé inch'Allah.

Et une grande dédicace spécialement pour mon frère OUSSAMA et ma petite sœur WIEM

A mes grandes mères FATIMA ZOHRRA et HADA je prie dieu de les protéger inch'Allah.

A toute ma famille, mes tantes et mes oncles et toute mes cousines et mes cousins.

A ma belle-famille aussi et mon fiancé H.

A ma binôme AHLAM

*A tous mes amis : HANEN, KHAOULA, NABILA, MALIYA, AMIRA,
LAMIA, SAMIA, YASMINA.*

ASMA

Liste des abréviations

- **C.à.d.** : C'est-à-dire
- **CL 50** : Concentration létale pour 50% de mortalité des individus
- **DL50** : Dose létale pour 50% de mortalité des individus
- **ED** : Eau distillé
- **et al.** : Et collaborateurs
- **MC** : Mortalité corrigées
- **TL50** : Temps létale pour 50% de mortalité des individus
- **TL95** : Temps létale pour 95% de mortalité des individus

Liste des figures

Fig. 1 : Photo d' <i>Artemisia campestris</i> (Linné, 1753).....	3
Fig. 2 : Photo d' <i>Anvillea radiata</i> (Cross et Dur).....	5
Fig. 3 : Schéma morphologique d' <i>Anvillea radiata</i>	6
Fig. 4 : Vue dorsale de <i>T. castaneum</i> (à gauche) et de <i>T. confusum</i> (à droite).....	15
Fig. 5 : Les œufs de <i>T. castaneum</i>	16
Fig. 6 : Larve de <i>Tribolium sp.</i>	16
Fig. 7 : Nymphe d'un coléoptère de la farine <i>Tribolium sp.</i>	17
Fig. 8 : L'adulte de <i>T. castaneum</i>	18
Fig. 9 : Différents stades biologiques de <i>T. castaneum</i>	19
Fig. 10 : Exemple d'un dégât de <i>T. castaneum</i>	20
Fig. 11 : Dispositif expérimental d'un extracteur Soxhlet.....	23
Fig. 12 : Extraction d'une plante par soxhlet.....	25
Fig. 13 : Dispositif expérimental d'un rota vapeur.....	26
Fig. 14 : La réalisation du bio-essai.....	28

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Sommaire

Introduction..... 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-1- Généralités sur *Artemisia campestris*..... 3

I-1-1- Description botanique..... 3

I-1-2- Systématique de la plante..... 3

I-1-3- Nom vernaculaire..... 4

I-1-4- Habitat et répartition..... 4

I-1-5- Parties utilisées..... 4

I-1-6- Composition chimique..... 4

I-1-7- Utilisation..... 5

I-2- Généralités sur *Anvillea radiata* 5

I-2-1- Description botanique..... 5

I-2-2- Systématique de la plante..... 6

I-2-3- Nom vernaculaire..... 7

I-2-4- Habitat et répartition..... 7

I-2-5- Parties utilisées..... 7

I-2-6- Composition chimique..... 7

I-2-7- Utilisation..... 7

I-3- Différents procédés d'extraction des principes actifs..... 7

I-3-1- Définition des principes actifs..... 7

Sommaire

I-3-2- Définition d'un extrait végétal.....	8
I-3-3- Techniques d'extraction des principes actifs des plantes.....	8
I-3-3-1- Infusion.....	8
I-3-3-2- Décoction.....	8
I-3-3-3- Macération.....	8
I-3-3-4- Digestion.....	8
I-3-3-5- Distillation par entrainement à la vapeur d'eau.....	9
I-3-3-6- Hydrodistillation.....	9
I-4- Métabolites secondaire.....	9
I-4-1- Composés phénoliques.....	9
I-4-2- Tanins.....	10
I-4-3- Flavonoïdes.....	10
I-4-4- Coumarines.....	10
I-4-5- Alcaloïdes.....	11
I-4-6- Terpènes.....	11
I-4-7- Huiles essentielles.....	11
I-5- Propriétés biologiques des extraits végétaux des plantes.....	12
I-5-1- Propriétés antivirales.....	12
I-5-2- Propriétés antioxydants.....	12
I-5-3- Propriétés anti-inflammatoires.....	12
I-5-4- Propriétés insecticides.....	13
I-5-5- Propriétés antimicrobiennes.....	13
I-6- Généralités sur <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797).....	13
I-6-1- Position systématique.....	13
I-6-2- Origine et répartition géographique.....	14

Sommaire

I-6-3- Cycle biologique.....	15
I-6-3-1- Œufs.....	15
I-6-3-2- Larves.....	16
I-6-3-3- Nymphes.....	17
I-6-3-4- Adultes.....	17
I-6-4- Biologie.....	18
I-6-5- Dégâts.....	19
I-6-6- Lutte.....	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

II-1- Matériel.....	21
II-1-1- Matériel biologique.....	21
II-1-1-1- Matériel végétal.....	21
II-1-1-2- Matériel animal.....	21
II-1-1-2-1- Elevage de l'insecte.....	21
II-1-2- Matériel non biologique.....	21
II-2- Méthodes.....	21
II-2-1- Récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre végétale.....	21
II-2-1-1- Récolte et séchage.....	21
II-2-1-2- Le broyage de conservation.....	22
II-2-2- Méthode d'extraction (Soxhlet).....	22
II-2-2-1- Principe.....	22
II-2-2-2- Description expérimental.....	22
II-2-2-3- Les avantages et les inconvénients.....	24
II-2-2-4- Mode opératoire.....	24

Sommaire

II-2-3- Evaluation de l'activité insecticide de l'extraits des deux plantes <i>A.campestris</i> et <i>A. radiata</i> vis-à-vis <i>T. castaneum</i>	26
II-2-3-1- Activités insecticides.....	26
II-2-3-2- Préparation les doses des extraits.....	26
II-2-3-3- Evaluation de l'activité insecticide par effet contact.....	27
II-2-3-3-1- But.....	27
II-2-3-3-2- Principe.....	27
II-2-3-3-3- Bio essais de la toxicité par contact.....	27
II-2-4- Evaluation des résultats.....	28
II-2-4-1- Evaluation du taux de mortalité.....	28
II-2-4-2- Correction de la mortalité.....	28
II-2-4-3- Détermination de la DL50.....	28
II-2-4-4- Détermination de la TL50.....	29

Chapitre III : Synthèse

Synthèse.....	30
Conclusion.....	33
Reference bibliographique	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Introduction

Introduction

L'Algérie, occupe une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plantes aromatiques et médicinales, dont la phytothérapie est une pratique très ancienne dans ce pays. Elle dispose d'une flore singulièrement riche et variée, on compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémiques appartenant à plusieurs familles botaniques (Gaussen, 1982).

Une des originalités majeures des plantes médicinales réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques), elles accumulent fréquemment des métabolites dits secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais représente une source importante de molécules utilisables par l'Homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Jeaun et al., 2005). Dans la plupart des cas, ces activités sont attribuées aux monoterpènes oxygénés (Carson et Riley, 1995).

La conservation des denrées entreposées est généralement assurée par des insecticides de synthèse qui peuvent être le moyen le plus efficace et le moins coûteux pour contrôler les insectes. Cependant l'utilisation abusive des insecticides chimiques a des effets négatifs, des travaux effectués dans ce contexte ont montré une efficacité des extraits des plantes (Guarrera, 1999).

En effet, les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel contre les insectes et d'autres parasites des plantes. Les insectes ravageurs provoquent la perte des céréales alimentaires stockées (Tripathi et al., 2001).

Par conséquent, il existe un besoin de divers types d'insecticides ou de répulsifs susceptibles d'être utilisés sur les céréales alimentaires. En général, les insecticides synthétiques et la fumigation sont les principales méthodes de lutte antiparasitaire des produits stockés. Cependant, l'inquiétude croissante du public concernant la toxicité résiduelle des insecticides appliqués sur les céréales stockées, la présence de souches d'insectes résistantes aux insecticides et les précautions nécessaires pour travailler avec les insecticides chimiques traditionnels nécessitent de nouvelles approches pour lutter contre les insectes ravageurs des produits stockés (Yildirim et al., 2001).

Introduction

Ainsi, il existe un intérêt considérable pour le développement des produits naturels qui sont relativement moins dommageables pour la santé et l'environnement par rapport aux pesticides conventionnels existants, en tant qu'alternatives aux pesticides synthétiques non sélectifs pour lutter contre les ravageurs d'importance médicale et économique (Tunc et Sahinkaya, 1998 ; Keita et al., 2000).

Les extraits des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle des molécules naturelles bioactives, ils font l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation comme alternative à la protection des végétaux (Boudjemaa, 1999 ; Chabou, 2000 ; Ben abedelkrim, 2009 ; Guerrida,2010).

Actuellement, l'isolement d'agent bioactif de plante est un des domaines de recherche les plus intensifs, pour prouver l'activité physiologique d'une plante (Abayomi,2010).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail, qui vise à effectuer une étude de l'effet insecticide des extraits des parties aériennes, il s'agit de l'*Artemisia campestris* (Linné, 1753) et l'*Anvillea radiata* (cross et dur) vis-à-vis *Tribolium Castaneum*.

La présente étude s'articule autour de trois chapitres, le premier chapitre est une synthèse bibliographique concernant les deux plantes *Artemisia campestris* et *Anvillea radiata*, les différents procédés d'extraction des principes actifs, les métabolites secondaires, les propriétés biologiques des extraits de plantes et l'insecte de *Tribolium castaneum*.

Le second chapitre est consacré aux méthodes et aux techniques utilisées et le dernier chapitre traite la discussion.

Chapitre I :
Synthèse
bibliographique

I-1- Généralités sur *Artemisia campestris*

I-1-1- Description botanique

Artemisia campestris est un arbuste aromatique à tiges robustes, d'une hauteur de 30 à 80 cm, cette plante possède des capitules très petits, étroits (de 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 blanchâtres à brunâtre (Figure 1). Les feuilles d'*A. campestris* sont glabres, vertes foncées, les inférieures di pennatiséquées, les supérieures pennatiséquées, les basales pétiolées et auriculées, les tiges sont ligneuses avec une base striée (Quezel et Santa, 1962 ; Ozenda, 1983 ; Hervé, 1994).



Fig. 1 : Photo d'*Artemisia campestris* (Linné, 1753)
(<https://www.teline.fr/fr/photos/asteraceae/artemisia-campestris-subsp.-glutinosa>)

I-1-2- Systématique de la plante

Selon (Caratini 1971), *A. 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 :	Anthemideae
Sous Tribu :	Artemisiinae
Genre :	<i>Artemisia</i>
Espèce :	<i>Artemisia campestris</i> L.

I-1-3- Nom vernaculaire

En Français : L'armoise rouge, l'armoise des champs et l'aurone (Trabut, 1933)

En Arabe : tguft (التققد), alala (الأللة).

I-1-4- Habitat et répartition

L'*Artemisia* est originaire d'Asie, à l'heure actuelle est distribuée en Amérique du Nord et dans de vastes régions d'Asie et d'Afrique du Nord (Gleason et Cronquist, 1963 ; Akrouit et *al.*, 2001 ; Dob et *al.*, 2005 ; Yun et *al.*, 2007).

I-1-5- Parties utilisées

Selon Floc'h, 1983 et Sijelmassi, 1993, les fleurs constituent la partie la plus utilisée, Ben Sassi et *al.*, 2007 et Boudjelal et *al.*, 2013, estiment que les parties aériennes sont les plus considérés, tandis que pour Naili et *al.*, 2010, les feuilles sont les plus appréciées pour leurs propriétés.

I-1-6- Composition chimique

De nombreuses études chimiques ont révélé que les parties aériennes de l'*A.campestris* sont riches en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins et les huiles essentielles (Joa et *al.*, 1998 ; Juteau et *al.*, 2002).

I-1-7- Utilisation

Les fleurs d'*A. campestris* ont été utilisées comme hypoglycémiant, cholagogue, cholérétique, digestif, dépuratif, antilithiasique, pour le traitement de l'obésité et pour diminuer le cholestérol aussi. Elles ont été utilisées sous forme de décoction comme anti venin, anti-inflammatoire, antirhumatismale et antimicrobienne (Floc'h,1983 ; Sijelmassi,1993 ; Hmamouchi,1999 ; Bnouham et *al.*, 2002).

I-2- Généralités sur *Anvillea radiata*

I-2-1- Description botanique

L'*A. radiata* est un arbuste très rameux de 20 à 50 cm, à tiges et rameaux ligneux à la base ; ces feuilles sont d'un vert bleuté en forme de triangle allongé et à bord denté. Les inflorescences disposées en larges capitules de 4 à 5 cm jaune orangé, entourées de feuilles rayonnantes qui passent progressivement aux bractées coriaces et piquantes (Figure 2, Figure 3). Ces feuilles dégagent, comme la plupart des plantes de la famille des Asteraceae une forte odeur aromatique (Quezel et santa, 1963).



Fig. 2 : Photo d'*Anvillea radiata* (Cross et Dur).
(<https://www.teline.fr/fr/photos/asteraceae/anvillea-garcinii-subsp.-radiata>)

I-2-2- Systématique de la plante

Selon (Quezel et santa, 1963 ; Ozenda, 1977), *An. radiata* est classée comme suit :

- Embranchement : Spermaphyta
- Sous embranchement : Angiosperme
- Classe : Dicotylédone
- Sous classe : Asteridae
- Ordre : Asterales
- Famille : Asteraceae
- Genre : *Anvillea*
- Espèce : *Anvillea radiata*



Fig. 3 : Schéma morphologique d'*Anvillea radiata*
(<https://www.researchgate.net/figure/General-morphology-of-Anvillea-Radiata->)

I-2-3- Nom vernaculaire

En français : Anvillea rayonnante

En arabe : Noug, Chadjret ed dhob (IUCN Centre for Mediterranean Cooperation)

I-2-4- Habitat et répartition

L'*A. radiata* se répartit dans le Nord et dans le Sahara central algérien, principalement le Tassili. (IUCN Centre for Mediterranean Cooperation)

I-2-5- Parties utilisées

Les capitules, les feuilles et les graines constituent les parties les plus utilisées de cette plante. Les capitules et les feuilles sont recueillies au début du printemps ; les graines à maturité, à un stade ultérieur. (IUCN Centre for Mediterranean Cooperation)

I-2-6- Composition chimique

A. radiata a fait l'objet de quelques études phytochimiques et pharmacologiques. En El Hassany *et al.*, (2004) ont isolé à partir de la partie aérienne d'*A. radiata* un nouveau parthénolide (C₁₅H₁₈O₄), avec deux autres germacranolides déjà connues : 9- α -hydroxyparthénolide et parthénolid-9-one.

I-2-7- Utilisation

Cette plante est utilisée contre les rhumes, le diabète, les troubles digestifs, les troubles gastro-intestinaux, l'indigestion, et les affections pulmonaires, les graines écrasées mélangées avec du miel ou de l'huile d'olive sont excellents pour le rhume. Une infusion des feuilles émulsifiée dans l'huile d'olive est utilisée pour l'injection rectale pour traiter le rhume. (IUCN Centre for Mediterranean Cooperation)

I-3- Différents procédés d'extraction des principes actifs

I-3-1- Définition des principes actifs

Les ou les principes actifs d'une plante médicinale sont les composants naturellement présents dans cette plante ; ils lui confèrent son activité thérapeutique (Aouadhi, 2010). Ils sont souvent en quantité extrêmement faible dans la plante : ils représentent quelques pour-cent du poids total de celle-ci, mais ce sont eux qui en sont l'élément essentiel. Les principes actifs se trouvent

dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés (Catier et Roux, 2007).

I-3-2- Définition d'un extrait végétal

L'extrait végétal est une solution obtenue par immersion d'une plante dans un solvant soit l'eau ou l'alcool ou bien par distillation afin que le végétal libère les éléments minéraux et les molécules bioactives complexes qu'il contient et qui ont des propriétés biologiques. Cet extrait peut avoir des effets antifongiques, effets herbicides, effets insecticides, effets stimulateurs des défenses naturelles, mais aussi des effets antioxydants, effets bactéricides et effets photo protecteurs (Larousse, 2015).

I-3-3- Techniques d'extraction des principes actifs des plantes

Les techniques d'extraction des principes actifs des plantes sont les suivantes :

I-3-3-1- Infusion

L'infusion consiste à verser l'eau bouillante sur la drogue, puis la laisser refroidir. Cette méthode convient aux drogues fragiles et aux drogues riches en huiles essentielles. Ce procédé s'applique aux feuilles, aux fleurs et aux parties aériennes. Mais, il est également utilisé pour certaines parties corticales et pour les racines fragmentées (Wichlt et Robert, 2003).

I-3-3-2- Décoction

Selon Wichlt et Robert (2003), la décoction consiste à mettre à ébullition la drogue avec l'eau potable pendant une durée de 15-30 mn. Ce procédé est particulièrement approprié pour des drogues de consistance dure (bois, racines, écorce). En particulier, lorsqu'elles renferment des tanins.

I-3-3-3 Macération

La macération consiste à maintenir au contact la drogue avec l'eau potable à température ambiante pendant une durée de temps en relation avec la substance recherchée. Pour cette méthode, l'eau peut aussi être remplacée par l'alcool, le vin ou l'huile. Ce mode de préparation s'applique particulièrement aux drogues mucilagineuses (racine de guimauves, graine de lin, lichen d'Islande). Mais aussi lorsqu'il s'agit d'exclure certains constituants indésirables, moins solubles dans l'eau froide (Wichlt et Robert, 2003).

I-3-3-4 Digestion

La digestion consiste à maintenir en contact la drogue avec l'eau potable à une température inférieure à celle de l'ébullition, c.à.d dans de l'eau chaude pendant une durée de 1 à 5h (Wichlt et Robert, 2003).

I-3-3-5- Distillation par entrainement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct avec l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille.

Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange d'eau et d'huile essentielle. Ce mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique présentée par l'huile essentielle (Harkati, 2011).

I-3-3-6- Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple, et de ce fait la plus anciennement utilisée. La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placé sous une source de chaleur. En fin, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolysate par simple différence de densité. Du fait que l'huile essentielle est plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysate (Lucchesi, 2005).

I-4- Métabolites secondaire

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité, pour soulager et guérir les maladies humaines. En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de centaines, voire des milliers de composés naturels bioactifs appelés : les métabolites secondaires. Ces derniers sont par la suite accumulés dans différents organes et parfois dans des cellules spécialisées de la plante.

I-4-1- Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des substances qui constituent une vaste famille, difficile à définir, et sont caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique lié directement par un groupe hydroxyde libre ou engagé dans une fonction : éther, ester, hétéroside (Bruneton, 1999). Les composés phénoliques participent activement aux interactions de la plante avec son

environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel (Macheix et *al.*,2005).

I-4-2- Tanins

Les tanins sont des composés phénoliques de structures variées, ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 g/mol (Cowan,1999).

Ce sont des corps généralement amorphes, solubles dans l'eau et l'alcool, et insolubles dans les solvants organiques apolaires. On les extrait généralement, par des mélanges hydro-alcooliques. Les tanins sont précipités par de nombreux réactifs, ils précipitent avec les sels des métaux lourds tels que le fer, le plomb, le zinc et le cuivre (Read et *al.*,2003).

I-4-3- Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques, presque toujours hydrosolubles et très répandus dans le règne végétal. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits, et parfois des feuilles (Bruneton, 1999 ; Brenda,2001). Le plus souvent, ils sont sous forme d'hétérosides (Bouhadjera,2005).

Les flavonoïdes forment l'un des plus grands groupes de métabolites secondaires qui jouent un rôle important dans les plantes. Ils interviennent comme des composés de défense ainsi que dans la signalisation de la reproduction, de la pathogenèse et de la symbiose (Maxwell et Philips,1990 ; Barz et Welle,1990). Les flavonoïdes végétaux sont impliqués dans le mécanisme d'intervention contre l'infection par des micro-organismes (Middleton et Teramura,1993) ou l'attaque par les herbivores (Wang et *al.*,1998).

Ils sont également impliqués dans la production de nodosités des racines comme un système de fixation de l'azote après l'infection par la bactérie *Rhizobium* dans une variété de plantes légumineuses (Etherington,1983). Ils composent aussi des sources de pigments pour la coloration des composés de fleurs (Goto et Kondo, 1991) et jouent un rôle important dans les interactions avec les insectes (Biggs et Lane,1978).

I-4-4- Coumarines

Les coumarines sont des substances naturelles très largement distribuées dans le règne végétal. La coumarine et ses dérivés dont plus de 300 structures sont connues, se répartissent dans 9 familles de Monocotylédones et plus 70 familles Dicotylédones.

Ils participent dans les racines des plantes symbiotiques hébergeant *Rhizobium*, à la formation des nodules. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique de l'aspérule odorante et du mélilot desséché (Gray et Waterman,1978).

I-4-5- Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances toxiques même à faibles doses, ils ont des effets thérapeutiques connus. Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, à caractère alcalin, de structure complexe. On trouve des alcaloïdes dans plusieurs familles des plantes et on en connaît plus de mille. La morphine (1805), la strychnine (1818), la caféine, la quinine, la colchicine, le curare et l'atropine.

Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique. D'une façon générale les alcaloïdes sont amers et utilisés comme apéritifs (Guignard *et al.*, 1985).

I-4-6- Terpènes

La classification des terpènes est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène (à 5 atomes de carbone) (Manitto,1981 ; Dey et Harborne,1991 ; Bruneton,1999).

I-4-7- Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits obtenus soit à partir des matières premières naturelles par distillation à l'eau, soit à partir des fruits de citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques (Peyron et Richard,1992).

Dans la plante, les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs (origan), feuilles (citronnelle, eucalyptus), écorces (cannelier), bois (bois de rose, santal), racines (vétiver), rhizomes (acore), fruits (badiane) ou graines (carvi) (Leon,2005).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles, classées parmi les métabolites secondaires, se font généralement au niveau des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur la surface de la plante (Brunechon,1987). Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés

antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens (Oh H et *al.*,1967).

I-5- Propriétés biologiques des extraits végétaux des plantes

I-5-1- Propriétés antivirales

Les huiles essentielles des différentes familles botaniques présentent des actions antivirales, mais le degré d'efficacité varie selon la souche et la structure virale (Davidson et *al.*,2005). Les chercheurs ont découvert qu'un certain nombre d'huiles essentielles a une activité antivirale contre certaine souche virale de la grippe, les adénovirus de l'entérite virale, et d'entérocolite virale et le VIH-1 (Schntzler et *al.*,2001).

D'autres chercheurs ont montré que certains composés spécifiques des huiles essentielles testés séparément possèdent une activité antivirale remarquable. Il s'agit de l'acétate d'anéthol, du carvone, de la betacaryphyllène, du citral, d'eugénol, du limonène, du linalol et d'alinalyle (Belaiche, 1979).

I-5-2- Propriétés antioxydants

Le pouvoir antioxydant des substances naturelles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (Richard, 1992).

Lorsqu'on parle d'activité antioxydante, on distingue deux sortes selon le niveau de leur action : une activité primaire et une activité préventive (indirecte). Les composés qui ont une activité primaire sont interrompus dans la chaîne autocatalytique de l'oxydation (Multon,1982). En revanche, les composés qui ont une activité préventive sont capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène etc (Madahavi et *al.*,1996)

I-5-3- Propriétés anti-inflammatoires

Par définition, l'inflammation ou réaction inflammatoire est la réponse des tissus vascularisés, vivants, à une agression d'origine physique, chimique ou biologique dans le but de maintenir son intégrité. C'est un ensemble de phénomènes réactionnels se produisant au point irrité par un agent pathogène (Schorderet et *al.*, 1998). Les plantes médicinales utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter les cas d'inflammation semblent être une alternative fiable et logique à la recherche d'agents anti inflammatoires sûrs et efficaces. Il est bien connu que la

dénaturation des protéines tissulaires conduit à des maladies inflammatoires et des arthrites. Les produits naturels qui peuvent empêcher la dénaturation des protéines seront donc utiles pour le développement de la thérapie anti-inflammatoire (Alhakmani et *al.*, 2010).

I-5-4- Propriétés insecticides

La conservation des denrées entreposées est généralement assurée par des insecticides synthétiques qui peuvent être le moyen le plus efficace et le moins coûteux pour contrôler les insectes. Cependant l'utilisation abusive des insecticides chimiques a des effets nocifs (Guarrera, 1999), ce qui oriente les travaux actuels vers la recherche des substances extraites des végétaux qui présentent une activité insecticide, répulsive ou anti-appétant à l'égard des insectes (Barkire, 1996).

En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Bouzouitaet *al.*, 2008).

I-5-5- Propriétés antimicrobiennes

Les agents responsables d'infections sont divers et variés comprenant aussi bien les champignons, les bactéries, les protozoaires et les virus. Pour lutter contre ces agressions microbiennes, le monde scientifique a découvert de nombreux traitements pour soulager les patients (Traoré et *al.*, 2012).

Cependant, l'acquisition de ces médicaments s'avère extrêmement difficile à cause des coûts élevés et rend l'accessibilité aux soins médicaux caducs pour les populations pauvres. Cela a conduit les populations à avoir toujours recours à la médecine traditionnelle. Effectivement, les plantes sont utilisées depuis la préhistoire par l'Homme pour des besoins nutritionnels et thérapeutiques qui forment la source majeure des drogues grâce à de leur richesse en métabolites secondaires (Nostro et *al.*, 2000 ; Konaté et *al.*, 2011 ; Nsi Akoué et *al.*, 2013).

De plus, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a estimé en 2007 qu'environ 80% de la population des pays en voie de développement pouvaient être soignées à partir des plantes (Konaté et *al.*, 2011 ; Nsi Akoué et *al.*, 2013).

I-6- Généralités sur *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)**I-6-1- Position systématique**

En se référant à plusieurs auteurs dont Perrier (1961 – 1964) et Weidner et Rack (1984), la classification du *Tribolium* rouge de la farine se résume comme suit :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous embranchement :	Antennates
Classe :	Insecta
Sous Classe :	Ptérygotes
Ordre :	Coleoptera
Sous ordre :	Polyphaga
Famille :	Tenebrionidae
Sous famille :	Ulominae
Genre :	<i>Tribolium</i>
Espèce :	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797)

I-6-2- Origine et répartition géographique

Les Coléoptères sont les ravageurs les plus importants de la classe des insectes, regroupant plus de 330000 espèces, il est le groupe le plus commun et le plus destructeur des denrées entreposées (Delobel et Tran, 1993).

Ils ont pour caractéristique principale la morphologie de leurs ailes. Ils en possèdent deux paires comme tous les insectes, mais la paire antérieure (les élytres) joue le rôle d'une armure. Cette carapace protège les ailes postérieures membraneuses repliées en dessous (Dubesset, 2012).

Les Tenebrionidae constituent l'une de plus vastes familles des Coléoptères (plus 15000 Espèces décrites) (Figure 4). Les adultes qui sont généralement de couleur sombre, présentent une grande variété d'aspects. En revanche, les larves sont de forme cylindrique, leur tégument est généralement sclerotinisé. Un certain nombre de tenebrionidae a été signalé comme nuisibles sur les plantes cultivées et d'autres s'attaquent aux denrées alimentaires stockées ou emmagasinées (Delobel et Tran, 1973). Parmi ces derniers, on cite le genre *Tribolium* qui comprend deux principales espèces cosmopolites et nuisibles : *T. castaneum* et *T. confusum*.



Fig.4 : Vue dorsale de *T. castaneum* (à gauche) et de *T. confusum* (à droite)

(<http://citeseerx.ist.psu.edu>)

Le *T. castaneum* est originaire de l'Asie du Sud : on l'a trouvé dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.), il est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (Delobel et Tran, 1993).

Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (Dave et *al.*, 2001).

On le trouve dans toutes les parties du monde (cosmopolite). Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales, sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001).

I-6-3- Cycle biologique

I-6-3-1- Œufs

Selon Godon et Wilim (1998), les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et leur taille est d'environ 5 mm, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface (Figure 5).



Fig. 5 : Les œufs de *T. castaneum*
(<http://eagri.org>)

I-6-3-2- Larves

Dans les conditions optimales de développement, on observe entre 5 à 8 stades larvaires, mais jusqu'à 13 lorsque les conditions sont défavorables. La larve est environ huit fois plus longue que large d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes (Figure 6). Le dernier segment abdominal est terminé par une paire d'urogomphes recourbés vers le haut, dans un plan perpendiculaire à celui du corps. Elle se distingue de la larve de *T. confusum* par la pilosité du labre, réduite à deux touffes de soies latérales. Sur les dents ornant latéralement les segments abdominaux de la nymphe c'est la soie postérieure qui est la plus courte (Delobel et Tran, 1993).



Fig. 6 : Larve de *Tribolium sp.*
(<http://citeseerx.ist.psu.edu>)

I-6-3-3- Nymphes

La nymphe a une forme cylindrique, d'une couleur blanchâtre virant vers le jaune (Figure 7). La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Christine, 2001).



Fig. 7 : Nympe d'un coléoptère de la farine *Tribolium sp.*

(<http://citeseerx.ist.psu.edu/>)

I-6-3-4- Adultes

L'adulte de *T. castaneum* mesure de 3 à 4 mm, sa couleur est uniformément brune rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bords parallèles (Figure 8). Le dernier article des antennes est légèrement renflé. Le prothorax a généralement des bords tranchants et les ailes sont fréquemment réduites. Les tarsi antérieurs et moyens comportent 5 articulations, alors que les tarsi postérieurs n'ont que quatre. Les angles sont simples, mais denticulés. Les téguments sont presque toujours très robustes et de teinte foncée (Christine, 2001). Il est très difficile de distinguer les mâles des femelles sauf au stade nymphal, Hinton (1948) a rapporté qu'il est possible de les séparer, le mâle porte au niveau des pattes une épine à soie.



Fig. 8 : L'adulte de *T. castaneum*
(<https://inpn.mnhn.fr/espece>)

I-6-4- Biologie

Les larves et les adultes se nourrissent de grains brisés, le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31 °C et 15 %) ; tandis qu'il est plus lent en présence de faibles conditions d'humidité (8 %) (Dave et *al.*, 2001).

Dès trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon (Figure 9). À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge la nymphe six jours après sa formation. La femelle pond entre 500 et 800 œufs (Kassimi, 2014).

La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte sur millet est de 37 jours à 25°, de 26 jours à 28°, de 23 jours à 35°, de 21 jours à 38° (pour une humidité relative de 70%). Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35° et 38°. La longévité moyenne est de 250 jours à 25°, 200 jours à 30°, 2 à 3 mois à 35° sur les grains de blé, plus d'une année sur la farine (maximum observé : 4 ans) (Delobel et Tran, 1993).

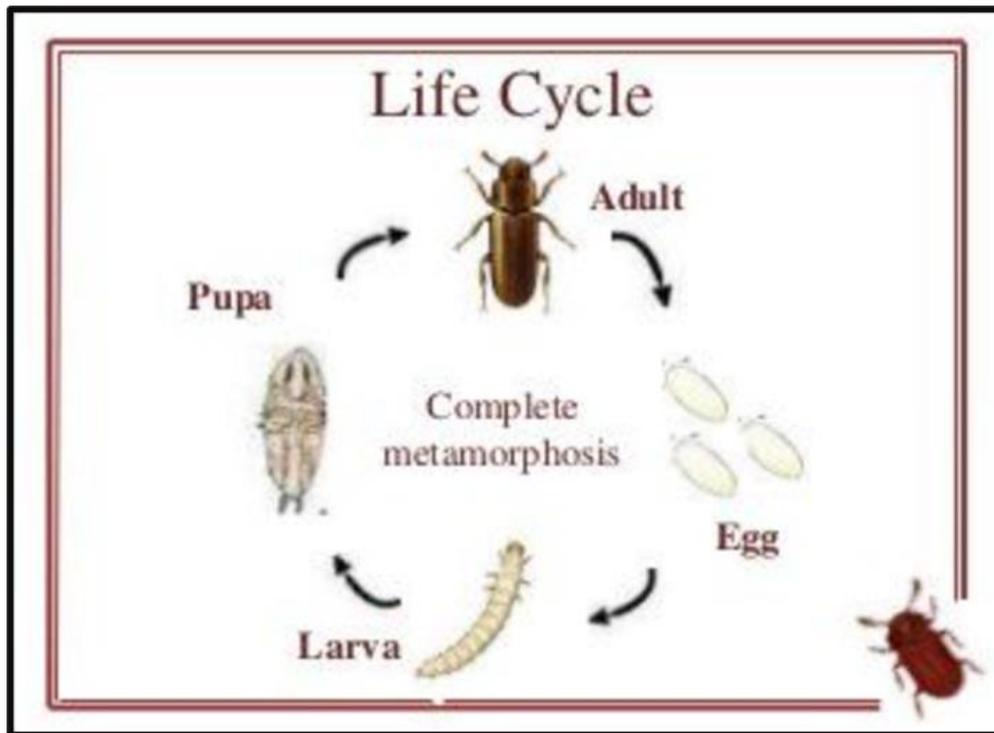


Fig. 9 : Différents stades biologiques de *T. castaneum*
(<https://www.pinterest.com>)

I-6-5- Dégâts

Le Tribolium rouge de la farine attaque les produits céréaliers stockés tels que la farine, les céréales, les craquelins, les pâtes et même les mélanges à gâteaux (Figure 10). Il peut aussi infester les aliments séchés pour animaux domestiques, les fleurs séchées, le chocolat, les noix, les graines et même les spécimens séchés des musées (Campbell et Runnion, 2003).

Les Triboliums sont très polyphages, ce sont des lithophages secondaires car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures. Ils attaquent les grains endommagés, ils sont capables de cannibalisme vis-à-vis des œufs et des nymphes, comme ils peuvent se nourrir de champignons qui envahissent les stocks (Steffan, 1987).



Fig. 10 : Exemple d'un dégât de *T. castaneum*
(<https://en.wikipedia.org>)

I-6-6- Lutte

Selon Nagamo et Hance (2007), les insectes ravageurs des céréales, peuvent causer la perte totale d'un stock. Le moyen de lutte le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables, de ces produits sont malheureusement très nombreux. Ce moyen de lutte a provoqué une intoxication humaine et environnementale au cours des deux dernières décennies. De nombreux travaux ont été menés dans le but de rechercher des méthodes de protection des denrées plus douces, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement.

Chapitre II :

Matériel et

méthodes

II-1- Matériel

II-1-1- Matériel biologique

II-1-1-1- Matériel végétal

Les critères de choix du matériel végétal reposent sur la disponibilité de la plante en Algérie et sur son usage pharmacopée traditionnelle locale.

Deux espèces végétales de la famille des Asteraceae ont été choisies pour la présente étude, soit *Artemisia campestris* L. et *Anvillea radiata*.

II-1-1-2- Matériel animal

Le choix s'est porté sur *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797). Il se justifie par l'importance des dégâts de ce ravageur sur les denrées stockées d'importance économique. Ainsi, son élevage est facilement réalisé au laboratoire.

II-1-1-2-1- Elevage de l'insecte

L'élevage de masse de *Tribolium castaneum* est maintenu dans une boîte contenant la semoule qui a été utilisée comme substrat alimentaire. Celui-ci se fait dans des conditions de laboratoire à une température de $30^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative à $70\% \pm 5\%$ pour permettre un développement favorable et rapide aux insectes (Taibi, 2007).

II-1-2- Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé pour réaliser cette étude est composé d'une verrerie, d'un équipement et d'un appareillage, surtout l'extracteur (Soxhlet), le rota vapeur et l'étuve. Il comprend aussi un ensemble de réactifs et des produits chimiques.

II-2- Méthodes

II-2-1- Récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre végétale

II-2-1-1 Récolte et séchage

Après la récolte, la partie aérienne des deux plantes sont séchées directement sur papier absorbant, sec et propre à l'air libre à l'abri de la lumière. L'étape de séchage a pour but d'abaisser la teneur en eau des feuilles récoltées afin d'éviter toute réaction d'altération et de prolifération des microorganismes.

II-2-1-2- Le broyage de conservation

La partie aérienne séchée est réduite en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. Cette opération permet de rompre les membranes cellulaires et la matrice extracellulaire et de libérer les organites et les molécules contenues dans la cellule. Ceci permet d'augmenter leur surface de contact avec les différents solvants utilisés afin d'améliorer le rendement d'extraction. La poudre résultante est conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière dans des flacons en verre hermétiquement fermés.

II-2-2- Méthode d'extraction (Soxhlet)

D'après Cseke et Kaufman (1999), les huiles essentielles végétales sont des métabolites secondaires sécrétés par les plantes comme moyens de défense contre les ravageurs phytophages. Au laboratoire, des huiles végétales ont été testées par de nombreux auteurs comme Gakuru *et al.*, (1986), Foua-Bi (1996) et Teugwa *et al.*, (2002), contre les ravageurs des denrées stockées.

La technique d'extraction par Soxhlet a été inventée en 1879 par Franz Von Soxhlet. A l'origine, elle a été utilisée pour la détermination de la graisse du lait puis elle a été généralisée pour l'extraction en chimie agricole avant de devenir l'outil le plus utilisé pour l'extraction de solide-liquide dans beaucoup de domaines comme l'environnement, l'agro-alimentaire et pharmaceutique. De nos jours, le Soxhlet est toujours courant dans les laboratoires. Il considéré comme la méthode de norme et de référence pour l'extraction de solide liquide dans la plupart des cas (Virot *et al.*, 2007).

II-2-2-1- Principe

Le principe d'une extraction en Soxhlet repose sur la réalisation d'une série d'extractions solide-liquide de manière continue à l'aide de solvant chaud, dont la température est légèrement inférieure à la température d'ébullition. À chaque cycle, du solvant frais, exempt de métabolites, entre en contact avec le sorgho afin d'extraire les métabolites et ainsi obtenir une biomasse exempte de ces produits. L'extraction s'effectue jusqu'à ce que la totalité des métabolites soit extraite et se retrouve dans le solvant (Gélébart, 2016).

II-2-2-2 Description expérimental

L'extraction par Soxhlet qui a été employée pendant longtemps est une technique standard et la référence principale pour évaluer la performance d'autres méthodes d'extraction solide

liquide. L'extraction par Soxhlet est une technique générale et bien établie. Ainsi, elle dépasse en performance les autres techniques conventionnelles d'extraction, excepté dans le cas de l'extraction des composés thermolabiles (Luque de Castro and Garcia-Ayuso 1998).

Dans un système conventionnel de Soxhlet comme montré dans la figure 11, la matière végétale est placée dans une cartouche, et remplie de solvant frais condensé à partir d'un ballon à distiller. Quand le liquide atteint le niveau de débordement, un siphon aspire la solution de la cartouche et la décharge de nouveau dans le ballon à distiller, portant les corps dissous extraits dans le liquide en bloc. Dans le ballon, le corps dissous (soluté) est séparé du solvant par distillation. Le soluté reste dans le flacon et le solvant frais passe de nouveau dans le lit de solide. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'extraction complète soit réalisée. (Luque-Garcia and Luque de Castro 2004).

L'extraction par Soxhlet dépend fortement des caractéristiques de la matrice solide et de la dimension des particules vu que la diffusion interne est souvent l'étape limitante pendant l'extraction.

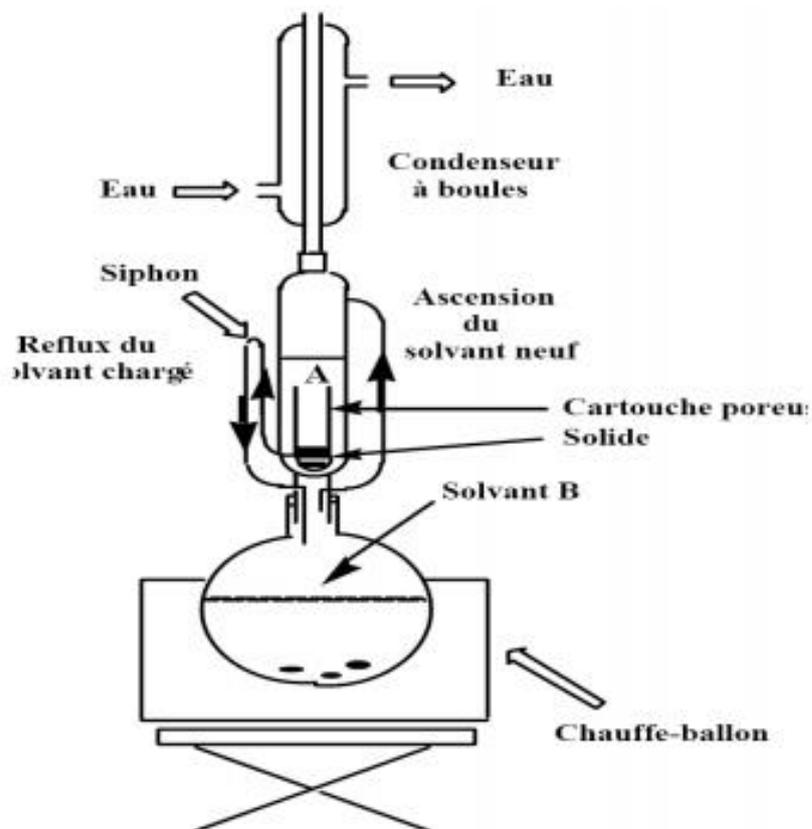


Fig. 11 : Dispositif expérimental d'un extracteur Soxhlet
(<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00399131/document>)

II-2-2-3- Les avantages et les inconvénients**Avantages**

Ben Amor (2008) note le déplacement de l'équilibre de transfert en mettant à plusieurs reprises le solvant frais en contact avec la matrice solide. Ainsi, le maintien d'une température relativement élevée d'extraction avec la chaleur du ballon à distiller. Aucune nécessité de filtration après l'extraction. En outre, la méthode de Soxhlet est très simple.

Inconvénients

Le temps d'extraction est long et une grande quantité de solvant est nécessaire. Il est impossible d'accélérer le processus par agitation. La grande quantité du solvant utilisée exige une étape d'évaporation /concentration. La possibilité de dégradation thermique des composés cibles ne peut pas être ignorée vu que l'extraction s'opère habituellement au point d'ébullition du solvant pendant un temps assez long (Ben Amor, 2008)

II-2-2-4- Mode opératoire

L'extrait méthanolique est obtenu en suivant les étapes suivantes (Figure 12). On place 40g de la poudre séchée dans une cartouche en papier filtre épais pour enfin être placée dans le réservoir de l'extraction Soxhlet dans un récipient contenant 400ml de méthanol. On laisse sous agitation à une température de 60 °C. Après plusieurs cycles successifs d'extraction en contenu (cycle), le solvant soit les 400ml d'éthanol contenant la matière à extraire retourne dans le ballon par déversement à travers le siphon situé dans le coude latéral. L'extrait récupéré est concentré par évaporation à sec à une température de (40 à 45°C) à l'aide d'un rota vapeur. En fin, l'extrait obtenu est conservé dans le réfrigérateur.



Fig. 12 : Extraction d'une plante par soxhlet (Zahaf, 2016)

La séparation du solvant de l'extrait est faite à l'aide d'un rotavapeur à 60°C (Fig. 13). Dans cet appareil, on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation, il est mis en rotation et est plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon collecteur de condensat.

La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande permet donc d'effectuer une évaporation rapide. Ainsi, l'abaissement de la pression permet d'évaporer le solvant à température réduite, évitant ainsi la dégradation thermique éventuelle des composés. C'est une méthode d'évaporation simple et rapide (Zahaf, 2016).

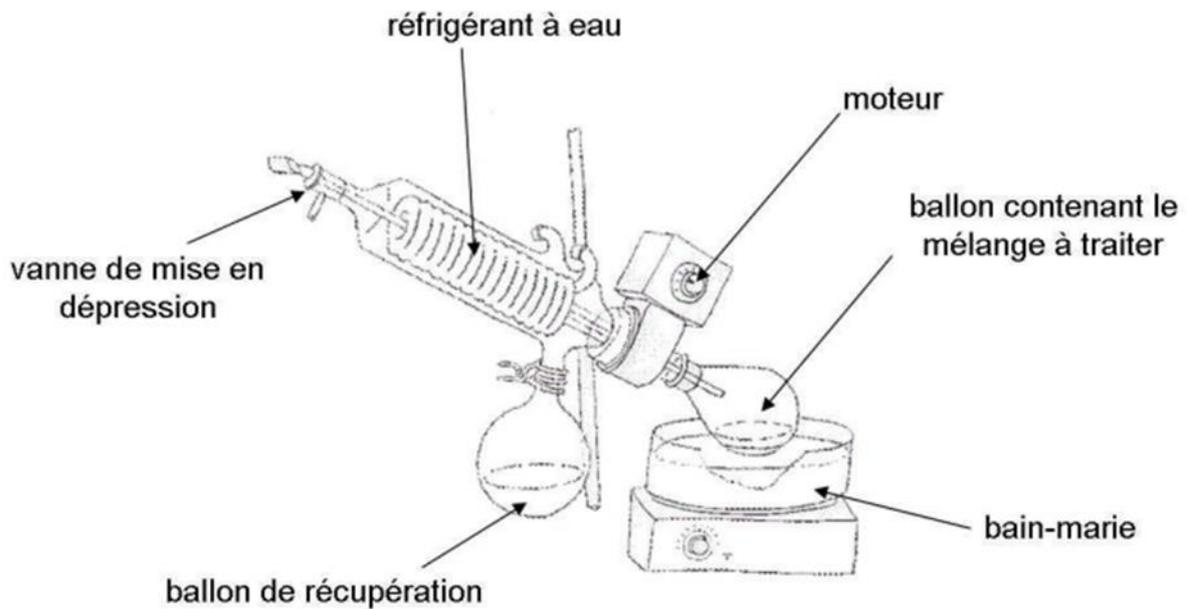


Fig. 13 : Dispositif expérimental d'un rota vapeur
(http://jmajoubert.free.fr/F_PC/FT_evaporation.pdf)

II-2-3- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait des deux plantes *A. campestris* et *A. radiata* vis-a-vis de *T. castaneum*

II-2-3-1- Activité insecticide

D'après Regnault-Roger et Hamraoui (1997), il apparaît que les plantes aromatiques recelent un véritable arsenal moléculaire de substances insecticides ou insectifuges capables d'induire une protection végétale. En effet, elles diminuent les populations d'insectes phytophages par une double action par une toxicité inhalatrice exercée sur les adultes ainsi qu'une inhibition de la reproduction. A côté de l'activité des composés allelochimiques volatiles, un effet antinutritionnel à caractère larvicide est produit par les huiles essentielles. L'utilisation des molécules allelochimiques des plantes aromatiques dans des formulations aptes à contrôler les insectes et qui pourrait constituer une approche alternative complémentaire aux traitements insecticides classiques.

II-2-3-2- Préparation des doses des extraits

A partir de l'extrait des deux plantes *A. campestris* et *A. radiata* obtenus les dilutions sont préparées comme suit. On a 4 extraits pour *A. campestris* et 4 extraits pour *A. radiata*.

100% On introduit 10ml extrait

75% On introduit 7,5ml extrait dans un tube a essais contenant 2,5 ml ED

50% On introduit 5ml extrait dans un tube à essais contenant 5ml ED

25% On introduit 2,5ml extrait dans un tube à essais contenant 7,5 ml ED

II-2-3-3- Evaluation de l'activité insecticide par contact

II-2-3-3-1- But

Evaluer l'activité insecticide des 4 extraits méthanolique d'*Artemisia campestris* et d'*Anvillea radiata* vis-à-vis de *Tribolium castaneum* selon le mode de pénétration à savoir le contact. L'étude de l'efficacité a été réalisée en déterminant de la dose létal (DL50) et du temps létal (TL50).

II-2-3-3-2- Principe

Selon Leela *et al.*, (1992), l'activité insecticide des extraits étudiés est évaluée par l'observation de la mortalité des adultes, tout en déterminant la dose.

II-2-3-3-3- Bio essais de la toxicité par contact

L'évaluation de la toxicité par contact des extraits méthanolique ainsi que de l'insecticide est déterminée par application directe sur *Tribolium castaneum* (Figure 14).

L'unité expérimentale considéré est des boites de Pétri. Les 4 doses utilisées pour les extraits methanolique d'*A. Campestris* et d'*A. radiata* sont de l'ordre de 100%, 75%, 50% et 25%. On a introduit au fond de chaque boite séparément 10 adultes de *T. castaneum* préalablement imbibé avec 100 µl de la dilution correspondante les insectes de *T. castaneum* et laissé sécher à l'aire libre pendant quelques minutes. On ajoute par la suite 5g de substrat alimentaire non traité. L'ensemble est étuvé dans des conditions de température et d'humidité constantes pour toute la durée de l'expérimentation (27°C et 70%). Les tests témoins menés dans des boites de Pétri contenant des insectes adultes traité uniquement avec de l'eau distillée ou du méthanol. On a considéré les insectes testés comme morts s'ils ne présentent aucun mouvement lorsque des observations sous la loupe.



Fig. 14 : La réalisation du bio-essai (Chahbar *et al.*, 2017)

II-2-4- Exploitation des résultats

II-2-4-1- Evaluation du taux de mortalité

Le taux de mortalité des insectes témoins et traités est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = (\text{Nombre de mort} / \text{nombre total d'individu}) \times 100$$

II-2-4-2- Correction de la mortalité

La mortalité observée a été corrigée par la formule d'Abbot (1925) :

$$\%M_c = (M_2 - M_1 / 100 - M_1) \times 100$$

M1 : pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

M2 : pourcentage de mortalité dans le lot traité.

%MC : pourcentage de mortalité corrigée.

II-2-4-3- Détermination de la DL50

La dose létale 50 soit la dose létale pour 50% des individus est une valeur qui nous renseigne sur l'importance de l'effet toxique de l'extrait testé dans le temps. C'est un indicateur de la toxicité d'une substance.

La DL50 est calculée à partir de l'équation de la droite de régression des Probits des taux de mortalités corrigées en fonction des concentrations du traitement.

$$Y = ax + b$$

Y : Probit de mortalité corrigée

X : logarithme décimal de la concentration

A : la pente

II-2-4-4- Détermination de la TL50

Pour estimer la TL50 soit le temps létal au bout duquel 50% de mortalité sont obtenus, les droites de régression Probits sont tracées. Ainsi, les équations des droites de régression sont par la suite établies. A partir de celles-ci, les valeurs de la DL50 sont déterminées.

Chapitre III :

Synthèse

Certains extraits de plantes et produits phytochimiques sont connus pour leurs activités insecticides contre divers insectes nuisibles dans les produits stockés. Les métabolites secondaires ont été largement étudiés à cet égard. L'utilisation de ces substances comme pesticides a fait l'objet d'une grande attention de la part des communautés scientifiques dans le cadre du programme de lutte contre les parasites (Chaubey, 2012).

Les insecticides pénètrent à l'intérieur des insectes en traversant soit la cuticule, soit les parois du tube digestif. Cette pénétration a lieu à une vitesse qui varie d'une espèce à une autre pour le même toxique. Si la cinétique de pénétration est suffisamment lente, l'insecticide pourra être dégradé par les systèmes de détoxification et aura peu d'effets. Les insectes concernés seront sélectionnés par le pesticide et donneront naissance à une population résistante. De telles modifications de la pénétration de l'insecticide à travers la cuticule ont été mises en évidence chez plusieurs insectes comme *Musca domestica* (Sawicki et Farnham, 1968), *Culex pipiens* (Stone et Brown, 1969) et *Tribolium castaneum* (Walter et Price, 1989).

Abdellaoui *et al.*, (2017) montrent que les huiles essentielles de *Salvia officinalis* (Lamiaceae) possèdent des effets de toxicité par contact contre le coléoptère de la farine confus, *Tribolium confusum*. Ainsi, ils notent que différentes concentrations de cette huile présentent une toxicité contre les larves et les adultes de *T. confusum* avec une DL50 et une CL50 respectivement de 0,13 et de 0,16 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$.

Dans des études précédentes, l'activité insecticide de nombreuses huiles essentielles de Lamiaceae a été évaluée par rapport à un certain nombre d'insectes du produit stocké. En fait, les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* ont montré une activité insecticide contre *Sitophilus oryzae*, *Stegobium paniceum*, *T. castaneum* et *Bruchus chinensis* (Regnault-Roger, 1997). Les huiles de *Thymus vulgaris* étaient toxiques pour le *Rhizopertha Dominique*. Les huiles essentielles de Lamiaceae ont également une activité insecticide et répulsive contre plusieurs insectes nuisibles (Kurowska *et al.*, 1991).

Selon Abdellaoui *et al.*, (2018), les métabolites secondaires des parties aériennes notamment des fleurs de *Ruta chalepensis* présentent une toxicité de contact plus forte contre les adultes de *Tribolium confusum*. L'évaluation des données de toxicité de contact a révélé que ces substances sont toxiques pour les nymphes et les adultes de *Tribolium confusum*. Les valeurs de la DL50 et de la TL95 correspondantes étaient respectivement de 0,05 et de 0,12 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$.

Tapondjou *et al.*, (2005) ont évalué la toxicité par contact des huiles essentielles de feuilles d'*Eucalyptus saligna* et de *Cupressus sempervirens* par imprégnation sur des disques de papier filtre contre *Tribolium confusum*. Ils ont affirmé que ces produits chimiques causaient une mortalité importante avec des valeurs de CL50 de 0,48 et de 0,74 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, respectivement pour les huiles d'Eucalyptus et de Cupressus.

Les huiles essentielles d'*Evodia rutaecarpa* (Rutaceae) ont également eu un effet répulsif sur les adultes de *T. castaneum* et ont réduit le taux de croissance des larves (Liu et Ho, 1999). En outre, Tripathi *et al.*, (1999) ont rapporté que l'huile essentielle du fruit de *Piper retrofractum* présente un haut pouvoir répulsif contre *T. castaneum*.

Dans le même contexte, Naseem et Khan (2011), dans leur étude sur le pouvoir répulsif des huiles essentielles de *P. nigrum* et d'*E. camaldulensis* contre *T. castaneum* dans des conditions de laboratoire ont indiqué que le temps d'exposition maximal entraînait un pouvoir répulsif maximal du parasite à toutes les concentrations.

D'après Carpinella *et al.*, (2003), l'activité insecticide de *Melia azedarach* sur *T. castaneum* est due à l'activité biologique des Triterpénoides qui ont un effet anti-nutritionnel. Ils inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort et des malformations chez les futures générations. L'activité insecticide des plantes de la famille des Meliaceae a été largement étudiée, suite à la présence de limonoïdes (Tetranortriterpénoides). Ces composés sont capables d'inhiber le développement, l'alimentation et la survie de plusieurs espèces d'insectes (Wandscheer *et al.*, 2004 ; Maciel *et al.*, 2006).

L'effet insecticide des extraits méthanoliques de *Peganum harmala* sur *Tribolium castaneum* a été confirmé par Jbilou *et al.*, (2006).

Les huiles essentielles d'*Artemisia* (Asteraceae) ont montré un effet prometteur en protégeant les grains stockés des attaques de *Tribolium castaneum*. Cependant, l'effet varie considérablement en fonction de l'espèce et de la composition chimique de chaque huile (Chaieb *et al.*, 2018)

Par ailleurs, l'efficacité larvicide a été représenté principalement par un effet répulsif sur la larve de *Tribolium castaneum* après 2 à 24 heures d'exposition aux extraits hexane et acétone de la partie aérienne d'*A. campestris* (Pascual-Villalobos and Robledo, 1998)

Lemeailbi (2018) a montré que les huiles essentielles d'*A. herba alba* possèdent des propriétés insecticides et répulsives intéressantes contre le ravageur des céréales stockées *Tribolium confusum*. Ces biomolécules peuvent servir comme alternative aux pesticides chimiques de synthèse.

Les flavonoïdes qui présentent chez l'*Anvillea radiata* (Asteraceae) sont des sources de pigments pour la coloration des composés de ses fleurs (Goto et Kondo, 1991). Ainsi, ils jouent un rôle important pour attirer les insectes (Biggs et Lane, 1978).

Conclusion

Conclusion

Ce travail de recherche a permis d'apporter une contribution à l'étude de la lutte contre le *Tribolium castaneum*, afin de trouver des alternatives à la lutte par les insecticides chimiques contre ce ravageur potentiel des denrées stockées.

Aujourd'hui, il existe un grand souci sur le danger présenté par les produits chimiques utilisés pour lutter contre les insectes ravageurs des denrées stockées en raison de leurs actions indésirables qui provoquent l'apparition de plusieurs maladies. C'est pour cela que les chercheurs commencent à prendre conscience de l'importance du retour au naturel.

La discussion de ces études souligne que certains extraits de plantes pourraient être utiles en tant que puissants agents de lutte contre les insectes. Ces plantes médicinales se sont avérées avoir une puissante activité insecticide contre le genre de *Tribolium*. Les tests de toxicité par contact ont montré leur efficacité en augmentant le pourcentage de mortalité. Quelque l'étude a confirmé que ces extraits de plantes peuvent jouer un rôle important dans la protection des denrées stockées contre les différentes espèces de *Tribolium*.

Donc, les extraits de plantes pourraient être une alternative saine aux produits synthétiques pour lutter contre les parasites des denrées alimentaires. Il serait donc intéressant d'approfondir les études, afin de caractériser les extraits à l'activité insecticide observée, en évaluant leurs effets sur les différents stades de développement. Il s'agit de l'activité physiologique de l'insecte cible. L'Algérie recèle une flore abondante et diversifiée susceptible de fournir de nouvelles sources de composés d'origine végétale à propriétés phytopharmaceutiques.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

A

Abayomi S., (2010). Plantes médicinales et traditionnelle d'Afrique. Académie Suisse Naturelle karthala, Canada, 378p.

Abbot W.S. (1925), A methode of computing the effectiveness of an insecticide. *J.Entomol.* 265-267.

Abdellaoui Kh., Acheuk F., Miladi M., Boughattas I and Omri Gh., (2018). Phytochemistry, biochemical and insecticidal activities of *Ruta chalepensis* essential oils on *Tribolium Confusum*. *Agriculture & Forestry* ; 64(3) : 31-45, Podgorica.

Abdellaoui Kh., Miladi M., Boughattas I., Acheuk F., Chaira N and Ben Halima-Kamel M., (2017). Chemical composition, toxicity and acetylcholinesterase inhibitory activity of *Salvia officinalis* essential oils against *Tribolium confusum*. *Journal of Entomology and Zoology Studies* ; 5(4) : 1761-1768.

Akrout A, Chemli R, Chreif I and Hammami M., (2001). Analysis of the essential oil of *Artemisia campestris L.* *Flavour and Fragrance Journal*, 16(5), 337-339.

Alhakmani F., Kumar S. and Khan S.A., (2013). Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 3(8) : 623–627.

Aouadhi S., (2010). Faculté de médecine de Tunis – Master spécialisé en toxicologie. Mémoire de master en toxicologie : « Atlas des risques de la phytothérapie rationnelle étude de 57 plantes recommandées par les herboristes ».

B

Barkire B., (1996) : Les ressources naturelles d'origine végétale au Niger : les possibilités de leur valorisation sous forme de biopesticides. Séminaire-atelier, Niamey, Niger, 28 octobre-8 novembre 1996.

Barz W., Welle R., in : H.A. Stafford (Ed.), (1990). Flavonoid Metabolism CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p. 139. 360.

Référence bibliographique

Ben abedekrim A., (2009) Effet des extraits aqueux des grains de *peganun harmala l.* (zygophllaceae) sur les larves de 5eme stade de *locusta migratoria cinerascens* (orthoptera : oedipodinae). Mémoire ingénieur agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach-Alger, P1-59.

Ben Amor B., (2008). Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs : texturation par détente instantanée contrôlée (DIC). Génie des procédés. Université de La Rochelle, France, p11.

Ben Sassi A., Harzallah-Skhiri F., Aouni1 M. (2007). Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities. *J. Pharmaco. Bio.* 45(5) :421-428.

Biggs D. R., Lane G.A. (1978). *Phytochemistry* 17 1683.

Bnouham M, Mekhfi H, Legssyer A and Ziyyat A. (2002). Ethnopharmacology Forum : Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes & Metabolism*, 10, 33-50.

Boudjelal A., Henchiri Ch., Sarri M., Sarri Dj., Hendel N., Benkhaled A., Ruberto G. (2013). Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria) : An ethnopharmacology survey. *Journal of Ethnopharmacology* ,148 :395-402.

Boudjemaa S., (1999). Contribution à étude de l'influence des extraits foliaires de *melia azedaratch* et *eucalyptus globulus* sur le comportement de ponte de *phthorimaea operculella zeller* (lepidoptera : gelechiidae) dans les stocks. Mémoire ingénieur agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach- Alger, P1-54.

Bouhadjera K., (2005). Contribution à l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Oudneya africana* R.Br. et *Aristida pungens* L, Thèse de doctorat, université de Tlemcen.

Bouzouita N., Kachouri F., Benhalima M.et Chaabouni M., (2008) : Composition chimique et activités antioxydant, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10, p 119-125.

Brenda Winkel-Shirley., (Juin 2001). Flavonoid Biosynthesis. A Clorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, Plant Physiol, Vol 126, pp.485-493.

Référence bibliographique

Brunechon J., (1987). Pharmacognosie, Ecole technique de documentation, Ed. Ravoilie.

Bruneton, J., (1999). Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.

C

Campbell J.F & Runnion C., (2003). Patch exploitation by female red flour beetles, *Tribolium castaneum*. Journal of Insect Science, 3(20), 8p

Carpinella C., Defago T., Valladares G., and Palacios M., (2003). « Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management ». *J. Agric. Food Chem.*, 51, 369-374.

Carson C., Riley J., (1995). *J. Appol Bact.*78, 264.

Cartini R., (1971) : Bordas encyclopedie. Ed Bodas.Belgique.23 : 137-195

Catier O et Roux D., (2007). Botanique pharmacognosie phytothérapie,. Walters Kluwer (ed), collection prophyre.

Chabou A., (2000). Contribution à l'étude de l'influence des extraits de fruits et de feuilles de *Melia azedartch* sur le comportement de ponte et des chenilles de *phthorimaea operculella* (zeller) (lepidoptera : gelechiidae) dans les stocks. Mémoire ingénieur agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach- Alger, P1-50.

Chahbar M., Chahbar-Adidou N., Touati S., Tefiel H et Gaouar S.B.S., (2017). Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de trois plantes aromatiques contre un ravageur de denrées stockées *Tibolium castaneum*.Conference : 2ème international workshop on « Management and Geneticimprovement of plant and microorganisme” socio-participatory approach.At :University of Tlemcen.

Chaieb I., Ben Hamouda A., Tayeb W., Zarrad Kh., Bouslema Th and Laarif A., (2018). The Tunisian Artemisia Essential Oil for Reducing Contamination of Stored Cereals by *Tribolium castaneum*. Food Technol. Biotechnol. 56 (2) 247-256.

Chaubey, M.K. (2012). Acute, lethal and synergistic effects of some terpenes against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Ecologica balkanica, 4, 53-62.

Référence bibliographique

Christine B., (2001). Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2^{ème} Edition, 124-154.

Cowan M. M., (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12(4), 564-582.

Cseke, L.J. et Kaufman, P.B., (1999). How and why these compounds are synthesized by plants. In Kaufman, P.B., Cseke, L.J., Warber, S., Duke, J.A. et Brichmann, H.L., (eds), *Natural Products from plants*. CRC Press, Boca Raton, F.L. 37-90.

D

Dave A., Colin J., Demianyk P.G., Fields D.S., Jayas J.T.M., William E.M., Blaine T., Noel D.G.W., (2001). Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (Éd. Rev.) (Manitoba) Canada. 59 p.

David A., Hervé M., (1994). Flore de la suisse. Ed Du Griffon Neuchâtel. Suisse. 428p.

Davidson P. M., Sofos J. N. and Branen A. L., (2005) : *Antimicrobials in Food* (éd. Third Edition). BocaRaton : CRC Press, p429.

Delobel A. et Tran M., (1993). Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale XXXII. Paris. 103-106 p.

Dey, P.M., Harborne, J.B., (1991). Methods in plant biochemistry. Volume 7, Terpenoids. Academic press.

Dob T, Dahmane D, Berramdane T, and Chelghoum C., (2005). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia campestris L.* from Algeria. *Pharm Biol*, 43, 512-514.

Dubesset D., (2012). Microsmes : la photographie d'insectes. France, 124p.

E

El Hassany B, El Hanbali F, Akssira M, Mellouki F., (2004). Haidour Germacranolides form *Anvillea radiata* .Fitoterapia, vol.75,n6 page573-576.

Référence bibliographique

Etherington J. R. (1983). Wetland Ecology, Studies in Biology No. 154 Edward Arnold Publishers, London.

G

Gakuru, S. et Foua-Bi, K. (1996). « Effets d'extraits de plantes sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* Fab et le charançon du riz *Sitophilus oryzae* L. ». *Cahiers Agricultures*, 5 : 39-42.

Gausсен H., et Leroy H. F., (1982). Précis de botanique, végétaux supérieurs, 2ème Ed : Masson. Paris. 426 p.

Gélébart B., (2016). Optimisation de l'extraction, en réacteur « BATCH », de biomasse énergétique à l'aide d'émulsions ultrasoniques de solvants verts. Génie chimique. Université de Sherbrooke (Québec), Canada, p34.

Gleason HA and Cronquist A., (1963). Manual of vascular plants of North eastern United States and adjacent Canada. Van Nostrand, Princeton.

Godon, B. & Willm, C., (1998). Les industries de première transformation des céréales. Lavoision tec, doc Paris, 656-657.

Goto T., Kondo T. (1991). Angewandte Chemie 30 17.

Gray A. I., and Waterman P. G., (1978). Phytochemistry, 17 845.

Guarrera P. M., (1999) : Traditional antielmintic, antiparasitic and repellent uses of plants in central Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 68, p183-192.

Guerrida S., (2010). Evaluation de l'activité systémique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur puceron. Mémoire ingénieur agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach-Alger, P1-65.

Guignard J-L, Cosson L., Henry M., (1985). Abrégé de phytochimie, Masson, p 193.

H

Référence bibliographique

Harkati B., (2011). Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille asteraceae : *Scorzonera Undulata*. Thèse de doctorat, Université Mentouri- Costantine, 128p.

Hinton H.E., (1948). A Synopsis of the genus *Tribolium* Macleay with some remarks on the evolution of its species. *Bull. Ent. Res.*, 39, 13-55.

Hmamouchi M., (1999). Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Imprimeries de Fedala.

I

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources ; Centre for Mediterranean Cooperation., (2005). A guide to medicinal plants in North Africa. Málaga, Spain : IUCN, 256 p.

J

Jbilou R., Amri H., Bouayad N., Ghailani N., Ennabili A. and Sayah F., (2008). « Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development, a-amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta : Coleoptera : Tenebrionidae) ». *Bioresource Technology*, 99, 959–964.

Jeun, J. M., Annie. F., Chrystian. J. L. (2005) : les composés phénoliques des végétaux, p203- 204.

Joa O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S and Jose A.S.C. (1998). Chromones and flavones from *Artemisia campestris Sub sp Maritima*. *Phytochemistry*. **49 (5) :** 1421-1424.

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.

K

Kassemi N., (2014). Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius Salib* et *Nepeta nepetella L.*) sur les

Référence bibliographique

ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de doctorat en biologie, option biologie animale, Université de Tlemcen.

Keita, S.M., Vincent, C., Schmit, J.P., Ramaswamy, S., Belanger, A., (2000). Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 36, 355–364.

Konaté K, Souza A, Kassi Yomalan T, Dibala IC, Barro N, Millogo-Rasolodimby J, Nacoulma OG., (2011). Phytochemical composition, Antioxidant and Anti-inflammatory potential of bioactive fractions from extracts of three medicinal plants traditionally used to treat liver diseases in Burkina Faso. International Journal of Phytomedicine 3 :406-415.

Kurowska A., Kalembe D., Gora J., Majda T., (1991). Analysis of essential oils : influence on insects. Part IV. Essential oil of garden thyme *Thymus vulgaris* L. Pestycydy ; 2 :25-9.

L

Larousse, (2015).

Le Floc'h E., (1983). Contribution à une Etude Ethnobotanique de la Flore Tunisienne ; Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique : Tunis, Tunisia.

Leela NK, RM Khan RM, Reddy PP and Nidiry ESJ., (1992). Nematicidal activity of essential oil of *Pelargonium graveolens* against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. HSCIH- Publication. 20, pp 57-68.

Lememailbi N., (2018). Evaluation de l'effet répulsif d'*Artemisia herba alba* Asso. Et *Teucrium polium* L. vis-à-vis des insectes des denrées stockées (*Tribolium confusum* et *Rhyzopertha dominica*) . Thèse du master. Université de M'Sila. Algérie.

Leon R. H. O., (2005). Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de l'institut national polytechnique de Toulouse, France.

Référence bibliographique

Liu, Z.L., Ho, S.H. (1999). Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodiarutae-carpa Hook f.* et Thomas against the grain storage insects *Sitophilus zeamais Motsch* and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, 35, 317-328.

Lucchesi M.F., (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, université de La Réunion, France, 146p

Luque de Castro, M. D. and L. E. Garcia-Ayuso (1998). « Soxhlet extraction of solid materials : An outdated technique with a promising innovative future. » *Analytica Chimica Acta* 369 : 1-10.

Luque-Garcia, J. L. and M. D. Luque de Castro (2004). « Ultrasound-assisted Soxhlet extraction : An expeditive approach for solid sample treatment-Application to the extraction of total fat from oleaginous seeds. » *Journal of Chromatography A* 1034 : 237-242.

M

Macheix J J., Fleuriet A. et Jay-Allemand C., (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechnologiques et universitaires romandes. P4-5.

Maciel M.V., Morais S.M., Bevilaqua C.M.L., Camurça-Vasconcelos A.L.F., Costa C.T.C. and Castro C.M.S. (2006). « Ovicidal and larvicidal activity of *Melia azedarach* extracts on *Haemonchus contortu* ». *Veterinary Parasitology*, 140, p 98-139.

Madhavid L., Deshpandes. And Salunkhe D.K., (1996) : Food Antioxidants, Technological, Toxicological, and Health Perspectives, Marcel Dekker, Inc. New York, p.65.

Manitto, P., (1981). Biosynthesis of natural products. John Willey et sons. New York.

Matthieu Virota, Valérie Tomaoa, Giulio Colnagui, Franco Visinoni Farid Chemata.,(2007). New microwave-integrated Soxhlet extraction An advantageous tool for the extraction of lipids from food products *Journal of Chromatography A*.

Référence bibliographique

Maxwell C. A., Philips D. A., (1990). Plant Physiology 93, 1552.

Middleton E. M., Teramura A. H., (1993). Plant Physiology 103 741.

Morallo, RB et Tantengco, G.B. (1986). « Biological activity of flowers extract as insecticides ; NTSA Technology ». *J Entomol.*, 11 : 37-46.

Multon J L., (2002) : Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, Paris, Lavoisier, p.207-231.

N

Nagamo L.S.T & Hance TH., (2007). Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. Keywords : Spices- Essential oils- Integrated control Stored products- Cameroon.

Naili MB, Alghazeer RO, Saleh NA and Al-Najjar AY., (2010). Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae). *Arabian Journal of Chemistry*, 31, 79-84.

Naseem, M.T., Khan, R.R. (2011). Comparison of repellency of essential oils against red flour beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 2, 131-134.

Nostro A, Germano M, D'Angelo V, Cannatelli M., (2000). Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lettres en Microbiologie Appliquée* 30 :379-384.

Nsi Akoué G, Obame L-C, Ondo JP, Brama I, Otogo N'Nang ES, Tapoyo SY, Souza A., (2013). Phytochemical composition and antiradical activity of *Sakersia africana* Hook. F. medicinal plant from Gabon. *International Journal of Biomolecules and Biomedicine* 3 (3) :1-8.

O

Oh H. K., Sakai T., Jones M. B, and Longhurst W. M., (1967). Effects of various essential oils isolated from Douglas fir needles upon sheep and deer rumen microbial activity. *Applied Microbiology* 15, 777-784.

Référence bibliographique

Ozenda P., (1983). Flore du Sahara Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique -Paris- 441p.

P

Pascual-Villalobos, M., Robledo, A., (1998). Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. Ind. Crops Prod. 8(3), 183-194.

Perrier, R., (1961). La faune de la France, coléoptères. Ed. Delagrave, Paris. Tome VI. 215p.

Perrier, R., (1964). La faune de la France, coléoptères. Ed. Delagrave, Paris. Tome VI. 215 p

Peyron L., Richard Hubert., (1992). L'extraction des épices et herbes aromatiques et les différents types d'extraits. Epices et aromates. Tec et Doc Lavoisier, APRIA., Paris.

Q

Quezel et Santa., (1962). Nouvelle flore de l'Algérie Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique. Paris. Tome I. 990p.

Quezel, P., Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desertiques meridionales. Editions du C.N.R.S. Paris, p. 949.

R

Rachard F., (1992) : Manuel de corps gras, Paris, Ed : Lavoisier, Tec & Doc., p 1228-1242.

Read D. B., Bengough A. G. et Gregory P. J., (2003). Plant roots release Phospholipid surfactants that modify the physical and chemical properties of soil, New Phytologist, Février, Vol 157, No 2,pp 3115-326.

Regnault-Roger C (1997). The potential of botanical essential oils for insect pest control. Integrated Pest Management ; 2 :25-34.

Référence bibliographique

Regnault-Roger C., & Hamraoui A., (1997). Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Acta Bot, Gallica*, 144 (4), pp : 401-412.

S

Sawicki RM., Farnham AW. (1968). Examination of the isolated autosomes of the SKA strain of houseflies for resistance to several insecticides with and without pretreatment with sesamex and TBTP. *Bull. Entomol. Res.* 59, p. 409.

Schnitzler P., Schon K. and Reichling J., (2001) : Antiviral activity of Australian tea tree oil and eucalyptus oil against herpès simplex virus in cell culture. *Pharmazie*, 56, p 343–347.

Schorderet M., Dayer J.M. et coll., (1998) : Physiopathologie de la fièvre, de la douleur et de l'inflammation, Analgésiques, antipyrétiques, anti-inflammatoires et immunosuppresseurs. In : *Pharmacologie des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques*. 3^{ème} Edition Slatkine, Genève, Suisse, 569-606.

Sijelmassi A., (1993). Les plantes médicinales du Maroc. Edition Le Fennec, Casablanca. Maroc.

Steffan J.R., (1987). Description Et Biologie .Les Insectes Et Les Acariens Des Céréales Stockées Ed. A.F.N.O.R Paris, 238 p.

Stone BF., Brown AWA. (1969). Mechanisms of resistance to fenthion in *Culex pipiens fatigans* Wied. *Bull. Organ. Mond. Santé* 40, p. 401–408.

T

Taibi, F., (2007). Etude comparée du développement et de la reproduction chez deux ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* et *Tenebrio molitor*. Aspect endocrinien en rapport avec l'impact d'un mimétique de l'hormone de mue, le RH- 0345. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. Algérie.

Tapondjoua, A.L., Adlerb, C., Fontem, D.A, Boudaa, H., Reichmuthb, C. (2005). Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus*

Référence bibliographique

saligna against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. Journal of Stored Products Research, 41, 91-102.

Teugwa, M.C., Piam, G., Tane, P. et Amvam Zollo, P.H. (2002). « Activité insecticide des extraits d'*Ageratum houstonianum*, de *Clausena anisata* et de *Croton macrostachyus* sur la bruche du niébé (*Vigna unguiculata* Walp)». *Food-Africa*, 4 p.

Trabut., (1933). Flore du nord de l'Afrique : répertoire des noms indigènes des plantes spontanés. Cultivées et utilisées dans le nord de l'Afrique. 335p.

Traoré Y, Ouattara K, Yéo D, Doumbia I, Coulibaly A., (2012). Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae). Journal of Applied Biosciences 58 :4234– 4242.

Tripathi, A.K., Prajapati, V., Aggarwal, K.K., Kumar, S., (2001). Toxicity, Feeding deterrence and effect of activity of 1,8 cineole from *Artemisia annua* on progeny production of *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). J. Econ. Entomol. 94, 979–983.

Tripathi, A.K., Prajapati, V., Gupta, R., Kumar, S. (1999). Herbal material for the insect pest management in stored grain under tropical conditions. Journal of Medicinal and Aromatic plant Sciences, 2, 408-420.

Tunc, I., Sahinkaya, S., 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. Appl. 86, 183–187.

W

Walter CM., Price NR. (1989). The uptake and penetration of pirimiphos-methyl into susceptible and resistant strains of the rust red flour beetle *Tribolium castaneum*. Comp. Biochem. Physiol. 94C :419-423.

Wandscheer C.B., Duque J.E., da Silva M.A.N., Fukuyama Y., Wohlke J.L., Adelman J. and Fontana J.D. (2004). « Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti* ». *Toxicon*, 44, p 829–835.

Référence bibliographique

Wang C. Y., Huang H. Y., Kuo K.-L., Hsieh Y. Z., (1998). Journal of Chromatography A 802 225.

Weidner H. et Rack G., (1984). Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, Eschborn, 80 p.

Wichtl M. et Robert A., (2003) : Plante thérapeutiques, 2eme édition Lavoisier, 692 pages.

Y

Yildirim, E., Ozbek, H., Aslan, I., (2001). Pests of Stored Product. Ataturk University Agricultural Faculty Press, no. 191, pp. 117.

Yun KW, Maun A and Kim JH. Effects of the aqueous extract from *Artemisia campestris* ssp. Caudata on Mycorrhizal fungi colonization and growth of aand Dune grasses. *Journal of Plant Biology*, 50(3), 2007, 358-361.

Z

Zahaf H., (2016). Activité insecticide de l'extrait méthanoïque de *Nicotiana Glauca* sur le puceron noir de la fève (*Aphis Fabae*). Thèse du master.

Site web

<http://citeseerx.ist.psu.edu>

<http://eagri.org>

http://jmajoubert.free.fr/F_PC/FT_evaporation.pdf

<https://en.wikipedia.org>

<https://inpn.mnhn.fr/espece>

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00399131/document>

<https://www.pinterest.com>

Référence bibliographique

<https://www.researchgate.net/figure/General-morphology-of-Anvillea-Radiata->

<https://www.teline.fr/fr/photos/asteraceae/anvillea-garcinii-subsp.-radiata>

<https://www.teline.fr/fr/photos/asteraceae/artemisia-campestris-subsp.-glutinosa>

Résumé

Dans des conditions favorables, les stocks alimentaires subissent les attaques des insectes, dont le *Tribolium*. Les méthodes utilisées pour limiter les pertes sont généralement basées sur les pesticides chimiques. Cependant, l'utilisation inconsidérée de ces insecticides pose divers problèmes. Ainsi, l'utilisation de plantes ayant des propriétés insecticides représente une solution alternative de la lutte chimique. Dans ce contexte, la présente étude a été menée pour connaître l'activité insecticide de certains extraits de plantes *Artemisia campestris* et *Anvillea radiata* contre le genre *Tribolium* dans des conditions de laboratoire. Un essai biologique a été réalisé, pour évaluer le pourcentage de mortalité par toxicité de contact. La recherche bibliographique a montré que de faibles concentrations des extraits testés de diverses plantes de *Salvia officinalis*, *Ruta chalepensis*, *Melia azedarach*, *Peganum harmala*, *Artemisia campestris*, *Anvillea radiata* et d'autres sont toxiques pour les larves et les adultes de *Tribolium castaneum* et de *Tribolium confusum*.

Mots clés : Activité insecticide, *Artemisia campestris*, *Anvillea radiata*, *Tribolium castaneum*, extraits de plantes.

Abstract

Under favorable conditions, food stocks suffer from attacks of insects, including the *Tribolium*. The methods used to limit losses are generally based on chemical pesticides. However, the inconsiderate use of these insecticides causes various problems. Thus, the use of plants with insecticidal properties represents an alternative solution of chemical control. In this context, the present study was carried to know the insecticidal activity of certain plants' extracts *Artemisia campestris* and *Anvillea radiata* against the genus *Tribolium* under laboratory conditions. A bioassay was conducted, to evaluate the percentage of mortality by contact toxicity. The bibliographic search showed that low concentrations of the tested extracts of various plants of *Salvia officinalis*, *Ruta chalepensis*, *Melia azedarach*, *Peganum harmala*, *Artemisia campestris*, *Anvillea radiata* and others are toxic to larvae and adults of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*.

Key words : Insecticidal activity, *Artemisia campestris*, *Anvillea radiata*, *Tribolium castaneum*, plants extracts.

ملخص

في ظل ظروف موثوقة، تتعرض المخزونات الغذائية لهجوم من الحشرات، بما في ذلك *Tribolium*. تعتمد الطرق المستخدمة للحد من الخسائر بشكل عام على مبيدات الآفات الكيميائية. ومع ذلك، فإن الاستخدام المتهور لهذه المبيدات يسبب مشاكل مختلفة. وبالتالي، فإن استخدام نباتات ذات خصائص مبيدات حشرية يمثل حلاً بديلاً للتحكم الكيميائي. في هذا السياق، أجريت الدراسة الحالية للتعرف على فاعلية المبيدات الحشرية لبعض المستخلصات النباتية *Artemisia campestris* و *Anvillea radiata* ضد جنس *Tribolium* في ظل ظروف معملية. تم إجراء اختبار حيوي لتقييم نسبة الوفيات من خلال سمية التلامس. أظهر البحث الببليوغرافي أن التركيزات المنخفضة من المستخلصات المختبرة لنباتات مختلفة من نباتات *Salvia officinalis* ، *Ruta chalepensis* ، *Melia* ، *azedarach* ، *Peganum harmala* ، *Anvillea radiata* ، *Artemisia campestris* ، وغيرها سامة لليرقات والبالغات من *Tribolium castaneum* و *Tribolium confusum*.

الكلمات المفتاحية: فاعلية المبيدات الحشرية، *Tribolium* ، *Anvillea radiata*، *Artemisia campestris* ، *castaneum*، مستخلصات نباتية.