

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أمحمد بوقرة بومرداس
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES



Département de Biologie
Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : *Sciences de la Nature et de la Vie*

Filière : *Biotechnologie*

Spécialité : *Biotechnologie Végétale*

THÈME

Caractérisation de quelques plantes composées d'acide
oxalique, extraction et activité insecticide contre *Galleria
mellonella*

Réalisé par : *BABA Selma et KHERROUB Djouheina*

Membres de Jury :

M ^{me} Ait Kaki S.	Présidente	MCA	UMBB
M ^{me} Rouane A.	Examinatrice	MCA	UMBB
M ^{me} Kabli N.	Promotrice	Attachée de Recherche	INRAA
M ^{me} Foudia S.	Co-promotrice	MAA	UMBB

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

En premier lieu, nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage à fin d'achever notre modeste mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent à notre promotrice Mme Kabli N. et notre co-promotrice Mme Foudia S d'avoir acceptées de nous encadré, et qui ont contribué à ce travail, par leurs soutiens et la qualité de leurs conseils apportés, ainsi qu'une grande compétence et beaucoup de gentillesse.

Nos remerciement s'adressent également a tous les membres de jury : le présidente Mme Ait Kaki S et l'examinatrice Mme Rouane A, d'avoir acceptées d'examiner ce travail

Nous remercions tout particulièrement nos familles pour leurs soutiens et leurs encouragements durant tout notre parcours universitaire.

Il est toujours délicat de remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail .Que ceux qui ne sont pas mentionnés ne nous en tiennent pas rigueur.

Cette activité a pu être réalisé grâce a l'appui scientifique et logistique du projet de recherche multilateral PRIMA, Plant-B : A sustainable mixed cropping-beekeeping system in the Mediterranean basin, dont l'INRAA et UMBB sont partenaires de ce projet.

Djouheina et Selma

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a :

Ma chère mère, la personne la plus chère dans ma vie, celle qui a sacrifiée les plus belles années de sa vie et souffert pour moi, pour me voir un jour réussir.

A mon chère père, le plus noble des personnes, qui par son courage a consacré tous ses efforts, et ses moyens pour m'aider à accomplir ce mémoire, et pour me voir réussir.

A mon mari qui m'a toujours aidé et encourager pour réussir dans mes études

A ma petite princesse Raghad

A ma belle mère et mon beau père

Et à tous les membres de la famille Baba et Makhlouf grands et petits.

A mes nièces : Soumaya et Roqaya et mes belles nièces : Mélina et Nilya

A mes chères amies

Selma

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, A mes chères sœurs, mon cher frère, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible.

Djouheina.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

AO : Acide oxalique

EA : extrait aqueux

EM : extrait méthanolique

MS : matière sèche

PPT : polyphénols totaux

C : concentration

FCR : Folin Ciocalteu

EAG : équivalent acide gallique

INRAA : Institut National de la Recherche d'Agronomie d'Algerie

LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure 01. Formule de l'acide oxalique (a) disodium oxalate (b) Oxalate de calcium précipité par *Aspergillus niger* (c)

Figure 02. Différents stades de développement de *Galleria mellonella*.

Figure 03. Vue au microscope (x40) des œufs de *Galleria mellonella*

Figure 04. Adultes de *Galleria mellonella* . Adroite femelle et à gauche male

Figure 5. Ruche abandonnée habitée par *G. mellonella*

Figure 06. Morphologie de *L'Oxalis pes-caprea*

Figure 07. La morphologie de *Juglans regia*

Figure 08. la Plante d'ail

Figure 09. La morphologie de *Spinacia oleraceae*

Figure 10. Palmier dattier

Figure 11. Les principales classes des composés phénoliques

Figure 12. Classification de tannins selon leurs structures chimiques

Figure 13. Structure des tannins

Figure 14. Structure du squelette de base des flavonoïdes et de leurs classes.

Figure 15. Structure des anthocynes

Figure 16. Structures chimiques de certaines quinones

Figure 17. Exemples de (A) saponines triterpénoïdes, (B) saponines stéroïdiennes, (C) alcaloïdes stéroïdiens, (D) phytostérols, (E) brassinostéroïdes.

Figure 18. Structure chimique de différents mucilages

Figure 19. Trois squelettes de base des irridoïdes.

Figure 20. Squelettes de base de coumarine

Figure 21. Structures de quelques types différents d'alcaloïdes.

Figure 22. Préparation des extraits aqueux

Figure 23. Extraction du méthanol par évaporateur rotatif

Figure 24. Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux (PPT) des deux extraits

LISTE DES FIGURES

aqueux et méthanolique.

Figure 25. Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphenol totaux

Figure 26. Elevage des larves de *Galleria mellonella* au laboratoire

Figure 27. Préparation des lots

Graphe 1 et 2. Rendement d'extraction des polyphénols dans les cinq plantes en mg/g de MS dans les deux extraits (EA et EM)

Graphe 03. Taux cumulé (%) des mortalités des larves de *Galleria mellonella* durant les sept jours suivant l'application des extraits

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 01. Le rendement de l'extrait méthanolique pour les différentes poudres

Tableau 02. Résultats des tests préliminaires de quelques métabolites secondaires de l'extrait aqueux et metanolique .

Tableau 03. Résultats obtenus d'extraction de polyphénols effectué sur les poudres végétales

Tableau 04. Anova de l'effet des extraits de plantes et du type de solvants sur la mortalité des larves de *Galleria mellonella* après 7 jours de traitement

Tableau 05. L'effet des différents extraits polyphenol (EA et EM) sur la mortalité des larves de la fausse Teigne

Sommaire

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

Partie bibliographique

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I-1 L'acide oxalique	03
1-1 Définition	03
1-2-Composition chimique.....	03
1-3- Les utilisations.....	04
1-3-1- En agriculture.....	04
1-3-2 En apiculture	05
I-2 La fausse teigne <i>Galleriamellonella</i>	05
2-1 Définition	05
2-2 Classification Zoologique de <i>Galleria mellonella</i>	06
2-3 Biologie et caractères morphologiques.....	06
2-4 Cycle de développement.....	06
2-5 Les dégâts de la fausse teigne.....	09
2-6 Lutte contre la fausse teigne.....	10
I-3 Description de quelque plantes composées d'acide oxalique.....	12
3-1 <i>Oxalis pes-caprae</i> (nom commun Oxalis).....	12
3-1-1 Description botanique	12
I-3-1-2 Classification Botanique.....	13
3-1-3 Les utilisations pharmaceutiques	13
3-2 <i>Juglansregia</i> nom commun Noyer	14
3-2-1 Description botanique.....	14
3-2-2 Classification Botanique	14
3-2-3 Les utilisations pharmaceutiques	15
3-3 <i>Allium sativum</i> nom commun Ail.....	15
3-3-1 Description botanique	15
3-3-2 Classification botanique	16

Sommaire

3-3-3 Les utilisations pharmaceutiques	16
3-4 <i>Spinaciaoleraceae</i> nom commun épinard	17
3-4-1 Description botanique.....	17
3-4-2 Classification botanique.....	18
3-4-3 Les utilisations pharmaceutiques	18
3-5 <i>Phoenixdactylifera</i> nom commun palmier dattier	19
3-5-1 Description botanique	19
3-5-2 Classification botanique	19
3-5-3 Les bienfaits de la datte.....	20
I-4 Composés phytochimiques.....	20
4-1 Les métabolites primaires	20
4-2 Métabolites secondaires	21
4-2-1 Les composés phénoliques	21
4-2-2 Principaux classes des composés phénoliques.....	21

Partie pratique

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

II-1 Matériel.....	30
1-1- Matériel Biologique	30
1-1-1 Matériel végétal.....	30
1-1-2 Choix de l'espèce d'insecte	30
1-2- Matériel non biologique.....	30
II-2 Méthode d'analyse.....	31
2-1- Analyses qualitative : Screening phytochimique.....	31
2-1-1- Préparation des extraits aqueux	31
2-1-2 Préparation des extrait méthanolique	31
2-1-3 Screening des deux extraits	32
2-2- Analyse quantitative	33
2-2-1 Extraction des polyphénols totaux (PPT) par colorimétrie.....	33
2-2-2 Dosage des polyphénols totaux	34

Sommaire

II -3 Evaluation de l'activité insecticide des composés phénoliques	35
2-3-1-Elevage des larves de <i>Galleria mellonella</i>	35
2-3-2- Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des deux extraits (Aqueux et méthanolique) sur les larves de <i>Galleria mellonella</i>	36
2-3-2-1 Application des traitements	36
2-3-2-2 Paramètres étudiés	37
CHAPITRE III : Résultats et Discussion	
III-1 Screening phytochimique.....	38
1-1 Extrait aqueux et méthanolique	38
1-2 Détermination du rendement d'extraction	38
1-3 Analyse qualitative des deux extraits Aqueux et methanolique	38
III-2 Extraction des polyphénols	42
III-3 Etude de la toxicité des deux extraits polyphenol (EA et EM) sur les larves de <i>Galleria mellonella</i>	43
3-1 Taux de mortalité après 7 jours de traitement	43
3-2 Analyse de la mortalité en fonction du temps	45
Conclusion et Perspectives.....	47
Références bibliographique.....	49
Annexe	

Introduction

INTRODUCTION

La flore sauvage et domestique du bassin méditerranéen, dont fait partie l'Algérie, est riche de sa diversité, riche de plusieurs milliers d'espèces botanique. L'Algérie se caractérise par un climat et une topographie diversifiés favorables, donnant lieu à une importante biodiversité écologique. Elle recèle un grand nombre d'espèces qui sont le plus souvent, de nature spontanée (Ilbert et *al.* 2016).

La richesse de la flore algérienne est a été estimer a environ 4300 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires (Dobignard et Chatelain, 2010-2013).

Certains extraits de plantes sont utilisés à la manière d'antibiotiques ou d'autres préparations chimiques pour leurs fortes actions antimicrobiennes, fongicides et virucides (Belaiche, 1979). La phytothérapie offre de multiples avantages notamment dans le cas où l'efficacité des pesticides qui sont considérés comme la solution quasi universelle aux espèces indésirables et ravageurs décroît vue que ces derniers se sont peu à peu adaptées à ces agents et leur résistent de plus en plus, ainsi que les effets secondaire induits par les produits chimiques inquiètent les utilisateurs qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organismes. Néanmoins, il est important de s'assurer de l'innocuité d'une plante, de connaître ses possibilités et ses limites et de savoir dans quelles conditions on peut l'utiliser (Babaaissa, 1991).

L'objectif de la présente étude est de faire une caractérisation phytochimique de cinq plantes de la flore algérienne composées d'acide oxalique, ce composé ce trouve à l'état naturel sous forme d'oxalate de potassium ou de calcium dans les racines, les feuilles et les fruit des plantes choisi pour notre étude , telles que l'ail, l'oxalis, l'épinard, la datte et le noyer, quelqu'une sont utilisé à forte dilution pour désinfecter les ruches atteintes de varroa tel que l'ail et l'oxalis . Cependant à ce jour l'efficacité phytothérapique de ces plantes pour lutter contre la fausse teigne n'a pas fait l'objet de travaux de recherche à notre connaissance.

La fausse teigne (*Galleria mellonella*) est largement distribuée dans le monde entier, causant des problèmes sérieux de régions d'apiculture tempérées, tropicales et subtropicales ou la température chaude favorise le développement rapide de la mite (Spangler 1989). Cependant pour lutter contre la fausse teigne, on utilise des pesticides (Borchert, 1966). Bien que ces fumigants soient efficaces et économiques, ils ont conduit à des effets secondaires inattendus tels que l'épuisement de l'ozone, la pollution environnementale, la résistance des ravageurs, et la nocivité pour l'organisme. Au cours de ces dernières décennies, l'application

INTRODUCTION

abusive et non raisonnée de pesticides synthétiques a entraîné l'apparition d'insectes résistants (Georghiou, 1990).

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier la bio activité des deux extraits méthanolique et aqueux de cinq plantes composées d'acide oxalis. Pour cela notre étude englobe deux aspects, dont le premier est d'ordre phytochimique basé principalement sur une analyse qualitative : extraction et mise en évidence, et une autre analyse quantitative du contenu en composés phénoliques. Le second aspect est consacré à une évaluation de la toxicité des ces extraits afin de déterminer l'efficacité des molécules bioactives, cette dernière a été effectuée contre les larves de *Galleria mellonella* ,un papillon parasite de l'abeille local *Apis mellifera intermissa* .

Partie bibliographique

I-1 L'Acide oxalique

1-1- Définition

L'acide oxalique est l'un des acides organiques les plus forts avec des valeurs de pKa de 3,3 et 4,3, qui a été détecté dans divers organismes, notamment des animaux, des plantes et des champignons (Mahmut Çaliskan , 2000). Il a été découvert pour la première fois par Leeuwenhoek au 17^{ème} siècle (Christina J. Prychid *et al.* , 1999)

Il se présente sous deux formes : l'acide oxalique et les oxalates sont des constituants communs des plantes qui sont produits et présents en différentes quantités (Rajendra Prasad *et al.* , 2017). on le trouve à l'état naturel sous forme d'oxalate de potassium ou de calcium dans les racines et rhizomes de nombreuses plantes telles que l'oseille, la rhubarbe, la betterave et les plantes de la famille des oxalis. De nombreuses espèces végétales accumulent de l'oxalate dans une fourchette de 3 à 15 % de leur poids sec (Christina J. Prychid *et al.*, 1999). L'oxalate soluble se forme en général avec des contre-ions monovalents tels que le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺) et l'ammonium (NH₄⁺), alors que l'oxalate insoluble se forme avec des contre-ions divalents tels que le calcium (Ca²⁺), le magnésium (Mg²⁺) et le fer (Fe²⁺) et cela forme des cristaux comme les cristaux d'oxalate de calcium qui sont insolubles dans l'eau, les alcalis et les acides organiques. Les formes distinctes et la biréfringence des cristaux d'oxalate de calcium, en particulier les raphides et les styloïdes, les rendent facilement observables. Les cristaux se forment normalement de manière intracellulaire, mais des cristaux extracellulaires ont également été signalés par exemple sur les surfaces extérieures du parenchyme palissadique des feuilles de *Tsuga*. (F. A. Martz *et al.* , 1990)

1-2 Composition chimique

L'acide oxalique (OA) est le plus petit acide dicarboxylique, composé d'une paire de groupes carboxyle liés de formule [HOOC.COOH] ou H₂C₂O₄ (Rajendra Prasad *et al.*, 2017). (**Figure 01**). Lorsqu'il est solide, il existe sous deux formes cristallines : l'acide oxalique anhydre (AOA) et l'acide oxalique dihydraté (OAD). L'OAD pur est composé de 71,42 % en poids d'acide oxalique et de 28,58 % en poids d'eau. (Riemenschneider *et al.*, 2011)

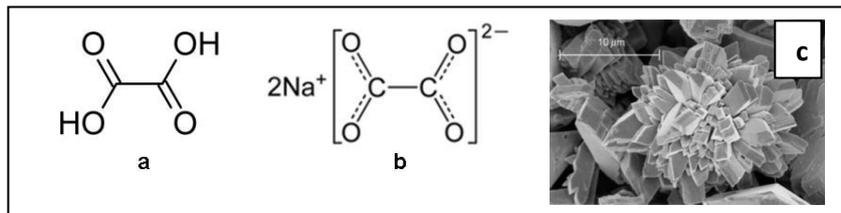


Figure 01 : Formule de l'acide oxalique (a) disodium oxalate (b) Oxalate de calcium précipité par *Aspergillus niger* (c) (Ferda Eser et al., 2015)

1-3 Les utilisations

1-3-1 En agriculture

En fonctions dans les processus physiologiques : Il est suggéré que la synthèse d'oxalate est liée à la régulation de l'équilibre entre les cations inorganiques (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) et les anions (NO_3^- , Cl^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-}) dans les cellules végétales. La Formation d'oxalate de calcium insoluble permet aux plantes de réguler la concentration de calcium et l'acide oxalique, qui peuvent tous deux être toxiques lorsqu'ils sont excès, la formation d'Oxalate de calcium insoluble est un mécanisme de stockage du Ca pour futurs besoins futurs de la plante. La régulation du Ca par l'oxalate de calcium a été montrée par Ruiz et Mansfield (1994) dans le cas de *Cummlina communis L.*

Protection contre les insectes ravageurs, les animaux de pâturage et les pathogènes : L'acide oxalique et les oxalates fournissent des produits biochimiques ainsi que défense mécanique contre les insectes ravageurs et les animaux ; les oxalates solubles sont signalés comme toxiques pour la cicadelle et autres insectes. Certaines plantes comme *Tragiaramosa* et *Medicago trunculata* produisent des poils aiguilles, qui peuvent percer le derme des insectes et les éloigner. Nakata (2012) a suggéré la formation génétiquement modifiée de l'oxalate de calcium dans les plantes pour réduire les dommages causés par les insectes.

En tant que produit chimique sécrété par les champignons pour infecter les plantes : L'acide oxalique agit comme une molécule de signalisation pour induire une apoptose (mort cellulaire programmée) dans les tissus de la plante hôte, le champignon implique l'hôte pour produire des cellules mortes riche en nutriments pour son exclusif bénéfice. (Rajendra Prasad, Yashbir Singh Shivay, 2017).

Surmonter la toxicité de l'aluminium : Les sols acides représentent environ 40% des terres arables sur terre, Aluminium échangeable (Al^{3+}) dans le sol a été identifiée comme une cause majeure pour l'acidité du sol, et sa toxicité est le facteur limitant pour la productivité de

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

la culture sur de tels sols. Certaines cultures comme le coton (*Gossypium* sp.), Sorgho (*Sorghum bicolor*) et luzerne (*Medicago sativa*) sont sensibles à la toxicité de l'Al et ont besoin d'élimination presque totale de saturation en Al pour la réussite de croissance des cultures. Morita et al (2004) ont démontré que l'oxalate était un élément clé dans le mécanisme de tolérance à l'Al utilisé par le théier, qui détoxifie Al³⁺ extérieurement dans la rhizosphère. De même, l'acide oxalique est sécrété par les racines de sarrasin qui montre aussi une haute tolérance à l'Al.

Rôle dans la phytoremédiation : environ 400 espèces de 45 familles végétales, dont les *Brassicacées*, *Fabaceae*, *Euphorbeaceae*, *Asteraceae*, *Laminaceae* et les *scrophulariacées* ont été identifiées comme des hyper accumulateurs de métaux lourds ; il a été reporté que l'acide oxalique aide à l'accumulation des métaux lourds, cadmium, nickel, zinc, etc. par des hyper accumulateurs, qui sont utilisés dans la phytoremédiation des sols affectés par la toxicité de ces métaux lourds. (Rajendra Prasad, Yashbir Singh Shivay, 2017)

L'acide oxalique et les oxalates jouent un rôle important dans le maintien de la concentration de Ca dans les cellules, autodéfense contre les insectes ravageurs et les animaux de pâturage et donc phytoremédiation, et méritent plus d'attention.

1-3-2 En apiculture

L'acide oxalique est l'un des acaricides naturels les plus utilisés contre le varroa en Europe. Son activité est bien connue depuis au moins le milieu des années 1980 (Antonio Nanetti and al.2003). L'acide oxalique est une substance hautement efficace pour lutter contre le parasite varroa dans les colonies exemptes de couvain. Les trois modes d'application utilisés jusqu'à aujourd'hui, à savoir la pulvérisation, le dégouttement et l'évaporation offrent lors d'une utilisation et d'un dosage correct, une efficacité acaricide supérieure à 95% avec une bonne tolérance par les abeilles. (Eva Rademacher , 2005)

I-2 La fausse teigne *Galleria mellonella*

2-1 Définition

La fausse teigne de la cire *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) est un insecte ubiquiste et nuisible pour les colonies d'abeilles *Apis mellifera* (L.). Les larves de *G. mellonella* peuvent engendrer une dégradation importante des rayons de cire constituant la ruche en se nourrissant de ceux-ci (Ellis et al., 2013). La fausse teigne a été décrite pour la première fois dans une

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

colonie d'*Apis cerana* (abeille orientale ou asiatique), c'est-à-dire des abeilles sauvages que l'on trouve en Asie du Sud et de l'Est (Iwona Wojda *et al.*,2020).

2-2 Classification Zoologique de *Galleria mellonella*

Selon (Fernandez et Coineau, 2007), Cet insecte est classé comme suite

Règne	: <i>Animalia</i>
Embranchement	: <i>Arthropoda</i>
Classe	: <i>Insecta</i>
Ordre	: <i>Lepidoptera</i>
Sous-ordre	: <i>Ditrysia</i>
Super- famille	: <i>Pyraloidea</i>
Famille	: <i>Pyralidae</i>
Sous-famille	: <i>Galleriinae</i>
Genre	: <i>Galleria</i>
Espèce	: <i>Galleria mellonella</i> (Linnaeus, 1758)

2-3 Biologie et caractères morphologiques

Il existe deux types de fausses teignes, grande taille (*Galleria mellonella*) et l'autre de petite taille (*Achroea grisella*). La grande fausse teigne *Galleria mellonella* cause des problèmes économiques aux abeilles mellifères (*A. mellifera*) et ils sont très répandus en particulier à basse altitude et dans les régions tempérées (Allan, 2000).

2-4 Cycle de développement

Galleria mellonella appartient au super-ordre des holométales et possède donc un cycle de vie segmenté en quatre stades : œuf, larve, puppe et imago (**Figure 2**). La durée du cycle complet varie de 8 à 12 semaines pour des conditions de température de 25 à 32°C (HR de ~70%) (Ramarao *et al.* , 2012; Ellis *et al.* , 2013). Cette durée est fortement dépendante des facteurs environnementaux ainsi que de la nourriture à disposition (Ellis *et al.* , 2013; Jorjao *et al.*, 2017; Kwadha *et al.*, 2017).

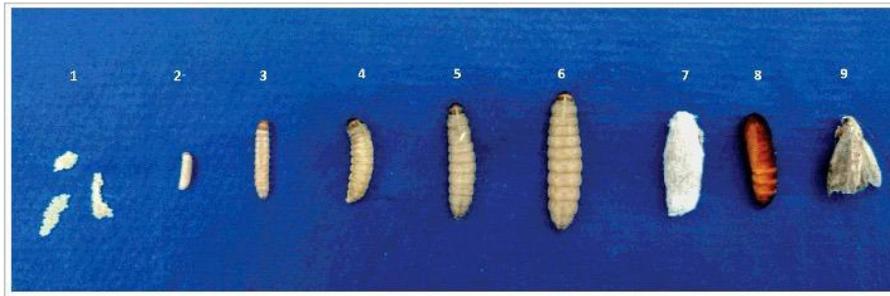


Figure 2 : Différents stades de développement de *Galleria mellonella*. Œufs (1), Larves d'approximativement : 10J. (2), 20J. (3), 25J. (4), 35J. (5), 40J. (6), prépuce (7), pupe (8) et adulte (9) (Jorjao *et al.*, 2017).

2-4-1 Les Œufs

Les œufs sont déposés par la femelle adulte au sein des rayons de cire lors de l'ovipositeur. Ils se développent plus rapidement à des températures élevées (29°C-35°C). Les conditions environnementales telles que la température et l'humidité ont donc un rôle prépondérant sur le développement de l'insecte. En fonction de ces différents facteurs (T°, HR), cette période peut s'étendre de 3 à 30 jours (Ellis *et al.*, 2013). **(Figure 03)**

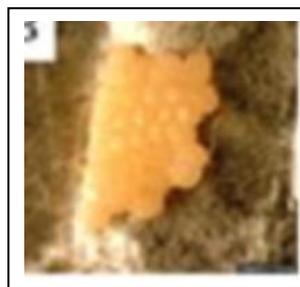


Figure 03 : Vue au microscope (x40) des œufs de : *Galleria mellonella* (Ellis *et al.*, 2013)

2-4-2 Les larves

Après l'éclosion, la larve réalise une succession de mues lors des différents stades larvaires. Le nombre de stades varie de 5 à 9 selon les conditions environnementales. Chaque stade est accompagné d'une augmentation de taille et de poids. La durée de développement du stade larvaire est de 6 à 7 semaines entre 29°C et 32°C (Ellis *et al.*, 2013). L'humidité, la température ainsi que la nourriture à disposition peuvent fortement influencer la durée des stades ainsi que la croissance des larves. La croissance la plus importante a lieu lors des deux derniers stades larvaires. Durant le dernier stade, la larve a un poids d'environ 250 mg. Lors du stade prépuce, la larve arrête de se nourrir pour tisser un cocon (Ramarao *et al.*, 2012).

D'un point de vue morphologique, la taille du premier stade larvaire est de 1-3 mm de long. Le diamètre est alors de 0,12 à 0,15 mm. Lorsque la taille maximale est atteinte, la larve mesure de 12-20 mm de long et 5-7 mm de diamètre (Ellis et al., 2013). La couleur est claire (blanc crème-gris) avec des marques plus foncées (gris-noir). La tête pointue, de couleur rouge, est marquée d'une ligne en forme de V ouvert vers l'avant de la tête. Au niveau de la tête, il est possible d'identifier 4 stemmates sur chaque face. Le spiracle est entouré d'un périthèce jaunâtre d'épaisseur uniforme. Un bouclier pro thoracique de couleur brune est également présent. Lors du stade larvaire, il n'est pas possible d'identifier le sexe et donc de différencier des individus mâles et femelles. La larve est éruciforme (forme de chenille). Les six pattes sont présentes au niveau du thorax. La zone abdominale du troisième à sixième segment présente un certain nombre de fausses pattes. La tête contient trois «dents apicales». Ces dents pourraient avoir un rôle au niveau de la destruction de matière par la larve. Il est possible de différencier *G. mellonella* de *Achroia grisella* (F.) (la petite teigne) de par la taille de leurs corps et la présence de stemmates (Ellis et al., 2013; Kwadha et al., 2017).

2-4-3 Les adultes

La fausse teigne adulte présente un dimorphisme sexuel distinct. La femelle mesure en moyenne 15-20 mm de long, 31 mm d'envergure et pèse 169 mg. Le mâle est considérablement plus petit et de couleur moins foncée que la femelle. Les ailes antérieures des deux sexes présentent des intensités de pigmentation variables, les deux tiers antérieurs étant couverts d'écailles qui leur donnent une pigmentation uniformément plus foncée, alors que le tiers postérieur est un mélange de bandes de pigmentation plus foncée et plus claire (Charles A. Kwadha et al., 2017). **(Figure 04)**

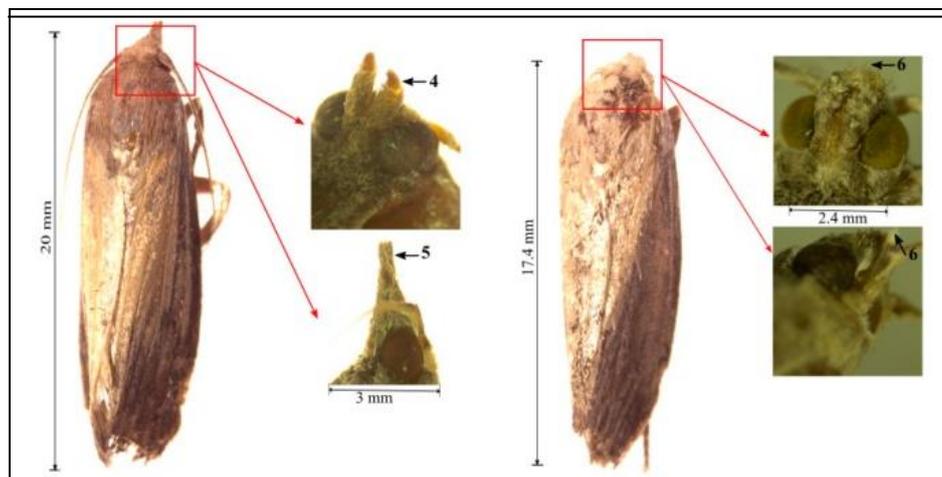


Figure 04: Adultes de *Galleria mellonella* . Adroite femelle et à gauche male
(Charles A. Kwadha et al., 2017)

2-4-4 Accouplement

Contrairement à la plupart des papillons de nuit, les adultes de *G. mellonella* ont un comportement d'accouplement unique. Les mâles attirent les femelles à l'aide d'une phéromone à deux composantes (n-non-non-non-non) et émettent en plus de de courtes impulsions sonores d'une fréquence de 75 kHz, qui peuvent jouer un rôle important dans le processus de reproduction. (Iwona Wojda *et al.*,2020)

2-5 Les dégâts de la fausse teigne

Ces deux papillons ne causent pas de maladie en tant que telle, mais détruisent l'environnement de vie de la colonie en se nourrissant de la cire (Spangler, 1988). *G. mellonella* est présent partout où l'apiculture est pratiquée (Kwadha *et al.*, 2017).

Les fausses teignes adultes ne provoquent pas les dégâts. Seules les larves se nourrissent et détruisent les rayons, alors les adultes et leurs larves transmettent les agents pathogènes de maladies graves pour les abeilles par exemple (la loque américaine). Dans des colonies atteintes de loque (Bourchert, 1966). (**Figure 5**)

On parle d'un stade larvaire qui cause le plus de dégâts, on l'appelle la chenille. Elle creuse des galeries dans les cadres et se nourrit de cire, de pollen et de cocons.

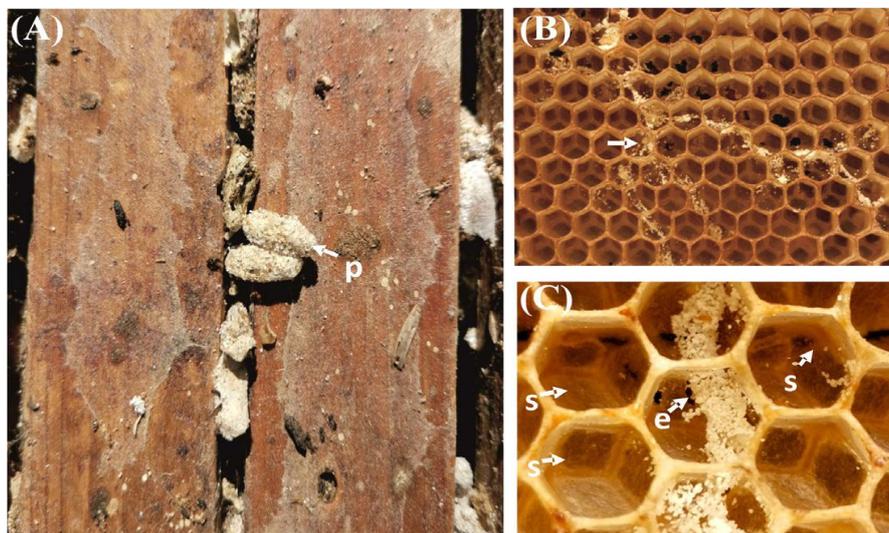


Figure 5 : Ruche abandonnée habitée par *G. mellonella* : cocons nymphaux (p) trouvés à l'extérieur de la ruche (A). Cires affectées par la gallérose (indiquées par la flèche dans (B) et agrandissement de celles-ci (C) : œufs (e) et soie (s) sur la cire. (Iwona Wojda *et al.*,2020)

2-6 Lutte contre la fausse teigne

Divers méthodes pour contrôler la fausse teigne :

2-6-1 Pratiques culturales

La gestion la plus efficace de *Galleria mellonella* est le maintien d'une bonne hygiène. Cela comprend : garder la colonie forte et avec des sources de nourriture adéquates. (Charles A. Kwadha et *al.*, 2017)

2-6-2-Méthodes techniques et physiques

- **Contrôle de la température**

L'interruption du cycle de développement de *Galleria mellonella* peut être réalisée en exposant le matériel apicole et les rayons d'abeilles à des températures supérieures (technique de chauffage) ou inférieures (technique de congélation) à la plage de tolérance de *Galleria mellonella*. Dans les élevages à grande échelle, les rayons infestés sont isolés de la ruche, empilés ensemble dans des maisons de seconde main isolées, et exposés à des températures plus élevées d'environ 45-80 °C pendant une période de 1-4 h , tandis que pour les élevages à petite échelle, les rayons sont maintenus dans de l'eau chaude pendant 3-5 h. (Charles A. Kwadha et *al.*, 2017)

- **La luminosité et la ventilation**

La mite de cire évite et fuit de la lumière et du vent. A partir de ce principe on peut provoquer une ventilation mécanique et une luminosité sur l'emplacement des cadres (Adam, 2012).

2-6-3 Méthodes chimiques

Les fumigants chimiques sont principalement utilisés pour gérer *Galleria mellonella* dans la plupart des régions apicoles. Les fumigants qui ont été utilisés précédemment et qui se sont avérés efficaces contre le parasite de la cire comprennent le soufre, l'acide acétique, le bromure d'éthylène, le cyanure de calcium, le bromure de méthyle, la phosphine, le paradichlorobenzène, le naphthalène et le dioxyde de carbone. (Charles A. Kwadha et *al.*, 2017)

2-6-4 Méthodes biologiques

▪ Trichogrammes

Depuis longtemps les trichogrammes sont utilisés pour lutter contre la pyrale du maïs. Ils ont la capacité de parasiter les œufs des teignes pour les convertir en larve de trichogrammes au lieu de larve de teigne. Cet agent auxiliaire a été utilisé comme moyen de lutte contre la fausse teigne pour la première fois en Allemagne en 1996 (Bollhalder, 1997)

▪ Spore de *Bacillus thuringiensis*

Le contrôle de *Galleria mellonella* dans les colonies d'abeilles vivantes a été un défi. Avec le développement de nouvelles techniques dans le domaine de la biotechnologie, il était possible de faire une percée en utilisant le *Bacillus thuringiensis*. Les rayons infestés sont isolés et plongés dans une suspension de spores de *Bacillus thuringiensis*. ou pulvérisés avec la suspension pendant qu'ils sont dans la ruche (Charles A. Kwadha *et al.*, 2017)

▪ Nématodes entomopathogènes

Les nématodes peuvent causer des mortalités chez les larves de la fausse teigne en les infectants. Des techniques peuvent être utilisés pour tester le temps de l'exposition, la dose de nématodes (souvent mesurée en nématodes "JI" ou Juvéniles infectieux), la température de l'exposition, et de nombreux autres facteurs sur l'infection de taux de la mortalité chez la fausse teigne (Ellis *et al.*, 2013)

2-6-5- Lutte naturelle à base des plantes

Il est possible d'utiliser des organismes vivants et des plantes naturelles (moisissures, bactéries, virus et nématodes, composés chimiques dérivés de plantes ainsi que des phéromones d'insectes) afin de lutter efficacement contre les insectes et les maladies. Les avantages des biopesticides incluent la lutte effective contre les insectes (Philogène *et al.*, 2008 ; Jeroen Boland *et al.*, 2004). Par contre certains pesticides biologiques, comme la nicotine, peuvent être fort toxiques et leur utilisation est tout aussi risquée que celle de beaucoup de pesticides inorganiques ou synthétiques (Jeroen *et al.*, 2004).

I -3 Description de quelque plantes composées d'acide oxalique

3-1 *Oxalis pes-caprae* (nom commun Oxalis)

3-1-1 Description botanique

L'Oxalis est le nom générique de petites plantes à feuilles trifoliolées de saveur acide. (François Couplan, 2012). C'est une espèce herbacée pérenne haute de 5 à 25cm, dotée d'un bulbe souterrain ovoïde à l'apex pointu, de 1 à 3cm de long et d'un diamètre pouvant atteindre 1 cm, d'où sort chaque année une tige verticale, épais et charnu dans sa partie terminale située au niveau du sol et entouré sur toute sa longueur de nombreuse bulbilles. La racine, charnu, se rétrécit (contractile) et porte des bulbes et des bulbilles en profondeur jusqu'à environ 20cm et plus. A l'apex de la tige se trouve une rosette foliaire dont les pétiole sont longs de 3 à 15 cm et se terminent par une feuille composée de trois folioles longues de 0.8 à 2 cm et large de 1.2 à 3 cm, légèrement succulent, de couleur vert clair, parfois ponctuées de pourpre et dont l'apex est profondément échancré . Les inflorescences, au nombre 1 à 5, sont axillaires et portées sur un scape long de 15 à 30 cm ; ce sont des cymes ombelliformes qui portent jusqu'à 20 fleurs infundibuliformes de 2.5 à 3.8 cm de diamètre qui ont 5 pétales obovés, longs de 2 à 2.5 cm et de couleur jaune vif. La floraison a lieu en hiver et au début de printemps ; ensuite, à la fin du printemps la partie aérienne disparaît pour réapparaître en automne. Les fruits sont des capsules pointues, pubescentes et longues d'environ 0.6 cm. (Pietro puccio.Oxalis pes-caprae.Monaco Nature Encyclopedia, 2018). (**Figure 06**).



Figure 06 : Morphologie de L'*Oxalis pes-caprae* (Tela Botanica, 2015).

3-1-2 Classification Botanique

Règne	: <i>Plantae</i>
Classe	: Angiospermes
Sous classe	: <i>Magnoliidae Novàc ex Takht, 1967</i>
Super ordre	: <i>Rosanae Takht 1967</i>
Ordre	: <i>Oxalidales Bercht, et J.Presl, 1820.</i>
Famille	: <i>Oxalidacea R.BR., 1820</i>
Genre	: <i>Oxalis L., 1753</i>
Espèce	: <i>Oxalis pes-caprae L., 1753.</i>

3-1-3 Les utilisations :

- Le système racinaire vigoureux de l'*Oxalis pes-caprae* aide à briser les sols lourds, permettant l'aération et le mouvement de l'humidité.
- Les feuilles sont acidulées, réfléchissantes, antiseptique antiscorbutique et diurétique, suite à l'acide oxalique qu'elles renferment (J.R. Peirce ,1997).

3-2 *Juglans regia* (nom commun le Noyer)

3-2-1 Description botanique

Juglans regia est un arbre élevé, à écorce lisse et blanchâtre. Ses feuilles sont caduques, alternes, pétiolées, imparipennées, à 5-9 folioles ovales-aiguës, entières, glabres, aromatiques, sans stipules.

Les fleurs sont verdâtres, monoïques, les mâles sont en chatons allongés, cylindriques, les femelles de 1-4 dans un petit bourgeon à 4 écailles caduques - périanthe accompagné d'une écaille bractéale et divisé en 5-6 lobes inégaux et de 14-36 étamines, à filets courts et anthères s'ouvrant en dehors. Composé de deux larges stigmates courbés en dehors ; Le fruit est drupacé, arrondi, vert, formé d'un brou charnu se déchirant irrégulièrement et d'une noix à 2 valves ligneuses ridées renfermant une amande à 4 lobes sinués-lobulés. (Ali Esmail Al-Snafi ,2018) (**Figure 07**)



Figure 07 : La morphologie de *Juglans regia* (Phytomag, 2021)

3-2-2 Classification Botanique

Selon Spichiger *et al.*, (2004), le noyer commun appartient au :

Règne	: <i>Plantae</i>
Division	: <i>Tracheophyta</i>
Sous division	: <i>Spermatophytina</i>
Classe	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordre	: <i>Fagales</i>
Famille	: <i>Juglandaceae</i>
Genre	: <i>Juglans</i>
Espèce	: <i>Juglans regia</i> L.

3-2-3 Les utilisations :

➤ Effets cardiovasculaires :

Le régime alimentaire complété par des noix possède un effet bénéfique sur les lipides sanguins, en abaissant le cholestérol sanguin.

➤ Effets sur le SNC :

L'effet anticonvulsivant potentiel de l'extrait de noyaux de noix a été évalué dans les cas suivants: crises d'épilepsie induites par le pentylènetétrazole (PTZ ; 2 mg/ml/min) chez le rat

➤ Effet antidiabétique :

L'effet antidiabétique des feuilles de *Juglans regia* dans le diabète de type 1 a été évalué dans le diabète induit par streptozotocin chez les rats.

➤ Activité antioxydante.

➤ Les effets protecteurs

L'effet protecteur de l'extrait de *Juglans regia* a été étudié dans un modèle de toxicopathie pulmonaire chez le rat (Ali Esmail Al-Snafi, 2018)

3-3 *Allium sativum* (nom commun Ail)

3-3-1 Description botanique

L'ail est une variété de plante bulbeuse à l'odeur piquante, surtout lorsqu'elle est écrasée. L'inflorescence est en forme d'ombelle, de petites bulbilles sont produites dans les inflorescences. Les fleurs sont variables en nombre et parfois absentes, elles s'ouvrent rarement et peuvent se faner dans le bouton. Les graines sont rarement produites. Elle se présente sous forme de bulbe entier ou de gousses isolées (bulbilles), bulbe sub-globulaire, 4-6 cm de diamètre, composé de 8-20 gousses, entourées de 3-5 écailles membraneuses papuleuses blanchâtres attachées à une courte tige ligneuse en forme de disque ayant de nombreuses racines filiformes sur la face inférieure (Bj Divya et al., 2017). (**Figure 08**)

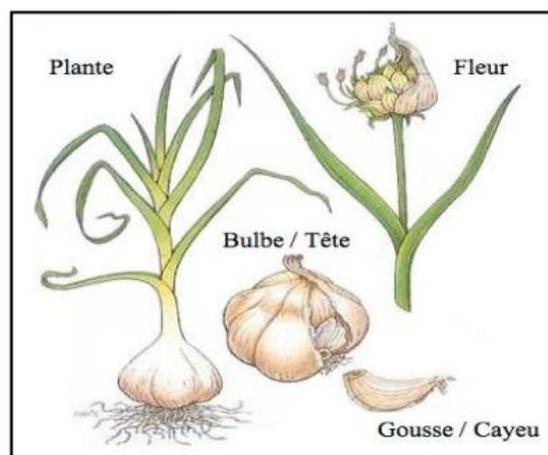


Figure 08 : la Plante d'ail (Dethier, 2010)

3-3-2 Classification botanique

Classification de l'ail commun (Lambinon et *al.*, 2004)

Règne : *Plantae*

Classe : *Angiospermes*

Ordre : *liliales*

Famille : *alliaceae*

Genre : *Allium*

Espèce : *A. Sativum*

3-3-3 Les utilisations

En raison de son composant biologique actif *allicine* et de son dérivé, l'ail a été utilisé comme médicament pour guérir un large éventail de maladies et d'affections liées au cœur et au système sanguin, notamment l'hypertension artérielle, l'hypercholestérolémie, les maladies coronariennes, les crises cardiaques et " durcissement des artères » (Mikaili et *al.*, 2013). Les composés de l'huile essentielle d'ail inhibent la protéine ACE2, conduisant le virus à perdre le récepteur hôte et attaquant la protéine PDB6LU7, la principale protéase du SARS-CoV-2 en même temps. Cela empêche la maturation des protéines du virus et la propagation de l'infection. La simulation d'amarrage suggère le site de liaison actif de la plupart des composés actifs dans l'huile essentielle d'ail avec la protéine ACE2 et la protéine PDB6LU7, étude de Trung Hieu et *al.* (2020). dans le domaine pharmaceutique et utilisé pour le traitement des maladies cardiovasculaires et autres maladies provoquant des maladies, notamment:

- ✓ Anti lipémie (abaissement du cholestérol)
- ✓ Contrôle l'hypertension
- ✓ Antibiotique
- ✓ Effets anti-tumoraux
- ✓ Activité anti-microbienne :
- ✓ Combat les allergies
- ✓ Activité antioxydant (Gaber El-Saber Batiha et *al.* ,2020)

3-4 *Spinacia oleracea* (nom commun épinard)

3-4-1 Description botanique

L'épinard est un légume à feuilles, sa tige érigée mesure de 30-60 cm de haut, ronde, lisse, cannelée, succulente, parfois rougeâtre, les feuilles Alternes, les inférieures très longuement pétiolées, diversement lobées avec des lobes de forme triangulaire aiguë, lisses des deux côtés ; triangulaire aigu, lisses sur les deux faces . (Figure 09)

Concernant les fleurs, les fleurs males sont de longs épis terminaux glomérisés et sur des épis plus courts à partir de l'axe, très nombreuses, sessiles, calice en quatre parties, quatre étamines, anthères jumelles, les feuilles sont très grandes. Les fleurs femelles sont axillaires, sessiles, groupées. Le calice à deux pointes avec une corne saillante de chaque côté, se transformant en épines lorsque la graine est mûre. Le styles généralement au nombre de quatre, blancs et effilés. La capsule unicellulaire est univoque et armée, munie de deux cornes courtes opposées et couronnée par le petit calice restant.

Ses phases de croissance végétative et de reproduction marquées en généra à la fin de l'hiver ou au début du printemps (Gaikwad Priyanka Subhash *et al.* , 2010)



Figure 09 : La morphologie de *Spinacia oleracea*
(Gaikwad Priyanka Subhash *et al.* , 2010)

3-4-2 Classification botanique (USDA, 2010)

Règne	: <i>Plantae</i>
Classe	: <i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	: <i>Caryophyllidae</i>
Ordre	: <i>Caryophyllales</i>
Famille	: <i>Chenopodiaceae</i>
Genre	: <i>Spinacia L.</i>
Espèce	: <i>Spinacia oleracea L.</i>

3-4-3 Les utilisations

- Protection contre les radiations gamma.
- L'activité antioxydante
- Inhibition des ADN polymérase de mammifères
- Activité sulfite oxydase
- Les chloroplastes d'épinards possèdent une activité sulfite oxydase couplée à la consommation d'oxygène et à la réduction du ferricyanure.
- Activité anticancéreuse (Gaikwad Priyanka Subhash *et al.*,2010)

3- 5 *Phoenix dactylifera* (nom commun le palmier dattier)

3-5-1 Description botanique

Le dattier ou palmier-dattier st une plante monocotylédone, largement cultivé d'abord pour ses fruits : les dattes. Cette plante monocotylédone n'est pas un arbre, au sens botanique, car elle ne produit pas de vrai bois. C'est donc abusivement que le terme d'arbre est utilisé pour parler d'un dattier. Toutefois ce palmier constitue souvent une des strates arborées dans son milieu.

Phoenix dactylifera est un grand palmier de 20 à 30 m de haut, au tronc cylindrique (le stipe), portant une couronne de feuilles, les feuilles sont pennées divisées et longues de 4 à 7 m. L'espèce est dioïque et porte des inflorescences mâles ou femelles, les fleurs femelles aux trois carpelles sont indépendantes, dont une seule se développe pour former la datte (le fruit) (**Figure 10**). (Hadjari et Kadi Hanifi, 2005).



Figure 10 : Palmier dattier (Station Adrar INRAA, 2020)

3-5-2 Classification botanique (Djerbi, 1994) :

Règne	: <i>Plantae</i>
Sous-règne	: <i>Viridaeplantae</i>
Classe	: <i>Equisetopsida</i>
Sous-Classe	: <i>Magnoliidae</i>
Super-Ordre	: <i>Liliana</i>
Ordre	: <i>Arecales</i>
Famille	: <i>Arecaceae</i>
Sous-Famille	: <i>Coryphoideae</i>
Genre	: <i>Phoenix</i>
Espèce	: <i>Phoenix dactylifera L.</i>

3-5-3 Les bienfaits de la datte

La datte est riche:

- ✓ en glucides et pauvre en graisses
- ✓ en fibres
- ✓ en oligo-éléments
- ✓ en acides aminés
- ✓ en antioxydants
- ✓ en minéraux
- ✓ en vitamines
- ✓ en protéines
- ✓ combat la fatigue (M. Farid *et al.*,2020)

I-4 Composés phytochimiques

Les composés phytochimiques sont les molécules issues du métabolisme des végétaux (métabolites). On distingue deux classes de métabolites : métabolites primaires et métabolites secondaires.

4-1 Les métabolites primaires

Sont caractérisés par leur caractère nécessaire et vital à la survie de la cellule ou de l'organisme (C J Dowd. B Kelley, 2011)

Les glucides représentent une source d'énergie surtout au niveau des parois cellulaires (cellulose).

- Les lipides constituent aussi une source d'énergie présente dans les membranes cellulaires.
- Les acides aminés représentent une source primaire de construction des protéines

4-2 Métabolites secondaires

Les végétaux contiennent des métabolites secondaires qui peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes, par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme central. Ces métabolites secondaires exercent une action déterminante sur l'adaptation et la tolérance des végétaux à des stress variés (attaque de pathogènes d'insectes, sécheresse, lumière UV...etc.). D'un point de vue applicatif, ces molécules constituent souvent la base des principes actifs des plantes médicinales. L'évaluation de la valeur thérapeutique de ces métabolites fait l'objet de nombreuses recherches et amène à l'identification des principaux éléments actifs de la plante (Garcia et *al.*, 1999).

Ces molécules sont réparties en trois grands groupes.

- Les composés phénoliques,
- Les composés alcaloïdiques,
- Les composés terpéniques.

4-2-1 Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires (Lebham, 2005). Ils constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribués des substances dans le royaume des végétaux avec plus de 8000 structures phénoliques présentes dans tous les organes de la plante. Ils résultent bio génétiquement de deux voies synthétiques principales : la voie shikimate et acétate (Lugasi et *al.*, 2003).

4-2-2 Principales classes des composés phénoliques

Les principales classes des composés phénoliques sont résumées dans la figure suivante

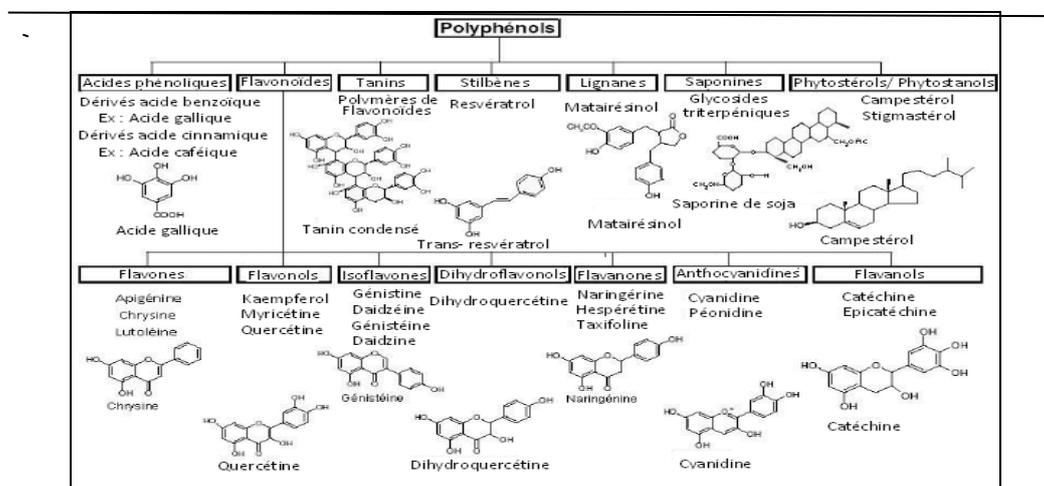


Figure 11 : les principales classes des composés phénoliques (Driss ELOTHMANI, 2013)

4-2-2-1 Les tanins :

Toutes les plantes contiennent des tanins mais à un degré plus ou moins élevé. Ceux-ci donnent un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation soit pour les insectes ou le bétail (Eberhard et al, 2005). Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant des poids moléculaires élevés compris entre 500 et 3000 g.mol (Bruneton, 1997). Et représentent un groupe hétérogène assez difficile à définir à cause de l'absence de structure chimique de base. Ils sont des molécules hydroxylées et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, protéines et enzymes digestives.

Structure et Classification

L'élucidation de la structure chimique des tanins a permis de les classer en tanins hydrolysables, condensés et complexes (**Figure 12**).



Figure 12 : Classification de tannins selon leurs structures chimiques
(phytomag.com, 2021)

Les tanins hydrolysables sont des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable de molécules d'acides phénols : Le sucre est très majoritairement le glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique (tanins galliques) ou l'acide hexahydroxydiphénique (tanins ellagiques). (Silva *et al*, 2000). (**Figure 13A**)

Les tanins condensés sont des polymères constitués par des unités de flavan-3-ol liées entre elles. Les flavan-3-ol les plus courants sont la catéchine et l'épicatéchine (**Figure 13B**). Les tanins condensés sont aussi appelés tanins catéchiques ou proanthocyanidols (car ils conduisent en milieu acide et à chaud à des anthocyanidols). (Wollgast . Anklam, 2000 ; Dykes . Rooney, 2006).

Les **tanins complexes** sont à la fois des tannins hydrolysables et des tannins condensés. Dans ce cas le tanin hydrolysable que peut être gallique ou ellagique est lié à une ou plusieurs unités flavan-3-ol qui sont caractéristiques de tannins condensés. (Jean Bruneton, 2009)

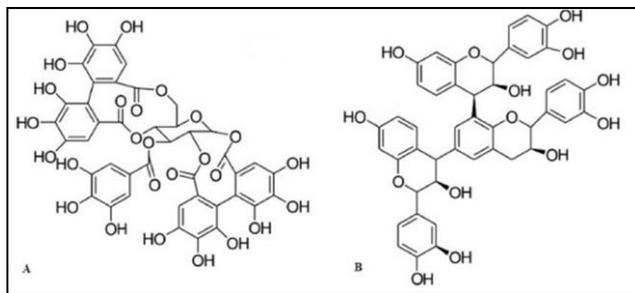


Figure 13 : Structure des tannins (A) hydrolysables et (B) condensés. (Atanu kumar *et al.*, 2020)

➤ **Activité Biologique**

Les tanins ont un effet anti diarrhéique ; ils sont vasoconstricteurs et limitent la perte en fluides, ces propriétés, ajoutées par ailleurs à leur effet antiseptique, en font des molécules Intéressantes pour la régénération des tissus en cas de blessures superficielles, et les rendent utilisables dans le traitement des diarrhées infectieuses (Bruneton, 1999).

Certains sont aussi antioxydants, ils permettent aussi de stopper les hémorragies (Nowitz . Bottet, 2000).

➤ **Activité insecticide**

Les tanins influencent sur la croissance, le développement et la fécondité de plusieurs insectes (Stamp, 2003). Ils possèdent des propriétés insecticides, larvicides et répulsifs (Zhang *et al.*, 1990), et présentent un effet direct toxique pour certaines espèces d'insectes (Raymondet *et al.*, 2011).

4-2-2-2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont une classe importante de produits naturels ; ils appartiennent notamment à une classe de métabolites secondaires végétaux ayant une structure polyphénolique, largement présents dans les fruits, les légumes. Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en différents sous-groupes en fonction du carbone du cycle C sur lequel est fixé le cycle B et du degré d'insaturation et d'oxydation du cycle C. Les flavonoïdes dans lesquels le cycle B est lié en position 3 du cycle C sont appelés isoflavones. Les flavonoïdes dont le cycle B est lié en position 4 sont appelés néoflavonoïdes, tandis que ceux dont le cycle B est lié en

position 2 peuvent être subdivisés en plusieurs sous-groupes sur la base des caractéristiques structurales du cycle C. Ces sous-groupes sont les suivants : les flavonoïdes, les flavonoïdes et les flavonoïdes. Ces sous-groupes sont les suivants : flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanols ou catéchines, anthocyanes et chalcones (A. N. Panche et *al.*, 2016) (**Figure 14**)

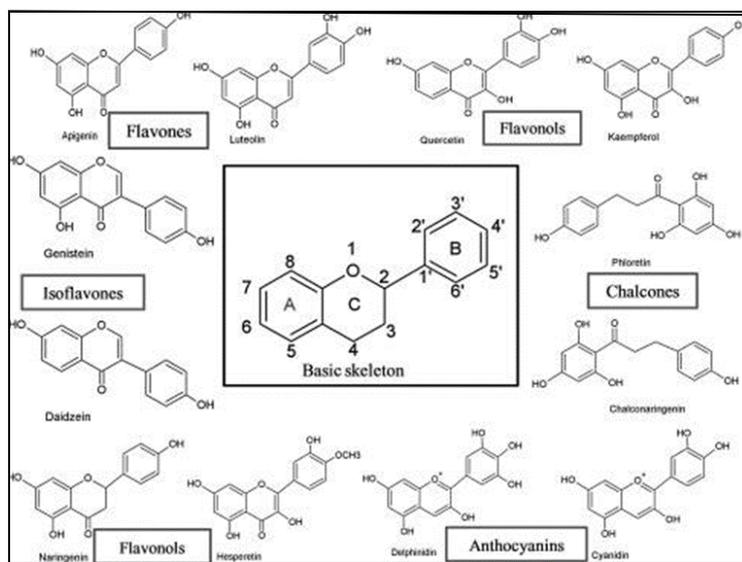


Figure 14 : Structure du squelette de base des flavonoïdes et de leurs classes.

(A. N. Panche et *al.*, 2016)

➤ Activités biologiques des flavonoïdes

Les flavonoïdes se reconnaissent par de nombreuses activités biologiques, ces activités sont attribuées en partie, aux propriétés anti-oxydantes de ces composés naturels. Car les flavonoïdes sont susceptibles de réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénées (Fuhrman et *al.*, 1995). A cause de leurs faibles potentiels redox, les flavonoïdes (flav-OH) sont thermodynamiquement capables de réduire les radicaux libres oxydants ($R\bullet$), comme le superoxyde, le peroxyde, l'alkoxyde et l'hydroxyde, par transfert d'hydrogène. et le radical flavonoxy (Flav-O \bullet) qui en résulte peut réagir avec un autre radical pour former une structure quinone stable (Jovanovic et *al.*, 1998).

4-2-2-3 Les anthocyanes :

Classées parmi les flavonoïdes, les anthocyanes sont caractérisés par le squelette C6-C3-C6. Ce sont des glucosides formés de l'association d'un aglycone appelé anthocyanidine et d'un sucre substitué en position 3 (**Figure 15**). Ces sucres qui sont de type mono-, di- ou trisaccharides peuvent être acylés par des acides aliphatiques (acide malonique, succinique, etc.)

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

ou aromatiques (acide coumarique, ferulique, sinapique, etc.) Les anthocyanes sont particulièrement instables sous forme d'aglycones mais stabilisés par la glycosylation. Les anthocyanes sont présents dans le vin rouge, certaines céréales, certaines légumes feuillus ou racinaires. Cependant, c'est dans les fruits qu'ils sont les plus abondants (Manach *et al* .,2004).

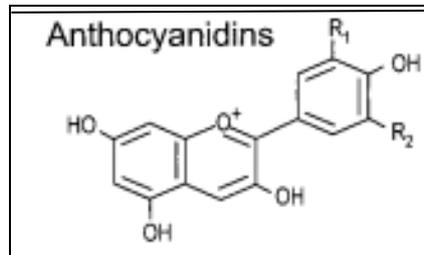


Figure 15 : Structure des anthocyanes (Manach *et al.*, 2004)

4-2-2-4 Les quinones :

Les quinones représentent une classe de composés quinoïdes qui sont largement répandus dans la nature. Jusqu'à présent, plus de 1 200 quinones ont été décrites. Ils sont caractérisés par un structure de base commune : une dione ortho ou para substituée conjuguée soit à un noyau aromatique (benzoquinones) (1, 2) ou à un système aromatique polycyclique condensé, comme les naphtoquinones, les anthraquinones, les anthracélinones etc (Figure 16).

Ils ont plusieurs effets bénéfiques:

Des transporteurs d'électrons jouant un rôle dans la photosynthèse. En tant que vitamines, elles représentent une classe de molécules prévenant et traitant plusieurs maladies. (Nahed El-Najjar *et al* .,2011)

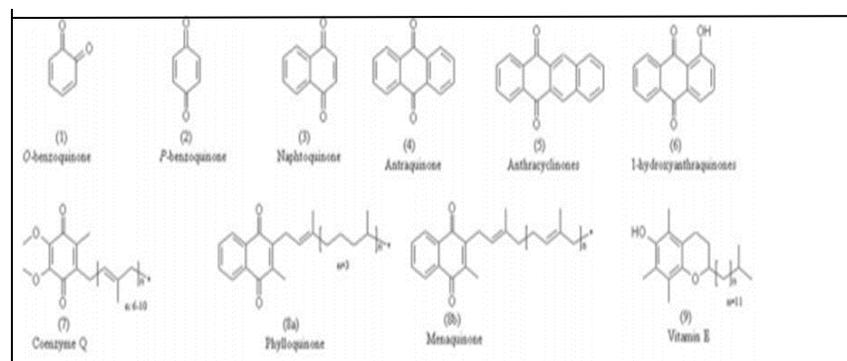


Figure 16 : Structures chimiques de certaines quinones

(Nahed El-Najjar *et al* .,2011)

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

4-2-2-5 Les saponides :

Les saponines sont des substances phytochimiques structurellement complexes composées de fragments de glycone et d'aglycone. Les saponines sont omniprésentes dans le règne végétal. La complexité de la structure des saponines est due aux différents groupements glycanes qui sont attachés aux aglycones triterpénoïdes ou stéroïdiens. Les saponines sont classées en stéroïdes, alcaloïdes stéroïdiens et triterpénoïdes en fonction du squelette carboné des aglycones Jeffery (B. Press and *al.*,2020). (**Figure 17**)

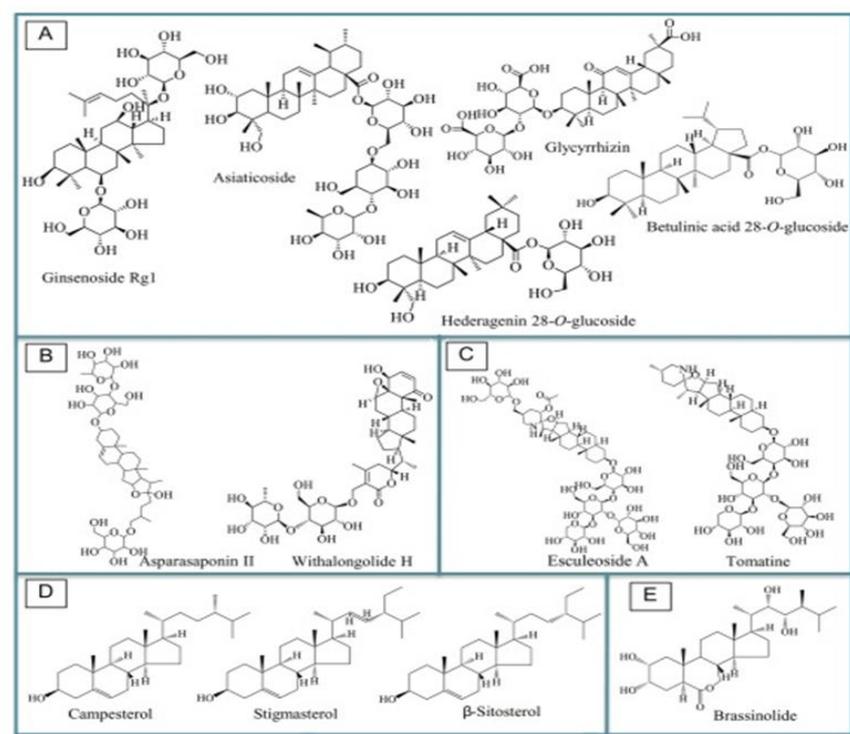


Figure 17 : Exemples de (A) saponines triterpénoïdes, (B) saponines stéroïdiennes, (C) alcaloïdes stéroïdiens, (D) phytostérols, (E) brassinostéroïdes. (Jeffery B. Press and *al.*,2020)

4-2-2-6 Les mucilages :

Le mucilage est un composant hydrosoluble constituant différents composants chimiques fonctionnels avec des avantages potentiels pour la santé humaine. Le mucilage est un sous-groupe d'hydrocolloïdes contenant des monosaccharides liés à des acides organiques et sont proches les uns des autres en raison des composants hydrophiles et hydrocolloïdes qui créent une solution collante ou un gel en présence d'eau. Les hydrocolloïdes végétaux (gomme et mucilage) contiennent des sucres pentose, galactose et méthylpentose liés à des résidus d'acide uranique par des liaisons glycosidiques (**Figure 18**). (Mansuri M Tosif *et al.*,2021)

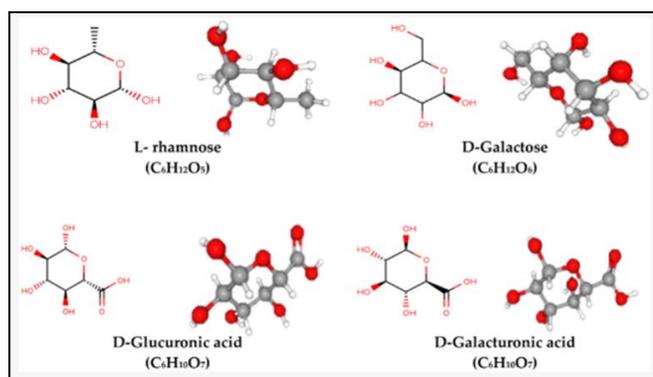


Figure 18: Structure chimique de différents mucilages (L- rhamnose (C₆H₁₂O₅) 6-déoxy-hexose ou méthyl-pentose, D-Galactose (C₆H₁₂O₆) épimère C-4 du glucose, acide D-Glucuronique (C₆H₁₀O₇) sixième atome de carbone oxydé en acide carboxylique, acide D-Glucuronique (C₆H₁₀O₇) un groupe aldéhyde en C1 et un groupe acide carboxylique en C6). (Mansuri M Tosif *et al.*, 2021)

4-2-2-7 Les irridoides :

Les irridoides appartiennent aux monoterpénoïdes, qui sont des dérivés acétals de l'irridodial. En raison de la nature instable de son groupe C1-OH, les irridoides réagissent souvent avec un sucre pour former des glycosides. Selon l'intégrité de l'unité cyclopentane, ils peuvent être divisés en deux types : les glycosides irridoides (dont le géniposide, la loganine, l'acétylbarlerine, l'acide déacétylasperulosidique et le brasoside) et les glycosides secoirridoides (dont la swertiamarine, le gentiopicroside, le qinjiaoside A, le qinjiaoside B, le sweroside et l'oleuropéine) (**Figure 19**). (Xue Gong *et al.*, 2020)

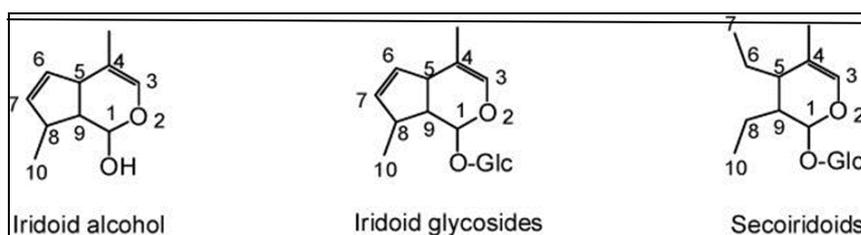


Figure 19: Trois squelettes de base des irridoides. (Xue Gong *et al.*, 2020)

4-2-2-8 Les coumarines

Les coumarines dérivent des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale. Ils sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone. (**Figure 20**). Vogel en 1820 a fait le premier isolement des coumarines, alors que aujourd'hui il y a après de 1000 composés isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les microorganismes (Jutiviboonsuk *et al.*, 2005).

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les coumarines sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (Igor, 2002). Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives, antimicrobienne, anti-agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire, anticoagulante, antitumorale, diurétiques, anti-oedémateuses et analgésique (Stefanova et al., 2007). elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (Yoshikawa et al., 1994 ; Chen, 1995;Gonzalez et Estevez-Braun, 1997 ; Kayser et al., 1997 ; Resch et al., 1998).

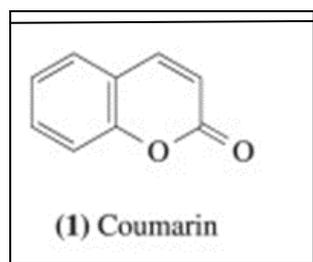


Figure 20 : Squelettes de base de coumarine.(A. Garrard ,2014)

4-2-2-9 Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes représentent une grande variété de structures chimiques. Il existe environ 20 000 alcaloïdes actuellement. Un alcaloïde a été défini par Pelletier comme : "un composé organique cyclique contenant de l'azote dans un état d'oxydation négatif et dont la distribution est limitée parmi les organismes vivants". Les alcaloïdes sont souvent classés en fonction de leur squelette moléculaire, par exemple, les deux groupes les plus importants sont les alcaloïdes indoliques et les alcaloïdes isoquinoléiniques (plus de 4000 composés chacun). D'autres groupes importants sont les alcaloïdes tropanes (~ 300 composés), les alcaloïdes stéroïdiens (~ 450 composés), et les alcaloïdes pyridines et pyrrolizidines (respectivement, ~ 250 et 570 composés). (**Figure 21**) (A. Coqueiro et al.; 2015).

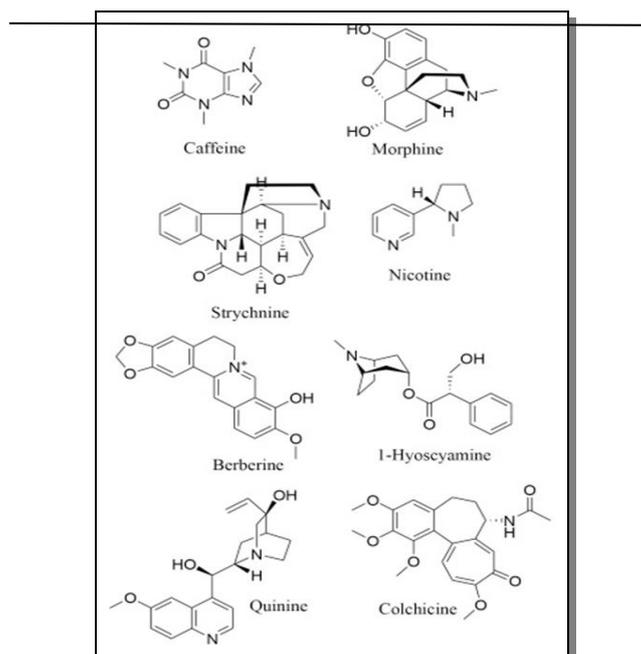


Figure 21 : Structures de quelques types différents d'alcaloïdes.

(A.Coqueiro et al.; 2015).

4-2-2-10 Les acides phénoliques :

Ils sont les dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type C₆-C₁. Ils existent fréquemment sous forme d'esters ou de glucoside et peuvent également être intégrés dans des structures complexes comme certains tanins (Gresele et al., 2011). L'acide gallique et son dimère (l'acide hexahydroxydiphénique). Sont les éléments constitutifs des tanins hydrolysables. D'autres aldéhydes correspondant à ces acides comme la vanilline, sont utilisés dans le secteur pharmaceutique (Bruneton, 1993 ; Lafay et Gilizquierdo, 2008).

4-2-2-11 Les lignanes et lignines :

Les lignanes de structure en (C₆-C₃)₂ désignent quant à eux des molécules qui résultent le plus souvent de l'établissement d'une liaison entre deux C de la chaîne latérale de deux acides hydroxycinnamiques (Chira et al., 2008).

Les lignanes présentent plusieurs activités biologiques montrant les Antiviral, anticancéreux, antimicrobien et antioxydant (McRae et Towers, 1984).

4-2-2-12 Les xanthones :

Les xanthones constituent une famille de composés phénoliques généralement isolés dans les plantes supérieures et dans les microorganismes répondant à une structure de base C₆-C₁-C₆.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

4-2-2-13 Les stilbènes :

Ils dérivent des acides hydroxycinnamiques et ont la structure C6-C2-C6. Les stilbènes sont produits par les plantes en réponse à des attaques fongiques, bactériennes ou virales (Chira *et al.*, 2008).

Les lignines constituent une classe importante de produits naturels dans le règne végétal et seraient formées par polymérisation oxydative de monolignols qui sont les acides coumarique, conférique et sinapique (Jutiviboonsuk *et al.*, 2005).

Partie pratique

Objectif de l'étude :

L'objectif de cette étude est de connaître l'effet bio insecticide des polyphénols totaux de deux extraits à savoir aqueux et méthanolique de 04 plantes (ail ; épinard ; noyer ; oxalis) et d'un fruit (datte) vis-à-vis des larves de fausse teigne, papillon parasite de ruches *Galleria mellonella*.

Les différentes manipulations ont été réalisées au Laboratoire d'Apidologie de la Division de Recherche en Productions Animales (DRPA) de la Station expérimentale de l'INRAA à Baraki, Alger.

II -1 Matériel

1-1 Matériel Biologique

1-1-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est trois plantes, un bulbe et un fruit composé d'acide oxalique, ces plantes ont été récoltées au niveau de la wilaya de Boumerdes et d'Alger au mois avril 2021, concernant la datte elle a été récoltée au niveau de la Station INRAA d'Adrar en décembre 2020.

Après la récolte, les feuilles ont été bien nettoyées, le séchage a été effectué naturellement à l'abri de la lumière et de l'humidité, à une température ambiante (environ 24°C), sur du papier durant 15 jours, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules. Le matériel végétal a été broyé dans un moulin électrique en une poudre très fine, pour augmenter la surface d'échange entre le solide et le solvant et faciliter l'extraction. Par la suite la poudre a été conservée dans un flacon à l'abri de la lumière.

1-1-2 Choix de l'espèce d'insecte

L'insecte choisi pour cette étude est le papillon de la fausse teigne de la ruche *Galleria mellonella* élevée dans des conditions contrôlées (étuve) au laboratoire d'Apidologie de l'INRAA.

1-2- Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé pour réaliser cette étude est composé de verreries, d'équipement, d'appareils et d'un ensemble de réactif et produit chimique. (Annexe 1).

II-2 Méthode d'analyse

2-1- Analyse quantitative

2-1-1- Préparation des extraits aqueux

L'infusé à 5% est préparé par l'addition de 5g de poudre de chaque plantes à 100mL d'eau distillée bouillante. Après 15 à 20 minutes, le mélange est filtré et le filtrat obtenu est ajusté à 100mL par l'eau distillée (Bouayed, 2007). L'extrait aqueux a été lyophilisé pour le réduire en poudre. (Figure 22)



Figure 22 : Préparation des extraits aqueux (INRAA; 2021).

2-1-2 Préparation des extrait méthanolique

Une prise d'essai de 20 g de poudre végétale a été mise à macérer dans 100mL de méthanol absolu pendant 24H à température ambiante. Après filtration du mélange, l'extrait a été évaporé à sec sous pression réduite à et à 52°C grâce à un évaporateur rotatif pour obtenir un extrait sec (Bougandoura et Bendimerad, 2012).



Figure 23 : Extraction du méthanol par évaporateur rotatif (INRAA, 2021).

2-1-3 Screening des deux extraits

➤ Tests préliminaires

Ces tests préliminaires sont appelés aussi screening phytochimique, cette méthode qualitative permet de mettre en évidence la présence ou l'absence des métabolites primaires et secondaires dans les deux extraits (AQ et Met). La méthode utilisée est celle adoptée par Tona *et al.* (1998) et Longaga *et al.* (2000).

Ces tests effectués sont résumés ci-dessous :

❖ Identification des tanins totaux

A 5mL de chaque extrait (EA et EM), on ajoute quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ à 5%. La coloration devient bleu-noire en présence des tanins.

❖ Identification des tanins galliques

A 5mL de chaque extrait (EA et EM), on rajoute 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl₃. La réaction donne une coloration bleu foncé en présence des tanins galliques.

❖ Identification des tanins catéchiques

A 15mL de chaque extrait (EA et EM) on rajoute 10mL de formol à 40% et 5mL d'HCl concentré. Une couleur rouge identifie leur présence.

❖ Identification des flavonoïdes

A 5mL de chaque extrait (EA et EM), on ajoute 5mL d'acide chlorhydrique, un coupon de zinc et 1mL d'alcool iso-amyle. La présence des flavonoïdes se manifeste par une coloration rouge orangé.

❖ Identification des anthocyanes

A 5mL des deux extraits (EA et EM), on ajoute quelques gouttes d'HCl. L'apparition d'une coloration rouge indique la présence de ces métabolites.

❖ Identification des leuco-anthocyanes

A 2g de poudre végétale, on rajoute 20mL d'un mélange de propanol/acide chlorhydrique (1:1). Le mélange est porté en bain Marie bouillant pendant quelques minutes. Une coloration rouge se développe en présence des leuco-anthocyanes.

❖ Identification d'amidon

2g de poudre végétal sont imbibés par quelques gouttes d'iode. La formation d'une coloration bleu violette indique la présence d'amidon.

❖ Identification des saponosides

A 2mL des deux extraits (EA et EM) on rajoute quelques gouttes d'acétate de plomb. La formation d'un précipité blanc indique l'existence des saponosides.

❖ Identification des mucilages

5ml d'éthanol absolu sont ajoutés à 1mL des deux extraits (EA et EM). Le mélange est incubé pendant 15 minutes. L'apparition d'un précipité floconneux indique la présence des mucilages.

❖ Identification des irridoides

On ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique à 2mL des deux extraits (EA et EM), et on chauffe le mélange sur une plaque chauffante. La coloration bleue indique leur présence.

❖ Identification des hétérosides cardiotonique

A 5mL des deux extraits (EA et EM), on ajoute 2mL d'acide acétique glacial additionné d'une goutte de solution de chlorure de fer 5%, puis on ajoute 1ml d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'un anneau brun à l'interface indique la présence des hétérosides.

❖ Identification des stéroïdes

A 1mL des deux extraits (Aq et Met), on ajoute 5 gouttes de H₂SO₄. L'observation d'une coloration rouge indique la présence des stéroïdes.

2-2- Analyse quantitative

2-2-1 Extraction des polyphénols totaux (PPT) par colorimétrie

Afin de caractériser les différents extraits préparés à partir des végétaux choisis, un dosage des polyphénols totaux a été effectué.

➤ Principe

Les polyphénols totaux dans les deux extraits ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode colorimétrique du Folin-Ciocalteu (Ragae et *al.*, 2006 ; Wong et *al.*, 2006 ;

Anthony, 2010). Cet acide de couleur jaune est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif de Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène W₈O₂₃ et de molybdène Mo₈O₃ (Ribéreau, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximale est à 765nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits (Ghazi et Sahraoui, 2005 ; Boizot et Charpentier, 2006). (Figure 24)

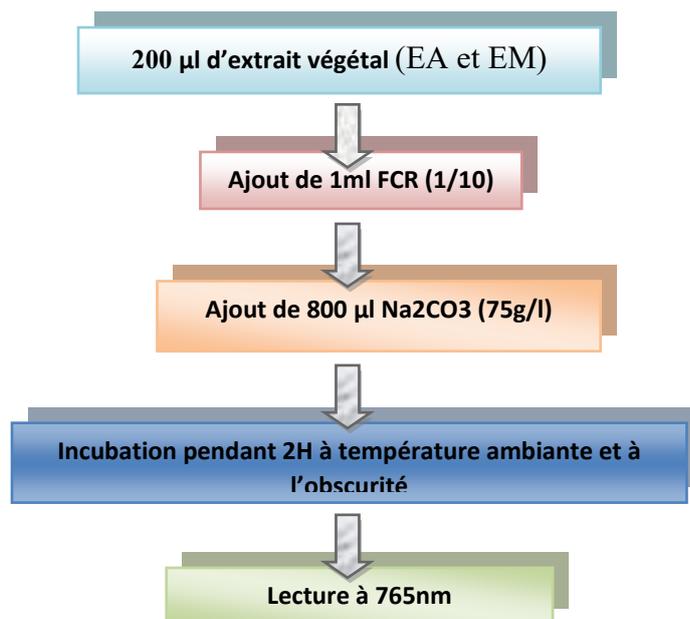


Figure 24 : Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux (PPT) des deux extraits aqueux et méthanolique.

2-2-2 Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux (PPT) ont été déterminés, suivant le protocole appliqué par Li et ses collaborateurs en 2007 ; Normala et Mardhiah en 2010 avec quelques modifications : 200µL d'extrait végétal aqueux ou méthanolique (4mg/mL) ont été pipetés dans un tube à essai, mélangé avec 1mL de réactif de Folin Ciocalteu (FCR) dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Après 4min, 800µL de carbonate de sodium (Na₂CO₃) avec une concentration de 75g/l sont ajoutés et le mélange a été mélangé à l'aide d'un Vortex. Après une incubation du mélange réactionnel pendant 2 heures de temps à température ambiante et à l'obscurité, L'absorbance est mesurée à 765nm par un spectrophotomètre UV-VIS, toutes les mesures ayant été répétées 2 fois.

- **Préparation de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique** : La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0,25- 200µg/mL), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en microgramme d'équivalent d'acide gallique par un milligramme poids sec (µg EAG/mg d'extrait) (Normala et Mardhiah, 2010). (**Figure 25**)



Figure 25 : Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphenol totaux (INRAA ; 2021)

- **Détermination de rendement**

Le rendement des extraits a été calculé par la formule (Falleh et *al*, 2008):

$$R\% = (M - M_0 / MT)$$

Avec :

R% : taux de la matière extraite.

M : masse du ballon après l'extraction.

M₀ : masse de ballon vide (avant l'extraction).

MT : masse totale de la poudre végétale utilisée dans l'extraction

II -3 Evaluation de l'activité insecticide des composés phénoliques

2-3-1-Elevage des larves de *Galleria mellonella*

L'élevage a eu lieu au niveau du laboratoire d'Apiculture de l'INRAA dans des conditions contrôlées (étuve) ; en utilisant un cadre récupéré du rucher de la Station INRAA de Baraki. En effet quelques larves de *Galleria mellonella* ont été introduites dans le cadre, ce dernier a été mis dans une étuve réglée à 32°C en présence d'un bec à eau pour créer une certaine humidité, les larves sont nourries en plus de la cire d'une poudre de pollen (**Figure 26**). Après émergence, les papillons sont récupérés et mis dans des boucaux en verre pour l'accouplement et la ponte des œufs.



Figure 26 : Elevage des larves de *Galleria mellonella* au laboratoire (INRAA, 2021).

2-3-2- Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des deux extraits (Aqueux et metanolique) sur les larves de *Galleria mellonella*

2-3-2-1 Application des traitements

➤ Préparation des lots

Nous avons préparés 05 boites de Pétri pour chaque extrait aqueux et metanolique pour les 05 extraits de plantes étudiées, un boite est préservée pour le témoin. Soit 3 répétitions pour chaque boite. Dans chaque boite nous avons mis 05 larves de la fausse teigne. Après traitement les boites sont fermées et déposées à l'étuve. **(Figure 27)**

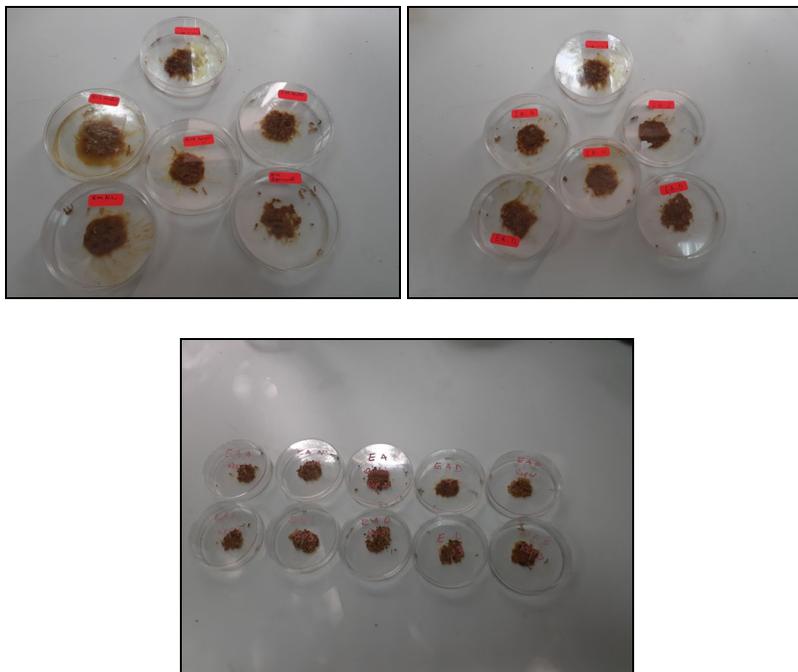


Figure 27 : Préparation des lots (INRAA, 2021)

➤ Mode d'application des traitements

Les larves sont isolées et laissées à jeun pendant 8 heures. Deux modes d'application ont été utilisés, pour le premier, on rajoute dans les différents lots préalablement préparés, 1g de pollen modélisé en poule avec 10 gouttes pour chaque extrait de plantes. Concernant le deuxième mode d'application est l'immersion des larves dans les différents extraits.

2-3-2-2 Paramètres étudiés

L'observation des résultats consiste à déterminer les paramètres suivants :

- Le taux de mortalité : en effet, le taux de mortalité journalière a été évalué.
- Calcul des mortalités.

➤ Analyse statistique

Pour confirmer l'efficacité des traitements biologiques effectués, les résultats obtenus sont soumis aux tests de l'analyse de la variance. Les valeurs de $p \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives. Nous avons appliqué en outre le test de Tukey ou test de la différence significative qui permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités. Le logiciel utilisé est le GenStat 12th Edition (VSNi).

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1 Screening phytochimique

1-1 Extrait aqueux et méthanolique

Selon la méthode de Bougandoura et Bendimerad (2012) modifiée, les deux extraits (EA et EM) ont été préparés par la méthode d'extraction par macération dans des solvants polaires : l'eau et le méthanol.

1-2 Détermination du rendement d'extraction

Selon Le rendement d'extraction qui a été calculé par la formule donnée par Falleh et *al.* (2008) : $R (\%) = 100 \text{ Mext/Mech}$. R (%) : Le rendement était exprimé en %, le rendement le plus élevé a été observé dans l'extrait méthanolique, par rapport à l'extrait aqueux qui est moins élevé.

Tableau 01: Le rendement de l'extrait méthanolique pour les différentes poudres

EM	PPB	PVB	MP (g)	M(M (g)	R%
Datte	98,15	94,06	20	4,09	20,45
Oxalis	95,06	94,97	5	0,09	1
Ail	89,12	0,08	5	0,08	1,6
Epinard	292	291	20	1	5
Noyer	95,51	94,97	5	0,54	10,8

EM :Extrait metanolique, PPB : Poids plein du ballon, PVB : Poids vide du ballon ;

MP : Matière première ; M : masse ; R : rendement

Il est important de souligner que la méthode utilisée (le choix des solvants), ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée (à chaud ou à froid), affectent tous le contenu total en métabolites secondaires, et par conséquent affecte les activités biologiques méditées par ces métabolites (Lee et *al.*, 2003).

1-3 Analyse qualitative des deux extraits Aqueux et methanolique

➤ Tests préliminaires

Les résultats de la mise en évidence de quelques métabolites secondaires dans les deux extraits aqueux, méthanolique, se traduisent dans le tableau ci-dessous :

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 02 : Résultats des tests préliminaires de quelques métabolites secondaires de l'extrait aqueux et métanolique .

Métabolites secondaires	Coloration	Extraits	Datte	Ail	Oxalis	Epinard	Noyer
Tanins totaux	bleue-noire	EA	-	-	+	-	+
		EM	+	-	+	+	+
Tanins gallique	bleue foncé	EA	-	-	+	-	+
		EM	+	-	+	+	+
Tanins catéchiques	rouge	EA	-	-	-	-	-
		EM	-	-	-	+	+
Flavonoides	rouge orangé	EA	+	-	-	+	-
		EM	+	-	+	-	+
Anthocyanes	rouge	EA	+	+	-	-	-
		EM	+	-	-	-	-
Mucilages	précipité floconneux	EA	+	+	+	+	+
		EM	+	-	-	+	+
Irridoïdes	bleue	EA	-	-	-	-	-
		EM	-	-	+	-	+
Saponosides	précipité blanc	EA	+	+	+	+	+
		EM	+	-	-	+	+
Glucosides	rouge brique puis violette	EA	+	+	-	-	-
		EM	+	+	-	-	-
Stérosides	rouge	EA	-	-	-	-	-
		EM	-	-	-	-	-
Hétérosides cardiotaniques		EA	+	+	+	+	+
		EM	-	-	-	-	+
Polyphénols	bleue noirâtre/ verte foncée	EA	+	+	+	+	+
		EM	+	+	+	+	+
Leuco-Anthocyanes	rouge	poudre	+	+	-	-	-
Amidon	bleue violette	poudre	-	-	-	-	-
Alcaloïdes	rouge	poudre	-	-	-	-	-

-Absence, + Présence

La macération par deux solvants différents à polarité voisine, permet de séparer les composants qui se trouvent dans les différentes matières premières plante, selon leur degré de solubilité dans le solvant approprié. Cette méthode d'extraction menée à température ambiante, permet d'extraire le maximum des composants bioactifs et de prévenir leur dénaturation ou modification probable, dont la température élevée provoque l'inactivation des composés phénoliques (Hagerman et *al.*, 2000)

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les essais phytochimiques réalisés sur les deux extraits (E A et EM) ont révélé la présence chez *Spinacia oleraceae* des composés secondaires suivants :

Les polyphénols, les mucilages, et les saponosides étaient présent dans les deux extraits. Nous avons aussi enregistré une présence importante des flavonoïde et les stérosides cardiotaoniques dans l'extrait aqueux seulement. Concernant les tanins totaux, tanins galliques et tanins catéchiques ils été présent seulement dans l'extrait méthanolique . Nous avons noté aussi l'absence de d'alcaloïdes, les anthocyanes, les irridoides et les stérosides dans les deux extraits aqueux et méthanolique. Nos résultats sont semblable a ceux obtenue par V. Leela Shivaranjani ; *al.*, 2014 qui ont enregistré la présence des polyphénols, des mucilages, des saponosides et des flavonoïdes dans les deux extraits. Ils ont aussi enregistré une présence des tanins totaux, tanins galliques et tanins catéchiques dans l'extrait méthanolique seulement. Par ailleurs, ils ont marqué l'absence des stéroïdes dans les deux extraits.

Les résultats des tests du Sreening de des deux extraits méthanolique et aqueux des bulbes sèches d'*Allium sativum* indiquent la présence de polyphénols et glucosides dans les deux extrais ainsi que la présence des anthocyanes, mucilage et saponosides juste dans l'extrait aqueux et l'absence des tanins totaux, tanins galliques, tanins catéchiques, les flavonoïdes, les irridoides ; les alcaloïdes et les sterosides dans les deux extraits.

Les résultats obtenues dans leurs majorité sont compatible avec celles obtenu par Akhila B. R *et al.*, 2020 qui ont noté la présence des alcaloïdes, des flavonoïdes dans les deux extraits, ils sont indiquent aussi la présence des phénols, des tanins et des glucosides dans l'extrait aqueux et absence stérosides dans les deux extraits. Par ailleurs, des travaux réalisés par Garba, I (2013) ont montré la présence des saponosides et tanins dans les deux extraits. Les glucosides et les flavonoïdes sont présents seulement dans l'extrait aqueux, alors qu'ils ont noté une présence des alcaloïdes dans l'extrait méthanolique et l'absence des stérosides.

Les différences observées entre les extraits dans les deux travaux de recherche pourraient être attribuées à des différences dans leur composition génétique et aux conditions de culture ainsi que le solvant d'extraction qui ont une forte influence sur les niveaux de composés (Soto *et al.*, 2016).

***Phoenix dactylifera* :**

Les résultats des tests du screening de l'extrait méthanolique et aqueux de la datte seché indiquent la présence de polyphénols , anthocyanes, flavonoïdes, mucilages, saponosides et

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Leuco-Anthocyanes dans les deux extraits, la présence aussi des tanins totaux, tanins galliques dans l'extrait méthanolique et l'absence des tanins catéchiques, des irridoides ; des alcaloides et sterosides dans les deux extraits.

Les résultats obtenues sont peu compatibles avec celles de M. Farid *et al.*, 2020 qui ont marqué la présence des alcaloides, flavonoides, tanins ;saponosides et les phénols dans les deux extraits et l'absence des stéroides. Par contre, ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés par Jaganathan *et al.* (2018), qui ont étudié l'analyse phytochimique de l'extrait méthanolique des graines de dattes a révélé la présence des alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes, les protéines, les acides aminés, les terpénoïdes et les phénols , alors que les glycosides cardiaques, les saponines, les anthraquinones et les stéroïdes étaient absents (M. Farid *et al.*,2020)

Juglans regia :

Les résultats ont démontrés que l'extrait aqueux des feuilles séchées du Noyer indiquent la présence de polyphénols , acide cardiotanique, mucilages, saponosides et Leuco-Anthocyanes et l'absence des alcaloides, flavonoides, tanins catéchique et anthocyanes.

Ishfaq khan *et al.* ,2018 ont marqué la présence des flavonoides, phenols et les glycosides cardiaques l'absence des alcaloides et les stéroides dans l'extrait méthanolique du Noyer.

Oxalis pes-caprea :

Nous avons observé que l'extrait méthanolique et aqueux des feuilles séchées d'oxalis indiquent la présence de polyphénols, tanins totaux et tanins galliques, par contre nous avons constaté la présence des flavonoides et irridoides que dans l'extrait méthanolique et les saponosides que dans l'extrait aqueux seulement. Nous avons aussi noté l'absence des tanins catéchiques, anthocyanes, glucosides, stéroides, alcaloides et leuco-Anthocyanes dans les deux extraits.

Nos résultats sont comparables a celles obtenue par Syeda Naila *et al.* , 2020 qui ont noté la présence des phenols, flavonpides, tanins et saponosides ;et l'absence des alcaloides dans l'extrait méthanolique.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-2 Extraction des polyphénols :

Afin de caractériser les extraits préparés, un dosage des polyphénols totaux a été effectué. Les concentrations des polyphénols totaux obtenues sont présentées dans le tableau ci-dessous.

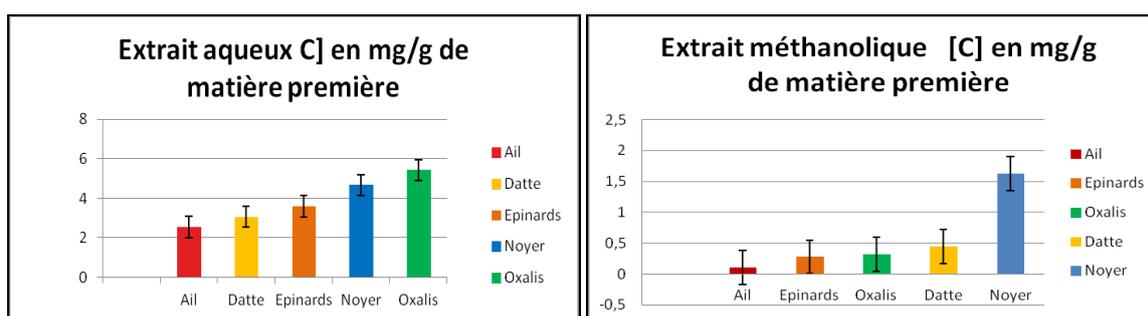
Tableau 03 : Résultats obtenus d'extraction de polyphénols effectué sur les poudres végétales

Plante	Extrait méthanolique [C] en mg/g de matière sèche	Extrait aqueux [C] en mg/g de matière sèche
Datte	0,445 ± 0,015	3,067 ± 0,122
Oxalis	0,323 ± 0,011	5,433 ± 0,095
Epinards	0,277 ± 0,016	3,596 ± 0,190
Ail	0,102 ± 0,004	2,542 ± 0,027
Noyer	1,630 ± 0,001	4,683 ± 0,041

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits sont déterminées en se référant à une courbe d'étalonnages (Annexe 03) réalisés avec l'acide gallique.

Au vu des résultats obtenus, rapportés par gramme de matière première utilisée pour l'extraction, on remarque que l'extraction aqueuse est beaucoup plus riche en polyphénols totaux que l'extraction avec le méthanol, et ceci pour tous les échantillons.

Pour les extraits méthanolique les plantes les plus riches étaient par ordre décroissant : le noyer, la datte, l'oxalis, l'épinard et enfin l'ail. Concernant, l'extrait aqueux l'ordre est le suivant : l'oxalis, le noyer, l'épinard, la datte puis l'ail.



Graphes 1 et 2 : Rendement d'extraction des polyphénoles dans les cinq plantes en mg/g de MS dans les deux extraits (Aq et Met)

Les graphes 01 et 02 présentes la concentration des polyphénols totaux (mg) pour un gramme de la matière sèche des cinq plantes étudiées. Les résultats montrent une différence

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

significative entre les cinq variétés ; En effet *l'Oxalis pes-caprae* présente la teneur la plus élevée avec une valeur de $5,433 \pm 0,095$ mg /g MS.

Les résultats exprimés ci-dessus révèlent que l'extrait aqueux est plus riche en polyphénols que l'extrait méthanolique. Cela peut être expliqué par la présence d'un grand nombre de molécules solubles dans l'eau est non solubles dans l'alcool. En fait la solubilité des polyphénols est gouvernée par le type de solvant utilisé, et leur degré de polymérisation. En effet, on constat que le meilleur solvant d'extraction des polyphénols pour la présente étude est l'eau distillée. (Hammouche Karima, Touati Assia, 2018)

L'étude réalisée par Mahmoudi Souhila et ses collaborateurs en 2013 sur la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus L.*), a montré un rendement de polyphénols de 16,75% pour l'extrait aqueux suivi par un rendement de 14% pour l'extrait méthanolique.

D'autres résultats obtenus par Lahmer Nadjat et Messai Soumia (2017) qui ont montré que l'extrait aqueux des *Zizyphus lotus L.* contiens une teneur plus élevée ($39,966\text{mg EAG/g} \pm 2,555$) en polyphénols, que l'extrait méthanolique ($26,989\text{mg EAG/g} \pm 1,573$).

Les teneurs rapportées par Nabila Bougandoura et Nassima bendimarad (2012) ont montré que *Satureja calamintha ssp. Nepta L.* contient $12,6 \pm 0,775\text{mg/gMS}$ de polyphénols totaux dans l'extrait aqueux, beaucoup plus élevée que celle de l'extrait méthanolique alors que sont extrait méthanolique ne contenait que $2,968 \pm 0,809\text{mg}$ de polyphénols en mg EAG/ g d'extrait.

III-3 Etude de la toxicité des deux extraits polyphenol (EA et EM) sur les larves de *Galleria mellonella*

3-1 Taux de mortalité après 7 jours de traitement :

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des extraits de plantes datte, noyer, ail, oxalis et épinard sur la mortalité des larves de *Galleria mellonella* ; papillon parasite des ruches des abeilles.

L'analyse statistique nous permet de dire d'une manière générale que l'effet sur le cumul de mortalité des larves après 7 jours peut être attribué dans une très large mesure aux extraits de plant ($F < 0.001$) d'une part et aux types de solvants (aqueux, methanolique) ($F < 0.001$) et à leur effet combinés ($F < 0.001$) d'autre part. (voir tableau n°4). La moyenne générale de la mortalité dans tous les traitements a été de 3.139.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 04 : Anova de l'effet des extraits de plantes et du type de solvants sur la mortalité des larves de *Galleria mellonella* après 7 jours de traitement

Source de variation	d.f	s.s	m.s	v.r	F pr
Extrait de plante	5	50.1389	10.0278	24.07	<.001
Solvants	1	12.2500	12.2500	29.40	<.001
Extrait de plante*solvant	5	12.2500	2.5167	6.04	<.001

➤ **Analyse de la mortalité sous les effets des deux extraits (Aq et Met) après 7 jours d'observation :**

L'effet des deux extraits sur la mortalité a été hautement significatif ($F < 0.001$). Les extraits de plantes dans le méthanol ont démontré une plus grande capacité de provoquer la mortalité des larves avec une moyenne générale de 3,611 alors qu'elle s'élève à une moyenne de 2.667 dans l'extrait aqueux.

➤ **Effet des extraits de plantes sur la mortalité après 7 jours d'observation**

La datte a provoqué le plus de mortalité avec une moyenne générale de 4,667 suivie de l'oxalis avec 4,500 ; du noyer avec 3,667, de l'ail avec 3,333 et de l'épinard avec 2,667. Par contre aucune mortalité n'a été enregistrée dans le traitement témoin,

Nous avons constaté que l'extrait méthanolique et aqueux de la datte avait le plus d'effet sur la mortalité des larves avec respectivement une moyenne de 5.000 et 4.333 (**Tableau 05**)

Tableau 05 : L'effet des différents extraits polyphenol (EA et EM) sur la mortalité des larves de la fausse Teigne

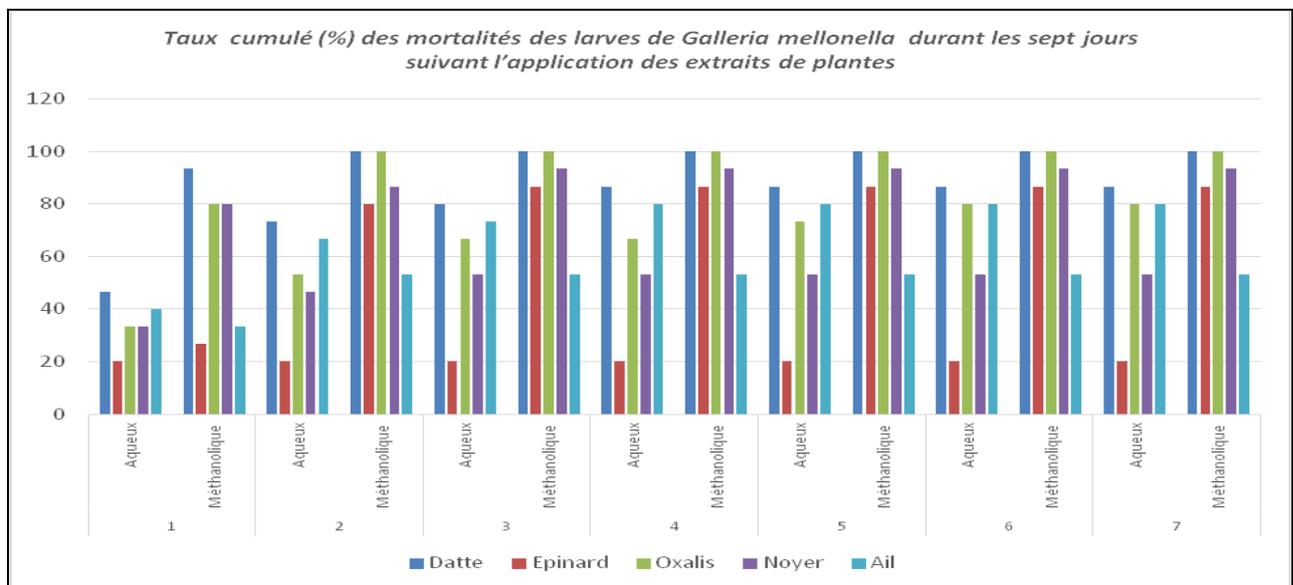
Poudre	Extrait Methanolique	Extrait Aqueux
Datte	5.000	4.333
Noyer	4.667	2.667
Oxalis	5.000	4.000
Ail	2.667	4.000
Epinard	4.333	1.000

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Bien que l'analyse Anova a démontré que les mortalités des larves sont attribuées à l'effet des extraits de plantes ($F < 0,001$), la comparaison des moyennes avec le test de Tukey nous donne plus de détail sur l'effet de chaque extrait (Annexe 04), ainsi il s'avère que l'effet de la datte se distingue significativement de celui de l'épinard, de l'ail du noyer mais pas de l'oxalis. En Moyenne on peut considérer que les différences entre l'épinard et l'ail ne sont pas significatives de même que les différences entre l'ail et le noyer. La moyenne des différences entre l'oxalis-dattes et le noyer reste significative (supérieure à la valeur minimale pour la signification $lsd = 0,6587$)

3-2 Analyse de la mortalité en fonction du temps

Les résultats sont montrés dans le graphe (03) suivant :



Graphe 03 : Taux cumulé (%) des mortalités des larves de *Galleria mellonella* durant les sept jours suivant l'application des extraits

d'après le graphe 03 du taux cumulé (%) des mortalités des larves de *Galleria mellonella* durant les sept jours suivant l'application des extraits de plantes, l'observation des mortalités a été effectuée journalièrement après l'administration des traitements, l'analyse de l'évolution du taux de mortalité durant les 7 jours d'observation indique déjà que l'effet des extraits sous le solvant methanolique et plus rapide que celui de l'extrait aqueux.

Concernant l'extrait methanolique, on peut constater que la plupart des mortalités surviennent entre le premier et le 3ème jour. Au delà du 3ème jour aucune mortalité n'a été

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

enregistrée. L'extrait méthanolique de datte a provoqué 93,33 % de mortalité durant le jour suivant le traitement et atteignant les 100% dans le deuxième jour.

La Datte a invraisemblablement été la première à avoir un effet de toxicité sur les larves de la fausse teigne et ce que pour les deux extraits polyphénols (Aqueux et méthanolique).

Conclusion

Conclusion et recommandations

Les plantes phytothérapeutique de la flore Algérienne restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés pesticides. Les bio pesticides sont des molécules biologique tel que les polyphénols qui sont les composés les plus intéressants et les plus étudiés de nos jours.

L'étude des activités biologiques in vitro des deux extraits méthanolique et aqueux de quelques plantes composées d'acide oxalique tel que d'*Oxalis pes-caprae*, *Juglansregia*, *Allium sativum*, *Spinaciaoleraceae* et *Phoenixdactylifera*, nous a permis d'avoir des résultats suivants :

Quantitativement, l'évaluation du contenu des phénols totaux en adoptant la méthode de Folin Ciocalteu révèle que nos deux extraits contiennent principalement des polyphénols à des concentrations dominantes, Il ressort de ces analyses que l'extrait aqueux est le plus riche en polyphénols que l'extrait methanolique.

Pour tester la bio activité de ces deux extraits, un teste préliminaires a été effectué au niveau du Laboratoire de Recherche de l'INRAA, dans le but est d'évalué l'activité insecticide de l'extraits aqueux et methanolique de 05 poudres végétales composées d'acide oxalique à l'égard de la mortalité sur des larves de la fausse teigne des ruches (*Galleria mellonella*) parasite de l'abeille domestique.

En effet, le test de caractérisation phytochimique effectué sur toutes les poudres, nous a révélé que les extraits des différentes poudres étudiées dans les deux solvants étaient riche en composées secondaires tels que les tanins totaux, catéchiqes, anthocyane et glucoside.....etc.

Les résultats de l'effet insecticide de nos deux extraits sur une période de 7 jours de traitement a été hautement significatif ($F < 0.001$). Les extraits de plantes dans le méthanol ont démontré une plus grande capacité de provoquer la mortalité des larves avec une moyenne générale de 3,611 alors qu'elle s'élève à une moyenne de 2.667 dans l'extrait aqueux.

La moyenne de mortalité des larves tout extrait confondu (extrait méthanolique et aqueux) de la datte avait le plus d'effet sur la mortalité des larves avec respectivement une moyenne de 5.000 et 4.333.

L'extrait methanolique de datte a provoqué 93,33 % de mortalité durant le jour suivant le traitement et atteignant les 100% dans le deuxième jour.

Conclusion et recommandations

Globalement, les plantes sélectionnées dans ce travail contiennent probablement des molécules très intéressantes qui peuvent être considérées comme des agents insecticides et peuvent être employées pour des applications bios insecticides contre les larves des ravageurs des ruches telles que *Galleria mellonella*, avec une attention particulière pour les extraits de datte, de noyer et de l'oxalis.

En fin, l'ensemble de ces résultats obtenus in-vitro ne constitue qu'une petite partie de la recherche des substances et sources naturelles biologiquement actives, nous envisageons comme perspective d'utiliser des méthodes modernes pour l'extraction des principes actifs, et de valoriser leur présence par des techniques précises comme la CPG-SM, la RMN et l'HPLC.

Bibliographie

Références bibliographiques

- 1- **A.N. Panche et al.** ; (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science* ;5: 1-15
- 2-**Akio Morita**; (2004). Effect of ammonium application on the oxalate content of tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*; 50: 763-769.
- 3-**A Nanetti** ;(2003). Oxalic acid treatments for varroa control . *Apiacta* ; 38 :81-87
- 4- **A.Ojeil** ; (2010). Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du Raisin Chateau KSARA . *Lebanese Science Journal* ;11:117-131.
- 5- **Atanu Kumar Das**,(2020). Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*;135 : 58-70.
- 6- **Bj Divya** ;(2017). The role of *allium sativum* (garlic) in various diseases and its health benefits:a comprehensive review. *International Journal of Advanced Research*; 5 : 592-602
- 7- **Boulekbache Makhoul L** ;(2013).Total phenolic content,antioxidant and antibacterial activities of fruits of *Eucalyptus globulus* cultivated in Algeria. *Industrial Crops and Products* ;; 41:85– 89
- 8- **Bruneton J** ; (1993). *Pharmacognosie, phytochimie, Plantes medicinales* . Tec et Doc. ; (2e edition), 915.
- 9- **Brun N., Jay M., et Merghem R** ; (1992). A proposition for the study of phenolic and of legumes, In: *Proceeding of 1st European Conference on Grain Legumes*, Anger, France. 393-394.
- 10- **Christina J. Prychid**. Calcium Oxalate Crystals in Monocotyledons: A Review of their Structure and Systematics. *Annals of Botany*; 84: 725-739
- 11- **Dethier, B** ;(2010).Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Mémoire de master : bioingenieuren chimie. Liège : Université de liège, 238p
- 12- **Ellis** . (2013).Standard methods for wax moth research. *Journal of Apicultural Research* ; Volume 52 : 1-17
- 13- **Eulazio M**; (1984) Structural and chemical characterization of a homogeneous peptide N-glycosidase from almond .*Biochemistry* ; 23 (5): 815-822
- 14- **Eva Rademacher, Marika Harz**;(2006) . Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies - a review. *Apidologie*. Springer Verlag; 37 (1) : 98-120

Références bibliographiques

- 15- F. A. Martz;** (1990) Determination of Oxalate in Forage by Reverse-Phase High Pressure Liquid Chromatography. *J Dairy Sci* ; vol 73: 474-479
- 16- Ferda Eser;**(2015). Effect of acid pretreatment on the dyeing performance of walnut (*Juglans regia*) Leaves on Wool Fibers. *Fibers and Polymers* ; Vol16 : 1657-1662
- 17-Fernandez N. et Coineau Y;**(2007). *Maladie, parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère*.Ed. Atlantica, Biarritz, 1 vol, Paris. 498 p.
- 18- Fuhrman ;**(1995). Consumption of redwine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation. *Am.J.Clin. Nutr* ; 61 : 549-554
- 19- Gaber El-Saber Batiha;** (2020). Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum L.*): A Review. *Nutrients*; 12: 1-21
- 20- G Adam;** (2012). *Pathologie apicole*. Ecole d'apiculture des ruchers du sud-luxembourg, 1-24p
- 21- Gaikwad Priyanka Subhash;** (2010). *Spinacia oleracea Linn: A Pharmacognostic and Pharmacological overview*. *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*; Volume 1: 78-84
- 22- Gallet. C. Allelopathic;** (1994). Potential in bilberry-spruce forests: Influence of phenolic compounds on spruce seedlings. *J. Chem. Ecol.* ; 20:1009–1024.
- 23- Garba ;** (2006) .Phytochemical and antibacterial properties of garlic extracts. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*; 6(2): 45 – 48
- 24- Garcia-Salas P ;**(2010) .Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*;15: 8813-8826.
- 25- Ghazi F Sahraoui S ;** (2005). Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de datte communes Tantboucht et Hamraia. *Mémoire d'ingénieur en agronomie*.El Harrach ;45p
- 26- Gresele ;**(2011). Effets du resvératrol et d'autres polyphénols du vin sur la fonction vasculaire : une mise à jour. *The Journal of Nutritional Biochemistry.* ; Volume 22 : Pages 201-211
- 27- Hammouche Karima. Touati Assia. Sebaihi S ;** (2018). Screening phytochimique et étude de l'effet antioxydant des extraits phénoliques de la plante *Rhamnus alaternus L.* (Rhamnaceae) (Université de Bejaia)

Références bibliographiques

- 28- Jorjão Al ;** (2017). From moths to caterpillars: Ideal conditions for *Galleria mellonella* rearing for in vivo microbiological studies. *Virulence*; 9: 383-389
- 29- Jovanovic S.V;**(1998). Antioxidant properties of flavonoids. *AHDIEQ Journal* 7: 137-161
- 30-Jutiviboonsuk ;**(2005). Bioactive constituents from roots of *Bursera tonkinensis*. *Phytochemistry.* ; 66: 2745–2751
- 31- K. Chira ;** (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie* ; 6 : 75–82
- 32- Kwadha ;** (2017). The Biology and Control of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. *Insects*; 8:1-17
- 33- Lahmer Nadjat , Messai Soumia ;** (2017). Etude phytochimique et biologique des extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines *du Zizyphus lotus L.* Université de Constantine.
- 34- Lambinon J., Delvosalle L., Duvigneaud J. ;**(2004). Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). 5 éd. Meise, Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique,
- 35- Lee yu.;** (2010). Glyoxylate rather than ascorbate is an efficient precursor for oxalate biosynthesis in rice. *journal of experimental botany*; 61 : 1625-1634
- 36- Longaga A ;** (1994). Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhoea in Lomola area. Democratic Republic of Congo (RDC). *J. Ethnopharmacol.* (); 71: 411-423.
- 37- L. P. Ruiz , A. Mansfield;** (1994). A postulated role for calcium oxalate in the regulation of calcium ions in the vicinity of stomatal guard cells. *New Phytologist*; Volume127: Pages 473-481
- 38- L Tona;** (1998). Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology.*; Vol 61.
- 39- MacRae W D .G H Towers;**(1984) . *Justicia pectoralis*: a study of the basis for its use as a hallucinogenic snuff ingredient. *J Ethnopharmacol.* (1): 93-111.

Références bibliographiques

- 40- M.Farid ;** (2020). Phytochemical Content and in Vitro Antioxidant, Antibacterial and Antitumor Activities of Phoenix Dactylifera Fruit Extract. Eurasian Journal of Analytical Chemistry; 15: 21-30
- 41- Mahmoudi Souhilaa ;** (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus L.*). Nature & Technologie . B-Sciences Agronomiques et Biologiques; 9: 35-40
- 42- Mahmut Çaliskan;** (2000); The metabolism of oxalic acid.Turk J Zool 24:103-106
- 43- Mikaili ;**(2013).Therapeutic Uses and Pharmacological Properties of Garlic, Shallot, and Their Biologically Active Compounds. Iran J Basic Med Sci; Vol 16: 1031-1048.
- 44- Manach C ;** (2004).Polyphenols: food sources and bioavailability. Am J Clin Nutr ;79: 727-74
- 45- Mansuri M Tosif ;**(2021). A Comprehensive Review on Plant-Derived Mucilage: Characterization, Functional Properties, Applications, and Its Utilization for Nanocarrier Fabrication. Polymers ; 13 :1-25
- 46- M. M. Rahman;** (2012). A review of oxalate poisoning in domestic animals: tolerance and performance aspects. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition: 605-614
- 47-Nabila Bougandoura. Nassima Bendimerad ;**(2012). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp.nepeta L.*Briq.Nature and technologie ; V09 :14-19.
- 48- Nahed El-Najjar ;**(2011). The chemical and biological activities of quinone :overview and implication in analytical detection. Phytochemistry Reviews ;10 (3) : 353-370
- 49-Naila, S., M ;** (2020) . Pharmacognostic evaluation of *Oxalis pes-caprae L.* (Family *oxalidaceae*). *Sarhad Journal of Agriculture*; 36(1): 70-80.
- 50-Nakata. P.A. ;**(2012).Plant calcium oxalate crystal formation, function, and its impact on human health. Front. Biol. ; 7: 254-266
- 51-Nowitz T. and Bottet J. ;**(2000). Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins. EditionLarousse.
- 52- Pietro puccio.;** (2018). *Oxalis pes-caprae*.Monaco Nature Encyclopedia.
- 53- Peirce JR.;** (1997). The biology of Australian weeds: *Oxalis pes-caprae L.* Plant Protection Quarterly ; 12: 110-119.

Références bibliographiques

- 54- Rajendra Prasad.Yashbir Singh Shivay;** (2017).Oxalic acid/oxalates in plants: from self-defence to phytoremediation.Current science.;vol 112: 1665-1667.
- 55-Ramarao .** The Insect Galleria mellonella as a Powerful Infection Model to Investigate Bacterial Pathogenesis. *Journal of Visualized Experiments*;70: 1–7
- 56-Raymond V. ;** (2011) .Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry* ; 72: 1551–1565
- 57-Riemenschneider, Wilhelm, et Minoru Tanifuji, ;** (2011). "Oxalic acid." In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Volume 25*, 529-541. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag & Co.
- 58-Revilla ;** (2001). Intérêt de l'analyse chromatographique liquide à haute performance des anthocyanes dans la différenciation des cépages rouges et des vins rouges qui en sont issus. *Journal of Chromatography A .; Volume 915 : pages 53-60*
- 59-Saleem Wani ;** (2016). Evaluation of phytoconstituents ,and antimicrobial and antioxidant activity of *Juglans regia* from Kachmir region. *International Journal of Latest Research in Science and Technology* 2016; Volume 5: 90-97
- 60-Silva O.;** (2000).Application of high performance liquid chromatography coupled with ultraviolet spectroscopy and Electrospray Mass Spectrometry to the characterization of Ellagitannins from *Terminalia macroptera* roots. *Pharmaceutical Research* 2000; 17
- 61-Spichiger R.E., Savolainen V., Figeat M., Jeanmonod D ;**(2004). Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses polytechniques et universitaires romandes, 3ème Ed., Lausanne.
- 62-Sophie Lafay.Angel Gil-Izquierdo ;**(2008). Bioavailability of phenolic acids. *Phytochemistry Reviews* ; (7):301-311
- 63-Stamp N;(2003).**Out of the quagmire of plant defense hypotheses. *Quarterly Review of Biology*; 78: 23–55
- 64-Tan M. C ;** (2013) . Effects of extraction solvent system, time and temperature on total phenolic content of henna (*Lawsonia inermis*) stems. *International Food Research Journal*; 20(6): 3117-3123.
- 65- USDA ;** (2018). USDA national nutrient database for standard reference. U.S. Department of agriculture.

Références bibliographiques

- 66- Wojda I ;(2020).**The greater wax moth *Galleria mellonella*: biology and use in immune studies. *Pathogens and Disease* 78:1-15
- 67-Wollgast J. and Anklam E.;** (2000).Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*; 33:423–447
- 68- Zhang J ;** (2010). Bioactive condensed tannins from bark:chemical properties, enzyme inhibition and anti-plant-viral activities. *J pesticide Sci* ; 15 : 585-91.

ANNEXE

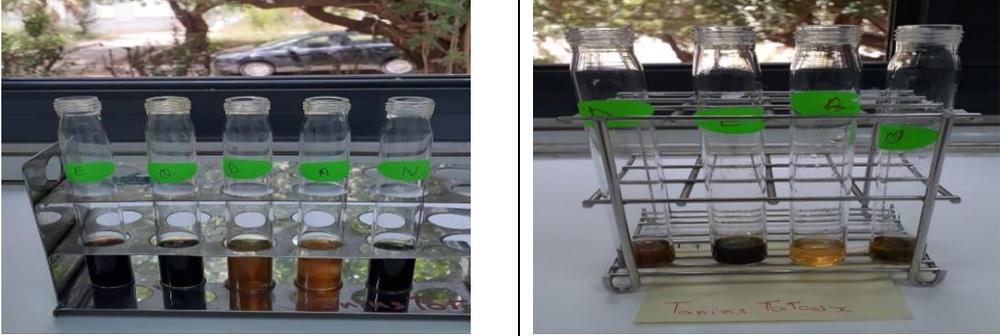
Annexe 01 : Matériel non biologique

Appareillages et équipements	Broyeur électrique Agitateur Etuve Plaque chauffante Spectrophotomètre Balance analytique Rota-vapeur Bec-benzène Réfrigérateur Bain-marie Congélateur
Verreries et accessoires	Bécher Eprouvette Tubes à essai Papier aluminium Papier filtre Entonnoirs Gant Boîtes de pétri Erlenmeyers Spatule Flacons Pinces Pipettes pasteur Pipette gradué Micropipette Disque de papier wattmen
Réactifs	Chloroforme Méthanol

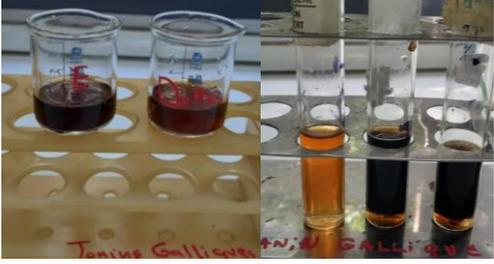
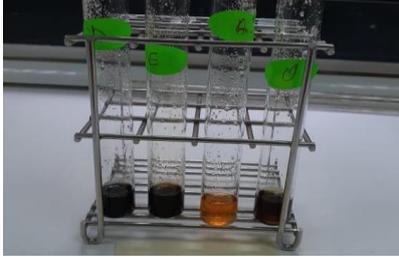
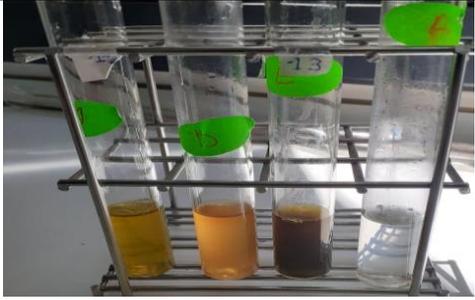
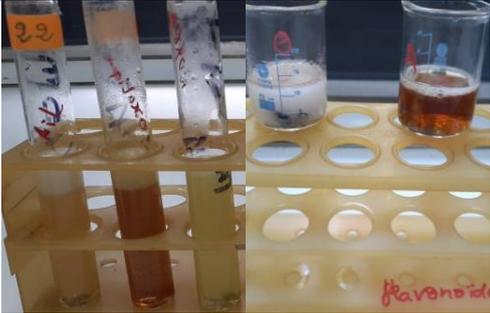
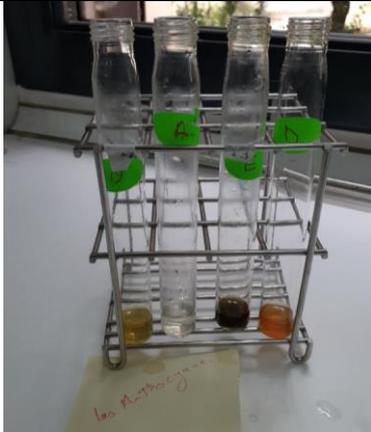
ANNEXE

	Eau distillé FeCl3 a 5% Formol a 40% Acétate de plomb Ether de pétrole Acide chlorhydrique Zinc iode alcool isoamylique éthanol absolu Acide sulfurique
--	---

Annexe 02 : Tableau de screening phytochimique de 5 poudres de plantes différentes

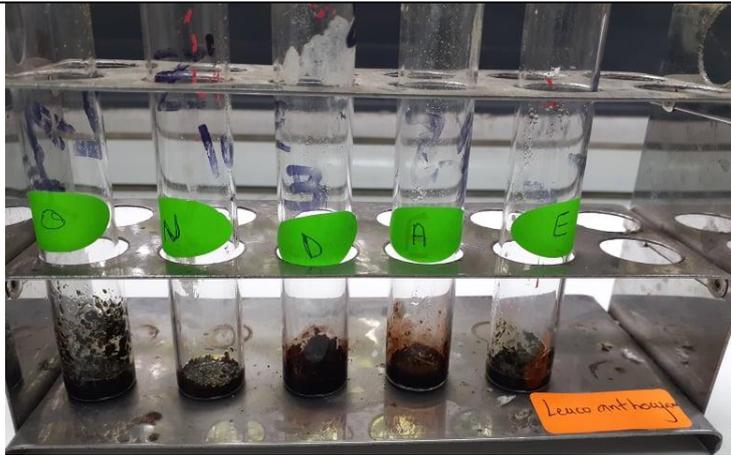
Test	Résultats
Tanins totaux	 <p>EA</p> <p>EM</p>

ANNEXE

Tanins galliques	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>
Tanins catéchiques	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>
Les flavonoides	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>
Les anthocyanes	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>

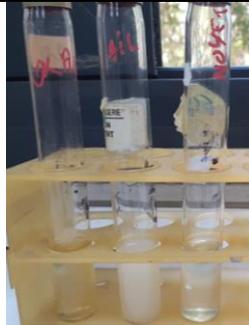
ANNEXE

Les leuco-
anthocyanes

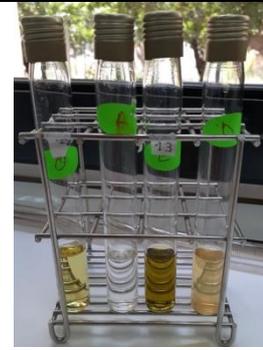


POUDRE

Les mucilages

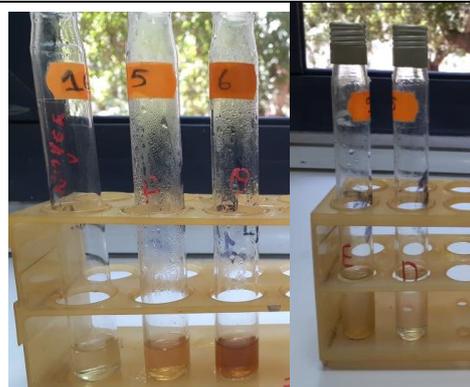


EA



EM

Les irridoides

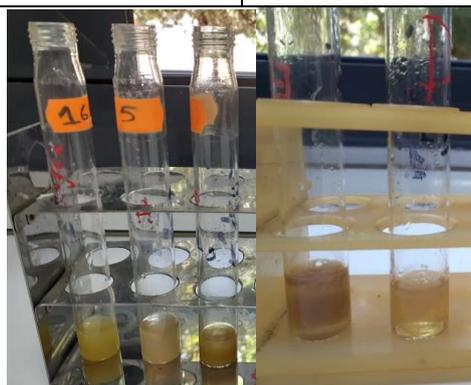


EA

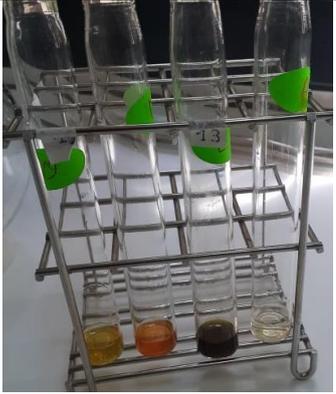
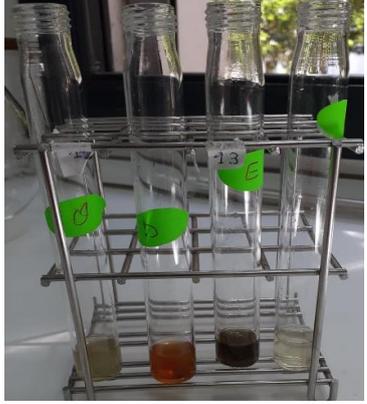


EM

Les saponosides



ANNEXE

	EA	
Les Stérosides	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>
Les hétérosides cardiotaniques	 <p>EA</p>	 <p>EM</p>
Amidon	 <p>POUDRE</p>	

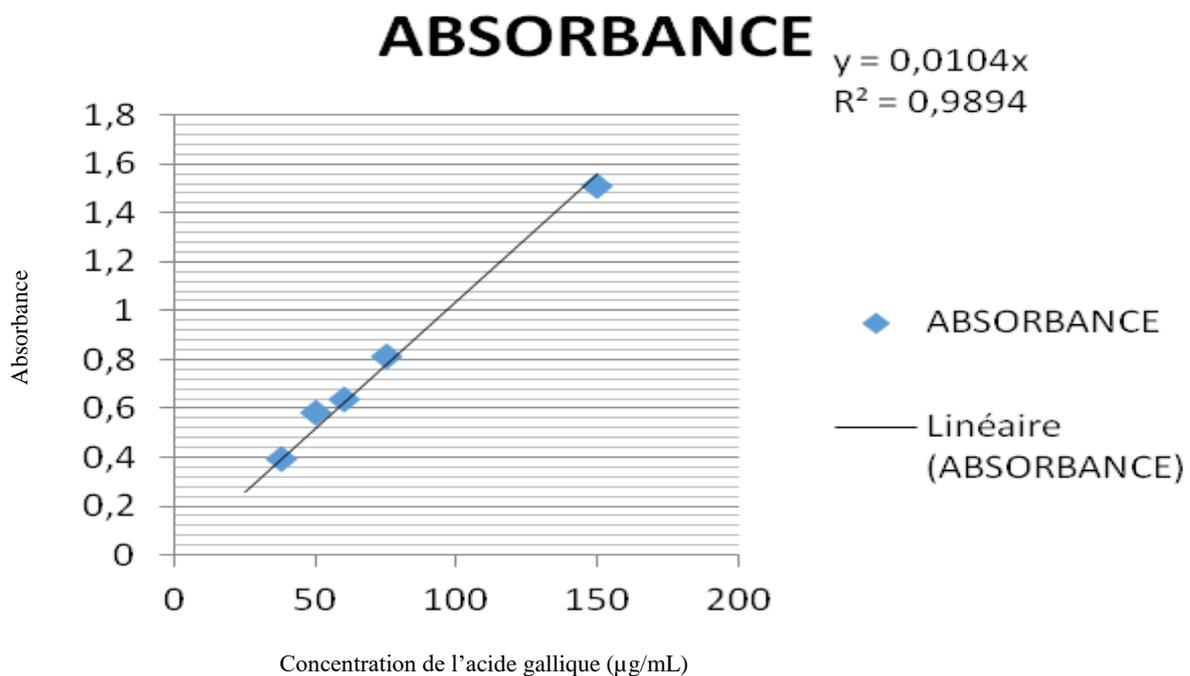
ANNEXE

Les alcaloides



POUDRE

ANNEXE 03 : La courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphenols



ANNEXE

Annexe 04 : Test Tukey pour la comparaison des moyennes

Extrait	Moyenne
Temoin	0.000 a
Epinard	2.667 b
Ail	3.333 bc
Noyer	3.667 cd
Oxalis	4.500 de
Datte	4.667 e

Annexe5 : Taux cumulé (%) des mortalités des larves *Galleria mellonella* durant les sept jours suivant l'application de deux extraits de plantes (Aq et Met)

	1		2		3		4		5		6		7	
	Aq	Met	Aq	Met	Aq	Met	Aq	Met	Aq	Met	Aq	Met	Aq	Met
Datte	46,66	93,33	73,33	100	80	100	86,66	100	86,66	100	86,66	100	86,66	100
Epinard	20	26,66	20	80	20	86,66	20	86,66	20	86,7	20	86,66	20	86,66
Oxalis	33,33	80	53,33	100	66,7	100	66,66	100	73,33	100	80	100	80	100
Noyer	33,33	80	46,66	86,66	53,3	93,33	53,33	93,33	53,33	93,3	53,33	93,33	53,33	93,33
Ail	40	33,33	66,66	53,33	73,3	53,33	80	53,33	80	53,3	80	53,33	80	53,33

Résumés

Résumés

L'utilisation à large échelle des pesticides a engendré l'apparition des ravageurs et des agents pathogènes multi-résistants, causant un grave problème phytologique. Les plantes phytothérapeutiques offrent à notre disposition des molécules actives permettant de lutter contre ce phénomène de résistance.

Le présent travail a pour objectif, la recherche de biomolécules dérivées de plantes composées d'acide oxalique et présentant une activité insecticides.

Après, l'isolement et l'identification de quelques composés phénoliques des cinq plantes étudiées à savoir l'*Oxalis pes-caprae* (Oxalis), l'*Juglans regia* (Noyer), l'*Allium sativum* (Ail), l'*Spinacia oleracea* (épinard) et le *Phoenix dactylifera* (palmier dattier) ; Les résultats montrent une différence significative entre les cinq variétés ; En effet l'*Oxalis pes-caprae* présente la teneur la plus élevée avec une valeur de $5,433 \pm 0,095$ mg /g MS.

Les résultats révèlent aussi que l'extrait aqueux est plus riche en polyphénols que l'extrait méthanolique. Cela peut être expliqué par la solubilité des polyphénols est gouvernée par le type de solvant utilisé, et leur degré de polymérisation.

L'étude de la bio activité de ces extraits sur les larves de *Galleria Mellonella*, L'analyse statistique nous permet de dire d'une manière générale que l'effet sur le cumul de mortalité des larves après 7 jours peut être attribué dans une très large mesure aux extraits de plant ($F < 0.001$) d'une part et aux types de solvants (aqueux, méthanolique) ($F < 0.001$) et à leur effet combinés ($F < 0.001$) et que l'extrait (Aq et Met) de la Datte a invraisemblablement été la première à avoir un effet de toxicité sur les larves de la fausse teigne 93,33 % de mortalité durant le jour suivant le traitement a atteint les 100% dans le deuxième jour.

Abstract :

The large-scale use of pesticides has led to the emergence of multi-resistant pests and pathogens, causing a serious phytological problem. Phytotherapeutic plants provide us with active molecules to fight against this phenomenon of resistance.

The present work aims to research biomolecules derived from plants composed of oxalic acid and exhibiting insecticidal activity.

After the isolation and identification of some phenolic compounds from the five plants: *Oxalis pes-caprae* (Oxalis), *Juglans regia* (Walnut), *Allium sativum* (Garlic), *Spinacia oleracea* (spinach), *Phoenix dactylifera* (date palm).

The study of the bio activity of these extracts on the larvae of *Galleria mellonella*, and the statistic analysis allow us to generally assume that the effect on the average of mortality of larvae after 7 days can be attributed on a very large measure to the extracts of the plant ($F < 0.001$) on one hand and on types of solvents (aqueous, methanolic) ($F < 0.001$) and their combined effect ($F < 0.001$) and that the extract (Aq and Met) that can be found in dates is unlikely to be the first to trigger an effect of toxicity on the larvae of the *Galleria Mellonella*. A rate of 93,33% of mortality was reported the day following the treatment, however, in the day after, the rate stroke 100%.

المخلص :

أدى استعمال المبيدات الحشرية الاصطناعية بصفة لا عقلانية إلى ظهور آفة خطيرة تتمثل في ظهور المقاومة ضد هذه الأولى. تعتبر النباتات الطبية بديلا للمبيدات الحشرية و الحل الأمثل للمشكل المطروح نظرا لاحتوائها على جزيئات كيميائية فعالة. يهدف هذا العمل إلى البحث عن الجزيئات الحيوية مشتقة من بعض النباتات المحتوية على حمض الأكساليك و التي تظهر فعالية ضد الحشرات.

قمنا أولا بعزل و تحديد بعض المركبات الفينولية من النباتات الخمسة : القريص « *Oxalis pes-caprae* » ، الجوز « *Juglans regia* » ، الثوم « *Allium sativum* » ، السبانخ « *Spinacia oleracea* » و التمر « *Phoenix dactylifera* » حيث أظهرت النتائج فروقات معتبرة بين الأنواع النباتية الخمسة و قد احتوى القريص على أعلى كمية تتراوح بين $5.433 \pm 0,095$ mg /g MS. كما أظهرت النتائج كذلك أن المستخلص المائي يحتوي على نسبة كبيرة من البوليفينولات مقارنة بالمستخلص الميثانولي. و قد يفسر ذلك بقابلية ذوبانها المتعلقة بنوع المذيب و درجة بلمرتها. ثم بعد ذلك أجرينا دراسة لمعرفة سمية مستخلصين كيميائيين المائي و الميثانولي و إجمالي مادة البوليفينول الموجودة في المستخلصين على يرقات *Galleria mellonella*. حيث بينت النتائج الإحصائية حول هذه من جهة أن التأثير على معدل موت اليرقات بعد 7 أيام كان واسعا جدا $F < 0.001$ و انواع المذيبات المائية و الميثانولية ($F < 0.001$) من جهة أخرى و تأثيرها المشترك كذلك $F < 0.001$. كما وجد كذلك أن المستخلص المائي و الميثانولي للتمر كان له أكبر تأثير حيث سجلت نسبة وفيات قدرت بـ 93.33% في اليوم الأول و وصلت إلى 100% في اليوم الثاني.