

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Département Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes



Présenté par :

AFANE Amira

BEKHAOULA Mustapha

BOUBKEUR Nawel

Thème

Caractérisation de l'activité biologique des extraits de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) à l'égard des nuisibles de culture (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum* et la chenille processionnaire du pin d'Alep)

Soutenu publiquement le 02/07/2018

Jury:

Président : M. CHOUHIM Kada Mohamed El Amine

Encadreur : M. BOUFARES Khaled

Co-encadreur : M^{me}. MOKHTARI Sara

Examineur : M. BOUMAZA Boualem

Année universitaire 2017– 2018

Remerciements

Car on ne réussit jamais seul... ✍

*Tout d'abord, nous remercions **le Dieu** le Tout-Puissant, qui nous a guidés sur le droit chemin tout au long de notre travail*

*Nos sincères remerciements à **M. BOUFARES Kaled** qui a accepté d'être notre encadreur. Nous le remercions de nous avoir guidés pendant toute la réalisation de notre travail, ainsi pour sa sagesse et sa bonté.*

*Nous tenons à exprimé notre profond respect et notre reconnaissance à **M^{me}. MOKHTARI Sara** d'accepté d'être Co-promotrice pour l'excellente collaboration que nous avons menée dans ce projet, pour toute ton aide et tous tes conseils tout au long du travail.*

*Nous remercions chaleureusement monsieur **ADDA Ahmed**, responsable de spécialité génétique moléculaire et amélioration des plantes.*

*Nous remercions vivement les membres du jury Mr. **CHOUHIM Kada Mohamed El Amine** D'avoir, accepter de présider le jury de ce travail et Monsieur **BOUMAZA Boualem**, qui nous a fait l'honneur de s'intéresser à notre étude et on fait qu'ils ont bien voulu juger la qualité de notre travail.*

Également, nous tenons à remercier à tous les enseignants, les bibliothécaires de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, ainsi que les ingénieurs des laboratoires pour leurs aides, leurs encouragements et leurs conseils.

Par ailleurs, nous tenons à exprimer toute notre gratitude envers le personnel de la conservation des forêts de la wilaya de Tiaret pour l'aide et la documentation qu'ils nous ont si généreusement fournies et celle de la daïra de Mahdia pour ses aides précieuses lors de la collecte de certains échantillons.

*Nous adressons nos sincères remerciements à tout personnel du département des sciences biologiques à l'université **IBN KHALDOUN***

Nous remercions enfin tous ceux qui n'ont pas été cités dans ces lignes et qui ont contribué de près ou de loin par leur aide au bon déroulement de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*À celle qui m'a donné la vie, ma maman pour son amour et ses prières. Qu'elle puisse
aujourd'hui, voir le fruit de ses incessantes prières.*

*À mon père Abdelkader, pour son soutien infaillible, ses encouragements et conseils retrouve
à travers ce travail le fruit de tes efforts sans cesse consentis.*

*Pour la patience qu'ils ont toujours bien voulu garder face à mes initiatives
Merci pour tous nos bons moments passés ensemble sans lesquels, tout
cela n'aurait aucun sens.*

À mes chers frères ; Mohamed, Elhadj, Abdelkader et Othmane

À ma chère sœur et seule Saàdia

À mes oncles et ses familles

À toute la famille AFANE et GUELMAME.

*À la meilleure amie et compagne de ma vie Chahra et sa famille,
à son mari Saïd et leur petite fille Amira*

*Très spécialement à mes chères amies ; Souàad, Fatima H, Fatima G, Zoubida, Kheira,
Mbarka, Halima et Zahia ainsi que toutes ses familles.*

*À mes collègues de travail ; Nawel et Mustapha, pour tous nos bons moments
passés ensemble durant ces années d'études et surtout pour le temps d'ambiance, de rire et
même de stress que nous avons passé au laboratoire*

*À mes collègues de la promotion Master 2
« Génétique moléculaire et amélioration des plantes »,
je vous souhaite tous succès et bonheur.*

À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.



Merci infiniment...

Amira

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

à mes chers parents pour leur soutien, leur patience, leur encouragement durant mon parcours scolaire.

Que dieu vous protège et vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur.

À mes frères et mes sœurs, ainsi à toute ma famille

À mon trinôme : nawel et amira .

À tous mes amis et mes camarades d'études, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin que ce travail soit possible.

Mustapha

Dédicace

Merci allah de m'avoir donné la capacité décrire et de réfléchir , la force d'y croire , la patience d'aller jusqu'au , bout du rêve et la bonheur de Levét mes mains vers le ciel et de dire « ya karime »

Je dédié ce modeste travail à tous membres de ma famille sans aucune exception surtout mes parents qui n'ont cessé de me combler par leur amour et leur tendresse

Mes chers frères Taher Fouaz, Karim Ahmed qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité

À monsieur walid Dahmani pour son soutien moral , et pour tous les sentiments d'affection et d'amour qui représentent pour moi le pilier de tous mes efforts.

Mes professeurs qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Je suis très reconnaissant mes collègues de travail Amira , Mustapha pour leur compréhension , gentillesse , et patience envers

Mes chères Amina , Djihad , Nawel , Lamia , Fériel , Soraya, vous êtes pour moi plus que des amies ! Je me saurais trouver une expression témoignent de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte, je vous dédié ce travail en témoignage de notre amitié que j'espère durera tout la vie.

Tous mes amis de la promotion de master génétique moléculaire sans exception

Afin d'être reconnaissant envers ceux qui m'ont appuyé et encouragé à effectuer ce travail de recherche

Enfin je vaudrais passer mes vifs remerciement et excuses à tous ceux qui mon aidé de prés ou loin mon cités dans ce mémoire, ils seront toujours dans ma mémoire.

Merci avec un infiniment plaisir.

Nawel

Table des matières

Liste des figures et planches

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....	1
Chapitre I : Biopesticides	3
1 Les agents phytopathogènes.....	3
1.1 Les champignons	3
1.1.1 Fusarium de tomate	3
1.1.2 Position systématique	4
1.1.3 Les symptômes	4
1.1.3.a) Les symptômes externes.....	4
1.1.3.b) Les symptômes internes	5
1.1.4 Fusarium de blé	5
1.1.5 Position systématique	6
1.1.6 Les symptômes	6
1.2 Les insectes	7
1.2.1 La chenille processionnaire du pin d'Alep.....	7
1.2.2 Position systématique	8
1.2.3 Dégâts occasionnés par la chenille processionnaire du pin.....	8
2 Lutte biologique	8
2.1 Biopesticides	9
2.1.1 Définition.....	9
2.1.2 Avantages et les Inconvénients.....	10
2.1.3 Biopesticides végétaux	10
Chapitre II : Les métabolites secondaires.....	11
1 Généralité	11

2	Définition	12
3	Classes de métabolites secondaires	13
3.1	Les alcaloïdes	13
3.2	Les terpénoïdes	14
3.3	Composés phénoliques.....	14
3.3.1	Différentes formes des composés phénoliques.....	15
3.3.1.a)	Flavonoïdes.....	15
3.3.1.b)	Tannins	16
3.3.1.c)	Lignines	16
3.3.2	Composés phénoliques et physiologie de la plante	16
3.3.3	Participation des composés phénoliques à la résistance des plantes	16
3.3.4	La protection de la plante contre les rayonnements ultraviolets	17
Chapitre III	: Huiles essentielles	18
1	Définition	18
2	Différence entre huiles essentielles et huiles végétales.....	19
3	Caractérisations d'HE	19
3.1	Propriétés médicinales	20
4	Utilisation des HE	20
4.1	Utilisation d'HE dans les médicaments	21
5	Conservation des huiles essentielles	21
6	Différents procédés d'extraction	21
7	Principales propriétés pharmacologiques des HE	22
7.1	Propriétés biologiques des HE	22
7.2	Propriétés antivirales.....	23
7.3	Propriétés cicatrisantes.....	23
7.4	Propriétés antiparasites	23
7.5	Propriétés désodorisantes et purifiantes	23
7.6	Propriétés physiques	24

8	Grandes familles végétales productrices	24
9	Méthodes d'extraction.....	25
9.1	Hydro distillation	25
9.2	Expression.....	26
9.3	Enfleurage	26
9.4	Extraction par solvants chimiques	26
9.5	Extraction au CO ₂ supercritique	26
9.6	Distillation à vapeur saturée.....	27
9.7	Hydrodiffusion.....	27
9.8	Extraction par les corps gras	27
9.9	Extraction par micro- ondes.....	28
Chapitre IV Généralités sur l'Armoise blanche		29
1	Taxonomie.....	29
2	Classification.....	29
3	Nom scientifique : <i>Artemisia herba-alba</i> Asso ou <i>Artemisia</i>	29
4	Répartition géographique	30
5	Description botanique	30
5.1	Partie aérienne.....	31
5.1.1	Tiges	31
5.1.2	Feuilles.....	32
5.1.3	Les fleurs	32
5.2	Partie souterraine	32
6	Habitat	32
7	L'intérêt de l'Armoise blanche	32
Chapitre V : Matériel et méthodes		35
1	L'identification des zones de prélèvement.....	35
2	Matériel végétal.....	36
3	Matériel animal	36

4	Souches fongiques.....	36
5	Méthodes d'étude	37
5.1	Extraction des huiles essentielles.....	37
5.1.1	Hydrodistillation.....	37
5.1.2	Décantation.....	38
5.2	Calcul du rendement	39
5.3	Préparation d'extrait méthanolique.....	39
5.4	Préparation d'extrait aqueux	40
6	Préparation des milieux de culture	40
6.1.1	PDA.....	40
7	Méthodes d'étude de l'activité antimicrobienne	41
7.1	Tests de l'activité antifongique.....	41
7.2	Méthodes par diffusion sur milieux solides.....	41
7.2.1	Méthode des puits.....	41
7.2.2	Méthode des disques (aromatogramme).....	42
7.3	Évaluation de l'activité insecticide	43
7.4	Calcul de la mortalité.....	44
Chapitre VI	Résultat et discussions	45
1.1	Rendement obtenu	45
1.1	Activité biologique.....	46
1.1.1	Activité antifongique	46
1.1.1.a)	Avec l'application des HE.....	47
1.1.1.b)	Avec l'application des extraits méthanolique	49
1.1.1.c)	Avec l'application des extraits aqueux.....	50
1.1.2	Activité insecticide	51

Liste des figures et planches

Figure 1 : Principaux symptômes de la fusariose de tomate.	5
Figure 2 : Principaux symptômes de la fusariose du blé.	7
Figure 3 : Chenille processionnaire du pin d'Alep	8
Figure 4 : Principales molécules produites par les plantes.	11
Figure 5 : Représentation schématique globale des différents types de métabolismes.	13
Figure 6 : Steppe algérienne couverte par l' <i>Artemisia herba alba</i> (2018).	30
Figure 7 : Illustration des caractères morphologiques de la plante.	31
Figure 8: Touffe d' <i>Artémisia herba-alba</i> dans les zones steppique	31
Figure 9 : Carte de localisation des différentes stations de prélèvement	35
Figure 10: Photographie du séchage naturel de la plante (2018)	36
Figure 11 : Protocole expérimental	37
Figure 12 : Photographie du montage d'hydrodistillation employé.	38
Figure 13 : Photographie de l'ampoule à décanter.	38
Figure 14 : Photographie des étapes de préparation des extraits méthanolique.	39
Figure 15 : Photographie des étapes de préparation des extraits aqueux	40
Figure 16 : Photographie des milieux de culture des souches étudiées.	41
Figure 17 : Principe de la méthode de diffusion par disque.	42
Figure 18 : Les différentes étapes pour l'évaluation de l'activité antifongique.	43
Figure 19 : Teste de l'activité insecticide par la technique d'ingestion.	44
Figure 20 : Rendement (%) en huile essentielle de l' <i>Artemisia herba alba</i>	45
Figure 21 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles.	47
Figure 22 : Photographie des zones d'inhibition d'HE	48
Figure 23: Photographie des zones d'inhibition des extraits méthanolique.	50
Figure 24 : Photographie des zones d'inhibition des extraits aqueux.	51

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principales classes des composées phénoliques	17
Tableau 2 : Comparative des rendements de la plante de différentes provenances	45
Tableau 3 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des HE	47
Tableau 4 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des extraits méthanolique .	49
Tableau 5: Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des extraits aqueux	50
Tableau 6 : Résultats de l'évaluation de l'activité insecticide de l'HE.....	52

Liste des abréviations

Abréviation	Signification / Unités
DMAPP	Diméthylallyle pyrophosphate
<i>F. oxy</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
<i>F. ssp</i>	<i>Fusarium graminearum</i> ssp
HE	Huile essentielle
PDA	Potato Dextrose Agar
pH	Potentiel hydrogène
R_{HE}	Rendement de l'huile essentielle
UV	Ultra-violet
VCG	Groupes de compatibilité végétative
µl	Microlitre

Introduction

Aujourd'hui, la résistance aux antibiotiques connaît une augmentation alarmante et constitue une menace pour le contrôle de ces infections, et est ainsi devenue un problème de santé publique mondial. Actuellement, les populations s'orientent vers les plantes médicinales comme une alternative naturelle aux médicaments de synthèse. Elles sont connues par leur faculté à produire une variété de composés, huiles essentielles notamment, pouvant être utilisés pour se protéger contre les agents pathogènes et peuvent donc servir de substances antimicrobiennes.

Toutes les espèces végétales et toutes les parties d'un végétal peuvent être sources de molécules utilisables en phytothérapie. Ces molécules sont issues du métabolisme secondaire et pour la plupart, impliquées dans les mécanismes de l'autodéfense des plantes. **(Suty, 2015)**

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place importante parmi les moyens thérapeutiques utilisés pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies parasitaires.

Depuis deux décennies, des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des extraits végétaux dans le domaine de protection des cultures.

Notre travail fait partie d'un long et important axe de recherche dont le but est de valoriser davantage nos ressources locales, notamment l'utilisation des plantes aromatiques et médicinales dans plusieurs domaines, parmi lesquels la protection des cultures en vue de l'améliorer leur production.

L'exploration de la diversité de ces plantes aromatiques ouvre la voie à la recherche des nouvelles méthodes alternatives de protection des cultures basées sur des formulations utilisant des extraits végétaux, qui ont une faible répercussion écologique, nous semble une voie intéressante.

Parmi ces plantes il y a l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. L'espèce occupe une place importante dans le patrimoine steppique national, aussi bien sur le plan lutte contre la désertification que dans l'élevage comme une espèce fourragère a très grand potentiel. Elle est considérée comme l'une des plantes les plus précieuses de l'Afrique du Nord et l'un des éléments les plus stables, les plus solides de sa végétation.

Dans cet axe, nous continuons le travail sur la plante, dont l'effet des extraits de feuilles et leurs caractérisations ont déjà été étudiés et on continue toujours à mettre en évidence leurs valeurs; mais dans notre étude, nous nous sommes intéressés à poursuivre le travail sur les activités biologiques exploitées dans le volet lutte biologique, qui ont révélé des atouts et des caractéristiques assez intéressantes.

Le présent document est divisé en deux parties : la première concerne une synthèse bibliographique consacrée aux plantes médicinales et leurs substances actives ainsi qu'une description botanique de la plante étudiée, la deuxième partie traitera les activités biologiques de l'armoise blanche sur des agents phytopathogènes, méthodologie, résultats et discussion.

Chapitre I

Rappels sur les biopesticides

Chapitre I : Biopesticides

1 Les agents phytopathogènes

Les agents phytopathogènes (du grec *phyton*, végétal et *pathos*, souffrance) sont de différents types : virus, viroïdes, bactéries, mollicutes, champignons. L'organisme phytopathogène, lors d'une partie ou de tout son cycle de vie, se développe dans la plante au détriment de celle-ci, en provoquant une maladie. La maladie se caractérise par des symptômes visibles sur les parties infectées de la plante. Des modifications de couleur des organes, affectant surtout les feuilles, peuvent survenir sous forme de chlorose (perte de chlorophylle, pâleur de la feuille), ou d'albinisme (absence de pigmentation) ou encore de brunissement des racines. L'altération des organes peut prendre la forme de nécroses, de flétrissement ou même de pourriture. Des modifications anatomiques, touchant les rameaux et les tiges comme les chancre ou encore affectant les feuilles, les fleurs, la croissance (nanisme ou gigantisme), peuvent aussi être des symptômes de maladie. Certaines plantes infectées exsudent en surabondance de l'eau, de la résine ou du latex. Tous ces symptômes causent donc des dégâts sur une culture, dégâts qui se chiffrent en pertes économiques pour l'agriculteur (**Chadefaud, et al., 1978**).

1.1 Les champignons

Les champignons ou « Mycètes », sont les thallophytes non chlorophylliens. Ils s'opposent aux algues ou « phycées », qui sont au contraire les thallophytes pourvus de chlorophylles. Environ 2 % des 100 000 espèces recensées de champignons sont pathogènes vis-à-vis des 300 000 espèces de plantes à fleurs connues.

Les champignons phytopathogènes peuvent être nécrotrophes, biotrophes ou même hémibiotrophes. De manière générale, ces trois types de champignons mettent en place une machinerie particulière permettant une pénétration active dans la plante (**Chadefaud, et al., 1978**).

1.1.1 Fusarium de tomate

La flétrissure fusarienne est une maladie dévastatrice pour les cultures de tomate partout dans le monde, elle est causée par *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* (**Walker, 1971**)

Ce champignon terricole qui pénètre dans la plante par les racines envahit les tissus ligneux et provoque le jaunissement, la flétrissure puis la mort de la plante (**Blancard, 1997**)

Néanmoins, dans la mesure où il existe aujourd'hui de nombreuses variétés résistantes au *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*, ce pathogène ne représente plus un grand danger pour la culture de la tomate.

La maladie évolue très rapidement, les parties des limbes touchés flétrissent comme par manque d'eau, c'est le flétrissement rapide. Les feuilles asséchées gardent leur chlorophylle et apparaissent avec un aspect gris verdâtre (*Laterrot, et al., 1978*).

Il s'ensuit un jaunissement puis une nécrose d'une partie ou de la totalité du limbe avec des éclaircissements au niveau des nervures. La pourriture des racines et du collet est une maladie causée par *Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici* (*Jarvis, et al., 1978*).

1.1.2 Position systématique

La nouvelle classification taxonomique basée sur la phylogénie moléculaire selon (*Debourgogne, 2013*) est la suivante :

Règne :	<i>Fungi</i>
Division :	<i>Ascomycota</i>
Classe :	<i>Ascomycètes</i>
Sous-classe :	<i>Sordariomycetes</i>
Ordre :	<i>Hypocreales</i>
Famille :	<i>Nectriaceae</i>
Genre :	<i>Fusarium</i>
Espèce :	<i>Fusarium oxysporum f. sp.</i> <i>lycopersici</i>

1.1.3 Les symptômes

1.1.3.a) Les symptômes externes

Ces flétrissements peuvent être dans un premier temps réversibles durant la nuit, et leur incidence peut varier en fonctions des conditions climatiques. Les flétrissements peuvent être

soudains, peuvent évoluer très rapidement vers la nécrose et le dessèchement des folioles et des feuilles, et peuvent aussi conduire à la mort des plantes. (Blancard, 1997).

1.1.3.b) Les symptômes internes

D'une manière générale, le cylindre central des grosses racines révèle des brunissements assez marqués. Il en est de même pour les tissus vasculaires du pivot et ceux situés de part et d'autre de ces derniers. Le brunissement peut s'étendre jusqu'à la tige sur plusieurs dizaines de centimètres au-dessus du collet. Des racines adventives se développent parfois sur la tige pour faire face à l'attaque du champignon (Blancard, 1997).



Figure 1 : Principaux symptômes de la fusariose de tomate.

1.1.4 Fusarium de blé

Cet agent phytopathogène est causé par un complexe d'espèces de champignons appartenant aux genres *Fusarium* et *Microdochium*. Ces champignons forment un complexe de maladies qui infectent les graminées (blé, orge, avoine, seigle, et triticale) grains, les semis et les plants adultes, Ils affectent à la fois le rendement et la qualité des grains.

Les espèces du genre *Fusarium* sont susceptibles de produire des mycotoxines, dont la présence dans les denrées alimentaires est très dangereuse.

Microdochium nivale est le principal agent pathogène du groupe ; il provoque une fonte des semis, qui entraîne la mort des pousses et un éclaircissage. D'autres espèces causent une série de symptômes, notamment des lésions brunes à la base des tiges, souvent confinées à la gaine supérieure de la feuille.

(<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>) (juin, 2018).

1.1.5 Position systématique

La classification des *Fusarium* a longtemps été basée sur leurs caractères morphologiques, le principal caractère étant la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. Les *Fusarium* sont les formes asexuées de plusieurs espèces d'Ascomycètes, leur position systématique d'après (**Bernard, 1988**) est :

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Ascomycota</i>
Classe	<i>Sordariomycetes</i>
Sous-classe	<i>Hypocreomycetidae</i>
Ordre	<i>Hypocreales</i>
Famille	<i>Nectriaceae</i>
Genre	<i>Fusarium</i>
Espèce	<i>Fusarium graminearum ssp</i>

1.1.6 Les symptômes

Les lésions apparaissent souvent à la base de la tige, dans la gaine des feuilles que les racines coronales déchirent lors de leur sortie. Cette infection peut ensuite s'étendre à la gaine de la feuille et se manifester par la présence de longues stries brunes à la base de la tige.

Un symptôme fréquent est la coloration brune foncée des nœuds inférieurs. Sur les plants plus anciens, l'infection par *Fusarium* peut générer un véritable pourridié ; la base de la tige devient brune et pourrie, ce qui entraîne une verse et la formation d'épis argentés. Ce symptôme est moins fréquent, même s'il peut être observé lors des périodes de grande sécheresse.

L'infection entraîne souvent le blanchiment de tout ou partie de l'épi. Il s'observe lorsque les épis sont infectés aux premiers stades de floraison. Les infections plus tardives peuvent provoquer l'infection des grains, sans blanchiment notable des épis. La phase de blanchiment

des épis peut provoquer une perte de rendement, mais la principale préoccupation est la production potentielle de mycotoxines dans les grains.

Les mycotoxines sont des substances toxiques et leur concentration dans les grains, la farine et les produits à base de farine destinés à l'alimentation humaine et animale est limitée par la législation européenne (<http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>)



Figure 2 : Principaux symptômes de la fusariose du blé.

1.2 Les insectes

Les insectes détruisent la plante en l'ingérant en partie ou même complètement. Ils sont extrêmement nuisibles aux cultures. Il s'agit pour la plupart d'insectes mâcheurs (criquet, sauterelle, chenille processionnaire) ou suceurs.

1.2.1 La chenille processionnaire du pin d'Alep

La chenille processionnaire du pin fait partie des nuisibles qui peuvent provoquer des dégâts considérables sur les arbres, elle est également source de désagréments pour l'Homme et l'animal. Elle est la larve d'un papillon nocturne, la chenille processionnaire mesure de quelques millimètres à 4 centimètres et est de couleur brune avec des tâches rouge-orangées.

Les chenilles éclosent 30 à 45 jours après la ponte qui a lieu à partir de mi-juin. Elles se nourrissent avec les aiguilles du pin, et sont reliées entre elles par un fil de soie. Les chenilles processionnaires tirent leur nom de la manière dont elles se déplacent : lorsqu'elles quittent l'arbre pour s'enfouir dans le sol et se muer en papillon au printemps, elles se mettent en ligne les unes derrière les autres, telle une « procession religieuse », avec en tête de ligne une femelle qui les guide. On peut également les apercevoir la nuit, durant l'hiver, lorsqu'elles sortent pour se nourrir. (Fraval, 2007)

1.2.2 Position systématique

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Lepidoptera
Famille	Notodontidae
Sous-famille	Thaumetopoeinae
Genre	<i>Thaumetopoea</i>
Espèce	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>

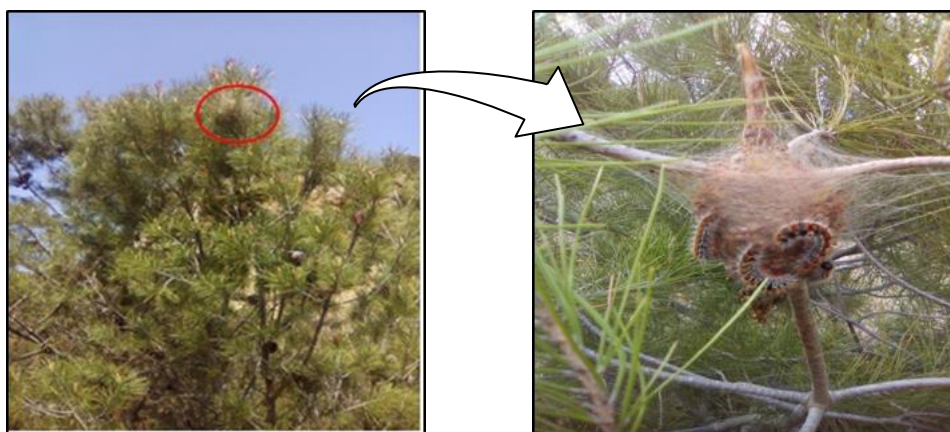


Figure 3 : Chenille processionnaire du pin d'Alep (Avril 2018).

1.2.3 Dégâts occasionnés par la chenille processionnaire du pin

La consommation des aiguilles par les chenilles s'accroît en suivant leur stade de développement, cette défoliation des arbres, les rendant plus vulnérables à l'attaque d'autres parasites. Ceci est notamment vrai lorsque le pin est infecté de manière importante sur l'Homme et l'animal domestique, pouvant dans certains cas mener au choc anaphylactique. Leurs poils, se déplaçant facilement dans l'air, causent fréquemment des cas de nécroses de la langue sur les animaux (fig3).

2 Lutte biologique

La lutte biologique, aussi appelée biocontrôle, est utilisée depuis les débuts de l'agriculture (il y a au moins 15000 ans) pour protéger les cultures contre les agresseurs causant des

grosses pertes de récolte. Elle peut être présentée schématiquement comme une manière d'utiliser les ennemis des espèces indésirables pour en réguler la population. Écologiquement, l'utilisation de la lutte biologique peut être considérée comme une stratégie pour restaurer la biodiversité fonctionnelle des écosystèmes en reconstituant ou en augmentant des populations de prédateurs des espèces dont on veut diminuer la population. Plus ou moins mise de côté par suite du développement intensif de la lutte chimique, la lutte biologique revient en force à cause des problèmes croissants liés à l'utilisation massive des pesticides (perte d'efficacité, toxicité, pollution, induction de résistance ...)

La mise au point de techniques de la lutte biologique efficaces nécessite une observation attentive des relations complexes qui s'établissent entre organismes vivants. Un organisme vivant, agent de lutte biologique utilisé pour réduire la pullulation et/ou la nocivité d'un ennemi de production agricole, est appelé auxiliaire de la lutte biologique. Si l'auxiliaire utilisé est un microorganisme, on parle de lutte microbiologique. Si c'est un animal (le plus souvent un insecte) on parle de lutte biologique à l'aide d'entomophages, qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes. Par exemple, on peut utiliser des trichogrammes (microguêpes) contre la pyrale du maïs (chenille ou papillon) avec des efficacités très proches de la lutte chimique.

D'autres méthodes utilisent la confusion sexuelle à l'aide de phéromones ou bien des extraits naturels de plantes ayant des effets insecticides et/ou répulsifs ces molécules interviennent dans les stratégies de défenses préexistantes chez la plante, qu'elle utilise comme premier système de défense. Ainsi, les plantes saines synthétisent de nombreux métabolites secondaires servant à se défendre contre d'éventuels agresseurs. Ces molécules antimicrobiennes ou anti-herbivores sont, soit stockées sous une forme inactive, et activées suite à l'attaque pathogène, soit séquestrées dans un compartiment cellulaire, et libérées lors de la destruction des tissus par l'agresseur. (Suty, *et al.*, 2015)

2.1 Biopesticides

2.1.1 Définition

Plusieurs définitions ont été proposées pour définir les biopesticides. En effet, sur un plan sémantique, le mot inclut, à côté de « pesticides » qui veut dire « tuer les pestes » le préfixe « bio » qui signifie « vie » en grec. Ces deux parties de ce mot sont antinomiques et soulignent que les biopesticides s'inscrivent dans la lutte contre les organismes fléaux et sont basés sur l'utilisation d'agent ou facteurs liés à la vie (Roux, *et al.*, 2007).

Au sens large, ce sont des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (**Caron, 2006**).

2.1.2 Avantages et les Inconvénients

L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients. Voici une liste non exhaustive des bienfaits d'une telle lutte et les inconvénients qui s'y rattachent.

Avantage :

- Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de pollution
- Maintenir la biodiversité des biotopes
- Diminuer les risques de développer de la résistance
- Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles
- Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques
- Offrir aux consommateurs des produits sains (**Caron, 2006**)

Inconvénients :

- Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs
- Effet moins drastique que les pesticides (plus d'applications)
- Lutte souvent faite en prévention et moins efficace lorsque curative
- Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur
- Excellente connaissance dans la relation proie – prédateur. (**Caron, 2006**)

2.1.3 Biopesticides végétaux

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des ennemis. (**Schmutterer , 1990**)

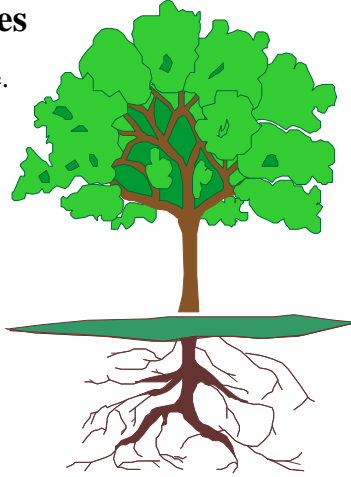
Chapitre II

Les métabolites secondaires

Chapitre II : Les métabolites secondaires

Métabolites primaires

Glucides, amidon, cellulose.
Acides gras, lipides.
Acides aminés, protéines



Métabolites secondaire

Les alcaloïdes, Les composés
phénoliques (Flavonoïdes,
Terpènes, Tanins) ,Lignines

Figure 4 : Principales molécules produites par les plantes

1 Généralité

Historiquement, les composés produits par les plantes ont été séparés en métabolites primaires et secondaires. Par définition les métabolites primaires sont des molécules présentes dans toutes les cellules végétales et nécessaires à la vie de la plante. Les sucres simples, les acides aminés, les protéines et les acides nucléiques sont des exemples de métabolites primaires. D'autre part, les métabolites secondaires ont une répartition limitée, dans la plante elle-même. Ils ont d'abord été considérés comme des produits de rebut, mais on sait maintenant que les métabolites secondaires sont importants pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent. Beaucoup fonctionnent comme signaux chimiques permettent à la plante de répondre aux contraintes de l'environnement. D'autres interviennent pour défendre leur producteur contre les herbivores, les pathogènes (organismes responsables de maladies) ou les compétiteurs. Certains assurent une protection contre les radiations solaires et d'autres encore facilitent la dispersion du pollen et des grains.

Les métabolites secondaires ne sont pas également répartis au sein de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement (par exemple durant le développement de la fleur, des fruits,

de la graine ou de la plantule). Les phytoalexines, sont des substances antimicrobiennes produites uniquement après une blessure ou une attaque par des bactéries ou des champignons.

Les métabolites secondaires sont produits à différents endroits de la cellule et emmagasinés surtout dans les vacuoles. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. En outre, leur concentration dans la plante varie souvent dans de grandes proportions au cours d'une période de 24 heures. **(Raven, et al., 2007)**

2 Définition

Le métabolisme représente l'ensemble des transformations moléculaires et énergétiques se produisant dans un organisme vivant. Il dépend du type d'organisme et de sa complexité, mais il aussi influencé par les modifications des conditions de vie. Il fait intervenir des processus de la dégradation (catabolisme) et de synthèse (anabolisme). Les synthèses s'effectuent à partir des matières venant de l'extérieur et de l'énergie issue du catabolisme et /ou provenant de l'extérieur (par exemple la lumière pour la photosynthèse).

On distingue :

- Le métabolisme primaire, qui concerne toutes les réactions de base correspondant aux besoins énergétiques incompressibles d'un organisme et nécessaires à sa survie au repos
- Du métabolisme secondaire, rassemble toutes les réactions biochimiques non strictement nécessaires à la survie de l'organisme, mais permettant d'optimiser ses conditions de vie et de se défendre contre les agressions. **(Suty, et al., 2015)**

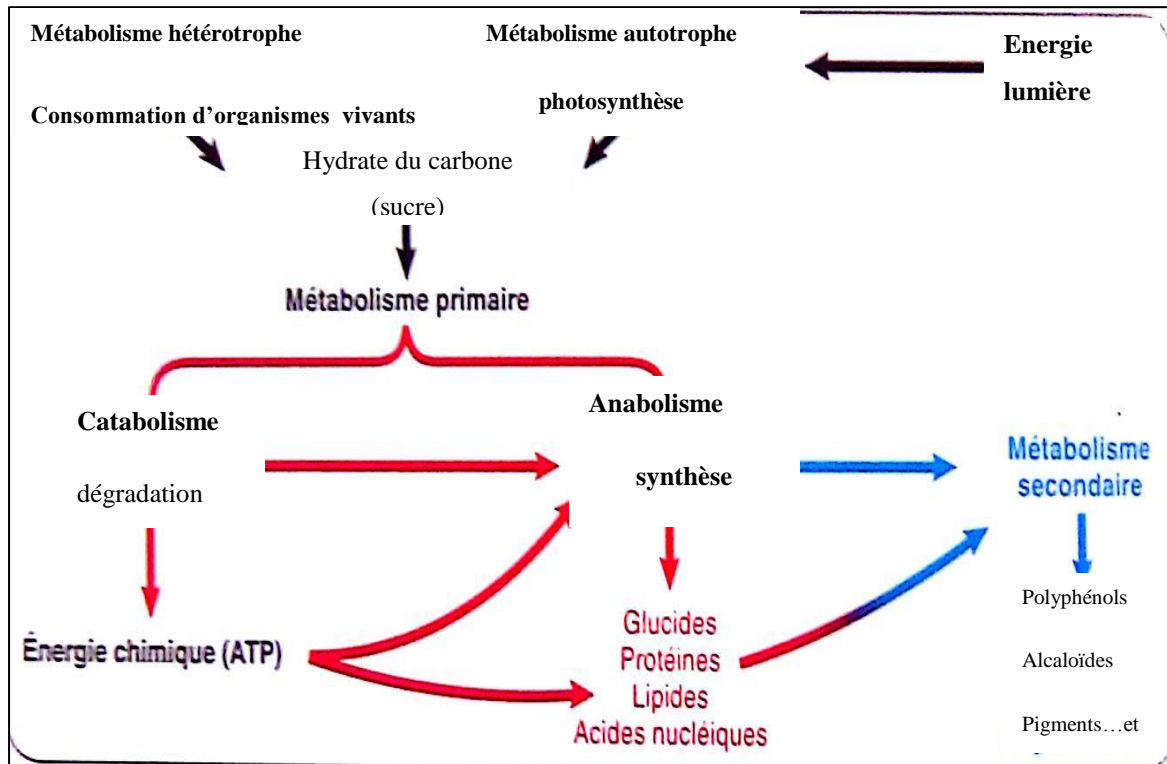


Figure 5 : Représentation schématique globale des différents types de métabolismes.

Selon (Suty, *et al* 2015)

3 Classes de métabolites secondaires

Les trois classes de métabolites secondaires sont :

3.1 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques, le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques donnant des réactions de précipitation avec certains réactifs (appelés réactifs des alcaloïdes) et dues à faible dose, de propriétés physiologiques marquées.

Sur le plan chimique ils constituent un groupe très hétérogène, possédant cependant quelques propriétés physico-chimique communes. Ils portent tous la terminaison «*ine*».

On les rencontre chez de nombreux végétaux, ils peuvent être présents dans tous les organes. Une plante renferme rarement un seul alcaloïde; en général on a un mélange d'alcaloïdes de constitution plus ou moins apparentée où l'un d'entre eux domine. Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins.

Leur teneur est très variable, généralement comprise entre 0,1% et 2 à 3% du poids sec de la drogue.

3.2 Les terpénoïdes

Les terpénoïdes, aussi appelés isoprénoïdes, bien que tous ne dérivent pas de l'isoprène, sont synthétisés à partir d'un précurseur, l'isopentényle pyrophosphate (IPP), qui se condense sur du diméthylallyle pyrophosphate (DMAPP) pour donner des monotèrpenes (10 atomes de carbone), les diterpènes (20 atomes de carbone) et les triterpènes (30 atomes de carbones) **(Bruneton , 1999)**.

Les terpénoïdes, quelle que soit leur structure, sont très actifs dans les relations interspécifiques.

Les monotèrpenes, acycliques ou monocycliques, sont des molécules légères et volatiles: ils sont de ce fait impliqués dans la transmission des signaux par voie aérienne **(Picimbon, 2002)**

Les monotèrpenes « réguliers » sont abondants dans la plupart des huiles essentielles, dont celles des *Laminaceae*, bien connues pour leurs activités insecticides et inhibitrices de la reproduction des insectes.

Les monotèrpenes « irréguliers » sont abondants dans les huiles essentielles d'*Astéraceae*. Les plus connus d'entre eux sont les pyréthrinés qui désignent un mélange insecticide de six esters monoterpéniques **(Regnault-Roger, et al., 2005)**

Les sesquiterpènes et lactones sesquiterpéniques représentent un groupe numériquement important impliqué dans la défense des plantes. Ils jouent un rôle dans les relations interspécifiques comme anti-appétant ou comme répulsifs ou toxiques pour les insectes **(Regnault-Roger, et al., 2005)**

Plus de 1200 produits diterpéniques, présentant une centaine de structures différentes, ont été identifiés chez les *Astéraceae* et de manière plus sporadique dans d'autres familles. Ils sont abondants dans les latex et les résines qui sont des revêtements protecteurs des plantes : en cas de blessure, la plante vulnérable empêche les insectes phytophages de se poser ou les éloigne. **(Regnault-Roger, et al., 2005)**

3.3 Composés phénoliques

Les phénols se forment par oxydation (le végétal ajoute un OH, à la structure de base de monotèrpenes). On retrouve spécialement : le thymol que l'on peut avoir dans certains thymus; le carvactol de la sarriette, de certains origans ou de certains thymus; l'eugénol du clou de girofle ou de la feuille du cannelier de Ceylan.

Les phénols sont des molécules chimiquement très actives et doivent être utilisés avec beaucoup de précaution. Leur action anti-infectieuse est majeure : il s'agit de puissants bactéricides, virucides, antiparasitaire, fongicides. Ils sont également immunostimulants.

Les huiles essentielles à phénols ne s'emploient jamais sur de longues périodes ni en grandes quantités. Elles seraient alors dermocaustiques, hépatotoxiques, hypertensives et hyperthermisantes. (Moro Buronzo, et al., 2012)

3.3.1 Différentes formes des composés phénoliques

3.3.1.a) Flavonoïdes

L'ensemble des flavonoïdes, de structure générale en C₁₅ (C₆-C₃-C₆)

Structure chimique et localisation des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments jaunes, généralement polyphénoliques, très répandus chez les végétaux; ils sont responsables en particulier de la coloration des fleurs, des fruits et même des feuilles, et ils assureraient aussi la protection des tissus superficiels contre les effets nocifs des rayonnements ultraviolets.

On les trouve le plus souvent sous forme d'hétérosides ou flavonosides. Les génines sont des dérivés de la phénylchromone (flavones vraies). Les oses sont généralement le glucose ou le rhamnose, parfois le galactose.

Abondants chez les plantes supérieures, ils sont présents dans tous les organes aériens et surtout les organes jeunes, feuilles et boutons floraux.

Les flavonoïdes sont des solides cristallisés dont la teinte varie du blanc ivoire au jaune vif, leur extraction est basée sur leur solubilité dans l'eau ou l'alcool chaud. Les flavonoïdes isolés à état pur sont souvent transformés en dérivés plus hydrosolubles pour l'utilisation en thérapeutique.

3.3.1.b) Tannins

Le terme tanin provient d'une pratique ancienne, qui utilise des extraits de plantes pour « tanner » les peaux d'animaux, autrement dit pour transformer une peau en cuir. Les tannins ont une importance économique et écologique considérable et sont responsables de l'astringence de nombreux fruits et légumes et des produits qui en sont dérivés (vin, thé, bière...). En première approximation, on peut considérer que les tannins sont des formes phénoliques condensées capables de se lier aux protéines en solution et de les précipiter.

Il est classique de distinguer deux grands groupes de tannins différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition : les tannins hydrolysables et les tannins condensés (Macheix, *et al.*, 2005)

3.3.1.c) Lignines

Sont des molécules phénoliques complexes qui renforcent les parois cellulaires et repoussent les herbivores. Les arbres ne pourraient pas devenir grands sans la présence de lignines dans leurs parois cellulaires. Les lignines représentent près de 30% du tissu végétal. La lignine est la deuxième molécule organique spécifique la plus courante, après la cellulose. Sa présence dans les parois cellulaires a été qualifiée d' « incrustante ». Dans certains cas, quand la synthèse de lignine débute, les cellules ont déjà entamé les étapes finales de leur mort cellulaire programmée pour devenir des trachéides ou des vaisseaux des plantes ligneuses. En fait, le mot *lignine* est dérivé de *lignum*, signifiant « bois » en latin. (Murray, 2008)

3.3.2 Composés phénoliques et physiologie de la plante

L'intervention des composés phénoliques dans de nombreux domaines de la physiologie de la plante est suggérée. Il est certain que ces composés peuvent être facilement oxydés, quelquefois de manière réversible et ils participent à ce titre à l'équilibre redox des cellules. Aussi ils ont été impliqués dans certaines réactions d'oxydoréduction, se déroulant soit dans la mitochondrie au cours de la respiration soit dans le chloroplaste pendant la photosynthèse (Macheix, *et al.*, 2005)

3.3.3 Participation des composés phénoliques à la résistance des plantes

Les composés phénoliques vont participer à la défense de la plante contre les agressions d'origine biologiques soit en tant que barrière mécanique dans le cas des lignines soit comme barrière chimique en agissant comme antibiotique ou antifongiques.

Par exemple, la fusariose est un champignon tellurique spécifique du palmier à huile. Les recherches sur les mécanismes physiologiques de la résistance à la fusariose ont été entreprises le rôle des composés phénoliques par leur propriété fongitoxicide dans les mécanismes de défense du palmier à huile à la fusariose (**Macheix, et al., 2005**)

3.3.4 La protection de la plante contre les rayonnements ultraviolets

Le spectre solaire est riche en UV (280-315nm), qui sont susceptibles de causer des dommages aux êtres vivants et en particulier aux végétaux. La plupart des composés phénoliques absorbent dans cette plage de longueur d'onde (**Macheix, et al., 2005**)

Tableau 1: Les principales classes des composés phénoliques

Squelette carboné	Classe	Exemple
C ₆	Phénols simples	Catéchol
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -hydroxybenzoïques
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acides caféique, Férulique, Scopolétine, Esulétine,
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones	Juglone
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	Resvératrol
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes <ul style="list-style-type: none"> • Flavonols • Anthocyanes • Flavanols • Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercitine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Narigénine Daidzéine
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes	Pinorésinol
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines	
(C ₁₅) _n	Tanins	

Chapitre III

Rappels sur les huiles essentielles

Chapitre III : Huiles essentielles

1 Définition

Huile essentielle est définie comme un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, par plusieurs techniques (entraînement à la vapeur d'eau, hydrodistillation), elle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques.

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

Une huile essentielle est beaucoup plus complexe que la somme de toutes les parties qui la composent. C'est une des raisons pour lesquelles nombres d'autres font une nette distinction entre les huiles essentielles naturelles et les huiles essentielles construites, même à l'identique dans un laboratoire. Beaucoup de variables entrant en jeu pour déterminer la « personnalité » et, par conséquent, la qualité et l'efficacité d'une huile essentielle : le sol sur lequel les plantes poussent, le climat, le type de culture (biologie ou non), le moment de la récolte, la méthode d'extraction, la conservation...etc. Tout cela fait qu'il n'existe pas deux plantes identiques dotées du même parfum dans la nature.

Elle peut-être un ensemble de molécules, pour un chimiste, un arôme pour un parfumer ou encore la quintessence ou l'esprit d'un végétal pour un alchimiste

Dans la réalité, une huile essentielle est l'ensemble de tout cela, car il s'agit d'un produit parfumé et volatil, composé de molécules sécrétées par certains arbres et plantes qui lui confèrent un parfum spécifique. Le terme « volatil » s'explique par le fait que les huiles essentielles s'évaporent très rapidement. C'est pourquoi il est nécessaire de les conserver correctement afin qu'elles gardent intacts leurs principes actifs.

Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux, c'est le parfum concrétise de la plante, un véritable concentré **(Festy , et al., 2014)**

En général, les principes aromatiques des plantes sont des gouttes minuscules qui se forment dans les chloroplastes des feuilles, c'est-à-dire les organites dans lesquels s'effectue la photosynthèse. Elles se combinent par la suite avec du glucose et sont transportées dans toutes les parties de la plante. Une huile essentielle est donc une sécrétion naturelle qui s'effectue dans une partie de végétal : la feuille, l'écorce ou la fleur.

Contrairement aux huiles végétales, les huiles essentielles ne contiennent pas de corps gras et ne rancissent pas, elles sont solubles dans l'huile ainsi que dans l'eau. (**Alessadra, et al., 2008**).

2 Différence entre huiles essentielles et huiles végétales

Les huiles que vous utilisez pour assaisonner vos salades n'ont rien à voir avec les huiles essentielles : aucune confusion ne peut exister à ce sujet. Pour ceux qui auraient des doutes, précisions que, contrairement aux huiles végétales:

- Les huiles essentielles ne contiennent pas d'acides gras,
- Les huiles essentielles ne rancissent pas et sont donc bien plus stables. Cependant, lorsqu'elles sont mal conservées, elles peuvent s'oxyder et voir leurs propriétés se modifier,
- Les huiles essentielles ne s'utilisent pas dans les mêmes quantités que les huiles végétales : les huiles essentielles, qui sont bien plus concentrées et puissantes, sont dosées à la goutte ou fraction de goutte alors que les huiles végétales s'emploient, elles, par cuillerée à café ou à soupe.
- Les huiles essentielles s'évaporent à l'air ambiant et possèdent des parfums prononcés et caractéristiques,

Si, par hasard, après quelques heures, une huile dite essentielle laissait une trace ou une auréole grasse sur un papier ou un tissu, cela voudrait dire qu'elle a été allongée d'une huile végétale (dite huile fixe), ce qui constitue d'ailleurs une fraude si ce n'est mentionné dans la composition (**Moro Buronzo, et al., 2012**)

3 Caractérisations d'HE

Les huiles essentielles sont liquides elles sont huileuses, mais, contrairement aux huiles végétales, ne sont pas grasses puisqu'elles s'évaporent. Si vous laissez un flacon ouvert, vous l'apprendrez vite à vos dépens.

Elles sont très efficaces sur les germes résistances aux antibiotiques : ce atténuer ou prévenir les maladies et les infections, elles sont plus légères que l'eau (densité 0,75 à 0,99%). (**Bardeau, 2009**).

Chaque huile essentielle est unique, possède son odeur et ses caractéristiques spécifiques. Certaines sont particulièrement épaisses (visqueuses), comme celle de myrrhe, d'autres très foncées. En général, elles sont de couleur jaune, mais certains se distinguent: les huiles essentielles de camomille allemande et de tanaïsie sont bleues, celle de sarriettes, rouge, la

bergamote est d'une très jolie verte pale, l'inule, vert émeraude...une belle palette de couleurs

Les huiles essentielles sont plus légères que l'eau et non miscibles (elles ne se mélangent pas à l'eau), ce qui permet de les séparer dans l'essencier de manière totalement naturelle. En revanche, elles ne se mélangent à l'alcool, à n'importe quel corps gras et à certains solvants. (Festy , *et al.*, 2014)

3.1 Propriétés médicinales

Les huiles essentielles ont de nombreuses propriétés médicinales, susceptibles de répondre à tous les besoins des êtres humains. Elles sont antiseptiques, antibactériennes, anti-infectieuses, elles peuvent souvent remplacer les antibiotiques, et sont extrêmement efficaces pour combattre certaines infections pulmonaires, intestinales, cutanées ou urinaires .les huiles essentielles ont une double action : elles combattant les germes pathogènes sans détruire les tissus sains; elles assainissent et codifient si nécessaire le « terrain » de l'individu traité.

Sur le plan psychologique: En ce qui concerne la sphère émotive et psychologie, l'aromathérapie n'a plus à sa capacité, par exemple, à relaxer, à réduire les tensions, à calmer, prouver à apaiser l'esprit, à évacuer le stress, à stimuler, à donner du tonus et de la vitalité.

Sur le plan de la beauté : Employées en cosmétique, les huiles essentielles sont efficaces dans la lutte contre les rides, la peau sèche et abîmée, les cheveux ternes, les ongles cassants.

Extrêmement actives et concentrées, les huiles essentielles doivent être administrées à très petites doses .Selon objectif souhaité, elles agissent sur l'ensemble de l'organisme ou sur un organe spécifique (Alessadra, *et al.*, 2008)

et cicatrisation, même si chacune possède ses propres vertus

4 Utilisation des HE

Les essences peuvent être utilisées à faibles doses comme aromatisant en pharmacie et dans l'alimentation. À doses plus élevées elles peuvent être utilisées pour leurs propriétés pharmacologiques, c'est le principe de l'aromathérapie.il existe alors un risque de toxicité. Traditionnellement les essences sont utilisées dans trois grands domaines de la pathologie : dermatologie, affections ORL, troubles gastro-intestinaux. Elles sont enfin très utilisées dans l'industrie et des cosmétiques. Les drogues à huiles essentielles en pharmacie on les utilise souvent en nature sous forme de tisanes, ou sous la forme de préparations galéniques simples.

Dans le domaine alimentaire, elles deviennent des épices ou des aromates. Il faut à ce remarquer de l'activité d'une huile essentielle peut être tout à fait différente de celle de la plante dont elle est issue. (Catier, *et al.*, 2007)

4.1 Utilisation d'HE dans les médicaments

Ils sont puissants. Elles ont des propriétés spécifiques, doivent être prise selon des posologies bien précises, elles sont constituées de très nombreuses substances, ce qui les différencie d'un médicament « classique » qui se résume souvent à 1 molécule = 1 problème. Donc le composé principal agit sur tel trouble, mais certains composés secondaires (pas secondaires du tout) ont une action sur une tout autre sphère (Festy, *et al.*, 2014).

Le cas typique est l'huile essentielle de lavande, si vous n'en achetez qu'une, c'est elle. Elle est utile en cas de blessures, de brûlures, de maux de tête, d'insomnies, de problèmes de peau, de rhumes...rien à voir avec une panacée: certaines huiles essentielles seront plus appropriées en cas d'insomnies ou rhume, mais la lavande aura, de toute façon, une action sur ces troubles (Festy, *et al.*, 2014)

5 Conservation des huiles essentielles

Afin qu'elles gardent leurs propriétés le plus longtemps possible, il est indispensable de bien conserver les huiles essentielles. Tout d'abord, les flacons doivent être en verre teinté, car elles craignent la lumière. Il faut bien fermer les bouchons et bien les abriter dans un lieu sec et frais, pour les protéger de l'air, de la chaleur et des écarts de température (Alessandra, *et al.*, 2008).

6 Différents procédés d'extraction

L'huile essentielle peut être extraite de différentes parties de végétal.

- Les feuilles : c'est le cas pour les huiles essentielles d'abord à thé, d'eucalyptus, de bigaradiers.
- Les fleurs ou boutons floraux : *camomille, giroflie, lavande, nérolis*
- Les fruits ou les baies : *genévrier, litsée citronnée.*
- Les zestes : *citron, orange, pamplemousse, bergamote, mandarine.*
- Le bois ou l'écorce : *rose, santal blanc.*
- Les racines : *gingembre.*
- Les graines : *cumin, carotte cultivée.*

- Les aiguilles : *épinette noire, pin, sapin*.
- Résine ou la gomme oléorésineuse : *térébenthine, myrrhe, encens*.
Chez certains végétaux, on utilise différentes parties. Ainsi, grâce à l'organe amer, on fabrique l'huile essentielle de bigaradier (avec ses feuilles), de néroli (avec ses fleurs) et d'orange amère (avec le zeste de ses feuilles). **(Lefiel, 2012)**
- Bois: permet à un arbre pousser très haut et de vivre longtemps. Les huiles essentielles qui sont extraites du bois et de l'écorce des arbres apportent en général de la force et de résistance physique pour combattre les attaques venant de l'extérieur ;
- Fleurs: contiennent les graines de la plante, et leur parfum délicat attire les insectes susceptibles extraits de fleurs ont une double action : elles agissent sur le système reproducteur (elles sont donc connues pour être aphrodisiaques) et elles ont une influence subtile sur le plan émotionnel
- fruits : les graines de la plante. Les huiles qui en sont tirées sont associées protègent au nutriment ainsi qu'à la créativité
- Feuilles, qui la « respiration » de la plante peuvent être associées feuilles en général Permettent, une action sur le système respiratoire. **(Alessadra, et al., 2008)**

7 Principales propriétés pharmacologiques des HE

L'action des huiles essentielles dépend de la nature des actifs qu'elles contiennent. La plupart des gens pensent que l'intérêt des huiles essentielles se résume à la leur pouvoir anti-infectieux : elles peuvent être antivirales, antibactériennes et antifongiques. **(Moro Buronzo, et al., 2012)**

Les huiles essentielles peuvent rendre stérile une culture de microbes, signe d'une activité antiseptique. Plusieurs études ont montré que les huiles essentielles sont capables s'attaquer aux microbes les plus puissants, comme le staphylocoque, le bacille de Koch (tuberculose) ou le bacille typhoïde. Le pouvoir d'action des huiles essentielles ne faiblit pas dans le temps : s'il reste constant, c'est parce que l'organisme humain ne s'habitue pas aux principes actifs et qu'il réagit toujours après une application. **(Alessadra, et al., 2008)**

7.1 Propriétés biologiques des HE

Les huiles essentielles ont double action contre les microbes : elles peuvent les tuer (effet bactéricide) et elles en arrêtent la prolifération (effet bactériostatique). Les plus puissantes

pour cela sont celles qui contiennent des phénols (le thymol, par exemple), lesquels sont utiles pour lutter. Contre les infections bactériennes, virales et parasitaires.

On les trouve dans les huiles essentielles de thym, de citron, d'origine d'Espagne, de sarriette, de cannelle (écorce), d'arbre à thé (tea - tree), de thym, de clou de girofle et de lavande. (Alessadra, *et al.*, 2008)

7.2 Propriétés antivirales

Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques contenues dans les huiles essentielles, ce qui confère à ces derniers la capacité de combattre certaines pathologies virales. Les huiles essentielles arrêtent le développement des virus et facilitent l'élimination du mucus tout en stimulant le système immunitaire. (Alessadra, *et al.*, 2008)

7.3 Propriétés cicatrisantes

Les huiles essentielles présentent des propriétés cicatrisantes reconnues depuis l'Antiquité et utilisées en temps de guerre pour soigner les blessés. En effet, elles ont le pouvoir de régénérer les tissus qui ont été abîmés et de favoriser la cicatrisation des blessures.

Leur pouvoir antiseptique leur permet de désinfecter en même temps les plaies, en protégeant l'organisme des processus de décomposition, ses microbes et leurs éventuels déchets nocifs.

7.4 Propriétés antiparasites

Les huiles essentielles de géranium, de citronnelle, de menthe ou de lavande diffusées dans l'air sont efficaces pour protéger des attaques des insectes, en particulier des moustiques. Elles tiennent à distance tous ces petits indésirables (poux, mites...), mais, pour une protection. Plus sûre .il vaut mieux les appliquer directement sur le corps ou sur les vêtements .

7.5 Propriétés désodorisantes et purifiantes

À la maison comme au bureau, les huiles essentielles diffusées régulièrement dans l'atmosphère parfument et assainissent l'air que nous respirons. Quelques gouttes suffisent pour désodoriser un lieu. Un grand nombre d'huiles essentielles présentent les critères nécessaires pour accomplir cette tâche : lavande, eucalyptus, romarin, bois de cèdre, orange, thym, citron... (Alessadra, *et al.*, 2008).

7.6 Propriétés physiques

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

Elles sont généralement liquides à la température ordinaire ;

Elles sont volatiles entraînaibles à la vapeur d'eau ;

Elles sont généralement incolores ou jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées :

Leur densité est généralement inférieure à 1 ;

Elles sont peu solubles dans l'eau, mais lui communiquent leur odeur ;

Elles sont solubles dans la plupart des solvants organiques et dans les huiles fixées ;

Elles sont sensibles à l'oxydation et donc de conservation limitée.

De ces propriétés découlent les principales précautions à prendre pour les conserver, dans des flacons de petite taille, bien bouchés colorés ou en aluminium et si possible à basse température. (Catier, *et al.*, 2007)

8 Grandes familles végétales productrices

Parmi les Conifères, les sapins (*Abies*), les pins (*Pinus*), les cèdres (*Cedrus*) sont couramment utilisés. Plus précisément, on distille les aiguilles, les bourgeons et les écorces des sapins et des pins, ainsi que les cônes des cèdres. De l'incision des troncs de divers pins vont exsuder des oléorésines qui, par distillation, donneront des essences de térébenthine, qui seront qualifiées par leurs origines (térébenthine des Landes, de Venise...).

Astéracées, c'est la plus grande famille pour le nombre d'espèces (22750), et la seconde pour le nombre d'individus (après les *Poaceae*). (Couplan, 2015) Jadis nommées *Composacées*, constituent la plus importante et la plus évoluée des familles végétales.

On y trouve notamment le pissenlit, qui n'est cependant pas aromatique, mais qui sème à tout vent, donnant l'image de leur astucieux système de diffusion. Les aromatiques les plus connus dans la famille sont les achillées (*Achillea*), l'armoise (*Artemisia*), mais aussi l'absinthe (*Artemisia absinthium*), l'estragon (*Artemisia dracunculus*), la camomille (*Chamaemelum*), la matricaire (*Matricaria*), la camomille du Maroc (*Orogénies*), l'hélichryse ou immortelle (*Helichrysum*).

D'autres sont bien moins communes, comme l'ambroisie (*Ambrosia*), l'inule (*Inula*), la tanaïsie (*Tanacetum vulgare*)...

L'usage des *Astéracées* n'est pas toujours facile et autorisé, à cause de la présence de cétones, dont la *thuyon*, une molécule hautement neurotoxique dont l'utilisation peut présenter de très haut risque (on la trouve, dans cette famille, dans l'armoise, la santoline, la tanaïsie). En revanche, certaines molécules contenues la chamazulène aux propriétés anti-inflammatoires, se forment heureusement au cours de la distillation à la vapeur d'eau. (Moro Buronzo, et al., 2012)

9 Méthodes d'extraction

À l'intérieur de leurs cellules, les végétaux renferment des essences, c'est-à-dire des sécrétions naturelles que l'on extrait pour obtenir les huiles essentielles. Il existe plusieurs méthodes d'extraction, qui se pratiquent en fonction de la partie du végétal choisie. (Alessadra, et al., 2008)

9.1 Hydro distillation

L'hydro distillation proprement dite est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité. (Lucchesi, 2006)

Le principe de l'hydro distillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite emporté à ébullition généralement à pression atmosphérique.

La température d'ébullition du mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation. Elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange (eau + huile essentielle) distille à une température inférieure à 100°C à pression atmosphérique. Par contre, les températures d'ébullition des composés aromatiques sont la plupart très élevés. (Meyer, et al., 1984). La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement, mais également sur la composition de l'extrait).

Les principales raisons de cette préférence sont liées à la facilité de mise en œuvre du procédé, son sélectivité et donc la qualité des produits obtenus.

Cependant l'hydro distillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre une détérioration de certains végétaux et la dégradation de certaines molécules aromatiques.

C'est ainsi que pour certains végétaux fragiles, par exemple les pétales de fleurs, une technique d'extraction plus appropriée est utilisée. Il s'agit de la (distillation dite sèche).

Cette technique ancestrale, utilisée autre fois par les alchimistes arabes. (**Lucchesi, et al., 2004**).

9.2 Expression

L'expression, aussi appelée « pression à froid » ou « grattage », est un procédé d'extraction très simple. Il est principalement utilisé pour les écorces d'agrumes (citron, pamplemousse, bergamote, orange douce, orange amère, mandarine), qui renferment une quantité importante d'huile essentielle. Cette opération mécanique vise à casser les molécules qui contiennent l'essence dans les zestes des agrumes frais. Dans ce cas, on utilise le terme « essence » plutôt qu'« huile essentielle ». (**Alessadra, et al., 2008**), consiste, comme son nom l'indique, à presser la partie de la plante concernée pour en récupérer les essences. C'est exactement ce que vous faites lorsque vous pressez vos doigts une épiluchure de clémentine ou d'orange : les huiles essentielles piquent les yeux (**Festy, et al., 2014**).

9.3 Enfleurage

L'enfleurage est une ancienne méthode d'extraction manuelle des essences, complexe et très coûteuse, qui n'est plus tellement pratique de nos jours. Elle est utilisée essentiellement pour les végétaux dont l'arôme est trop fragile pour support d'autres méthodes d'extraction. C'est par exemple le cas du jasmin, de narcisse ou du muguet.

Les plantes sont disposées à température ambiante sur des plaques de graisse qui ont pour but d'absorber le parfum. Une fois la plaque bien imprégnée, la matière grasse est séparée de l'huile essentielle à l'aide d'un solvant. Grâce à cette méthode, on obtient des huiles essentielles de grande qualité.

9.4 Extraction par solvants chimiques

Cette méthode est pratiquée au niveau industriel et utilise des produits chimiques comme le benzène, un solvant volatil (et non dans l'eau), l'huile essentielle ainsi obtenue peut garder des traces du solvant utilisé dans l'opération (2 ou 3%). Le résultat s'appelle, presque similaire à l'huile essentielle on l'utilise en parfumerie, pas en thérapeutique. (**Festy, et al., 2014**), (**Alessadra, et al., 2008**).

9.5 Extraction au CO₂ supercritique

Il s'agit d'une technique moderne, très coûteuse : du dioxyde de carbone à haute pression est employé pour faire exploser les poches végétales contenant l'essence, qu'il est alors possible de récupérer. (**Alessadra, et al., 2008**)

Les huiles essentielles des fruits de Citrus qui s'obtiennent soit par expression des écorces d'agrumes (par éclatement/abrasion des poches sécrétrices présent à la surface des zestes), soit par séparation, décantation ou centrifugation des différentes phases obtenues lors du pressage des fruits d'agrumes pour en récupérer les jus continuent une exception (**Teuscher, et al., 2005**)

9.6 Distillation à vapeur saturée

Dans cette variante, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. La vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées.

La distillation à vapeur saturée est la méthode la plus utilisée à l'heure actuelle dans l'industrie pour l'obtention des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques ou médicinales. En général, elle est pratiquée à la pression atmosphérique ou à son voisinage et à 100°C, température d'ébullition de l'eau. Son avantage est que les altérations de l'huile essentielle recueillie sont minimisées (**Wichtl, et al., 2003**)

Pour certaines productions (lavande, menthe), on utilise des alambics mobiles qui sont en fait des bennes de récolte conçues pour être intercalées par l'agriculteur lui-même, après remplissage, dans un montage de distillation. (**Bruneton, 2008**)

9.7 Hydrodiffusion

Elle consiste à pulvériser de la vapeur d'eau à travers la masse végétale, du haut vers le bas. Ainsi le flux de vapeur traversant la biomasse végétale est descendant contrairement aux techniques classiques de distillation, dont le flux, de vapeur est recherche bibliographique ascendant. L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration qualitative et quantitative de l'huile récoltée, l'économie de temps de vapeur et d'énergie. (**Bassereau, et al., 2007**).

9.8 Extraction par les corps gras

La méthode d'extraction par les corps gras est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles de plantes telles que les fleurs, qui sont très sensibles à l'action de la

température. Elle met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour le saturer en essence végétale. Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine sous pression réduite.

Dans cette technique, on peut distinguer l'enflourage où la saturation se fait par diffusion à la température ambiante des arômes vers le corps gras et la digestion qui se pratique à chaud, par immersion des organes végétaux dans le corps gras (**Cordero, et al., 2007**)

9.9 Extraction par micro- ondes

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelé : Vacuum Microwave hydrodistillation (VMHD), consiste à extraire l'huile essentielle à l'aide d'un rayonnement micro-ondes d'énergie constante et d'une séquence de mise sous vide. Seule l'eau de constitution de la matière végétale traitée entre dans le processus d'extraction des essences. Sous l'effet conjugué du chauffage sélectif des micro-ondes et de la pression réduite de façon séquentielle dans l'enceinte de l'extraction, l'eau de constitution de la matière végétale fraîche entre brutalement en ébullition. Le contenu des cellules est donc plus aisément transféré vers l'extérieur du tissu biologique, et l'essence est alors mise en œuvre par la condensation, le refroidissement des vapeurs et puis la décantation des condensats (**Benjilali, et al., 2004**)

Chapitre IV Généralités sur l'Armoise blanche

1 Taxonomie

Le genre *Artémisia* appartient à la Famille des Astéracées, il comprend environ 400 espèces regroupées en quatre Sections : *Abrotanum*, *Absinthium*, *Seriphidium* et *dracunculus*. La classification de *l'Artemisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* est celle donnée par (**Santa, et al., 1963**).

Artemisia herba-alba (Armoise blanche, "Chih") est une plante appartenant à la famille des *Astéracées*, ligneux bas toujours vert, dont la croissance végétative à lieu à l'automne (feuilles de grande taille) puis dès la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites). Riche en huiles essentielles, cette espèce a des vertus purgatives évidentes jouant un grand rôle dans le contrôle des vers intestinaux, en particulier des ovins, mais pouvant également entraîner la mort de jeunes agneaux. Les feuilles de cette espèce sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner le diabète, bronchite, abcès, diarrhée et comme vermifuge (**Akrout, et al., 2004**)

2 Classification

Artemisia herba alba est une petite espèce vivace de la famille des composées. Selon (**Santa et Quezel 1963**) et (**Maire, 1965**)

Embranchement *Phanérogames*

Sous-Embranchement *Angiospermes*

Classe *Dicotylédones*

Ordre *Synantherales*

Famille *Composées*

Sous-Famille *Tubuliformes*

Tribu *Anthémidées*

Genre *Artemisia*

Espèce *Artemisia herba alba*.

Noms vernaculaires : plusieurs noms sont attribués à l'armoise herbe blanche; *thym* des steppes, *absinthe* des steppes (français). En Afrique du Nord et au Moyen-Orient elle est nommée Chih شبيح (arabe). Le nom *Wormwood* (Anglais) fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail.

3 Nom scientifique : *Artemisia herba-alba* Asso ou *Artemisia*.

4 Répartition géographique

Artemisia herba-alba. Asso est une espèce steppique de la famille des composés .Elle présente une vaste répartition géographique couvrant, en Algérie, environ 4 millions d'hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables (Celles , 1980). Elle se trouve sur les *dayas*, les dépressions et les secteurs plus ou moins humides (Pouget , 1980).



Figure 6 : Steppe algérienne couverte par l'*Artemisia herba alba* (2018).

5 Description botanique

L'Armoise blanche est une plante herbacée vivace, odorante qui se présente sous forme de touffes dispersées et bien individualisées. (fig. 06)

Spontanée en Afrique du Nord au Moyen-Orient, la plante forme des buissons de 30-80 cm, blancs et laineux, les feuilles sont longues, étroites et espacées. Les capitules avoïdes, à involucre scarieux, comportent fleurs jaunâtres. Le fruit est un akène allongé. (Pinkas, *et al.*, 1980)



Figure 7 : Illustration des caractères morphologiques de la plante.



Figure 8: Touffe d'*Artémisia herba-alba* dans les zones steppique(Février 2018).

5.1 Partie aérienne

Capitules pauciflores en général, homogames, à fleurs toutes hermaphrodites, réceptacle nu. Corolle insérée très obliquement sur l'ovaire.

Plante dressée, suffrutescente. (Santa, *et al.*, 1963). Très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre. (Bezza, *et al.*, 2010)

5.1.1 Tiges

C'est la partie ligneuse, ramifiée de 30 à 50 centimètres de long, très feuillée avec une couche épaisse. la touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie (Ozenda, 1985)

5.1.2 Feuilles

Elles sont courtes, alternées, très divisées, laineuses, Blanches, pubescentes et pinnatifidées. Elles diminuent de taille au fur et à mesure que les rameaux s'allongent. Généralement 2-5 bractées externes de l'involucre orbiculaires), opaques et pubescentes; les intérieurs oblongs, brillants et glanduleux. (Santa, *et al.*, 1963), les feuilles divisées en languettes fines, blanches et laineuses (Bezza, *et al.*, 2010)

5.1.3 Les fleurs

Elles sont groupées en grappes, à capitules très petits (3/1,5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodite (Pottier, 1989)

5.2 Partie souterraine

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (Aidoud, 1983).

6 Habitat

L'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) de la famille des *Astéraceae* est un ligneux bas de bonne valeur fourragère dont l'aire géographique s'étend depuis les Canaries et l'Espagne à l'Ouest, jusqu'au l'Ouzbékistan à l'Est, à travers toute l'Afrique du Nord et du Proche-Orient. (Bougoutaia, *et al.*, 2014)

7 L'intérêt de l'Armoise blanche

Elle constitue un moyen de lutte naturel contre l'érosion et la désertification (Benjilali, *et al.*, 1980). Elle a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane.

Traditionnellement utilisée pour traiter les désordres gastriques, des études ethnopharmacologiques ont montré l'intérêt de l'armoise blanche contre le diabète, grâce à son activité hypoglycémiant, ainsi que contre l'hypertension, mais également la présence d'activité emménagogue. Les extraits aqueux d'armoise blanche montrent des activités antileishmaniose, antigelotiques, antidiabétiques, antibactériennes et antispasmodiques

L'huile essentielle (HE) présente quelques activités antimicrobiennes, antifongiques, spasmolytiques et hypoglycémiques. (Bezza, *et al.*, 2010)

En dépit de sa bonne qualité pastorale, cette espèce est aussi utilisée dans la médecine traditionnelle pour faciliter la digestion, calmer les douleurs abdominales et pour abaisser l'hyperglycémie. (**Bougoutaia, *et al.*, 2014**).

Partie expérimentale

Chapitre V :

Matériels et méthode

Chapitre V : Matériel et méthodes

1 L'identification des zones de prélèvement

Les sites de collecte du matériel végétal sont deux communes, Mahdia situé au nord-est de la wilaya de Tiaret et la commune d'Aïn Deheb situé au Sud. Ces deux communes se caractérisent par de rudes conditions climatiques, avec un climat semi-aride de type continental, qui est caractérisé par des hivers froids et des étés chauds et secs, ils sont aussi marqués par des sols pauvres (Bouacha , 2018).

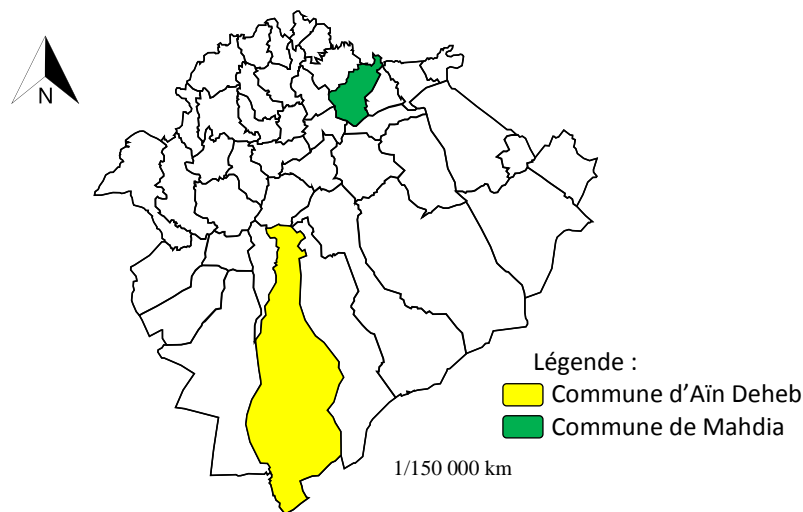


Figure 9 : Carte de localisation des différentes stations de prélèvement

Site (A) Nadhor

Coordonnées GPS de la zone d'étude Nadhor (daïra de Mahdia)

Altitude	1008 m
latitude	35° 12' 5,47'' N
longitude	1° 51' 49,46'' E

Site (B) Aïn Deheb

Coordonnées GPS de la zone d'étude de Aïn Deheb

Altitude	1110 m
Latitude	34°50'40''N
Longitude	01°32'57''E

2 Matériel végétal

La récolte des échantillons d'*Artemisia herba-alba* ont été effectuée à partir de la population végétale spontanée dans les deux sites en février 2018, l'échantillonnage pratiqué été aléatoire.

Après la récolte de la plante, cette dernière a été débarrassée des mauvaises herbes et séchée à l'abri de la lumière et dans un endroit aéré pendant 15 jours, les échantillons de feuilles ont été conservés dans des sacs en papier.



Figure 10: Photographie du séchage naturel de la plante (2018)

3 Matériel animal

La chenille processionnaire du pin d'Alep (*Thaumetopoea pityocampa*) provient du forêt de pin, l'élevage de l'insecte est conduit dans une étuve réglée à une température de 28 °C, et une humidité relative de 80 %, les larves sont placées dans des bocaux d'une capacité de 500ml contenant des aiguilles (feuilles) de pin dont l'ouverture est percée par des trous. Chaque bocal est infesté par 15 larves.

4 Souches fongiques

Les isolats *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* et *Fusarium spp* (trouvés au niveau de laboratoire de microbiologie, faculté SNV Tiaret) sont choisies sur la base de leur implication fréquente dans la fusariose des céréales et de la tomate, provoquant la pourriture et l'altération de la partie végétative.

5 Méthodes d'étude

Le protocole général de notre travail est comme suite :

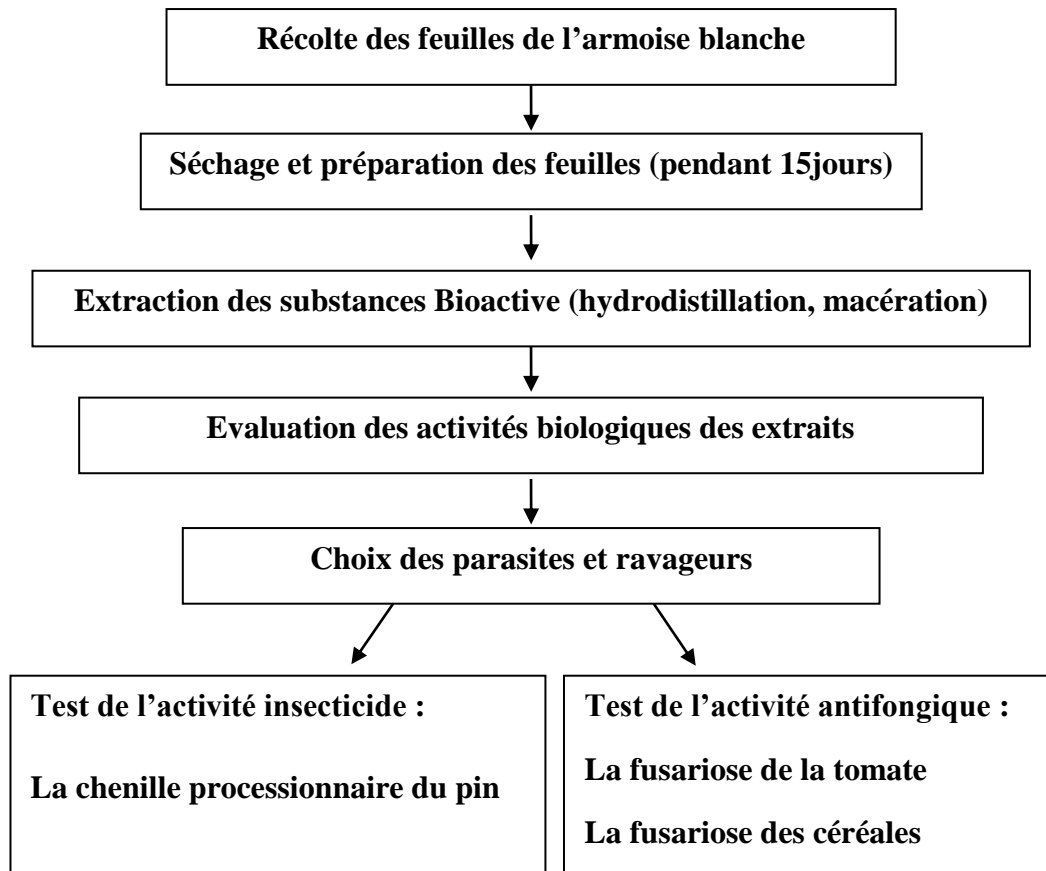


Figure 11 : Protocole expérimental

5.1 Extraction des huiles essentielles

5.1.1 Hydrodistillation

L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante (les feuilles) a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (**Clevenger , 1928**). L'extraction s'est fait à l'aide d'un montage à distillation simple (fig. 12). Le dispositif expérimental que nous avons monté et utilisé dans le laboratoire de sciences alimentaires dans la faculté de sciences de la nature et de la vie à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret. Un ballon d'une capacité de 500 ml ou baigne la matière végétale (*armoise blanche*), qui est porté à ébullition au moyen d'une chauffe ballon. Ce ballon est surmonté d'un coude en verre relié à un réfrigérant qui sert à condenser la vapeur d'eau contenant l'huile essentielle extraite. Le distillat est récupéré dans un bécher.



Figure 12 : Photographie du montage d'hydrodistillation employé.

5.1.2 Décantation

La décantation est réalisée dans une ampoule à décanter de 500 ml, dans laquelle, le mélange précédant, se sépare en deux couches non miscibles suivant leur densité. L'huile essentielle récupérée et est conservée à 4°C dans des tubes en verre, fermés hermétiquement, pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de température, qui sont des principaux agents de dégradation des HE.

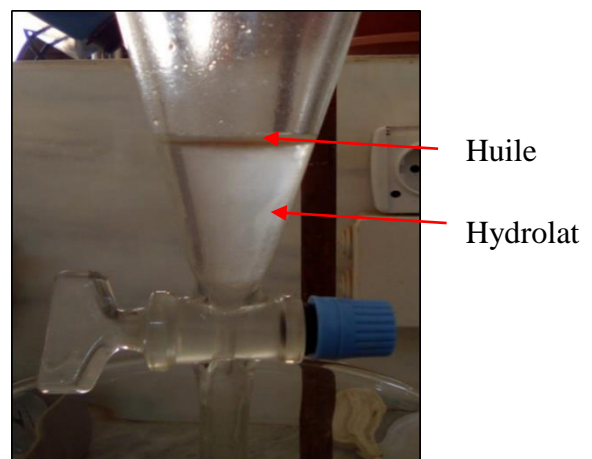


Figure 13 : Photographie de l'ampoule à décanter.

5.2 Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage) est calculé par le rapport entre le poids de l'huile extraite (M_{HE}) et le poids du matériel végétal sec utilisé (M_S), il est calculé selon la formule :

$$R_{HE} \% = \frac{M_{HE}}{M_S} \times 100$$

- ▶ R_{HE} en % : le rendement en HE exprimé en pourcentage.
- ▶ M_{HE} : le poids de l'huile extraite.
- ▶ M_S : le poids de la matière végétale sèche.

5.3 Préparation d'extrait méthanolique

Les feuilles sèches ont été broyées et conservées dans des flacons en verre, hermétiquement fermés, à basse température. Une prise de 10g de la poudre végétale a été mise à macérer dans 100 ml de méthanol sous agitation pendant 24 heures à une température $25 \pm 2^\circ\text{C}$. L'extrait obtenu a été filtré et évaporé à sec sous pression réduite à 50°C au rotavapeur. Le résidu sec est repris par 3 ml du méthanol et conservé à température -18°C jusqu'à son utilisation (fig. 14).

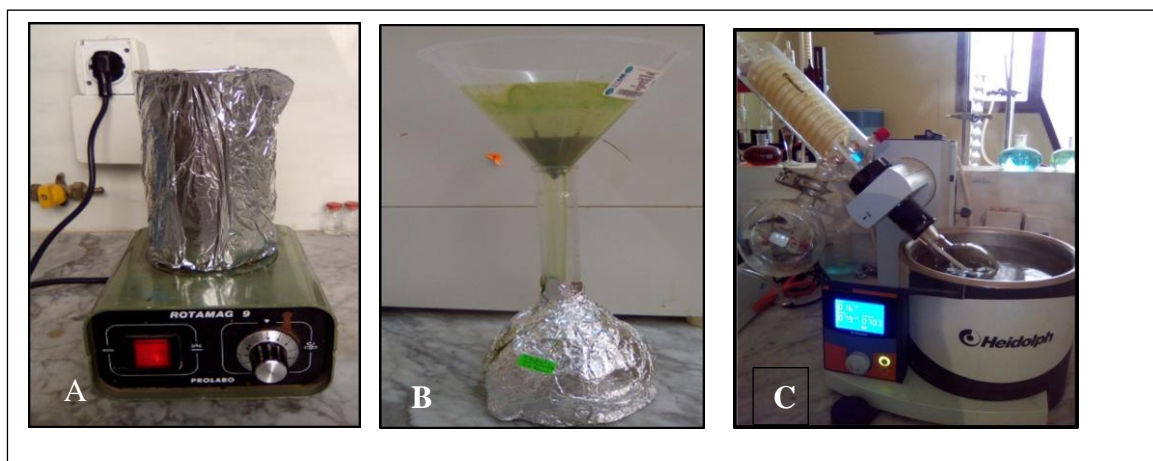


Figure 14 : Photographie des étapes de préparation des extraits méthanolique.

A : agitation

B : filtration

C : évaporation

5.4 Préparation d'extrait aqueux

Après réduction en poudre. Une quantité de 10 g de poudre de chaque plante a été diluée dans 100 millilitre d'eau distillée préalablement portée à ébullition, puis laissée refroidir sous agitation magnétique pendant 2 heures. Le mélange obtenu a été filtré à l'aide du papier Whatman. Le filtrat récupéré représente une solution stock initiale à 10 g par 100 ml soit 10 %. Ce filtrat a ensuite été évaporé dans une étuve.



Figure 15 : Photographie des étapes de préparation des extraits aqueux

A : agitateur

B : étuve

C : extrait aqueux après étuvage

6 Préparation des milieux de culture

6.1.1 PDA

Le milieu de culture PDA est favorable pour la croissance des champignons phytopathogènes, pour la préparation de milieu de culture dans un bécher mettre en suspension 300g du milieu en poudre et 20g d'agar-agar plus 20 g de saccharose dans 1L d'eau distillée, mettre le bécher à chauffer sur un agitateur magnétique plaque chauffante et porter le tout à l'ébullition pendant 10 minutes jusqu'à la dissolution complète, par la suite nous procédons à la stérilisation à l'autoclave à 120°C pendant 15 min.



Figure 16 : Photographie des milieux de culture des souches étudiées.

7 Méthodes d'étude de l'activité antimicrobienne

7.1 Tests de l'activité antifongique

Les méthodes du laboratoire qui permettent d'estimer les propriétés d'un produit *in vitro* sont nombreuses, mais reposent toutes sur le même principe, celui de confronter la substance antimicrobienne (fongicide, bactéricide, insecticide,...) et l'agent pathogène (champignons, bactéries, insectes,...) sur un support artificiel.

Après la préparation de milieu de culture on prend 9 ml de ce dernier mélangeur avec 0,5 ml de suspension de la souche fongique dans un tube à essai à l'aide d'un vortex, ensuite le contenu des tubes est versé dans une boîte de Pétri stériles et cette dernière mise à sécher pendant 15 minutes. Trois essais ont été effectués pour chaque extrait.

La sensibilité des souches fongiques envers les différents extraits est déterminée par les diamètres des halos d'inhibition, mesurés à l'aide d'une règle, à l'extérieur de la boîte fermée après le temps d'incubation requis puis résoudre l'équation modifiée de (**Kordali, *et al.*, 2003**) :

$$T(\%) = 100 - \left(\frac{T - D_c}{T} \times 100 \right) \quad * \text{équation modifiée}$$

- ▶ T (%) : Taux d'inhibition.
- ▶ T : diamètre de colonies dans les boîtes témoin.
- ▶ D_c : diamètre d'inhibition des colonies dans les boîtes contenant l'extrait des plantes.

7.2 Méthodes par diffusion sur milieux solides

7.2.1 Méthode des puits

La méthode consiste à découper un trou diffus radialement en donnant une zone d'inhibition circulaire à la surface de la gélose préalablementensemencée avec la souche :

Placer (25µl, 50µl) des différents extraits (aqueux, méthanolique et HE,) sont déposés dans un puits réalisé à l'aide d'une pipette pasteur au centre de la boîte remplie par le milieu de culture PDA préalablementensemencé par le champignon.

Les boîtes sont mises à incuber dans une étuve, à une température de 28°C et à l'obscurité, pendant 7 jours. La croissance diamétrale est notée à partir du troisième au 7^e jour. (**Eymard, 2003**)

7.2.2 Méthode des disques (aromatogramme)

En suivant la même procédure décrite ci-dessus, sauf à la place des puits on a utilisé des disques imbibés de différentes concentrations des extraits de la plante, ces disques sont préparés à l'aide de papier wattman coupé en disque de 6 mm de diamètre à contour régulier pour donner une zone d'inhibition facile à mesurer. On ajoute les concentrations (25µl, 50µl) des différents extraits à l'aide d'une micropipette sur les disques stérilisés.

Les boîtes sont mises à incuber dans une étuve, à une température de 28°C et à l'obscurité, pendant 7 jours. La croissance diamétrale est notée à partir du troisième au 7^e jour.

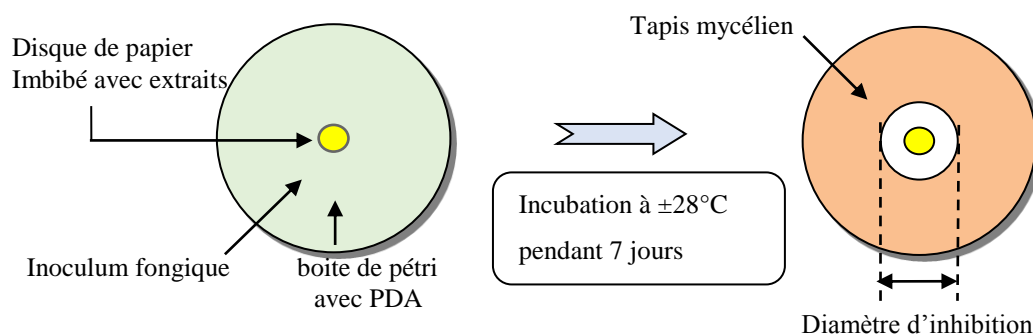


Figure 17 : Principe de la méthode de diffusion par disque

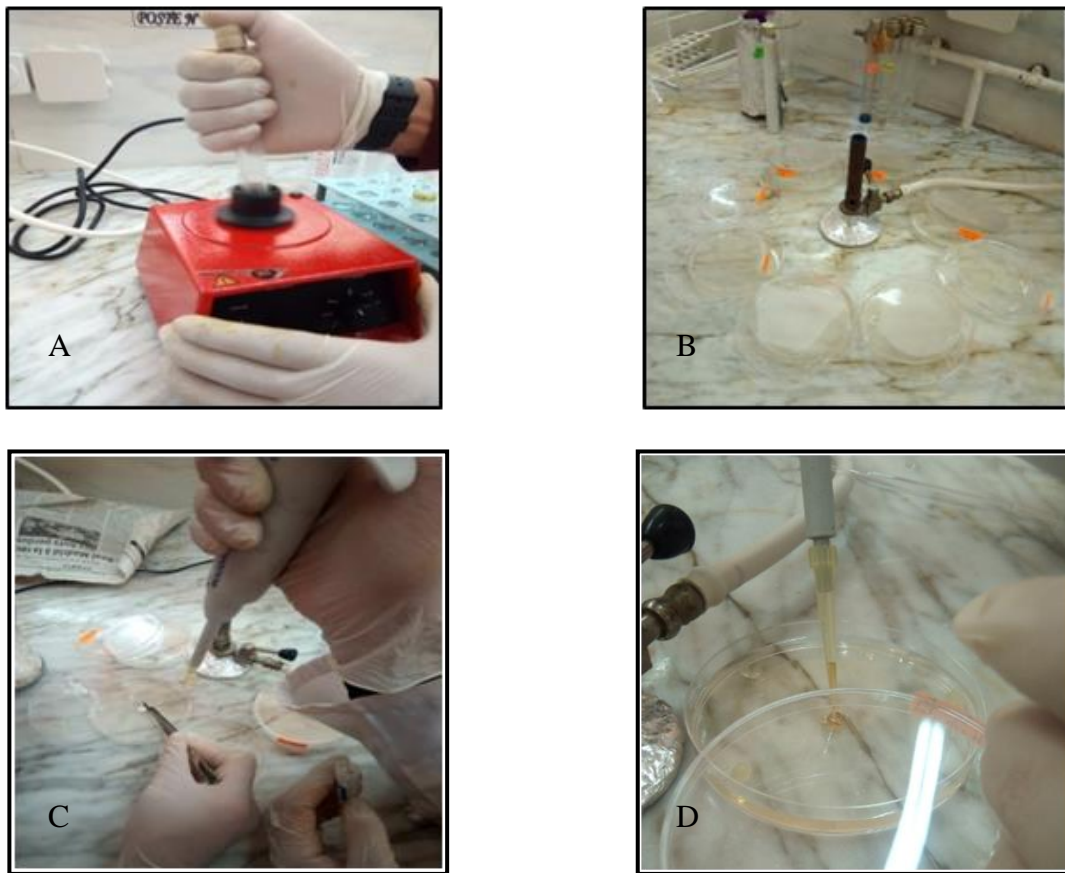


Figure 18 : Les différentes étapes pour l'évaluation de l'activité antifongique.

A : Vortex ; B : Milieu (PDA + champignon) ; C : Méthode de disque ; D : Méthode de puits.

7.3 Évaluation de l'activité insecticide

Les propriétés insecticides de l'huile de l'Armoise blanche sont testées contre les larves de la chenille processionnaire du pin d'Alep (*Thaumetopoea pityocampa*).

La technique de détermination de l'activité insecticide d'un extrait naturel a une grande influence sur les résultats. Les techniques se répartissent en deux catégories principales : les techniques de microatmosphère et celles de contact direct.

- Par inhalation l'extrait atteint l'insecte par sa respiration ;
- Par contact les gouttelettes de l'extrait touchent directement l'insecte ;
- Par ingestion l'insecte mange la plante traitée par l'extrait (Ariane, *et al.*, 2017).

Quelle que soit la technique utilisée, la lecture porte sur le nombre d'insectes morts après un temps bien déterminé d'exposition à l'extrait.

Dans notre travail, on a choisi la technique par ingestion, qui consiste à placer les insectes en contact avec des feuilles imprégnées d'HE (Fig. 19) dans des bocaux fermés par film plastique troué pour garantir l'entrée de l'air. Le comptage des insectes morts a été réalisé quotidiennement pendant une période de 6 jours.

Notons que les aiguilles de pin doivent être séchées à l'air libre pendant 1h avant utilisation.

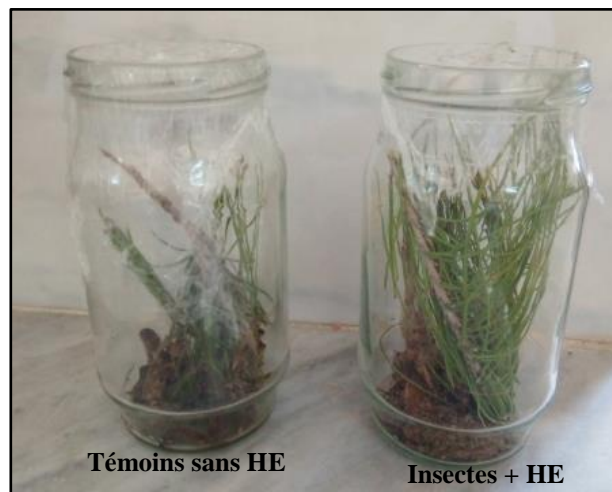


Figure 19 : Teste de l'activité insecticide par la technique d'ingestion.

7.4 Calcul de la mortalité

Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott.

Les mortalités enregistrées dans les lots de feuilles traitées sont donc exprimées en % de mortalité corrigée selon la formule :

$$M_c (\%) = \frac{M - M_t}{100 - M_t} \times 100$$

M_c : le pourcentage de mortalité corrigé

M : le pourcentage de morts dans la population traitée

M_t : le pourcentage de morts dans la population témoin.

Chapitre VI :
Résultat et discussions

Chapitre VI Résultat et discussions

1.1 Rendement obtenu

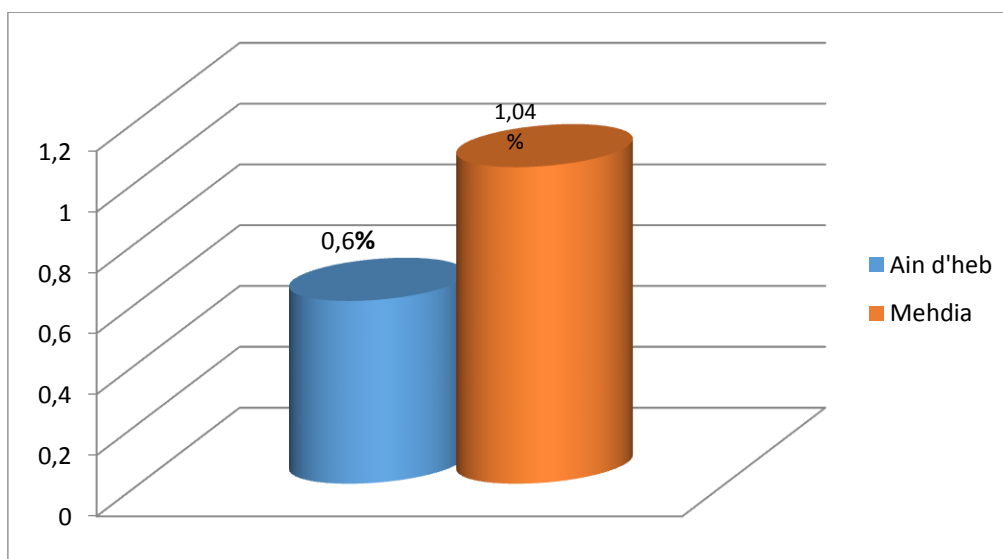


Figure 20 : Rendement (%) en huile essentielle de *l'Artemisia herba alba*

Le rendement moyen obtenu des huiles essentielles extraites de la plante *Artemisia herba-alba* dans le site Mahdia est (1,04%),

Le rendement en HE obtenu d'*Artemisia herba-alba* cueillie dans la région de Mahdia est 1,04%, ce taux est relativement supérieur à celui de la même espèce cueillie de la région d'Aïn Deheb qui est de 0,60%. Ces rendements sont comparables à ceux obtenus dans d'autres études, (Tab. 02)

Tableau 2 : Comparative des rendements de la plante de différentes provenances

La zone	Rendement (%)	Source
Aïn Deheb	0.60	Notre travail
Mahdia	1.04	Notre travail
Aïn Deheb	1	(Hadj chaib, et al., 2015)
Rechaiga	1,7	(Benali , et al., 2016)
Ksar Chellala	0,4	(Ladjem , 2017)
Biskra	0,95	(Bezza, et al., 2010)
Sud du Maroc	1,2	(Ziami , et al., 2012)

L'étude du rendement en huile de cette même plante, mais d'autres provenances, a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche. Les résultats obtenus pour les différents travaux montrent que la plante a fourni un rendement d'environ 1,04 % (site Mahdia), plus élevé que celui obtenu de la même espèce de part (**Bezza, et al., 2010**), dans la région de Biskra qui est de 0,95% et (**Hadj chaib, et al., 2015**) à Aïn Deheb (1%).

Ce rendement est plus faible par rapport à celui obtenu par (**Ziami , et al., 2012**) au Maroc qui est de 1,20 % et de (**Benali , et al., 2016**) à Rechaiga (1,7%).

Par contre, le rendement obtenu des HE extraites de la région d'Aïn Deheb (0,6 %), il est inférieur à toutes les régions notées auparavant, sauf celui de la région de Ksar Chellala (0,4%) (**Ladjem , 2017**).

Cette différence de rendement est tributaire de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques tels que : la zone géographique de collecte, la période de cueillette, le climat, le stade de développement, la durée de séchage, le mode d'extraction et le type de sol.



Mahdia Aïn Deheb

Rendement d'huile essentielle.

Des différences de couleur ont été également notées, huile de Mahdia est rouge orangé contre une couleur jaune pour les HE d'Aïn Deheb.

1.1 Activité biologique

1.1.1 Activité antifongique

La mesure du diamètre de la zone d'inhibition permet une estimation du caractère de sensibilité ou de résistance des souches fongique vis-à-vis les différents extraits utilisés.

1.1.1.a) Avec l'application des HE

Le tableau 03 illustre les variations des diamètres des zones d'inhibition des souches fongiques apparues en présence des HE de l'Armoise blanche

Tableau 3 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des HE

Site de prélèvement	Mahdia				Aïn Deheb			
Moisissures	<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>		<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>	
Concentrations (μ l)	25	50	25	50	25	50	25	50
Diamètres des témoins	90		90		90		90	
Diamètres des zones d'inhibition (mm)	35	37	40	42	40	40,3	36	37
Taux de croissance (%)	61,11	58,88	55,55	53,33	55,55	55,22	60	58,88
Taux d'inhibition (%)	38,88	41,11	44,44	46,66	44,44	44,77	40	41,11

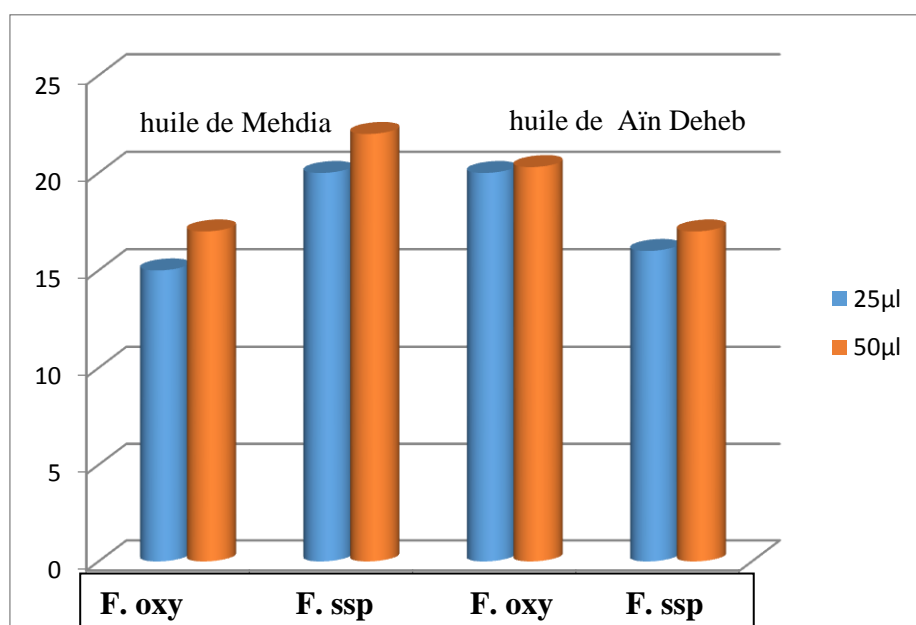


Figure 21 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles.

En utilisant la méthode de diffusion sur milieu de gélose solide, on constate que les souches testées sont sensibles à deux concentrations aux huiles essentielles des feuilles de l'Armoise blanche des deux sites.

D'après le tableau 03, il ressort que les HE's de *l'Artémisia herba-alba* de la région de Mahdia provoque l'apparition d'une zone d'inhibition importante soit des taux d'inhibition qui varient entre 38.88 % et 41.11% pour respectivement les concentrations 25 μ l et 50 μ l contre *Fusarium oxysporum*, ces taux restent inférieure, à ceux enregistrés avec l'HE de la région d'Aïn Deheb soit un taux de 44.44 % pour la concentration 25 μ l et 44.77% à la concentration 50 μ l.

Il ressort également que l'huile essentielle de la région de Mahdia a montré une réduction de croissance du *Fusarium ssp* plus élevée ou le taux d'inhibition observé est de 44,44 % (dose 25 μ l) et 46.66% (dose 50 μ l), contre 40% (dose 25 μ l) et 41.11% (dose 50 μ l) pour les HE de la région d'Aïn Deheb.

D'après les taux d'inhibition, générés par les huiles essentielles des deux régions appliquées sur les deux souches fongiques, il apparait clairement que le potentiel inhibiteur de l'huile de Mahdia même à faible dose est plus actif sur *Fusarium ssp* alors que l'HE d'Aïn Deheb est très active sur *Fusarium oxysporum*.

L'activité antifongique des huiles essentielles ainsi que leur mode d'action sont directement influencés par la nature et la proportion de leurs constituants qui sont le reflet des facteurs spécifique aux deux régions.

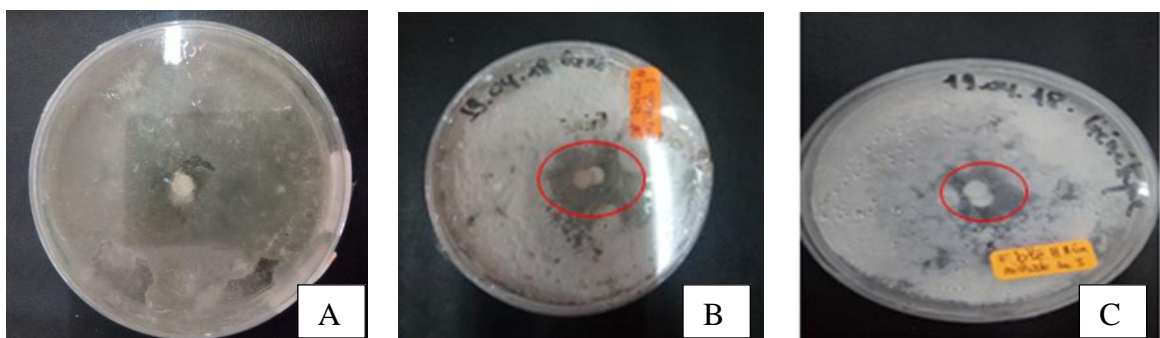


Figure 22 : Photographie des zones d'inhibition d'HE

B avec l'application d'HE (50 μ l)

C avec l'application d'HE (25 μ l)

Nous avons noté que l'activité biologique des HE peut être influencée par les doses, ce qui a été démontré par le diamètre de la zone d'inhibition, à différentes concentrations en HE appliquées avec une sensibilité accrue des souches fongiques aux HE des deux sites.

Les propriétés antifongiques observées seraient alors attribuables à une ou plusieurs molécules actives, présentes dans l'huile, d'après (**Bouzidi , 2016**) et (**Gherib, 2009**), le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules fongiques n'est pas clairement élucidé, compte tenu de la diversité des molécules présentes dans les huiles, l'activité antifongique semble résulter d'une combinaison de plusieurs modes d'action.

1.1.1.b) Avec l'application des extraits méthanolique

Durant ces expériences on a aussi testé d'autres extraits, le tableau 04 résume les résultats de l'application des extraits méthanolique sur les souches testées, ces résultats ont montré que presque tous les extraits sont doués d'une activité inhibitrice sur *Fusarium oxysporum* avec un taux d'inhibition presque similaire de l'ordre de 33 à 35 % pour les deux concentrations.

Les différents extraits ont été également testés sur *Fusarium ssp.* L'essai d'inhibition a montré que l'extrait méthanolique d'Aïn Deheb s'est avéré plus efficace, quelle que soit la concentration utilisée par rapport à l'extrait de Mahdia.

Tableau 4 : Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des extraits méthanolique

La zone	Mahdia				Aïn Deheb			
	<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>		<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>	
Moisissures								
Concentrations (µl/ml)	25	50	25	50	25	50	25	50
Diamètres des témoins (mm)	90		90		90		90	
Diamètres des zones d'inhibition (mm)	30	32	10	11	28	29	27	28
Taux de croissance (%)	66,66	64,44	88,88	87,77	68,88	67,77	70	68,88
Taux d'inhibition (%)	33.34	35.56	11.12	12.23	31.12	32.23	30	31.12

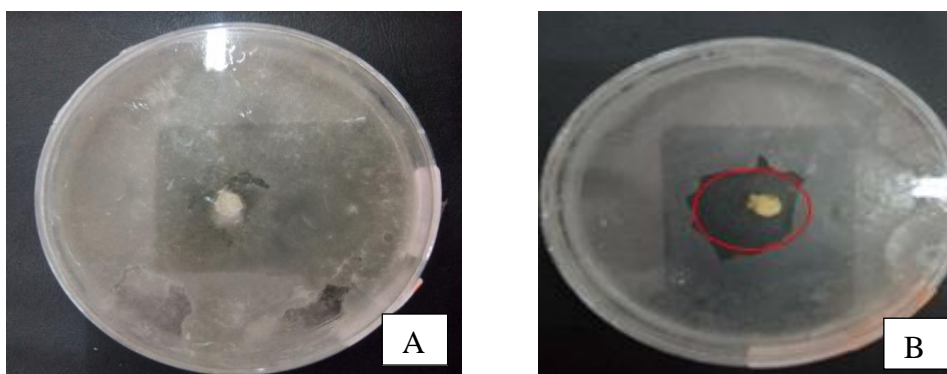


Figure 23: Photographie des zones d'inhibition des extraits méthanolique

A : témoin

B : avec l'application d'HE

1.1.1.c) Avec l'application des extraits aqueux

D'après le tableau 05 ci-dessous on a constaté que le taux d'inhibition des extraits aqueux des deux régions à différentes concentrations sur les deux souches fongiques testées donne des valeurs plus ou moins proches, mais dans l'ensemble ces valeurs restent faibles avec des taux d'inhibition inférieurs à 3%.

Nous concluons que l'effet antifongique des extraits aqueux est le plus faible par rapport aux autres extraits.

Tableau 5: Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique des extraits aqueux

La zone	Mahdia				Aïn Deheb			
	<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>		<i>F. oxy</i>		<i>F. ssp</i>	
Moisissures								
Concentrations (µl/ml)	25	50	25	50	25	50	25	50
Diamètres des témoins (mm)	90		90		90		90	
Diamètres des zones d'inhibition (mm)	1	1,5	2	3	1	1	3	3
Taux de croissance (%)	98,88	98,33	97,77	96,66	98,88	98,88	96,66	96,66
Taux d'inhibition (%)	1.12	1.67	2.23	3.34	1.12	1.12	3.34	3.34

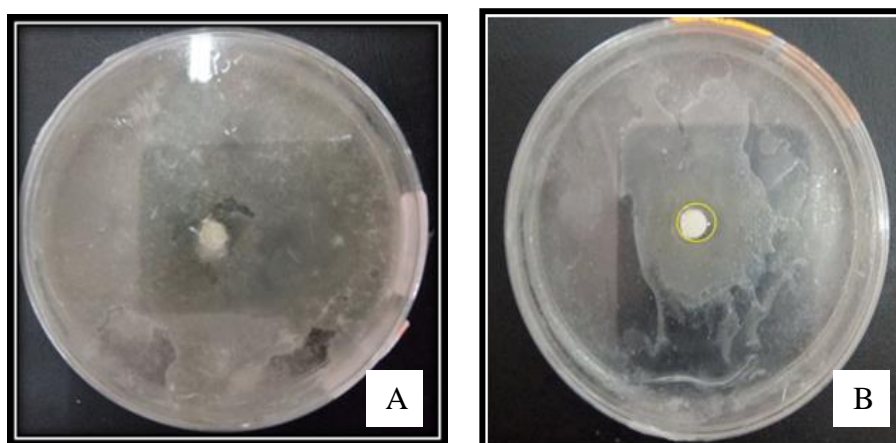


Figure 24 : Photographie des zones d'inhibition des extraits aqueux.

A : témoin

B : avec l'application d'extrait aqueux

Selon les résultats enregistrés, les extraits méthanoliques sont plus actifs que les extraits aqueux. Cette différence peut être à l'origine de la composition chimique différente entre les deux extraits, l'alcool permettant une meilleure extraction de composés ou de molécules bioactives.

1.1.2 Activité insecticide

Le but de l'essai est de déterminer l'efficacité de l'huile essentielle contre la chenille processionnaire du pin d'Alep. Les résultats dans le tableau 06 montrent que l'huile essentielle de l'armoise blanche a provoqué un pourcentage de mortalité allant de 20 % à 90 % au bout de 4 jours d'exposition. Ces mortalités se sont échelonnées dans le temps. En effet au bout de 4 jours elles passent de 46 % à 61 %, puis à 90 % respectivement pour 24 h , 48 h et 72h d'exposition.

L'huile essentielle de l'armoise blanche, a témoigné de son efficacité insecticide, l'application de faible charge d'HE provoqua la mortalité de plus de 66 % des insectes après seulement 48 heures et atteint le seuil de 100 % au bout de 5 jours.

Tableau 6 : Résultats de l'évaluation de l'activité insecticide de l'HE.

Temps	Feuilles imprégnées en HE		Témoin (sans HE)		Taux de mortalité corrigé (%)
	nbr insectes morts	Taux mortalité (%)	nbr insectes morts	Taux mortalité (%)	
2h	3	20	0	0	20
24h	7	46,66	0	0	46.66
48h	10	66,66	2	13,33	61.53
72h	14	93,33	4	26,66	90.90
96h	15	100	7	46,66	100
108h	15	100	13	86,66	100

L'effet insecticide des huiles essentielles par, ingestion a été bien démontré contre les prédateurs des cultures, de nombreux travaux ont porté sur l'activité insecticide (**Delimi, et al., 2013**), et (**Ziami, et al., 2012**), indiquent que les huiles essentielles extraites de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis de nombreux insectes.

Conclusion

Les plantes se défendent par divers moyens physiques et chimiques en synthétisant des métabolites secondaires extraordinairement diversifiés. Ces molécules du métabolisme secondaire appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes. Les plantes aromatiques et médicinales constituent une véritable banque de ces molécules chimiques. Ces derniers font l'objet de nombreuses études, en raison de leurs nombreuses activités biologiques. Ces activités incluent l'activité antioxydant, antibactérienne, antifongique, insecticide...etc.

C'est dans ce cadre multidisciplinaire que cette étude a été entreprise, et qui a pour objectif de mettre en évidence les activités biologiques des extraits de l'armoise blanche, une plante steppique utilisée localement comme une plante fourragère et médicinale, sur des agents pathogènes et les prédateurs des cultures, comme substances naturelles alternatives aux produits chimiques utilisés dans le traitement.

Lors de cette étude, nous avons montré que le rendement est variable selon la localisation géographique. En effet, le rendement total de l'*Artemisia herba-alba* de Mahdia (1,04%) est largement supérieur à celui d'Aïn Deheb (0,60%).

À la lecture des résultats obtenus lors de test antifongique, il apparaît clairement que les huiles essentielles et extraits méthanoliques d'*Artemisia herba-alba* se sont révélés actifs sur les deux souches fongiques testées le *F. oxysporium* et *F. ssp graminearum*. Cependant, l'extrait aqueux n'a aucun effet sur ces deux souches.

Les résultats des expérimentations menées sur la chenille processionnaire du pin ont permis de distinguer une activité insecticide des HE. Il a été observé que l'huile essentielle est toxique. Elle provoque la mort de 90 % des larves traitées en 72 heures et au bout de 5 jours tous les larves meurent, ceci en est une conséquence directe des composés bioactifs contenant dans cette huile.

Nos résultats montrent qu'effectivement les différents extraits de la plante *Artemisia herba-Alba*, exercent de fortes activités biologiques.

Cette activité reste néanmoins nettement inférieure à celle des produits phytosanitaires classiques (fongicide et insecticide), mais il s'agit d'extraits bruts contenant un grand nombre de composés différents. Il est donc très probable qu'ils contiennent des composés qui, une fois purifiés, présentent une activité comparable à celle des produits phytosanitaires conventionnels.

En résumé et d'une manière générale nous constatons que les lieux de prélèvement ont une forte influence sur le taux d'inhibition des souches testées et sur le rendement en HE. Ce qui permet de définir l'effet des conditions édaphiques climatiques et les étages bioclimatiques des stations de prélèvements.

- Il est actuellement bien connu que la composition chimique des extraits et plus particulièrement celle des HE d'une espèce végétale, peut varier en fonction de l'origine géographique, de la période de récolte ou encore de la méthode d'extraction, ce qui serait à l'origine de la variabilité dans le degré de sensibilité des souches microbiennes et l'insecte.

Ainsi, la combinaison de ces deux activités (antifongique et insecticide) devrait contribuer à élargir l'arsenal de molécules dont nous disposons pour lutter contre les ravageurs des cultures.

Ce travail de recherche a permis d'apporter une contribution à l'étude des effets biologique des extraits de la plante *Artemisia herba-alba* et fournit un ensemble d'éléments qui pourraient servir d'appui pour trouver des alternatives à la lutte par les produits chimiques synthétiques contre ces phytopathogènes potentiels des cultures.

À la lumière de ces résultats obtenus et suite aux remarques que nous avons faites au cours des essais réalisés, nous considérons que notre étude, comme toute autre, ne peut être que partielle et qu'elle nécessite absolument d'être complétée par d'autres recherches.

Les perspectives de notre étude visent à contribuer à l'enrichissement des recherches sur cette espèce. Comme complément à la présente étude, les points suivants nous semblent assez pertinents :

- Généraliser l'étude des activités biologiques sur d'autres agents phytopathogènes.
- Procéder à l'élaboration d'un programme d'identification de la composition chimique des extraits de la plante, pour bien cibler les principales molécules responsables de ces effets antimicrobiens et insecticides, ce qui fait appel à des techniques de purification et d'identification via l'étude photochimique et les analyses spectrales.

Références bibliographiques

- Bezza, L, Mannarino, A et Fattarsi, K. 2010.** Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*. 2010, Vol. 1007, 8, pp. 277–281.
- Santa, S et -Quezel, P. 1963.** *Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II. Paris : CNRS, 1963.
- Aidoud, A. 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud 3ème cycle, univ, sci, tech, Houari Boumédiène, Alger. 1983.
- Akrout, A. 2004.** Etude des huiles essentielles de quelques plantes vasculaires de la région de Matmata (Tunisie). 2004.
- Alessadra, Moro et Buronzo. 2008.** *Grand Guide des Huiles essentielles .Santé, Beauté, bien-être*. s.l. : (Hachette Pratique, 2008.
- Ariane, Beaudelot, Bénédicte, Henrotte et Biowallonie. 2017.** *L'abécédaire des produits phytosanitaires*. 2017.
- Bardeau. 2009.** *découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale*. s.l. : ermand lanore, 2009.
- Bassereau, M.2007.** *GC MS quantification of suspected volatile allergens in fragrances and treatment strategies and method performances*. s.l. : J Agric Food Chem, 2007.
- Benali , Sabrina, Benziane, Fatiha et Ouardas, Assia. 2015/2016.** 2015/2016.
- Benjlali, B et Richard, H. 1980.** Étude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc (Artemisia herb-alba Asso). *Rivista Italiana*. 1980, 2, pp. 62-74.
- Benjlali, B et zrira, S. 2004.** *plantes aromatiques et médicinales Atous du secteur et perspectives de développement durable actes*. s.l. : Rabat, 2004.
- Bernard, Tivoli. 1988.** Guide d'identification des différentes espèces ou variétés de Fusarium rencontrées en France sur la pomme de terre et dans son environnement. 1988, Vol. 8, 3, pp. 211-222.
- Blancard, D. 1997.** *Les maladies de la tomate*. s.l. : INRA, 1997. p. 212.
- Bouacha , Islam. 2018.** *Coservation des foret de la wilaya de Tiaret*. 2018.
- Bougoutaia, Y, et al. 2014.** Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1. *Etude caryologique et moléculaire de deux populations algériennes d'Artemisia herba alba*. 2014, p. p21.
- Bouzidi , Nebia. 2016.** *Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « Artemisia herba alba Asso »*. Université de Mustaha Stambouli de Mascara. 2016. Thèse de doctorat.

- Bruneton , J. 1999.** *pharmacognosie*. Paris : Lavoisier Tec & Doc, 1999.
- Bruneton, J. 2008.** *Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales*. 2. Paris : Tec& Doc éditions médicales internationales, 2008. p. 1188.
- Caron, Johanne. 2006.** *Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement*. 2006.
- Catier, Odile et Roux, Danielle. 2007.** *Botanique, Pharmacognosie, phytothérapie*. 3ème. PARIS : Wolter Kluwer, 2007.
- Celles , JC. 1980.** Biologie et écologie végétale des régions arides. Cycle de conférences en Algérie.Laboratoire d'écologie des régions arides université de Nice.In. *Dynamique des peuplements d'Artemisia herba-alba Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale)*. Séchresse. 1980.
- Chadefaud, M, Feldmann, J et Prévot, A.R. 1978.** *Précis de botanique végétaux inférieurs*. Masson . Paris New York Barcelone Milan : s.n., 1978.
- Clevenger , F. 1928.** Apparatus for the determination of volatile oil. J. Am. Pharm. Asso. *Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur la survie des criquets adultes d'Euchorthippus albolineatus (Lucas, 1849)*. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2012, n° 34 (2), p. 127-133., 1928, Vol. 346, 17.
- Cordero, C, et al. 2007.** *Identification quantitation and methode validation for the analysis of suspected allergens in fragrances*. s.l. : comprehensive two dimensionl GC coupled with quadrupole MS and with FIDE, 2007.
- Couplan, Francois. 2015.** *les régles végétales*. s.l. : sang de la terre, 2015.
- Debourgogne, A. 2013.** Typage moléculaire du complexe d'espèce Fusarium solani et détermination. s.l. : Thèse de doctorat, univ de Lorraine, France, 2013. p. 64.
- Delimi, Ahlem, et al. 2013.** Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche Artemessia herba alba :effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées Epehestia kuehniella (Lepidoptera). 2013, pp. 82 – 90.
- Eymard, S. 2003.** Mise en evidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de conversation et de la transformation de chinchard (TrachurusThèse de Doctorat en Génie des procédés. s.l. : Univ IBN Khaldoun Tiaret, 2003.
- Festy et Danièle. 2014.** *ma bible des huiles essentielles*. 3ème. PARIS : quotidien malin, 2014.
- Fralval, Alain. 2007.** La chenille processionnaire du Pin, une présence cyclique. 2007. pp. p35-39.

Gherib, Mohamed. 2009. Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles des flavonoïdes d'*Artemisia herba alba* Asso; *Artemisia judaica* L. ssp. *sahariensis*; *Artemisia campestris* L; *Herniaria mauritanica* Murb et *sahariensis*; *Artemisia campestris* L; Her. Université Abou Bekr Belkaid —Tlemcen. 2009. Magister en Biologie.

Hadj chaib, Radia et KRIM , Fatiha. 2015. univ. Tiaret : s.n., 2015.

Jarvis, W R et Shoemaker, R A. 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing food and root-rot of tomato. 1978. pp. 1679-1680.

Kordali, S, et al. 2003. Antifungal activities of the leaves of three pistacia species grown in Turkey : *Phytoterapea* 7.4, 2003. pp. 164-167.

Ladjem , Zineb. 2017. Extraction et effet biocide des huiles essentielles des plantes médicinales steppiques (l'Armoise Blanche) à ksar Chellala Wilaya de Tiaret. 2017.

Laterrot, H, et al. 1978. La fusariose vasculaire de la tomate en France. s.l. : P.H.M. Rev. Horticol 137, 1978. pp. 35-40.

Lefiel, Alix. 2012. *le grand livre des huiles essentielles*. PARIS : ESI, 2012.

Lucchesi, Marie Elisabeth. 2006. *extraction Sans Solvant Assistée par Micro_ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles*. s.l. : tec&doc, 2006.

Lucchesi, Marie Elisabeth, Chemat, Farid et Smad, Jacqueline. 2004. *flavour and fragrance journal flavour fragr.* s.l. : tec, 2004.

Macheix, Jeans-Jacques, Fleuriet, ANNIE et Jay-Allemand, Christian. 2005. *Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires Romandes, 2005.

Meyer et Warnod, Jean. 1984. *natural essential oils:extraction processes and application to some major oils*. s.l. : Perfumes&Flavotris, 1984.

Moro Buronzo, Alessandra et Schnebelen, Jean-Charles. 2012. *Huiles essentielles, Les 18 Huiles essentielles pour se soigner*. Paris : FIRST, 2012. Vol. 160.

Moro Buronzo, Alessandra et Schnebelen, Jaen Charles. 2012. *Huiles essentielles*. Italie : Fisrt, 2012.

Murray , Nabors. 2008. *Biologie végétale. structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies*. Paris : Pearson Education France, 2008.

Ozenda, P. 1985. *Flore du Sahara*. 2ème. France : CNRS, 1985.

Picimbon, F.J. 2002. protéines liant les odeurs 5OBPet protéines chimiosensorielles CSP: cibles molécules de la lutte intégrée in page 631/632. 2002.

Pinkas, Madeline, Torck, Monique et Trotim, Francis. 1980. *Plantes médicinales des régions tempérées*. PARIS : s.n., 1980.

Pottier, G. 1989. *Artémisia herba alba Flore de Tunisie: angiospermes dicotylédones*. 1989.

Pouget , M. 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroise. Travaux et Documents. 1980.

Rai, M et Mars, D. 2003. *plant derived antimycoting:curent trends and future prospcts*. s.l. : CRC.USA, 2003.

Raven, Evert et Eichhorn. 2007. *biologie végétale*. 2ème. Brexelle : De boeck et Larcier, 2007.

Regnault-Roger, Catherine , Fabres, Gérard et JR Philogène, Bernard. 2005. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture L'environnement. 2005.

Reverchon, Ernesto. 1997. *Supercritical fluid extraction and fractination of essential oils and related products*. s.l. : journal of supercrital fluid, 1997. pp. 1- 37. Vol. 4.

Roux, D et Catier, O. 2007. *Cahiers du préparateurs en paharmacie Botanique Pharmacognosie 2007Phytothérapie*. 3ème édition. 2007.

Santa et Quezel. 1963. *Nouvel flore de l'Algérie et des régions médidionales*. Paris : Tome2.Ed CNRS, 1963. p. 989.990.

Schmutterer , H. 1990. Properties and potentials of natural pesticides from neem tree. Annu. Rev. Entomol. In *Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique) Par Jovana Derafel, François Krier, Philippe Jacques 2013*. 1990, 35, pp. 271-298.

Suty et Lydie. 2015. *Les végétaux, Les relations avec leur environnement*. s.l. : Quae, 2015.

—. 2015. *les végétaux, les reation avec leur environnement*. s.l. : Quae, 2015.

Teuscher, Eberhard, Anton, Robert et Llobstien, Annelise. 2005. *plantes aromatiques(épices,aromates,condiments et huiles essentielles)*. s.l. : lavoisier tec&doc, 2005.

Walker, J C. 1971. Fusarium wilt of tomato. Monogr.6. 1971.

Wichtl, Max et Anton, Robert. 2003. *Plantes thérapeutiques tradition pratique officinale science thérapeutique*. s.l. : Tec&Doc, 2003. p. 29.

Ziami , Assia, El Ghadraoui, Lahsen et Farah, Abdellah. 2012. Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur la survie des criquets adultes d'Euchorthippus albolineatus (Lucas, 1849). 2012, 34 (2), pp. 127-133.

<http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>. BASF France Agro. [En ligne] [Citation : 25 Juin 2018.]

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>. *Bayer-Agri*. [En ligne]
[Citation : 26 05 2018.]

Résumé :

Cette étude a pour objectif l'évaluation de l'activité antifongique et insecticide des huiles essentielles et des extraits méthanoliques et aqueux préparés à partir des feuilles de l'armoise blanche provenant de deux sites Mahdia et Aïn Deheb.

L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydrodistillation. Les meilleurs rendements sont obtenus à partir de l'armoise blanche provenant de Mahdia soit une moyenne de 1,04 % versus 0,60 % pour celles d'Aïn Deheb.

L'évaluation de l'activité antifongique a révélé l'inhibition de croissance mycélienne pour la plupart des souches testées. En effet, les différents extraits manifestent une activité antifongique importante qui se manifeste par une inhibition importante (35%). Tandis que l'extrait aqueux s'est révélé sans effet inhibiteur. On a noté une variation des valeurs des taux d'inhibition en fonction des concentrations et des extraits testés. L'étude de l'activité insecticide par la méthode d'ingestion a montré l'existence d'un du pouvoir insecticide des HE des deux sites, des taux de mortalité corrigé (>90 %) ont été rapportés.

Mots clés : Huiles essentielles ; Extrait méthanolique ; Extrait aqueux ; *Artemisia herba-alba* ; Antifongique ; insecticide

الملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للفطريات والحشرات من الزيوت العطرية والمستخلصات المائية والميثانولية المحضرة من أوراق الشبح البيضاء من موقعين مهدية وعين الذهب حيث تم استخراج الزيت الأساسي عن طريق التقطير المائي وتم الحصول على المرود التالي 1.04% لمنطقة مهدية مقابل 0.60% لعين الذهب كما أظهرت نتائج تقييم النشاط المضاد للفطريات تثبيط نمو معظم العينات التي تم اختبارها حيث أظهر كل من المستخلص الزيتي والميثانولي نشاطاً مضاداً تتراوح نسبته ما يقارب 35% و بينما وجد أن المستخلص المائي ليس له تأثير كاجح. ويكمن الاختلاف في قيم معدل التثبيط في كمية التركيزات ونوع المستخلصات المختبرة وأوضحت دراسة نشاط المبيد من خلال طريقة الابتلاع عن وجود قوة مضادة للحشرات، وتم تسجيل نسبة وفيات تفوق 90%.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، مستخلص الميثانول، مستخلص مائي، الشبح الأبيض؛ فطريات؛ مبيد الحشرات.

Abstract :

The aim of this study is to evaluate the antifungal and insecticidal activity of essential oils and methanolic and aqueous extracts prepared from white mugwort leaves from two sites Mahdia and Ain Deheb.

The extraction of the essential oil was carried out by hydrodistillation. The best yields are obtained from white sagebrush from Mahdia, an average of 1.04% versus 0.60% for Ain Deheb.

Evaluation of the antifungal activity revealed inhibition of mycelial growth for most of the strains tested. Indeed, the various extracts show significant antifungal activity which is manifested by significant inhibition (35%). While the aqueous extract was found to have no inhibitory effect. There was a variation in inhibition rate values as a function of the concentrations and extracts tested. The study of the insecticidal activity by the ingestion method showed the existence of an insecticidal power of the HE of the two sites, corrected mortality rates (>90%) were reported.

Keywords : Essential oils; Methanol extract; Aqueous extract; *Artemisia herba-alba*; Antifungal; insecticide.