

INTRODUCTION

Introduction :

Les mécanismes d'action des propriétés pesticides des huiles essentielles sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman 2000).

On considère que ces mécanismes sont uniques et que les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces biopesticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs. Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers.

Connues depuis l'antiquité les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire.

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman, 1999).

Selon Silvy (1992) les céréales et leurs dérivés constituent la principale source de protéines dans de nombreux pays en voie de développement et les pertes causés à ce type de denrées lors de leur stockage sont estimés à 100 millions de tonnes dont 13 millions sont provoqués par les insectes. Dans les pays développés ces pertes avoisinent les 3 %, alors qu'en Afrique elles atteignent les 30 % (Silvy, 1992).

De plus, l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (Leonard et Ngamo, 2004).

Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement.

Que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer (Lahlou, 2004).

Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées.

Enfin notre recherche consiste à montrer l'effet des huiles essentielles et des poudres de trois espèces de plantes médicinales sur l'activité biologique d'un insecte *Sitophilus oryzae* sur le blé tendre.

La présente étude s'articule autour de quatre chapitres dont le premier concerne la recherche bibliographique sur les plantes médicinales et sur l'insecte étudié. Le deuxième chapitre rassemble la présentation de différentes caractéristiques de la région d'étude et matériel et méthodes. Précisément les résultats obtenus sur l'étude de l'activité insecticide des plantes médicinales sont rassemblés dans le troisième chapitre. Quant au quatrième chapitre il est réservé pour les discussions. La présente étude est clôturée par une conclusion.

CHAPITRE I

Chapitre I. - Recherche bibliographique

Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées.

Dans cette étude bibliographique: une première partie relatif aux aspects bibliographiques, nous présentons les espèces végétales utilisées, *Thymus capitatus*, *Lavandula stoechas* et en deuxième partie nous rappelons les connaissances portant sur *Sitophilus oryzae* (L.).

1.1. - Présentation des plantes médicinales étudiées

1.1.1. - Généralités

Les plantes médicinales et aromatiques ont connus ces dernières années un important regain d'intérêt et ceci devant le recul des produits chimiques (Baba Aissa, 2000). La diversité de leur utilisation (pharmacologie, cosmétique, fabrication de détergents, teinture et produits de massage) a accru la demande, surtout en huiles essentielles. Cette demande a été étendue aux études de la valorisation des ressources phytogénétiques (biopesticides, pratique des cultures associées, industrie cosmétique, bioprospection, etc ...). Les plantes médicinales portent à la fois sur les plantes spontanées dites « sauvage » ou «de cueillette » et sur les plantes cultivées.

1.1.1.1. - Plantes spontanées

Ce sont des plantes difficiles ou impossible de cultiver. Elles représentent encore, d'après certaines firmes importatrices, 60 à 70 % des drogues du marché Européen. Quant à la valeur médicinale des plantes spontanées, elle se montre très inégale puis qu'elle varie suivant l'origine, le terrain et les conditions de croissance (Bekhchi, 2001).

1.1.1.2. - Plantes cultivées

Elle assure une matière première en quantité suffisante, homogène au double point de vue aspect et composition chimique. Elle peut être intensifiée ou non suivant les besoins médicaux.

1.1.2. - Caractéristiques des plantes médicinales

Une plante médicinale est une plante dont les organes (les feuilles, l'écorce ou les fruits) possèdent des vertus curatives et parfois toxiques selon son dosage (Messoudi, 2008).

Cela signifie qu'au moins une de ses parties peut être employée dans le but de se soigner. Les plantes médicinales sont utilisées depuis au moins 7 000 ans avant notre ère par les Hommes et sont à la base de la phytothérapie (Tardivon et Chadouli, 2012).

On appelle plante médicinale toute plante ayant des propriétés thérapeutiques. Actuellement et grâce aux progrès scientifiques la thérapeutique a beaucoup évolué et a utilisé la plante comme matière première pour la production des médicaments (Chevalier, 2001).

1.1.3. - Description des plantes étudiées

1.1.3.1. - Description de *Lavandula stoechas* (L.)

Lavandula stoechas appartient à la famille des Labiées (Lamiacées) (Fernandez, 2003).

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 28 espèces, qui sont dans la plupart d'origine méditerranéenne (Barrett, 1996). *Lavandula stoechas* est un sous-arbrisseau à tiges et feuilles persistantes, jusqu'à 1 mètre de longueur, avec couleur vert pâle, fleurs de couleur bleu-violet. L'ensemble de la plante très aromatique comprenant fleurs et feuilles (Allaby, 1992).

Lavandula stoechas est une plante tendre, qui préfère les endroits ensoleillés et les sols riches, les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées, tendent à être plus vertes que grises, à son extrémité une inflorescence terminée par un toupet de longues bractées violettes (Chu et

Kemper, 2001), largement distribué dans les Iles canari, Islande et à travers tout le tell méditerranéen, l'Afrique du Nord, Sud-Ouest de l'Asie (Quezel et Santa, 1963).



Figure 1. – Photographie de *Lavandula stoechas* (originale)

Lavandula stoechas est connue dans le monde sous les noms suivant :

- En français : La lavande
- En arabe : El-kehila.

D'après Quezel et Santa (1963), la systématique de *Lavandula stoechas* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiacées
- Genre : *Lavandula*
- Espèce : *Lavandula stoechas* (L.)

1.1.3.2. - Description de *Thymus capitatus* (L.)

Le thym est un arbuste odorant qui pousse spontanément dans le Nord de l'Afrique (Maroc, Tunisie, Algérie, et Libye), l'Égypte, l'Espagne ainsi qu'en Sibérie et en Europe Nordique. Cependant, la plupart des espèces se concentrent dans le pourtour du bassin Méditerranéen (Morales, 1997 ; Salgueiro et *al.*, 1997 ; Pedersen, 2000).

En Algérie, le genre *Thymus* regroupe 12 espèces qui sont : *Thymus fontanesii*, *Thymus commutatus* (Ball.), *Thymus dreatensis*, *Thymus numidicus*, *Thymus guyonii*, *Thymus lanceolatus*, *Thymus pallidus*, *Thymus glandulosus*, *Thymus hirtus*, *Thymus algeriensis*, *Thymus ciliatus*, et *Thymus capitatus* (L.) (Quezel et Santa, 1963).

L'huile essentielle du Thym est caractérisée par un fort potentiel antimicrobien (Cosentino et Palmas, 1999), et par un remarquable effet antioxydant (Dragland et *al.*, 2003). Elle possède une activité antifongique (Ruberto et *al.*, 1993) et acaricide vis-à-vis de *Varroa destructor* (parasite qui affecte les abeilles) (Aviana et *al.*, 2002).



Figure 2. - Photographie de *Thymus capitatus* (Originale)

Thymus capitatus est connu selon Quezel et Santa (1963) sous les noms suivant :

- En français : Thym
- En arabe : Zaaateur

Et selon Kabouch et *al.* (2005) c'est Zaatara.

D'après Quezel et Santa (1963), la systématique de *Thymus capitatus* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiacées
- Genre : *Thymus*
- Espèce : *Thymus capitatus* (L.)

1.1.3.2. - Description de la Camomille *Chamaemelum nobile* (L.)

C'est une plante herbacée vivace de 10 à 30 cm de hauteur. Ses tiges velues sont d'abord couchées pour se redresser par la suite. Elles se terminent par des capitules floraux odorants et solitaires. De couleur vert blanchâtre, ses feuilles sont finement divisées en lobes courts et étroits. Le capitule est formé de fleurons ligulés blancs se recouvrant les uns les autres entourant un disque de fleurons tubulés jaunes. Les fruits sont des akènes jaunâtres, petits et côtelés.

On la trouve partout en Europe occidentale dans les sols secs et sablonneux riches en silice jusqu'à 1 000 m d'altitude. On la trouve également en Amérique du Nord et en Argentine.

Chamaemelum nobile est le nom scientifique retenu aujourd'hui pour la plante. Elle est cependant plus connue par son synonyme *Anthemis nobilis*, attribué par Linné. Autres synonymes nomenclaturaux : *Ormenis nobilis* (L.) et *Chamomilla nobilis* (L.).

Noms vernaculaires français : camomille romaine, camomille noble, anthémis noble, anthémis odorante, camomille d'Anjou.

Anglais : Sweet Chamomile, English Chamomile, Perennial Chamomile.

Arabe : Baboundj, ou en arabe dialectal algérien : Boumlal.

D'après Quezel et Santa (1963), la systématique de *Chamaemelum nobile* est la suivante :

- Règne : Plantae
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Asterales
- Famille : Asteraceae
- Genre : *Chamaemelum*
- Espèce: *Chamaemelum nobile* (L).

1.1.4. - Effet médicinales des plantes étudiées

1.1.4.1. - Lavande

La lavande renferme une huile essentielle riche en Monoterpènes. Cette huile possède de puissantes propriétés antimicrobiennes et antiseptiques. Elle est surtout efficace par son action hypotensive et ses effets sédatifs agissant sur le système nerveux central.

Sans la qualifier de remède miracle, la lavande est prescrite en infusion en cas de nervosité, de troubles du sommeil, pour combattre les manques d'appétit ou les problèmes intestinaux d'origine nerveuse.

Macérée dans de l'alcool, en application locale, elle permet de lutter contre les infections cutanées et les piqûres d'insectes. Enfin, en balnéothérapie, elle agit sur les problèmes circulatoires. Elle soulage aussi les symptômes de la dépression, les douleurs spasmodiques, névralgiques et rhumatismales.

1.1.4.2. - Thym

En raison de sa saveur aromatique, le thym provoque une stimulation réflexe des sécrétions salivaires, gastriques et biliaires. Il est ainsi utilisé pour ses propriétés régulatrices de l'appétit et comme stimulant digestif, cicatrisantes, vermifuge, antiseptique.

Des extraits de thym ainsi que son huile essentielle sont fortement antimicrobiens. Tous les chimiotypes sont actifs, mais l'activité bactéricide est plus marquée pour les types à thymol et à carvacrol (Teuscher et *al.*, 2005).

1.1.4.3. - Camomille

Plus communément appelée « camomille » tout court, la plante est employée en usage culinaire, médicinal (particulièrement en tisane), et cosmétique.

1.1.5. - Les huiles essentielles

1.1.5.1. - Définition

Les huiles essentielles (essences : huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (Brunton, 1993).

Selon Smallfield (2001) les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants.

Selon Padrini et Lucheron (1996) les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles.

1.1.5.2. – Répartition et localisation des huiles essentielles

Parmi les espèces végétales 800.000 à 1.500.000 selon les botanistes, 10 % seulement sont dites aromatiques. Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, elles sont presque exclusivement de l'embranchement des Spermaphytes, les genres qui sont capables de les élaborer sont rassemblés dans un nombre restreint de familles comme les : Lamiaceae, Lauraceae Asteraceae, Rutaceae, Myrtaceae, Poaceae, Cupressaceae, Piperaceae (Bruneton, 1999).

La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface du végétal (Bruneton, 1987). Il existe en fait quatre structures sécrétrices :

- Les cellules sécrétrices : Chez les Lauracées et les Zingibéracées.
- Les poils glandulaires épidermiques : Chez les Lamiacées, Géraniacées... etc.
- Les poches sphériques schizogènes : Les glandes de type poche se rencontrent chez les familles des : Astéracées, Rosacées, Rutacées, Myrtacées, ..etc.
- Les canaux glandulaires lysigènes : On les retrouve chez les Conifères, Ombellifères, ..etc.

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air (Bruneton, 1993 ; Teuscher et *al.*, 2005).

La mise en évidence de l'huile essentielle dans les coupes d'organes s'effectue à l'aide de colorants lipophiles comme le noir Soudan III qui colore en rouge les gouttelettes essence.

Les teneurs en huiles essentielles sont généralement très faibles, il faut parfois plusieurs tonnes de plantes pour obtenir un litre d'huile essentielle. A l'exception de celle du bouton florale du giroflier où le rendement en huile essentielle atteint largement les 15 % (Makhlouf, 2002).

1.1.5.3. – Composition chimique des huiles essentielles

La composition des huiles essentielles est généralement très complexe, à la fois par la diversité considérable de leurs structures, et par le nombre élevé de constituants présents (Abid, 2008). On peut déterminer la composition des huiles essentielles par la chromatographie en phase gazeuse (CPG), c'est la technique la plus utilisée, car elle permet de faire une analyse complète de plus d'une centaine de molécules chimiques que contient l'huile.

Le spectromètre de masse (SM), que l'on associe souvent à la chromatographie (CPG-SM), permet lui d'obtenir la composition précise de l'huile essentielle (Bachelot et *al.*, 2005). Comme on peut utiliser une méthode spectroscopique, dite résonance magnétique nucléaire du Carbone-13 (RMN 13C) (Bekhechi, 2008).

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant divers facteurs, l'environnement, le génotype, origine géographique, le lieu et la période de récolte, la partie de la plante étudiée, l'âge de la plante, le séchage, lieu de séchage, la température et la durée de séchage, les parasites, les virus et les mauvaises herbes (Smallfield, 2001 ; Merghache et *al.*, 2009 ; Atik Bekkara et *al.*, 2007).

1.1.5.4. – Variabilité des huiles essentielles

La composition et le rendement des huiles essentielles peuvent varier selon l'âge, le cycle végétatif de l'organe, et le mode d'extraction, les facteurs climatiques et la nature du sol.

Une huile essentielle est très fluctuante dans sa composition, sur laquelle intervient un grand nombre de paramètres, d'origine intrinsèque (génétique, stade végétatif), d'origine extrinsèque (sol, climat, latitude) ou d'ordre technologique c'est-à-dire lié aux techniques d'exploitation du matériel végétal.

En effet, de profondes modifications s'opèrent lors du séchage, du stockage, de l'extraction et du conditionnement (Evans, 1998).

1.1.5.5. – Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives (la résistance des insecticide, la toxicité sur la faune auxiliaire, les problèmes de résidu et la pollution environnemental) ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (Isman, 2005).

Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'effort a été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes (Kim et *al.*, 2003).

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et *al.*, 1997).

1.1.5.6. – Activité insecticide des huiles essentielles

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 1994).

L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs dans les stocks de niébé

de plus grande importance. Certaines observations ont montré que l'extrait brut éthanolique (Tierto-Nieber et *al.*, 1992), hexanique (Nuto, 1995) ou à l'éther de pétrole (Gakuru et Foua-bi, 1996) de matériel végétal possède une toxicité effective vis-à-vis des ravageurs de stocks. D'autres résultats indiquent que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. (Glitho et *al.*, 1997; Gakuru et Foua-bi, 1995).

Ces huiles essentielles agissent par diffusion. C'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent donc être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. Selon (Koumaglou, 1992) la technologie de leur extraction est simple et accessible à tous les niveaux.

Les huiles essentielles des plantes appartenant aux genres *Chenopodium*, *Eucalyptus* ont témoigné de leur efficacité insecticide, la poudre de *Chenopodium ambrosioides* était testée sur six ravageurs de denrées stockées *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* et *Prostephanus truncatus*, une concentration de 0,4 % provoqua la mortalité de plus de 60 % des bruches après deux jours de traitements (Tapondjou et *al.*, 2002).

En 2002, Tapondjou et *al.*, montrèrent l'efficacité de l'huile essentielle de la même plante, en plus de celle d'*Eucalyptus saligna* sur *Callosobruchus maculatus*, et *C. ambrosioides*. Ces deux huiles exercent également un effet répulsif sur le bruche de niébé.

1.1.5.7. – Activité acaricide, fongicide et bactéricide

Contre *Varroa jacobsoni*, parasite des colonies d'abeilles, plusieurs travaux ont été menés sur l'effet toxique de certaines essences et de leurs composant (Calderone et *al.*, 1997). Parmi ces derniers, c'est le thymol qui a engendré le meilleur résultat, en addition, il a été démontré que le traitement répétitif en dehors de la période de miellée n'augmente pas les résidus dans le miel et reste sous le seuil de détection gustative qui se situe entre 1,1 et 1,6 mg/kg. Il a été prouvé jusqu'à présent qu'un seul traitement à base d'huile essentielle ou d'un composé est généralement suffisant pour maintenir la population de l'acarien *Varroa* au-dessous du seuil de dégât économique pendant toute la saison (Imdorf et *al.*, 1999).

Contre les champignons, les alcools et les lactones ses quiterpéniques sont d'excellents inhibiteurs, ils peuvent émaner de la cannelle, clou de girofle, eucalyptus citronné, géranium, rosat, niaouli, plamarosa, ravensare, tagète, romarin-cinéole et calophyllum. (Wilson et *al.*, 2007) dévoilèrent l'efficacité de 49 huiles essentielles sur *Botrytis cinerea*.

Contre les bactéries (Defoe et *al.*, 2003) avaient étudié la composition chimique de l'huile essentielle *Thymus spinulosus* et réalisé des tests biologiques sur son activité antibactérienne contre des souches de bactérie, les résultats ont montré que les monoterpènes (thymol) ont une propriété inhibitrice de croissance.

1.1.5.8. - Conservation des huiles essentielles

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

La température : obligation de stockage à basse température (entre 8 °C et 25 °C).

La lumière : stocker dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brun de préférence.

L'oxygène : les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recourir à l'adjonction d'antioxydants.

La durée de conservation admise est de 2 à 5 ans.

1.1.5.9. – Méthodes d'extraction des huiles essentielles

1.1.5.9.1. – Hydrodistillation

Selon Hajji et *al.*, (1985) elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage communément appelé cohobage. Lors de la distillation des huiles essentielles, plusieurs phénomènes sont à la base d'échanges de matière entre les phases solide, liquide et vapeur, d'où l'influence d'un grand nombre de paramètre sur la qualité et le rendement et la production.

1.1.5.9.2. – Hydrodiffusion

D'après Acquaronne et *al.*, (1998) le terme hydrodiffusion est attribué au type de transport contrôlé par la polarité des constituants. Elle serait responsable de la vitesse relative de la distillation des différents composants aromatique dépendants d'avantage de leurs solubilités dans l'eau que de leur point d'ébullition. Si l'hydrodiffusion constituait l'étape limitant de l'hydrodistillation, alors l'ordre de sortie des composés serait dicté par leurs polarités et non par volatilités.

1.1.5.9.3. – Extraction par solvants

Raynaud (2006) souligne que l'extraction par solvants est une technique qui utilise des solvants comme l'hexane, le toluène ou les dérivés colorés. Le solvant est ensuite éliminé par distillation. Elle ne doit pas être employée si l'huile essentielle préparée est à usage thérapeutique, car il pourrait y rester des traces de solvant. Elle est parfois utilisée dans l'industrie des parfumes.

1.1.5.9.4. - Hydrodistillation-Extraction simultanée

Pollien et *al.*, (1998) note que la distillation à la vapeur combine les avantages de l'hydrodistillation et l'extraction par solvant. L'hydrodistillation permet d'éviter l'extraction des composés non volatiles, et l'utilisation d'une faible quantité d'un solvant non miscible à l'eau facilite l'extraction organique des composés.

1.1.5.9.5. – Expression

C'est une technique utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes de la famille des Rutacées (citron, orange, mandarine, ainsi que la bergomate qui est issue d'un greffon de citron et de bigaradier). C'est une méthode assez simple qui consiste à briser mécaniquement (abrasion, compression, incision et perforation) les poches à essences (souvent au niveau de l'écorce ou le fruit) pour recueillir un mélange d'essences odorantes et l'eau (Anonyme, 2001).

1.2. - Présentation de l'insecte *Sitophilus oryzae*

1.2.1. - Généralités

Les insectes phytophages représentent aujourd'hui plus de la moitié de toutes les espèces d'insectes décrites (Strong et *al.*, 1984). Parmi les neuf ordres d'insectes comprenant des espèces phytophages, les Coléoptères présentent la plus importante diversité. Les Phytophaga, un sous-ordre des Coléoptères, comprennent en effet plus de 100.000 espèces phytophages (Farrell, 1998). Les grains et graines entreposés subissent de multiples agressions de la part d'insectes appartenant à l'ordre des coléoptères lors du stockage et de la conservation.

Ces coléoptères peuvent être répartis en deux groupes (Bekon et Fleurat, 1989). Les premiers sont les ravageurs primaires s'attaquent à des grains intacts dont *Sitophilus oryzae* (L.). Et les deuxièmes sont des ravageurs secondaires capables de s'attaquer aux grains qu'à partir des ouvertures causés par les ravageurs primaires servant de voies d'accès, par exemple le *Tribolium confusum* (Duv.).

1.2.2. - Systématique

Selon Lapesme (1944) la classification de cette espèce

Embranchement: Arthropoda.

Classe: Insecta.

Ordre: Coleoptera.

Sous ordre: Heterogastra.

Famille: Curculionidae.

Sous famille: Calandrinae.

Genre: *Sitophilus*

Espèce: *Sitophilus oryzae* (L.)

1.2.3. - Caractéristiques

Selon Codon et William (1991) *Sitophilus oryzae* est une espèce rencontrée surtout dans les zones tropicales et subtropicales, bien que le pays d'origine de cette espèce soit la région indienne. Actuellement cet insecte est cosmopolite et leur répartition dans le monde entier à cause des échanges internationaux.

En zone tropicale *Sitophilus oryzae* est souvent confondu avec le genre *Zeamaïs*, espèce très voisine, mais de taille plus importante et qui déprécie plus particulièrement le maïs (Codon et William, 1991).

La famille des Curculionidae est la plus importante du groupe des Rhynchophora, est composée d'insectes facilement identifiables à leurs têtes prolongées en un bec allongé en rostre à l'extrémité du quel se trouvent situés les organes buccaux broyeurs (Lepesme, 1944).

Cette famille a été étudiée par Hoffman (1954), elle compte environ 60.000 espèces; elle est divisée en 9 sous familles.

C'est un groupe très hétérogène, caractérisé par une systématique interne très complexe (Paulian, 1988).

S. oryzae est un charançon aux mœurs essentiellement nocturne, se montre plus actifs la nuit que le jour. Ils peuvent vivre en permanence dans l'obscurité complète, ces déplacements sont relativement rapides, il peut voler, d'où leur rapide dissémination dans un entrepôt (Scotti, 1978).

Les adultes s'accouplent peu après leur sortie des grains, leur copulation dure 15 mn à 1 h 30 mn, se répète à maintes reprises au cours de leur existence (Lepesme, 1944). Une à deux semaines après l'accouplement, la ponte s'effectue à une certaine profondeur du grain.

Les observations, montrent que les femelles choisissent les grains avant de pondre. Elles sont capables de déceler la présence d'un œuf ou d'une larve déjà en place dans un grain. Elles ne pondent jamais dans un grain déjà occupé. La femelle de *Sitophilus oryzae* (L.) taraude le grain et y dépose un œuf dans chaque trou, par la suite elle bouche le trou de ponte avec du mucus sécrété par l'oviducte. Au cours de sa vie, la femelle pond 300 œufs en moyenne avec un maximum dépassant 500 œufs (Paulian, 1988).

Dans les conditions favorables, l'insecte passe par trois stades larvaires en une durée d'un mois. La larve du dernier stade aménage une sorte de chambre de nymphose où elle passe d'abord par un stade prénympheal qui dure de 20 à 50 heures avant de se transformer en nymphe.

Selon Lepesme (1944), les calandres hivernent aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire. Au cours de cet état, ils ne sont pas complètement actifs.

D'après Steffan in Scotti (1978) les adultes émergent à température de 28 °C et une humidité relative de 70 %. Ces conditions sont considérées comme étant optimales pour la croissance ; leur développement peut commencer à partir d'une teneur en eau du grain supérieure à 9 %. Dans ces conditions la durée de cycle de développement est de 25 jours. Leur longévité peut dépasser 4 mois.

1.2.4. - Cycle biologique

L'œuf est ovale ou piriforme, sa couleur est d'un blanc opaque et brillant. Il mesure 0,6 à 0,7 mm de longueur et 0,2 à 0,3 mm de largeur (Scotti, 1978 ; Bar et *al.*, 1995) il porte une protubérance à son extrémité qui lui permet de se fixer au substrat, elle se trouve à l'intérieur des trous de ponte (Fig. 3).

La larve est blanche, globuleuse et se caractérise par sa forme ramassée. Au terme de son développement, elle mesure 2,5 à 3 mm de long. L'absence des pattes chez la larve de *Sitophilus oryzae* (L.). Le nombre des mues est à la fois constant et peu élevé de 3 à 4 stades larvaires (Appert et Deuse, 1982) (Fig. 3).

La nymphe de forme cylindrique, mesure de 3,75 à 4 mm de long, sa couleur passe du blanc au brun à mesure qu'elle évolue. Elle subit la mélanisation de la cuticule. Elle a presque la taille de l'imago (Lepesme, 1944) (Fig. 3).

L'imago est un petit Coléoptère de 2,5 à 5 mm de longueur, caractérisé principalement par deux grosses taches ocre sur chaque élytre, le rostre moins long que le pronotum, est peu arqué et cylindrique dans sa partie antérieure.

Le mâle se distingue de la femelle par un rostre plus épais, plus court et plus profondément ponctué, les derniers sternites abdominaux sont plus courbés ventralement chez le mâle que chez la femelle (Lepesme, 1944) (Fig. 3).

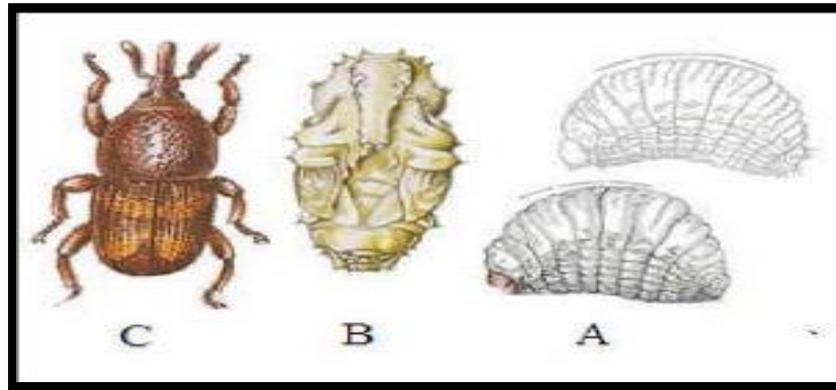


Figure 3. - Différents états de *Sitophilus oryzae* (Walter, 2002)

A: larve, B: nymphe, C: adulte

1.2.5. - Dégâts

Les charançons du riz représentent des ravageurs de premier plan pour les céréales emmagasinées sur lesquelles ils provoquent des pertes pondérales, une détérioration de la qualité et permettent l'installation d'infections cryptogamiques (Appert, 1985).

Leur plat de prédilection est constitué par les grains de blé, d'orge, de maïs et de riz. Parfois même ils fréquentent le millet, les châtaignes, les patates séchées, les figues sèches, le tabac en feuilles ou manufacturé.

De nombreux parasites mettent un frein aux dommages causés par ces charançons, en s'attaquant à leurs larves et nymphes. Les plus communs sont des Hyménoptères de la famille des Pteromalides, *Chaetospila ellgane westwood*, *Aplastomorpha calandrae* et surtout *Lariophagus distinguendus* Fostr.

De même certains Bethylides tels que : *Cephalonomia tarsalis* ainsi qu'un acarien *Pediculoides ventricosus* Nemp. Qui est considéré comme un précieux auxiliaire.



Figure 4. - Dégâts de *Sitophilus oryzae* sur le blé (original)

CHAPITRE II

Chapitre II. – Présentation de la région d'étude et matériel et méthodes

2.1. - Etude de la région d'étude

2.1.1. – Situation géographique de la région d'étude

La wilaya de Tlemcen est située géographiquement dans l'extrême nord-ouest algérien. La wilaya de Tlemcen occupe une superficie de 9017 Km², elle comprend 20 daïras subdivisées en 53 communes. La région de Tlemcen se caractérise par quatre principales unités géographiques qui se succèdent du nord au sud. Cette hétérogénéité de reliefs débute par la chaîne des monts des Traras et les collines des Sebaâ Chioukh dont l'altitude varie entre 500 et 1000 m, les plaines sub littorales représentées par le bassin de Tlemcen et les basses vallées de la Tafna et d'Isser, et les plateaux d'Ouled Riah se situant entre 200 et 400 m d'altitude, les monts de Tlemcen, qui s'érigent en une véritable barrière naturelle entre la steppe et le tell, et qui culminent à 1843 m au Djebel Tenouchfi (Sidi-Djilali) et ne dépassant pas les 20 Km de large, l'ensemble des hauts plateaux steppiques plats et larges d'environ 100 km et d'une altitude de 1100 m en moyenne (Mostefai, 2010).

Le bassin agricole est limité au nord par les piémonts sud des Traras, au sud par les piémonts nord des monts de Tlemcen et à l'ouest par un prolongement naturel formé par la plaine des Angad (Maroc).

Il englobe la plaine de Maghnia, les plateaux de Zenata et Ouled Riah, les basses vallées de la Tafna et d'Isser, les plaines de Hennaya, de Bensekrane et les collines de Sidi El Abdelli. Il se situe entre 200 et 400 m d'altitude et présente de fortes potentialités agricoles. Les terrasses de ces plaines présentent un sol fertile. Ce secteur est drainé par l'oued Tafna et oued Isser qui est un affluent de ce dernier.

La superficie totale est de 901.769 ha, la superficie Agricole Totale (SAT) est de 537.829 ha soit 59,64 % de la ST, la superficie Agricole Utile (SAU) est de 350.837 ha soit 65,23 % de la SAT et 38,91% de la ST.



Figure 4. - Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (D.S.A, 2013).

2.1.2. - Géologie de la région d'étude

Le bassin agricole de Tlemcen repose essentiellement sur les formations géologiques suivantes : miocène supérieur marin, pliocène continental, quaternaire continental, jurassique supérieur et moyen et des alluvions actuelles (Fig. 5).

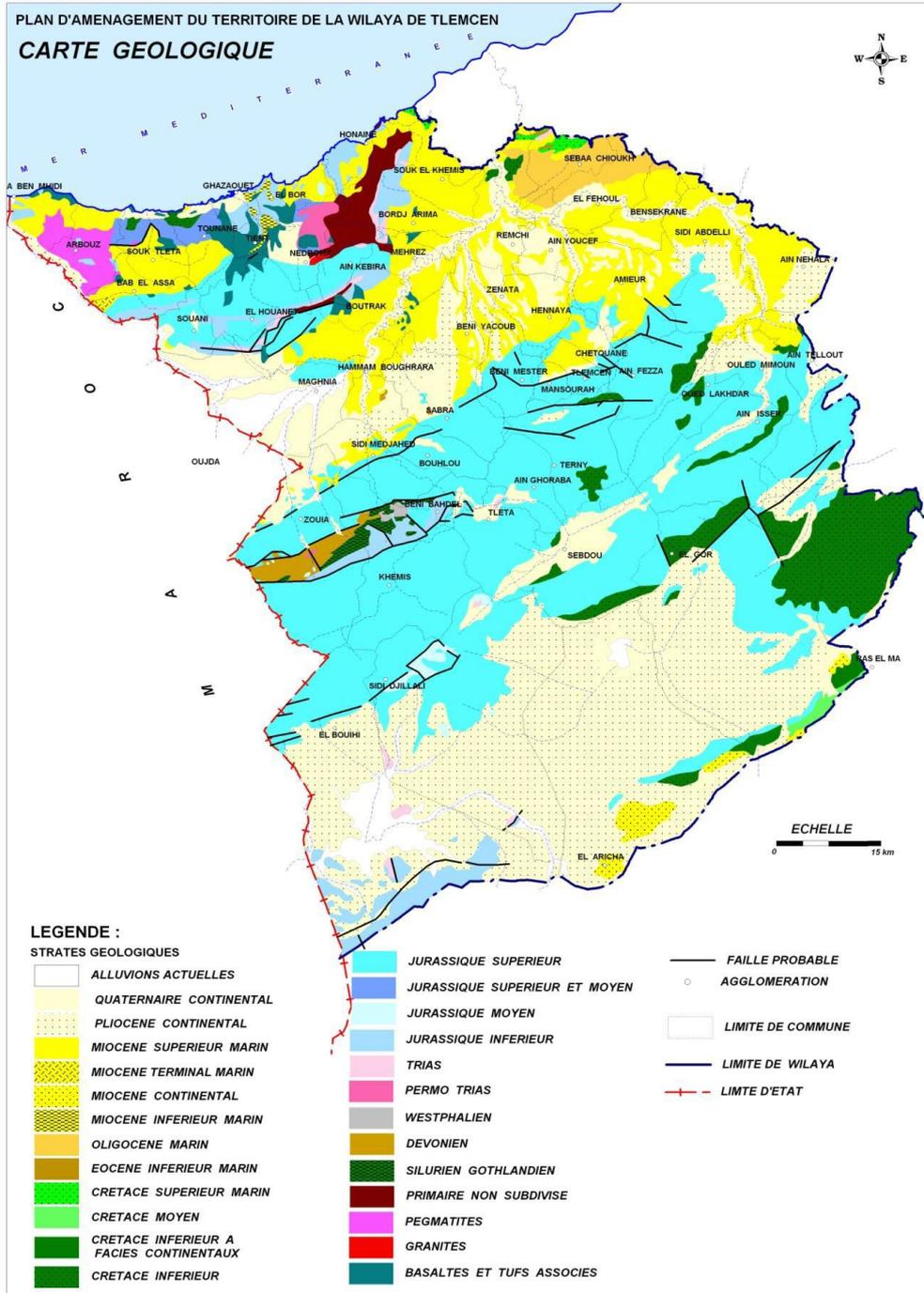


Figure 5. - Carte géologique du département de Tlemcen (A.N.A.T, 2013).

2.1.3. - Pédologie de la région d'étude

La plaine de Tlemcen à des sols en général siliceux, plus calcaires, à proximité des calcaires jurassiques des monts de Tlemcen, plus argileux au contact des marnes helvétiques et plus sableux près de grès tortorions (Tinthoin, 1948).

Les sols fersiallitiques sont parfois associés aux sols alluviaux tels que le cas de la vallée de Sebdu et Beniane, et la vallée d'Isser (D.S.A., 1993).

Les sols rouges occupent une grande superficie dans le Tell oranais. Ce sont des terres de formation actuelle, sous climat méditerranéen à saison sèche accentuée et provenant de la décomposition superficielle des calcaires (Tinthoin, 1948).

2.1.4. - Hydrographie de la région d'étude

Spasmodiques et intermittents sont les deux caractères distinctifs des cours d'eaux d'Algérie qui ont prévalu le nom d'origine arabe « oued ».

La plaine agricole de Tlemcen est marquée par un réseau hydrographique important qui se compose d'oueds principaux et secondaires. Il existe plusieurs affluents et chaâbat qui alimentent les oueds principaux. Selon Tinthoin (1948), l'Oued Tafna est le cours d'eau le plus important de la wilaya de Tlemcen avec 177 Km de long, qui prend sa source dans les monts de Tlemcen à Ghar Boumaza au niveau de Sebdu et appartient aux Traras par son cours moyen est inférieur où il reçoit trois affluents : Oued Boukiou, Oued Dahamane et Oued Mouilah. Il se termine en aval en se jetant au niveau de la plage de Rachgoune.

Selon Chebbani (1996) l'Oued Isser est le second en taille (Fig. 6), prend naissance de la source d'Ain Isser (au sud d'Ouled Mimoun), dans la gouttière synclinale de Meurbah qui se trouve dans la vallée de Béni Smiel.

L'Oued Sikake est un affluent rive gauche de l'oued Isser (lui-même rive droite de la Tafna) avec lequel il conflue au Nord d'Ain Youssef, prend naissance sur le plateau de Terny au sud de Tlemcen à la source d'Ain Rhannous.



Figure 6 – Photographie de l'oued Isser après les dernières pluies de 12/05/2013 (original)

2.1.5. - Climat de la région d'étude

Le climat de la plaine de Tlemcen est à tout égard, un des plus originaux du Tell Oranais. C'est un climat méditerranéen maritime atténué par la proximité de la mer, l'allure du relief et l'altitude. Le faible relief de la plaine favorise l'invasion de l'air marin, arrivant par l'échancrure large de dix kilomètres de la basse Tafna.

Les pluies du relief augmentent du nord au sud. Ces conditions permettent le grand développement des arbres fruitiers, depuis l'olivier jusqu'à, l'oranger, plus délicat, qui ne fructifie bien que jusqu'à Hennaya et Bensekrane (Tinthion, 1948).

Selon ce même dernier auteur, le climat méditerranéen n'est pas uniforme, il est au contraire soumis à d'importantes variations qui influencent fortement la distribution des plantes.

2.1.5.1. - Précipitations

Selon Ramade (2003) la pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour la répartition des écosystèmes terrestres. On distingue sous le terme général de pluviométrie la quantité globale des précipitations telles que la pluie, la grêle et la neige, elle est concentrée sur la période froide ou relativement froide.

La pluviométrie de chaque mois en 2013 est regroupée dans le tableau 1.

Tableau 1 -Précipitations en mm dans la région de Tlemcen (O.N.M., 2013)

Année	Jan	Fév.	Mar	Avr	mai	Jui	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Totale
2013	103	47	44	68	47	0	0	0	18	0	63	75	465,0

En 2013 à Tlemcen la somme des précipitations est de 465 mm, les précipitations les plus importantes sont notées en Janvier avec 103 mm. Par contre les mois de Juin, Juillet, Aout et Octobre enregistrent 0 mm de précipitations.

2.1.5.2. - Température

Selon Dajoz (1996) la température est l'élément du climat le plus important.

Tableau 2 - Températures maximales, minimales et moyennes en °C dans la région de Tlemcen (O.N.M., 2013)

Mois	Jan	Fév	Ma	Avr	Ma	Jui	Juil	Ao	Sep	Oct	No	Déc
T max	15	16	18	20	23	27	31	32	30	24	20	16
T min.	5	7	8	10	12	16	19	20	18	13	10	7
T moy.	10	11,5	13	15	17,5	21,5	25	26	24	18,5	15	11,5

D'après le tableau 2 le mois le plus chaud dans la région de Tlemcen en 2013 est Aout avec une température moyenne de 26 °C, alors que le mois de Janvier est le plus froid avec 10 °C.

2.1.5.2. - Le vent

Selon Ramade (1984) le vent constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant. Les vitesses maximales du vent enregistrées en 2013 sont mentionnées dans le tableau 3.

Tableau 3 - Valeurs mensuelles de vitesses maximales du vent enregistrées au cours de l'année (2013) en (km/h) dans la région de Tlemcen (O.N.M., 2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
V.max. (m/s)	12	10	10	9	8	9	9	9	8	7	8	7

Le tableau des vents indique que dans la wilaya de Tlemcen en 2013 le vent varie de 7 km/sec. en Octobre et Décembre et 12 km/sec. en Janvier (Tableau 3).

2.2. - Matériel et méthodes

2.2.1. – Expérimentation scientifique

2.2.1.1. - Sur le terrain

Les deux plantes utilisées pour ce travail en été rassemblées de différents endroits de la région de Tlemcen sous leurs formes fraîches. La récolte des plantes a eu lieu durant le moins de mars et avril 2014.

2.2.1.2. - Au laboratoire

Le matériel de laboratoire comprend des bocaux en plastique pour l'élevage de masse de *S. oryzae*, une balance de précisions afin de peser les graines de blé et la poudre des feuilles, des boîtes de pétri en verre dans le but d'effectuer les différents essais, une micropipette pour le dosage des huiles, un tamis et l'acétone (Fig. 7).

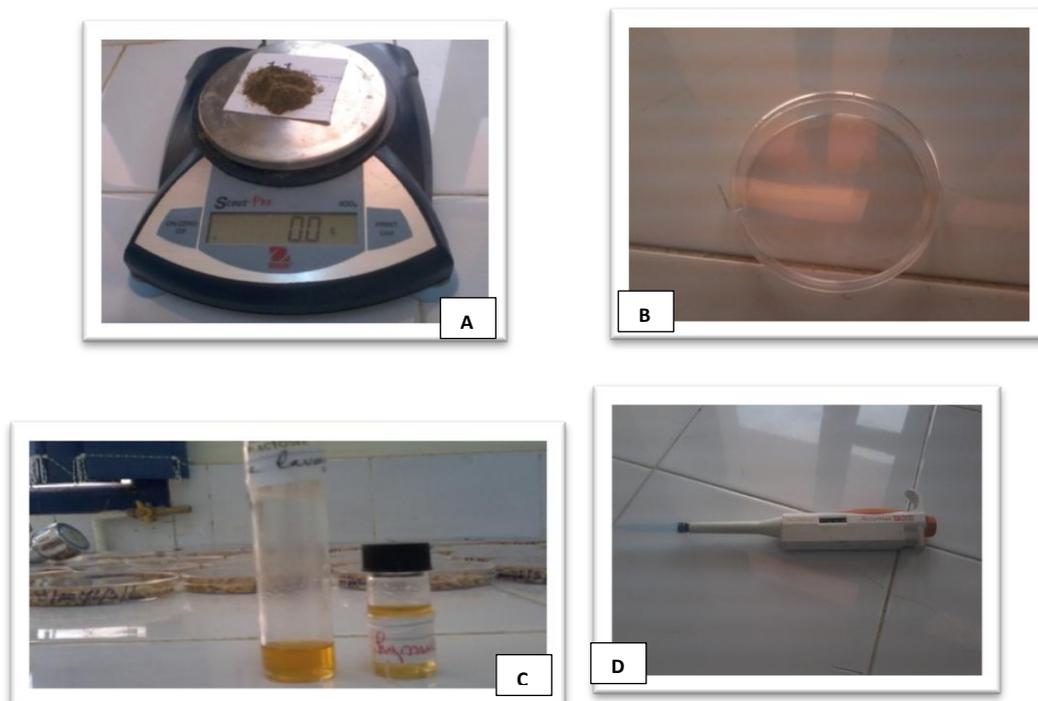


Figure 7. - Différents outils pour l'expérimentation (A. Balance électronique, B. Boîte de pétri, C. Flacon avec huile essentielle, D. Pipette de précision)

2.2.1.2.1. – Préparation des plantes médicinales

Les plantes sont nettoyées et séchées à l'ombre, à l'abri de l'humidité et à température ambiante pendant quelques jours. Une partie est utilisée pour l'extraction des huiles essentielles, et l'autre est broyée en poudre à l'aide d'un broyeur électrique pour tester l'effet des poudres des feuilles sur l'insecte étudiées, le broyat est ensuite passé sur un tamis de mailles de 0,5 mm de diamètre pour avoir une poudre fine et homogène.

2.2.1.2.2. – Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée au laboratoire pédagogique du département des sciences Agronomiques à l'université de Tlemcen par la méthode d'hydrodistillation. La méthode d'extraction consiste à prendre 500 g de la matière sèche de Thymus et dans un premier lieu et 580 g de la Lavande dans un second. Ces plantes sont coupées en petit morceaux au préalable pesée et mis dans un ballon. La matière végétale est ensuite immergée dans l'eau distillée au deux tiers du ballon. Le ballon est ensuite déposé sur

un chauffe ballon. La durée de distillation est de 3 heures. L'huile essentielle (phase surnageant) est séparée d'eau à l'aide d'une micropipette.

Une fois les H.E obtenues, elles sont conservées dans un flacon en verre à température comprise entre 4 et 6 °C pour éviter toute dégradation des H.E due à l'action de l'air et de la lumière.



Figure 8. - Montage d'hydrodistillation au laboratoire d'Agronomie à l'université de Tlemcen (original)

2.2.1.2.3. – Elevage des Insectes

L'espèce étudiées *Sitophilus oryzae* provient d'un entrepôt de stockage des céréales d'Oujlida de la région de Tlemcen.

Pour obtenir une masse importante de *Sitophilus oryzae* nous avons réalisé un élevage dans des bocaux de 1 litre contenant 50 g. de blé tendre infecté par cet insecte dont l'ouverture est fermée (Fig. 9). L'élevage des insectes a duré 2 mois, afin d'éviter le phénomène de surpopulation, nous avons procéder à un transfert régulier des adultes dans de nouveaux bocaux, permettant ainsi d'assurer de nouvelles générations. Nous avons utilisé, dans nos essais les adultes d'âge connu, entre 10 et 15 jours.



Figure 9. – Bocaux d'élevage des insectes (original)

2.2.1.2.4. – Mode opératoire

2.2.1.2.4.1. – Effet des huiles essentielles

Cinq solutions de chacune des huiles essentielles des deux plantes médicinales (1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 μl /1 ml d'acétone) ont été préparées dans des tubes en verre. Ces solutions sont ajoutées dans 30 g. de blé tendre sains non traité contenus dans des boîtes de pétri (Fig. 10). Les doses testées sur *Sitophilus oryzae* sont 1 μl /30g. de blé, 2 μl /30g. de blé, 3 μl /30g. de blé, 4 μl /30g. de graines de blé et 5 μl /30g. de blé. Dans toutes les boîtes on ajoute cinq (5) individus de *S. oryzae* âgés de 10 à 15 jours. Les essais sont répétés 3 fois pour chaque dose et le témoin (graines de blé traités avec l'acétone uniquement).

Le nombre des insectes morts a été comptabilisé chaque 24 heures pendant 6 jours après les premières manipulations.



Figure 10. – Expérimentation au laboratoire (original)

2.2.1.2.4.2. – Effet de la poudre des feuilles sur les insectes

Cinq (5) individus de *S. oryzae* âgés entre 10 et 15 jours sont introduits dans des boîtes de pétri contenant 20 g. de graines de blé mélangés avec de la poudre des feuilles de chaque plante à cinq doses choisies (1 % ; 2 % ; 3 % ; 4 % et 5 % du poids de la poudre par poids de graines), soit un poids en poudre de 0,2 g., 0,4 g., 0,6 g., 0,8 g. et 1 g. respectivement (Fig. 10). Les essais sont répétés 3 fois pour chaque dose et le témoin (graines de blé uniquement). Le nombre des insectes morts est calculé chaque 24 heures pendant 6 jours après le traitement.

2.2.1.2.4.3. – Fabrication d'un biopesticide

Pour obtenir un biopesticide nous avons utilisées en plus de la poudre de feuilles des deux plantes médicinales le Thymus et la Lavande la poudre des feuilles de la Camomille.

Cinq (5) individus de *S. oryzae* âgés entre 10 et 15 jours sont introduite dans des boîtes de pétri contenant 20 g. de blé mélangés avec des différentes mélanges de poudres des feuilles (Lavande + Thymus + Camomille), (Thymus + Camomille), (Lavande + Camomille), (Thymus + Lavande) a une seule dose choisie de 1 % soit un poids en poudre de 0,2 g.

Les essais sont répétés 2 fois pour chaque mélange et le témoin (graines de blé uniquement).

Les comptages des insectes morts ont été réalisés chaque 24 heures pendant une période de 6 jours.

2.2.2. - Exploitation des résultats

2.2.2.1. – Rendement en huile essentielle

Selon Afnor (1986) le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (M') et la masse sèche du matériel végétal utilisée (M). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

$$\text{Rd \%} = (M' / M) * 100$$

2.2.2.2. – Mortalité corrigée

Les mortalités enregistrées ont été exprimées après la correction avec les résultats du témoin. L'efficacité d'un produit est évaluée par 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 (Abbott, 1925).

$$\text{MC \%} = (M - M_t * 100) / (100 - M_t)$$

MC : Mortalité corrigée.

M : Pourcentage de morts dans la population traitée.

M_t : Pourcentage de morts dans la population témoin.

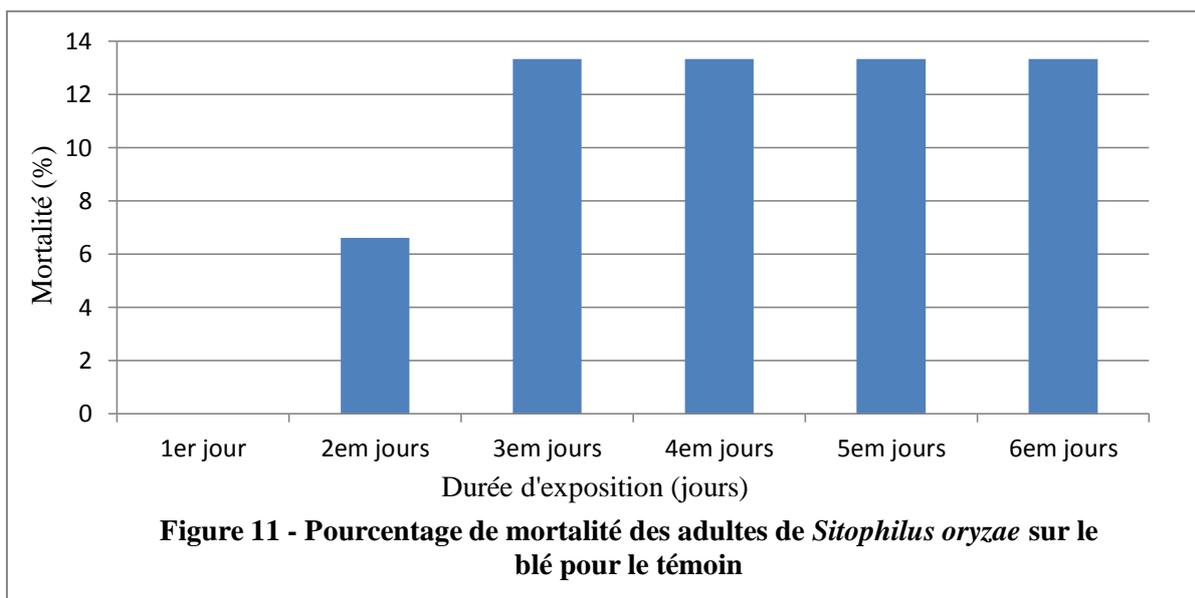
CHAPITRE III

Chapitre III. - Résultats

3.1. - Effet de l'huile essentielle des plantes médicinales sur les insectes

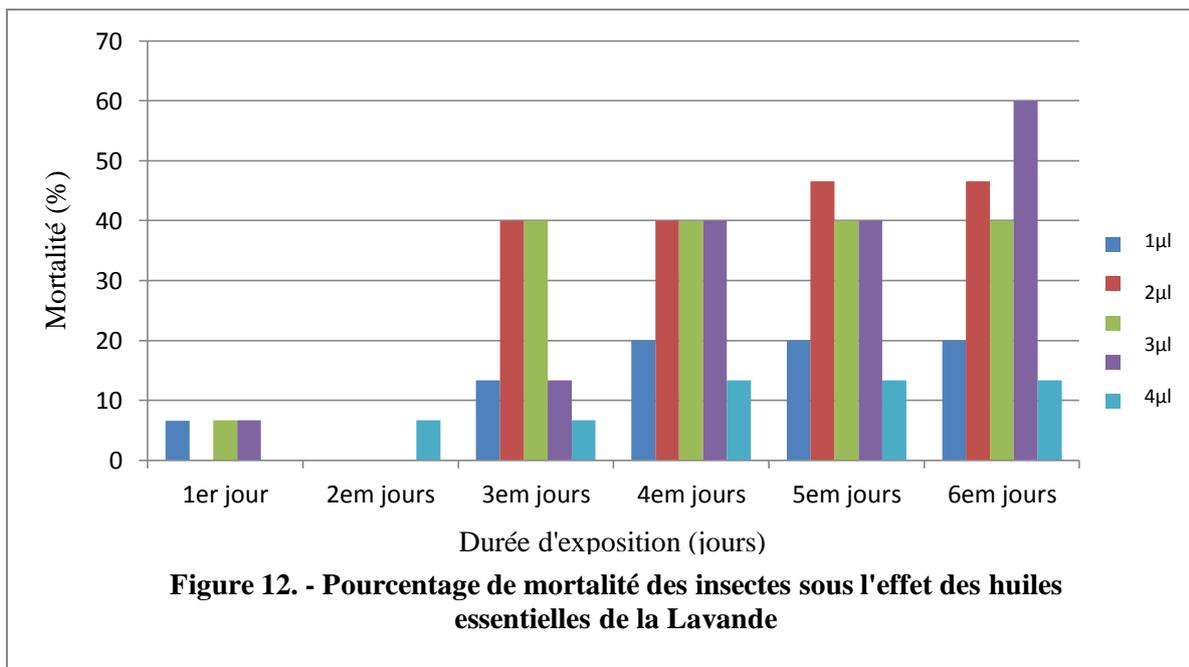
Les rendements des plantes médicinales en huiles essentielles est de 0,43 % pour la Lavande et de 0,16 % pour le Thym.

3.1.1. - Effet de l'huile essentielle de la Lavande sur *Sitophilus oryzae*

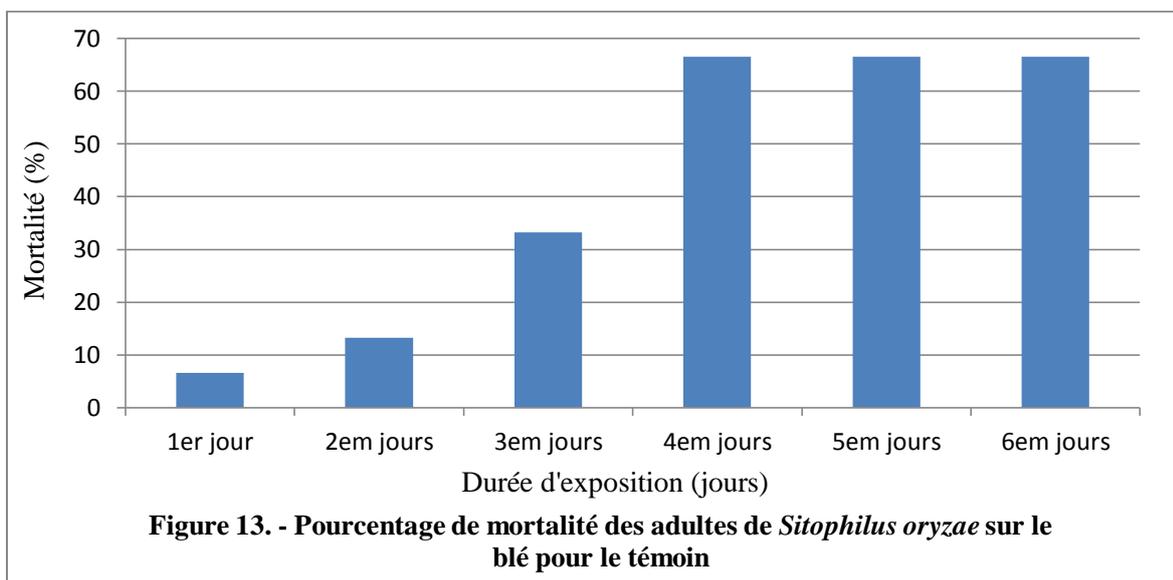


Le témoin mis dans les mêmes conditions que le blé en présence de l'huile essentielle de la Lavande montre que le premier jour aucun insecte n'est mort. Les autres jours le pourcentage des morts est stable proche de 14 % (Fig. 11).

L'effet des huiles essentielles de la Lavande sur *Sitophilus oryzae* est faible pour 1 μ l par contre l'effet est important entre 2 μ l et 4 μ l (Fig. 12).

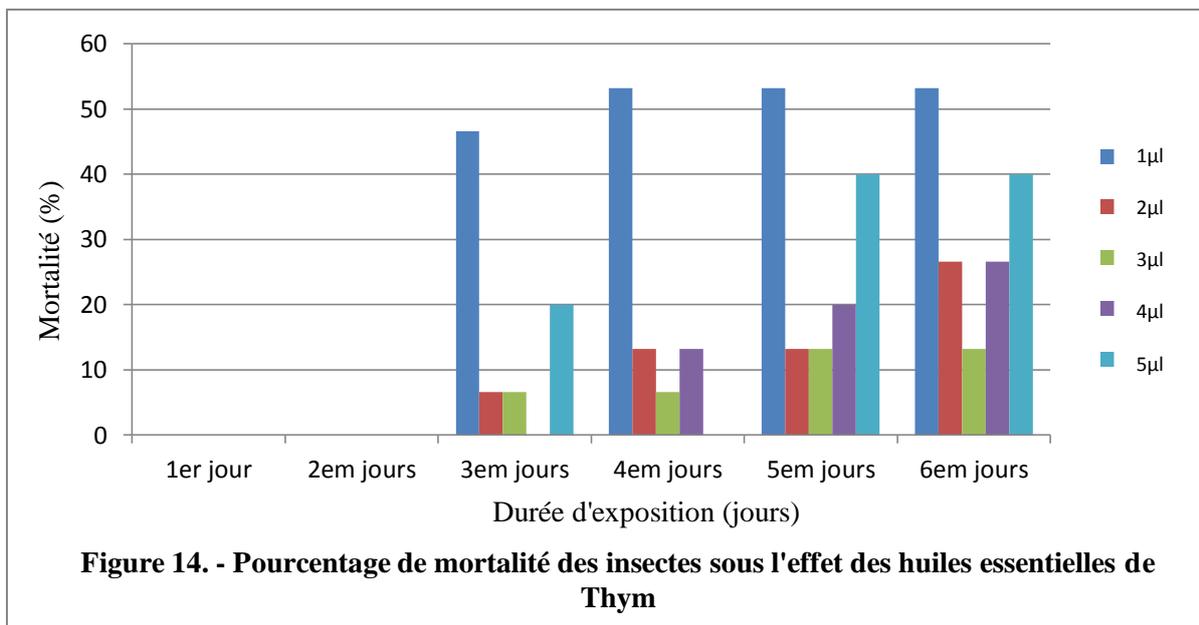


3.1.2. - Effet de l'huile essentielle de Thym sur les insectes



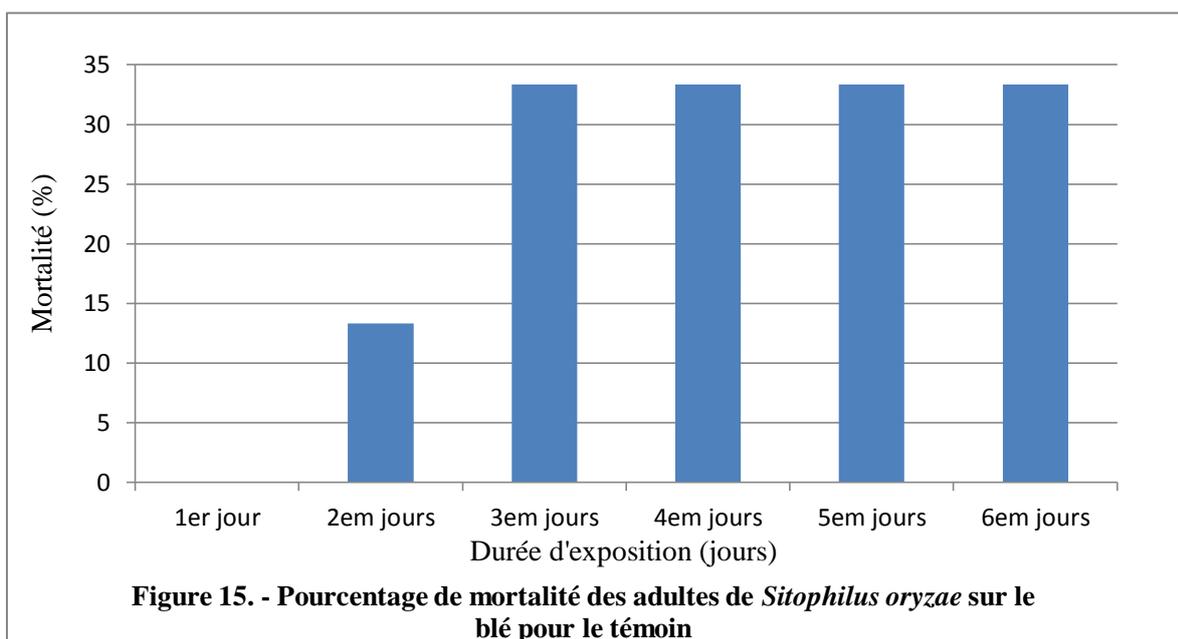
Le témoin qui accompagne l'effet des huiles essentielles de Thym marque des mortalités importantes surtout entre le 4em et 6em jours. En effet dans cette période le pourcentage de mortalité est proche de 70 % (Fig. 13).

L'effet des huiles essentielles de Thym sur les insectes est important à une concentration de 1 µl/30g de blé avec près de 50 % des morts (Fig. 14).



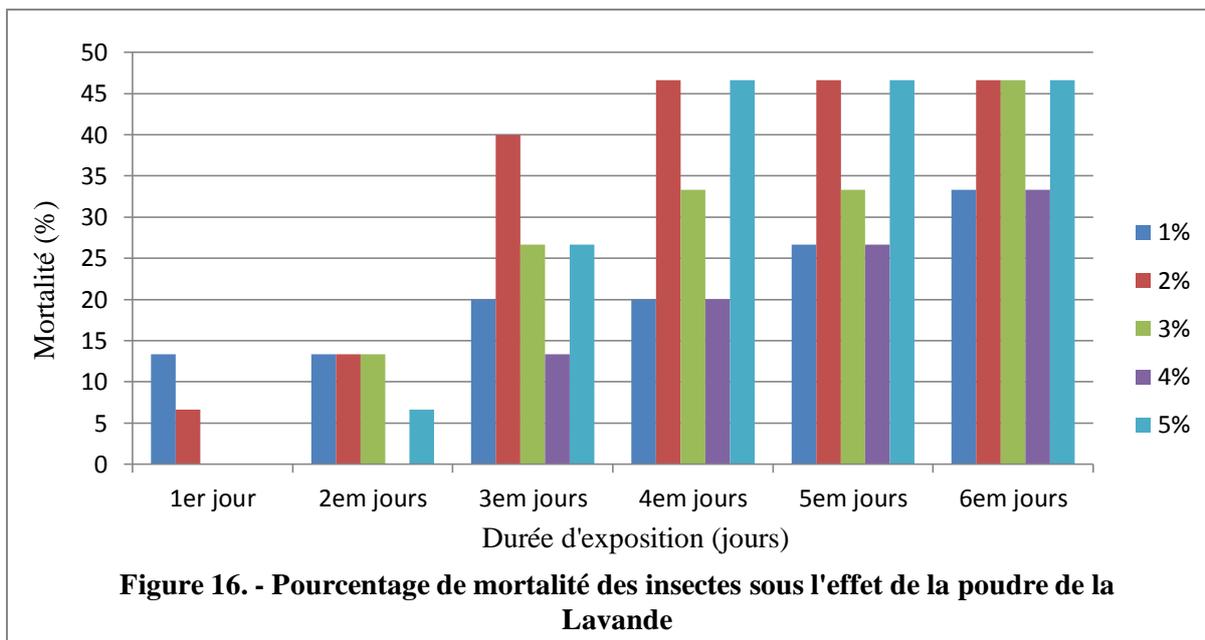
3.2. - Effet de la poudre des plantes médicinales sur les insectes

3.2.1. - Effet de la poudre de la Lavande sur les insectes

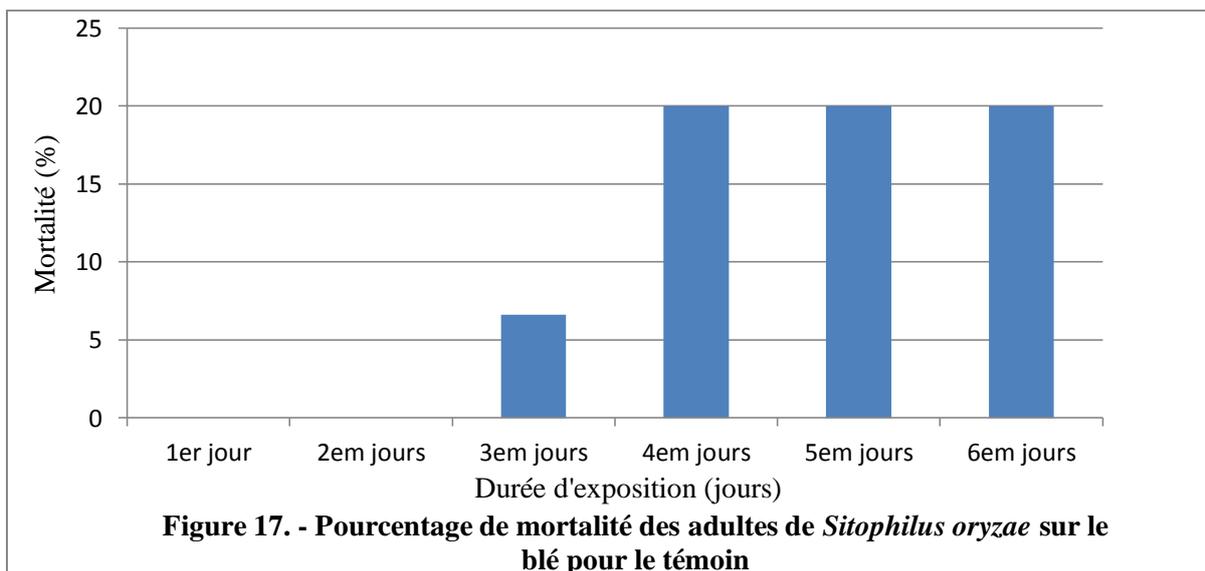


Le témoin qui accompagne la poudre de la Lavande montre que le taux de mortalité est proche de 35 % entre le 3em et le 6em jours (Fig. 15).

La poudre de la Lavande à 2 % et de 5 % provoque le plus de mortalités de *Sitophilus oryzae*, par contre à 4 % la mortalité est faible. Mais le taux est faible car il ne dépasse pas les 50 % même après 6 jours d'exposition.

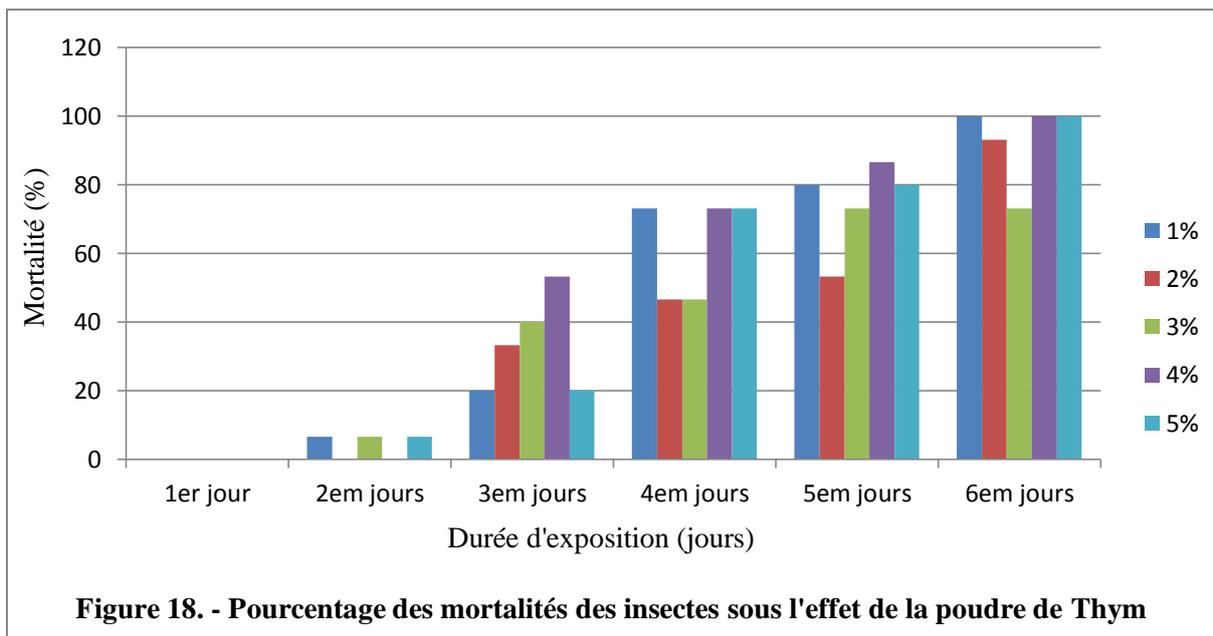


3.2.2. - Effet de la poudre de Thym sur les insectes

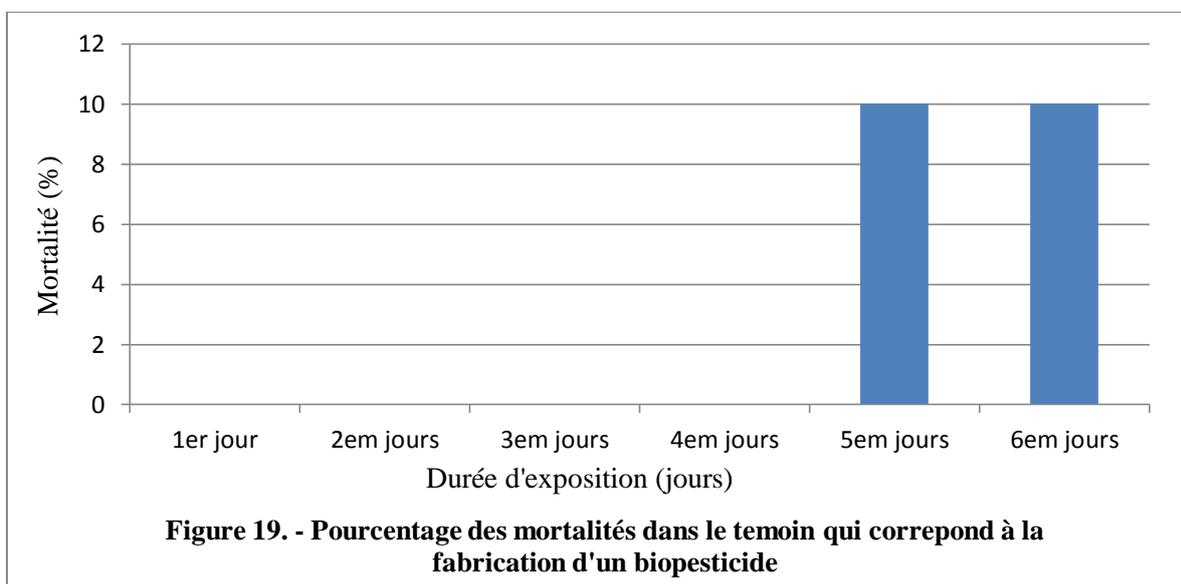


Le témoin qui correspond à l'expérimentation sur la poudre de Thym note une faible mortalité équivalente à 20 % entre le 4^{em} et le 6^{em} jours (Fig. 17).

Le pourcentage des mortalités des insectes sous l'effet de la poudre de Thym est importantes le 6^{em} jours pour l'ensemble des doses. Effectivement la mortalité est de 100 % au 6^{em} jours et dépasse les 50 % au 4^{em} jours.



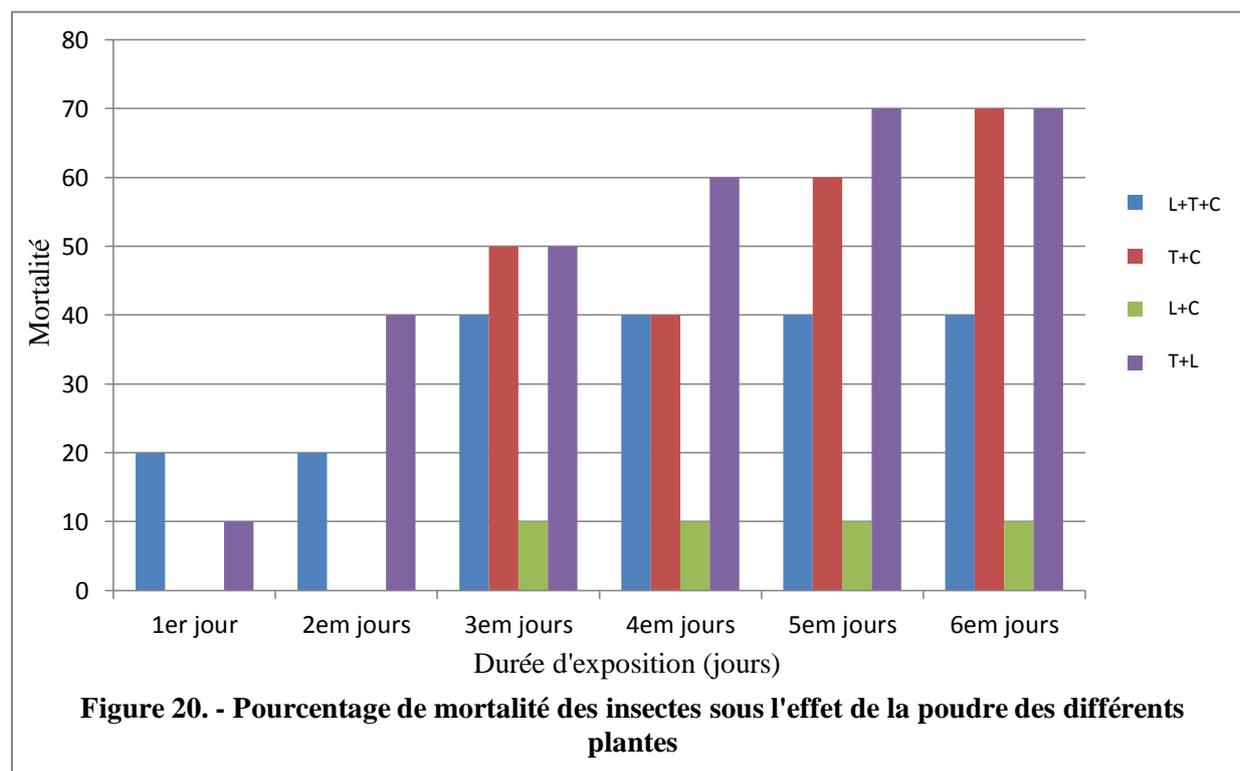
3.3. – Fabrication d'un biopesticide



Le témoin qui correspond à la fabrication d'un biopesticide montre des taux de mortalités très faibles qui sont de 10 % dans le 5em et le 6em jours (Fig. 19).

La fabrication d'un biopesticide montre que l'effet est important pour le mélange Thym et Lavande. Suivi par le 2em mélange (Thym et Camomille) (Fig. 20).

Par contre le mélange Lavande et Camomille enregistre le plus faible taux de mortalités chez les insectes.



L = Lavande, T = Thym, C = Camomille

CHAPITRE IV

Chapitre IV. – Discussion

3.1. - Effet de l'huile essentielle des plantes médicinales sur les insectes

Le témoin mis dans les mêmes conditions que le blé en présence de l'huile essentielle de la Lavande montre que le premier jour aucun insecte n'est mort. Les autres jours le pourcentage des morts est stable proche de 14 %.

Bouchikhi-Tani (2011) souligne que le premier jour c'est 10 % des insectes qui sont mort, par contre le 6em jours c'est 53,33 % des insectes sui sont mort.

L'effet des huiles essentielles de la Lavande sur *Sitophilus oryzae* est faible pour 1 µl par contre l'effet est important entre 2 µl et 4 µl.

Bouchikhi-Tani (2011) remarque que la mortalité est de 100 % entre 4µl/30g et 5µl/30g entre le 4em et le 6em jours d'exposition.

L'effet des huiles essentielles de Thym sur les insectes est important à une concentration de 1 µl avec près de 50 % des morts.

Kechout (2001) avait testé l'efficacité de l'huile essentielle du Thym sur *Sitophilus oryzae* traduite par un taux de mortalité évalué à 85%.

Benazzeddine (2010) souligne que par contact les cinq huiles essentielles (Citronnelle, Romarin, Eucalyptus, Thym et Menthe) manifestent un taux de mortalité assez important sur les deux espèces, toutes les huiles ont une efficacité très forte qui dépasse 88 % de mortalité sur *S. oryzae* à l'exception de la Citronnelle qui n'a atteint pas les 70 % de mortalité.

3.2. - Effet de la poudre des plantes médicinales sur les insectes

Le témoin qui accompagne la poudre de la Lavande montre que le taux de mortalité est proche de 35 % entre le 3em et 6em jours.

Effectivement Bouchikhi-Tani (2011) enregistre des mortalités de 40 % au 6em jours de l'expérimentation pour les larves et 50 % pour les adultes.

Dans la présente recherche la poudre de la Lavande à 2 % et de 5 % provoque le plus de mortalités de *Sitophylus oryzae*, par contre à 4 % la mortalité est faible.

Selon Bouchikhi-Tani (2011) les doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas* enregistrent des mortalités de *Tineola bisselliella* importantes entre 0,45 et 0,6 g.

Le témoin qui correspond à l'expérimentation sur la poudre de Thym note une faible mortalité équivalente à 20 % entre le 4^{em} et le 6^{em} jours.

D'après Bouchikhi-Tani (2011) le témoin en présence de *Tineola bisselliella* enregistre des mortalités qui varient entre 3,33 % en 1^{er} jour et 50 % en 6^{em} jours.

Le pourcentage des mortalités des insectes sous l'effet de la poudre de Thym est importantes le 6^{em} jours pour l'ensemble des doses.

Selon Bouchikhi-Tani (2011) les doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*, c'est la dose la plus importante (0,6 g) qui cause le plus de morts. En fonction des jours c'est le 6^{em} jours qui enregistre la plus grande mortalité.

3.3. – Fabrication d'un biopesticide

Le témoin qui est dans les mêmes conditions que le biopesticide montre des taux de mortalités très faibles qui ne dépassent pas 10 % dans le 5^{em} et le 6^{em} jours.

La fabrication d'un biopesticide montre que l'effet est important pour le mélange Thym et Lavande. Suivi par celui de Thym et Camomille. Par contre le mélange Lavande et Camomille enregistre le plus faible taux de mortalités chez les insectes.

L'ensemble des travaux sur l'effet des huiles essentielles et de la poudre des plantes médicinales ne traitent pas la fabrication d'un biopesticide dans leurs travaux.

CONCLUSION

Conclusion :

Les témoins qui correspondent à différentes expositions montrent des taux faibles de mortalités sauf pour le témoin qui accompagne les huiles essentielles de Thym.

L'effet des huiles essentielles de la Lavande sur *Sitophilus oryzae* est faible pour 1 µl par contre l'effet est important entre 2 µl et 4 µl.

L'effet des huiles essentielles de Thym sur les insectes est important à une concentration de 1 µl avec près de 50 % des morts.

Dans la présente recherche la poudre de la Lavande à 2 % et de 5 % provoque le plus de dégâts sur *Sitophilus oryzae*, par contre à 4 % la mortalité est faible.

Le pourcentage des mortalités des insectes sous l'effet de la poudre de Thym est importantes le 6em jours pour l'ensemble des doses.

La fabrication d'un biopesticide montre que l'effet est important pour le mélange Thym et Lavande. Suivi par celui de Thym et Camomille. Par contre le mélange Lavande et Camomille enregistre les plus faibles mortalités chez *S. oryzae*.

La comparaison entre les plantes est que la Lavande enregistre une mortalité plus importante que le Thym. Effectivement en fonction des doses, la mortalité est presque équivalente (notamment entre 2 µl et 4µl) entre les différentes doses pour la Lavande, et pour le Thym, la mortalité est importante à une faible dose (1 µl/30 g. de blé).

Pour la poudre des plantes, c'est le Thym qui enregistre le plus grand nombre de mortalités des insectes par rapport à la Lavande.

La poudres des feuilles testées se sont révélées plus efficaces comparativement aux huiles essentielles des plantes. Car les taux de mortalités des insectes est de 100 % en contact avec le Thym après 4 jours seulement d'exposition par contre avec l'huile essentielle de la Lavande, le maximum est de 60 % de mortalités enregistré le 6em jours.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES