

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955-SKIKDA



Faculté des sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière: Biologie
Option: Ecotoxicologie Animale

Intitulé

Evaluation du pouvoir fongicide des saponines

Présenter par:

ABDENNOURI Ines
ALIOUCH E KARBOUA Roumaissa
ATTOUI Manel
BECHIRI Maissa

Membre de jury:

Président
Encadreur
Examineur

Dr S . boucetta
Dr L. Maachia
Dr E. labid

Université 20 Aout Skikda
Université 20 Aout Skikda
Université 20 Aout Skikda

Année universitaire 2021/2022

Remerciement

Tout d'abord, louange à « ALLAH » : le tout puissant, le très miséricordieux qui va donner la santé, la force, le courage et l'opportunité de mener ce travail à terme.

Premièrement, nous tiens à exprimer notre profonde gratitude au Mm Maachia pour avoir accepté de nous encadrer et de nous diriger, pour son soutien, ses encouragements ainsi que pour la confiance qu'il nous a accordée en réalisant ce travail, nous la remercions profondément pour sa compréhension, sa patience et sa politesse incomparables.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à ma chère maman et mon cher père

A mes chers et adorables frères et sœur et sa fille et son marie.

A tous ceux qui me j'aime

A tous ceux qui me sont cher

Un grand salut au Dr Maachia Leila A pour avoir supervisé ce travail.

Maissa

Dédicace

Avec un grand plaisir, un cœur ouvert et une joie immense, je dédie ce travail à mes chers parents qui m'ont soutenue le long de ma vie et durant cette année surtout pour accomplir ce présent travail...

A mes sœurs et mes frères.

A celui qui m'a encouragé même dans les moments difficiles ...

A toutes les personnes qui me sont chères.

Manel

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ma mère, la personne la plus chère à moi, celle qui s'est donnée tant de mal pour bien nous éduquer, qui s'est battue pour voir ses enfants réussir .QUE Dieu la protège

Merci maman je te dois tout

A mon cher père, ce héros, cet exemple, L'homme qui s'est sacrifié pour le bien-être de ses enfants, celui qui travail de jour comme de nuit pour que ses enfants ne manquent de rien, en expirant les voir réussir. Un grand merci cher papa.

A Mes très chers frères et. Sœur surtout mon petit frère

A ma famille sans exception.

A mes amies et collègues

Merci à tous...

ROUMAISSA

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère

A mes sœurs et mon frère, et à mes amies et collègues, et mon mari, qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.
Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

INES

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Chapitre I : synthèse bibliographique

1. Sapindus mukorossi.....2

1.1. Historique de la plante2

1.2. Constituants phytochimiques2

2 .Les saponines3

2.1. Les sources des saponines4

2.1.1. Distribution des saponines dans le règne végétal.....4

2.1.2. Distributions des saponines dans le règne animal5

2.2. Les Propriétés des saponines5

2.2.1. Les propriétés physicochimiques5

2.2.2. Propriétés biologiques6

3. Les biocides6

3.1. Activité antimicrobienne.....6

3.2. Les fongicides 7

3.3. Les larvicides7

4. Vers de terre.....8

4.1. Description morphologique9

4.1.1. La Taille9

4.1.2. La Coloration9

4.1.3. Les soies9

4.1.4. La tête9

4.2 .Rôle du vers de terre10

4.2.1. Les vers de terre aèrent le sol10

4.2.2. Les vers de terre apportent une meilleure irrigation	10
4.2.3. Les vers de terre recyclent et favorisent les racines	10
4.2.4. Les vers de terre, des alliés pour les végétaux	10
4.2.5. Les vers de terre nourrissent la terre	10

Chapitre II : matériel et méthode

1. Cadre d'étude	11
2. Matériels	11
2.1. Matériel de laboratoire	11
2.2. Matériel végétale.....	12
2.2.1. Sapindus mukorossi	12
2.2.1.1. Description botanique	12
2.2.1.2 Position systématique	13
2.2.2. Hibiscus rosa-sinensis.....	13
2.2.2.1. Description botanique	13
2.3. Matériel animal	15
3. Méthode	15
3.1. Date et lieu de récolte	15
3.2. Préparation de la poudre végétale	15
3.2.1. Le séchage	15
3.2.2. Le broyage.....	16
3.2.3. Préparation de l'extrait des saponines	16
3.2.3.1. Extraction par Macération	16
3.2.3.2. Extraction par Décoction	17
3.2.3.3. Extraction par dissolution	17
3.3. Isolement et identification de champignon phytopathogène	17
3.3.1. Mise en culture	18
3.3.2 .Observation microscopique	18
3.4. L'activité antifongique	18
3.5. Evaluation de toxicité	18
3.5.1. Capture des vers de terre	18
3.6. Tests de toxicité	18

Chapitre III : résultats et discussions

1 .Résultats	20
--------------------	----

1.1. Résultat de l'extraction	21
1.2. Résultats d'isolement et identification de champignon phytopathogène	21
1.3. Résultats de l'activité antifongique (Méthode des disques)	22
1.4. Résultats de capture des vers de terre	22
1.5. Résultat du test de toxicité des extraits sur les vers de terre	23
1.6. Résultat de l'observation microscopique du champignon résistant	24
2 Discussion	25
Conclusion	27
<i>Références bibliographique.....</i>	28

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales du jardin botanique de l'université du 20 Aout 1955 de Skikda. L'objectif principal de cette étude est l'évaluation de l'activité antifongique des saponines du péricarpe des fruits de l'arbre *Sapindus mukorossi*. Ces dernières extraites par macération, décoction et dissolution à froid ont été testés parallèlement sur le champignon phytopathogène et les vers de terre. Les résultats de l'activité antifongique des différents extraits contre *Alternaria sp.* champignon responsable de la maladie et les tests de toxicité contre les vers de terre ont été tous positifs. Les extraits de saponines peuvent être utilisés comme bio fongicide en modifiant sa formulation pour inhiber son activité larvicide.

Mots clés : Saponines, péricarpes des fruits, *Sapindus mukorossi*, activité biologique.

Abstract

This dissertation is part of the promotion of medicinal plants in the botanical garden of the University of August 20, 1955 of Skikda. The main objective of this study is the evaluation of the antifungal activity of saponins from the pericarp of the fruits of the tree *Sapindus mukorossi*. The latter extracted by maceration, decoction and cold dissolution were tested in parallel on the phytopathogenic fungus and earthworms. The results of the antifungal activity of the different extracts against *Alternaria* sp. Fungus responsible for the disease and the toxicity tests against earthworms were all positive. Saponin extracts can be used as a biofungicide by modifying its formulation to inhibit its larvicidal activity.

Key words: Saponins, fruit pericarps, *Sapindus mukorossi*, biological activity.

ملخص

هذه الرسالة جزء من الترويج للنباتات الطبية في الحديقة النباتية بجامعة 20 أغسطس 1955 بسكيكدة. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للفطريات من قشرة الصابونين لثمار شجرة **Sapindus mukorossi**. تم اختبار الأخير المستخلص عن طريق النقع ، المغلي والذوبان البارد بالتوازي على الفطريات الممرضة للنبات وديدان الأرض. كانت نتائج النشاط المضاد للفطريات للمستخلصات المختلفة ضد فطر **Alternaria sp** المسؤول عن المرض واختبارات السمية ضد ديدان الأرض إيجابية. يمكن استخدام مستخلصات الصابونيين كمبيد حيوي للفطريات عن طريق تعديل تركيبته لتنشيط نشاطه كمبيد لليرقات.

الكلمات المفتاحية: الصابونين ، قشور الفاكهة ، **Sapindus mukorossi** ، النشاط البيولوجي.

Liste des abréviations

GN : Gélose nutritif.

BN : Boillon nutritif.

EtOH : Ethanol

T ° : Température.

(V) : Volume.

Liste des figures

<i>N</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
01	Les propriétés physiques et chimiques des saponines de <i>Sapindus mukorossi</i>	5
02	L'arbre de <i>Sapindus mukorossi</i> (original)	13
03	L'arbre <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (original)	15
04	Les fruits de <i>Sapindus mukorossi</i> (original)	16
05	Les péricarpes des fruits (original)	16
06	Les feuilles infectées (original)	17
07	Protocol experimental	19
08	La poudre des péricarpes des fruits après broyage (original)	20
09	(A) : extrait hydro alcoolique et B) : extrait (aqueux)	20
10	Extraction par dissolution(a) et Extraction par décoction (b).	21
11	Observation microscopique de champignon phytopathogène.	21
12	Résultats de <i>alternerai</i> après méthode de disque	22
13	Prélèvement des vers de terre	22
14	Mort des vers de terre	23
15	Observation microscopique d' <i>Aspergillus</i> .	24

Liste des tableaux

<i>N</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
01	Les constituants phytochimiques des <i>Sapindus mukorossi Gaertn</i>	2
02	Les contenants en saponines de différentes espèces végétales	4
03	Classification de <i>Sapindus mukorossi Gaertn</i>	13

Introduction

Introduction

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antimicrobiens (considérés comme la solution quasi universelle aux Infections graves) décroît.

Face aux limites thérapeutiques de ces derniers et malgré d'importants progrès, le nombre d'antimicrobienne reste encore insuffisant. Leurs utilisations pendant une longue période de temps conduit à l'apparition de mutations génétiques chez les espèces fongiques, les rendant plus résistantes à l'action des antifongiques. A été portée sur l'utilisation de plantes médicinales comme alternatives dans le traitement des infections fongiques (**Al-Edani et al., 2020**).

La découverte et le développement de nouveaux agents thérapeutiques est un processus continu, même si nous disposons aujourd'hui d'un formidable éventail de médicaments modernes.

Classiquement, les plantes supérieures ont joué un rôle dominant dans l'introduction de nouveaux Agents thérapeutiques. Les médicaments à base de plantes sont plus populaires car ils s'attaquent Aux problèmes de santé, sont économiques, moins toxiques et ont des effets indésirables réduits et une efficacité de longue durée (**Manjulatha et al., 2012**).

Sapindus mukorossi Garent appartenant à la famille des Sapindacée, une plante médicinale, de choux leur fruit connus par sa richesse en saponines (10-11,5%), sucres (10%) et mucilages (**Upadhyay et Singh, 2012**). Les saponines présentent de puissantes propriétés antifongiques et antibactériennes.

Il a été rapporté que les saponines extraites du péricarpe du fruit de *Sapindus mukorossi* Avaient une propriété inhibitrice contre les bactéries (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*)(**Köse et Bayractor,2016**), contre les dermatophyte (*trichophyton rubum*) (**Wei et al.,2017**) et contre les phytopathogènes (*Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*) (**Badoni et al.2019**).

Dans ce contexte, l'objectif majeur de ce travail est de contribuer à l'évaluation de l'activité antifongique des extraits du péricarpe du fruit de *Sapindus mukorossi* sur les champignons trouvés dans les feuilles d'une plante *l'hibiscus rosa-sinensis* (*Alternaria sp*).

Cette étude vise également à évaluer la toxicité de ces extraits sur les vers de terre.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

1. *Sapindus mukorossi*

1.1. Historique de la plante :

Le *Sapindus* figure parmi les végétaux introduits, en Algérie, par la pépinière du gouvernement coloniale français, un des plus intéressants est une espèce du genre *Sapindus* importée en 1845. Cet arbre, qui provenait des collections du Muséum, s'est rapidement développé et, en 1859, des jeunes sujets étaient déjà mis en vente sous le nom de *Sapindus indicus*. En 1867, M. Hardy, dans une très intéressante note à la Société d'Acclimatation, appelle l'attention sur la fructification abondante des *Sapindus* élevés à la Pépinière du Gouvernement ou Jardin d'Essai. Ce *Sapindus* est d'origine japonaise. C'est le *Sapindus Mukorom* légèrement modifié, ce qui justifie sa dénomination de *Sapindus nilia* appliquée à la forme fertile susceptible d'être cultivée. Le fruit est formé par une coque charnue, luisante, devenant coriace, gommeuse, translucide par la dessiccation (**Trabut et Mares, 1906**).

1.2. Constituants phytochimiques :

Le tableau ci-dessous résume les principaux constituants :

Tableau 1 : Les constituants phytochimiques des *Sapindus mukorossi* Gaertn (**Anjali et al. 2018**)

	<i>Les Constituent chimique</i>	<i>La partie de la plante</i>
1	<i>Triglycérides</i> <i>La glycéride aci-palméto-arachidine</i> <i>La glycéride oléo-di-arachidine</i> <i>Di-olein</i>	<i>Graines</i>
2	<i>Lipides</i>	<i>Graines</i>
3	<i>Glycosides sesquiterpenoids</i>	<i>Fruits</i>
4	<i>Flavonoïdes</i>	<i>Feuilles</i>

	<i>Quercétines, Apigénines, Kaempféroles, rutines</i>	
5	<i>Saponines</i> <i>Triterpènes</i> <i>Oléananes (Sapindosides A&B)</i> <i>Dammaranes (Sapinmusaponines A-E)</i> <i>Triculananes (Sapinmusaponines F- K)</i>	<i>Galles, Fruits & racines</i> <i>Fruits</i> <i>Galles</i> <i>Galles et racines</i>

- Permet les constituants photochimiques présent dans l'arbre de *Sapindus mukorossi* les saponines sont les métabolites qui intéressent.

2. Les saponines

Les saponines sont des glycosides tensioactifs naturelles, généralement produit par des végétaux (**Thakur et al., 2011**) ; mais aussi elles peuvent être produite par certaines sources marines comme les étoiles de mer et concombres de mer. La définition classique des saponines est basée sur leurs activités de surface (**Hostettmann et Marston., 1995**). Ils sont généralement identifiés par leurs goûts amers, irritation de gorge, formation de mousse en solution aqueuse, toxicité pour les poissons et capacité à lyser les érythrocytes. Traditionnellement ils ont été utilisés comme détergents, pesticides et molluscicides en plus des applications industrielles comme agents moussants et tensioactifs (**Kharkwal et al., 2012**).

Les saponines peuvent être considérées comme une partie de système de défense des plantes (**Desai et al., 2009**), et en tant que tels ont été inclus dans un grand groupe des molécules protectives trouvées dans les plantes nommés "phytoanticipines" ou "phytoprotectants" (**Francis et al., 2002**).

Ces molécules bioactives ont été exploitées avec succès dans un certain nombre d'applications commerciales, dans l'alimentation (additifs alimentaires), le cosmétique (agents émulsifiants), le secteur d'agriculture et pharmaceutique (production des hormones) (**Guclu-Ustundag et Mazza, 2007**).

2.1. Les sources des saponines :

2.1.1. Distribution des saponines dans le règne végétal :

Les plantes et les algues sont les sources majeures des saponines (Venkatesan *et al.*, 2019) dont leur présence a été rapporté chez plus de 100 familles des plantes (Guclu-Ustundag et Mazza.,2007) ; Kharkwal *et al.*,2012), à la fois sauvages et cultivées (Roopashree et Naik.,2019 ; Kharkwal *et al.*,2012).

Leur présence étant généralement identifiée chez les monocotylédones et les dicotylédones. Quelque exemple de présence des saponines et leurs contenants dans différentes espèces végétales sont illustrés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les contenants en saponines des différents espèces végétales (Nguyen *et al.*, 2020).

<i>Source végétale</i>	<i>Contenant en saponines (g/kg)</i>
<i>Pois chiches (Cicer arietinum L.)</i>	<i>2.3</i>
<i>Racines d'asperge (Asparagus officinals)</i>	<i>15</i>
<i>Arachide (Arrachis hypogyea)</i>	<i>16</i>
<i>Pois verts (Pisum sativum)</i>	<i>1.8</i>
<i>Aubergine (Solanum melongena)</i>	<i>58</i>
<i>Haricot (Phaseolus vulgaris)</i>	<i>4.1</i>
<i>Haricots rouges (Phaseolus vulgaris)</i>	<i>3.5</i>
<i>Morelle de barbie (Solanum torvum sw)</i>	<i>8.6</i>
<i>Lentilles (Lens culinaris Medik.)</i>	<i>1.1</i>
<i>Epinard (Spinacea oleracea)</i>	<i>15</i>
<i>Avoine (Avena sativa)</i>	<i>1.3</i>
<i>Haricot mungo (Vigna radiata L.)</i>	<i>0.5</i>
<i>Haricot d'Espagne (Phaseolus coccineus L.)</i>	<i>2.4</i>
<i>Betterave à sucre (Beta vulgaris)</i>	<i>58</i>

<i>Soja (Glycine max L.)</i>	6.5
<i>Yucca (Yucca schidigera)</i>	80
<i>Pois cassés jaunes (Pisum sativum)</i>	1.1

2.1.2. Distributions des saponines dans le règne animal :

Dans l'environnement marin, les saponines sont des métabolites secondaires généralement produits par les échinodermes, la plupart des saponines sont isolées d'après autre invertébré marine comme concombres et les spongiaires (Claereboudt *et al.*, 2019).

2.2 . Les Propriétés des saponines :

La complexité structurale des saponines implique différentes propriétés physiques, chimiques et biologiques et quelques-unes seulement sont communes avec tous les membres de ce groupe divers.

2.2.1. Les propriétés physicochimiques :

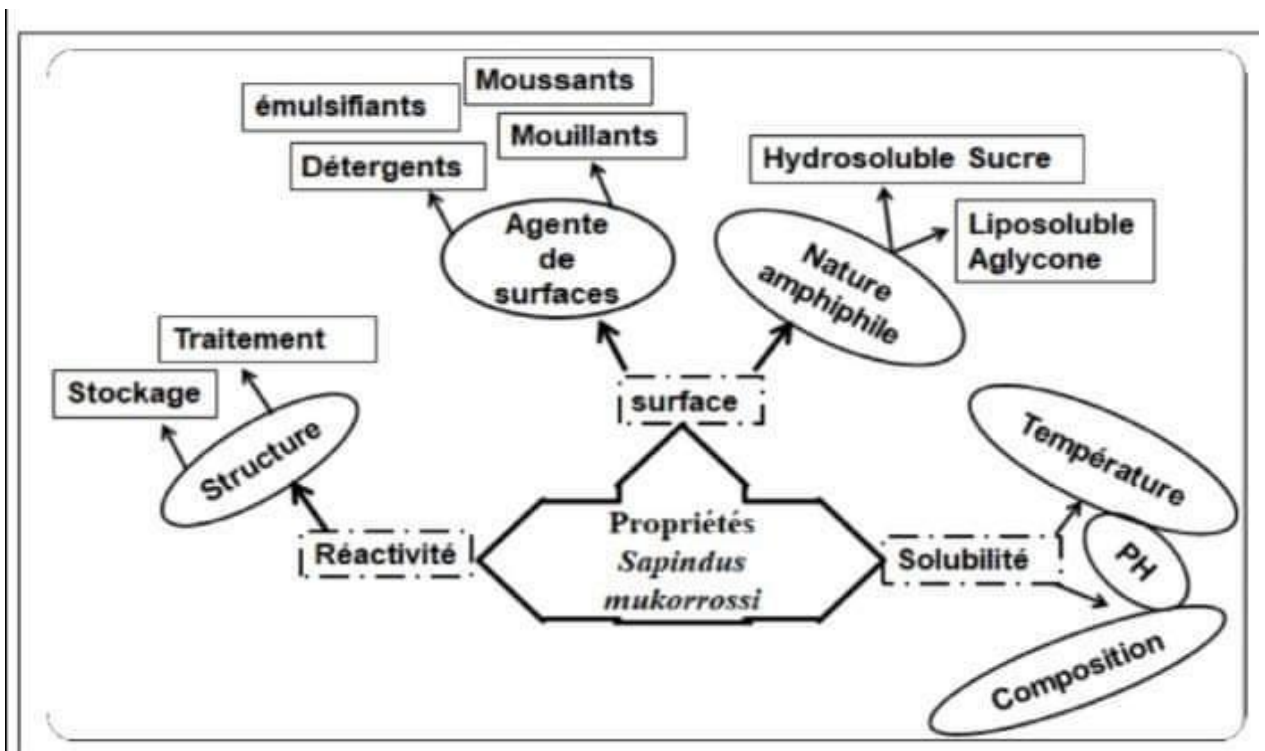


Figure 1: Les propriétés physiques et chimiques des saponines de *Sapindus mukorossi* (Guclu-Ustundag et Mazza, 2007).

2.2.2. Propriétés biologiques :

Les saponines sont des glycosides naturels de tri terpènes ou de stéroïdes qui présentent des activités biologiques et pharmacologiques variées, principalement dans les domaines de l'immunologie, la cancérologie et la microbiologie (**Manase, 2013**).

Les saponines sont connues pour leurs activités cytotoxiques et Anti tumorale ; Antiinflammatoire ; Molluscicides ; Antimicrobiennes ; Antiparasitaire ; et Antivirales (**Sparg *et al.*,2004**) ; Anti agrégation plaquettaire ; Anti hyperlipidémie ; Anti diabétique ; Hépatoprotective et anti Trichomonas ; Antifongiques (**Goyale *et al.*, 2014**).

3. Les biocides

Sont des substances dont la terminaison du nom en « cide » indique qu'ils ont pour fonction de tuer des êtres vivants, ils sont composés d'un principe actif d'origine naturelle ou synthétique. « Les biocides » terme générique qui englobe les différentes méthodes de contrôle des ravageurs de cultures :

- Microorganismes (virus, bactéries, champignons);
- Métabolites bactériens (antibiotiques);
- Biocides naturels dérivés de plantes ;
- Phéromones d'insectes;
- OGM pour transformer les plantes et la résistance aux champignons, aux virus et aux insectes ou pour les rendre résistantes aux herbicides ;

Nématodes entomophages (**Bertand ,2008**).

3.1. Activité antimicrobienne :

Les saponines de *C. quinoa* sont avant tout localisées dans la couche externe de la graine, notamment le péricarpe (**Herbillon, 2015**). Elles confèrent aux grains un goût amer, ce qui nécessite une réduction par des procédés abrasifs ou un lavage avant la consommation (**Laus *et al.*, 2012**). Cependant elles ont été reportées pour leur activité antimicrobienne (**Kuljanabhagavad et Wink, 2009**). Les enquêtes sur les activités biologiques et

pharmacologiques des saponines de *C. quinoa* montrent une inhibition de la croissance des champignons et des virus, ses extraits sont utilisés en agriculture pour le contrôle et la prévention des maladies fongiques et virales qui touchent les plantes (Villa *et al.*, 2014), un effet contre *Botrytis cinerea* par exemple, agent causal de la moisissure grise des fruits (Stuardo et San Martín, 2008). On a signalé que le mélange de saponines totales de quinoa avait une activité contre les levures (Woldemichael et Wink, 2001). Des concentrations plus élevées peuvent complètement lyser les champignons et les bactéries (Wink, 2015).

3.2. Les fongicides :

Le terme « fongicide » signifie littéralement « tuer » (Cado) le champignon (fungus). Il qualifie de nombreuses méthodes permettant d'exterminer les cryptogames inférieures, parmi lesquelles on peut citer la chaleur, le feu, les rayons ultra-violet ou infrarouges, les ultra-sons, etc. ... Seule la méthode chimique sera retenue ici. Au terme fongicide, il faut adjoindre les termes de fongistatique et d'anti sporulant. Le terme de fongistatique qualifie l'effet d'un produit qui inhibe le développement d'un champignon, soit sous sa forme végétative, soit sous sa forme de conservation. Lorsque le produit n'entrave pas la croissance du mycélium, mais seulement les phénomènes de sporulation ou de reproduction (Jean, 1960).

3.3. Les larvicides :

Le mode d'action des saponines sur les insectes n'est pas encore entièrement élucidé. Un doute subsiste sur les rôles respectifs de la dissuasion alimentaire et de l'antibiose. Chez *Locustamigratoria L.*, la réduction de croissance serait due à la fois à des troubles du mécanisme de réabsorption de l'eau par fixation des saponines sur les membranes des cellules intestinales et à l'inhibition de l'activité d'enzymes. Des saponines extraites de racines de luzerne ou leurs sapogénines acides incorporées au régime alimentaire des larves de *Triboliumcastaneum* (Herbst.) entraînent une réduction de croissance d'autant plus faible que le taux de cholestérol ajouté à la ration augmente. La propriété de séquestration du cholestérol par les saponines a un effet très important chez l'insecte qui est incapable de synthétiser le noyau stéroïde indispensable à l'édification des membranes cellulaires et à la production de l'ecdysone. Une carence en stérols provoque une baisse de

croissance, un ralentissement du développement et une diminution de la reproduction. Nous avons déjà mis en évidence les caractéristiques antinutritionnelles de certaines variétés de luzerne pour les larves du ver de farine, *Tenebriomolitor L.* propriétés probablement liées à la présence de saponines. Parmi un grand nombre d'essais entrepris depuis 1982 dans l'activité du groupe de travail « saponines/luzerne », nous avons choisi de présenter les résultats les plus représentatifs de ceux obtenus dans divers laboratoires et faisant intervenir plusieurs méthodes d'estimation des teneurs en saponines de la luzerne (Pracros et Couranjou ,1988).

4. vers de terre

Les vers de terre sont des métazoaires ; trophoblastes coelomates et protostomiens ; font des Annélides qui principalement représentés dans les écosystèmes terrestres par les verte de terre de la sous classe des oligochètes ; représentant une composante majeure du macrofaune du sol puisque ; dans la plupart des écosystèmes terrestres ; ils dominent en biomasse (Edwards et Bohlen, 1996).

Régné	Animalia
Embranchement	Annelida
Classe	Clitellata
Sous classe	Oligochaeta
Ordre	Haplotaxida
Sous ordre	Lumbricina
Super famille	Lumbricoidea
Famille	Lumbricid

4.1. Description morphologique :

Les vers de terre sont des Annélides fousseurs, dont le corps très extensible est constitué par plusieurs segments. L'extrémité antérieure est pointue et l'extrémité postérieure est légèrement aplatie. La pigmentation dorsale est plus foncée que la face ventrale. Le vaisseau sanguin dorsal est visible à travers la surface supérieure de la peau (**Carion, 2012**)

4.1.1. La Taille :

La taille des vers est difficile à estimer, car leur longueur peut varier du simple au double, et pour une même espèce être influencée par le Ph ou l'humidité du sol (**Bachelier, 1963**).

4.1.2. La Coloration :

La couleur du corps des lombrics est variée, les genres *Lombrics*, *Eisenia* et *Dendrobate* Qui vivent au milieu des litières en décomposition sont de couleur rouge :

Eisenia fétida avec ses bandes de couleur brune et chamois est aisément reconnaissable.

Les allolobophora et les Octolasion qui vivent moins en surface et ingèrent davantage de Matières minérales sont de couleur gris à gris bleuté ; *A. chlorotique* est souvent de couleur Verdâtre avec un clitellum bien rose (**Bachelier, 1963**).

4.1.3. Les soies :

Les vers de terre possèdent des soies peu nombreuses, de forme peu variée et implantées directement dans les téguments en rangées groupées deux à deux chez quelques oligochètes supérieurs de la famille des megascolecidae, ces soies sont multipliées et forment au milieu des segments une ceinture presque complète (**Bachelier1963**).

4.1.4. La tête :

Le positionium constitue l'extrémité antérieure du ver et n'a pas la même

Signification que les segments du corps. Ses rapports externes avec le premier segment sont utilisés en systématique, chaque disposition ayant reçu un nom.

4.2 .Rôle du vers de terre :

Ils aèrent le sol ou encore recyclent et favorisent les racines. Focus sur les 5 choses à savoir sur les vers de terre

4.2.1. Les vers de terre aèrent le sol :

Les vers de terre jouent un rôle important dans l'aération du sol par la création de galeries verticales. A savoir : l'air contenu dans le sol est plus pauvre que celui de l'atmosphère

4.2.2. Les vers de terre apportent une meilleure irrigation :

Les galeries verticales créées par les vers de terre permettent à l'eau de pénétrer le sol plus facilement et favorisent donc le drainage du sol

4.2.3. Les vers de terre recyclent et favorisent les racines :

Les excréments des vers fertilisent le sol. Ces dernières sont très riches : la terre rejetée est 5 fois plus riche en azote, 7 fois plus en phosphates, 11 fois plus en potasse, 2 fois plus en calcaire et 3 fois plus en magnésium

4.2.4. Les vers de terre, des alliés pour les végétaux :

En creusant des galeries verticales, les vers de terre favorisent l'accroissement de la capacité d'enracinement des végétaux. Les racines des végétaux empruntent les galeries creusées et se faufilent dans les différentes strates du sol

4.2.5. Les vers de terre nourrissent la terre :

Tels des ascenseurs, les vers de terre ingèrent les débris végétaux qu'ils redistribuent en profondeur tout au long des galeries verticales pour nourrir la terre

Les vers de terre sont des aides précieux pour le jardin. Presque invisibles, ils participent à l'amélioration du sol (Nowak, 2019).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1. cadre d'étude

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de Microbiologie N°217 au niveau de hall technologique de l'Université de 20 Aout 1955 Skikda , Les objectifs seront visés par la présente étude à savoir : La valorisation des péricarpes des fruits de l'arbre Sapindus mukorossi dont l'optique de mettre en évidence la présence des saponines d'explorer quelques activités biologiques , Mettre en évidence l'effet des extraits sur les vers du terre qui seront utilisés comme bio- fongicides dans les traitements des maladies végétales.

2. matériels

2.1. Matériel de laboratoire :

Etuve

Microscope optique

Broyeur

Agitateur magnétique

Pipettes graduées

Eprouvette graduée

Béchers

Bec bunsen

Boites de pétri

Pipette pasteur

Les lames

Les disques

Les Pincés

Erlen meyer

Les réactifs et les produits chimiques :

Bleu de méthylène, Ethanol, Eau distillée, Extrait de malt, l'eau physiologique, papier filtre

1.1. Matériel végétale :

Dans notre présent travail, on s'est intéressé a la présence des saponines dans quatre extraits différents des péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi*.

-Les feuilles infectées par le champignon de l'arbre *hibiscus rosa-sinensis*

2.2.1. Sapindus mukorossi

2.2.1.1. Description botanique :

Sapindus mukorossi est un arbre de la famille de sapindacée ; C'est un arbre à feuilles caduques assez grand, atteignant généralement de 12 à 20 m d'hauteur une circonférence de 1,8 m, avec une couronne globuleuse et un feuillage coriace plutôt fin, une écorce jaune foncé à jaune Pâle, assez lisse, avec des nombreuses lignes verticales de lenticelles et de fin fissures s'exfoliant en Écailles irréguliers du bois, le blaze de 0,8-1,3 cm, dur, non fibreux, brun orangé pâle, cassant et granuleux a des feuilles 30-50 cm de long, alternes, paripennées, pétiole commun très étroitement bordé, glabre, folioles 5-10 paire , opposées ou alternes, 5-18 sur 2,5-5 cm, lancéolées, acuminées ,entrés, glabres, souvent légèrement falciforme ou oblique, pétioles de 2-5m de long ,inflorescence une panicule terminale composée, de 30 cm ou plus de longueur, avec des branches pubescent, fleurs environ 5mm de diamètre, polygame, blanc verdâtre, su sessiles, nombreuse, pour la plupart bisexué, 5 sépales, chacun avec une écaille laineuse de chaque côté au-dessus de la griffe, fruits d'une drupes globuleuse, charnue, à 1graine, parfois 2 drupes ensemble, environ 18-25 cm de diamètre, et les graines mesurent 08 à 13 cm de diamètre, globeuses lisses noires lâche dans les fruits secs (Suhajia *et al.*, 2011)(Upadhyay et Singh , 2012).



Figure2 : L'arbre de *Sapindus mukorossi*

2.2.1.2. Position systématique :

Tableau 3 : Classification de *Sapindus mukorossi* Garent (**Suhagia et al. 2011**).

<i>Règne</i>	<i>Plantae</i>
<i>Sous Règne</i>	<i>Tracheobiontae</i>
<i>Super Division</i>	<i>Spermatophyta</i>
<i>Division</i>	<i>Magnoliophyte</i>
<i>Class</i>	<i>Magnoliopsida</i>
<i>Sub Class</i>	<i>Residue</i>
<i>Ordre</i>	<i>Sapindales</i>
<i>Famille</i>	<i>Sapindaceous</i>
<i>Genre</i>	<i>Sapindus L</i>
<i>Espèce</i>	<i>Sapindus mukorossi</i>

2.2.2. Hibiscus rosa-sinensis :

2.2.2.1. Description :

Hibiscus rosa-sinensis est un arbuste buissonnant à feuilles persistantes ou un petit arbre de 2,5 à 5 m (8 à 16 pieds) de haut et de 1,5 à 3 m (5 à 10 pieds) de large, avec des feuilles brillantes et solitaires (axillaires), symétriques, généralement fleurs rouges en été et en automne. Les fleurs à cinq pétales mesurent 10 cm (4 po) de diamètre, avec des anthères

rouges proéminentes à pointe orange. **(Dorling, 2008)** les cultivars et les hybrides ont des fleurs dans une variété de couleurs en plus du rouge : blanc, rose, orange, pêche, jaune, bleu et violet. Certaines plantes ont des fleurs doubles.

Rose de Chine au bas de chaque bourgeon d'hibiscus se trouve le calice, qui est de couleur verte. Les extrémités pointues du calice sont appelées les sépales. Lorsque l'hibiscus commence à fleurir, les pétales de la fleur commencent à pousser.

Chaque fleur d'hibiscus a des parties mâles et femelles. L'ovaire et les autres parties femelles de la fleur se trouvent dans la structure principale de l'hibiscus : le pistil, qui est long et tubulaire. Les cinq taches « poilues » au sommet du pistil constituent le stigmate, où le pollen est collecté. Au milieu du pistil se trouve le style, qui est le tube par lequel le pollen se déplace vers l'ovaire. L'ovaire se trouve au bas de la fleur et chaque hibiscus n'a qu'un seul ovaire supère. La partie mâle de la fleur, appelée étamine, est constituée de filaments et d'anthères en forme de tige. Chaque filament se termine par l'anthère productrice de pollen.

La plante d'hibiscus a une racine pivotante ramifiée. La tige de la plante est aérienne, dressée, verte, cylindrique et ramifiée. La feuille est simple et pétiolée, à phyllotaxie alternée. La forme de la feuille est ovale, la pointe est aiguë et la marge est dentelée. La nervation est réticulée unicostate, ce qui signifie que les nervures des feuilles sont ramifiées ou divergentes. Des stipules latérales libres sont présentes. **(Phillips et Rix,1998)**

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Malvales</i>
Famille	<i>Malvaceae</i>
Genre	<i>hibuscuse</i>

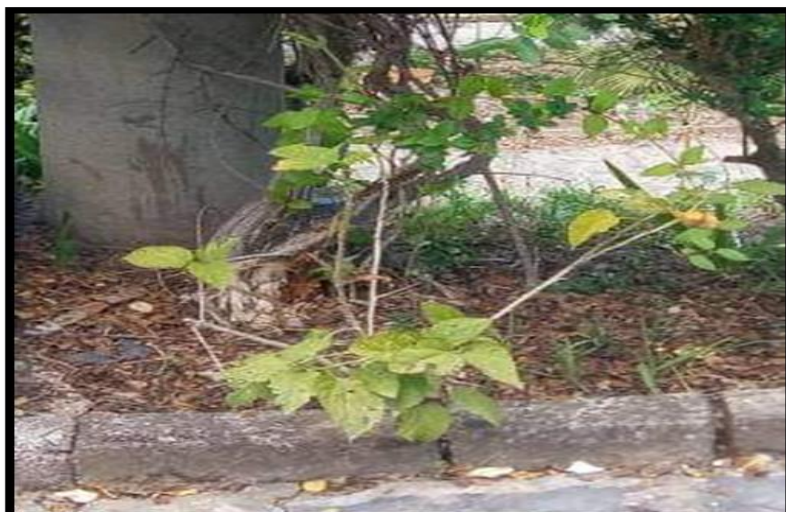


Figure 3 : *L'arbre Hibiscus rosa-sinensis* (original)

1.2. Matériel animal :

Le modèle biologique utilisé dans notre travail est « les vers du terre » *Lumbricina*.

3. Méthode

3.1. Date et lieu de récolte :

Les fruits de *Sapindus mukorossi* ont été collectés au début janvier 2022 et Les feuilles affecté par le champignon ont été collectés en le 21 Mars 2022 au sein du jardin botanique de l'université.

Les vers de la terre ont été obtenus à partir d'un terrain à l'intérieur de l'université de 20 Août 1955 à coté de département des sciences agronomique.

3.2. Préparation de la poudre végétale :

3.2.1. Le séchage :

Le péricarpe des fruits *Sapindus mukorossi* ont été débarrassés des noix et ont été séchés dans l'étuve de laboratoire à une T° de 37°C afin de conserver la composition chimique des péricarpes pendant deux jours (**Kommalapati et Roy, 1996**).



Figure 4 : Les fruits de *Sapindus mukorossi*

3.2.2. Le broyage : Après séchage les péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi* ont été réduits en poudre par broyage en utilisant un broyeur électrique



Figure5 : Les péricarpes des fruits

3.2.3. Préparation de l'extrait des saponines :

Parmi les méthodes d'extractions des saponines on a choisi la macération, la Décoction et la dissolution.

3.2.3.1. Extraction par Macération :

- Dans un bécher, nous avons versé 10g de poudre (péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi*) dans 100 ml d'eau distillée (extrait aqueux) ;

- Le mélange est soumis à une agitation magnétique durant 3h (**Kommalapati et Roy, 1996**) à une T° ambiante puis laisser macérer pendant 72h (**Parmar et al. 2017**) ;

- Les mêmes étapes sont suivies pour obtenir un extrait hydro alcoolique en mélangeant la poudre à une solution de 50ml d'eau distillée et 50ml d'éthanol.

3.2.3.2. Extraction par Décoction :

Dans un bécher, nous avons introduit (2g) de poudre (péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi*) dans 100 ml d'eau distillé pour préparer une décoction ; puis maintenue à l'ébullition pendant 30 min (Yves-Alain-Békro *et al.*, 2007)

3.2.3.3. Extraction par dissolution :

Dans un bécher, nous avons introduit (2g) de poudre (péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi*) dans 100 ml d'eau distillée pour préparer une solution homogène maintenue sous agitation pendant 30 min, sans chauffage.

3.3. Isolement et identification de champignon phytopathogène :

3.3.1. Mise en culture :

Les feuilles infectées par les champignons (Fig :6) ont été coupés en petits morceaux puis mélangés à l'eau physiologique dans un erlen meyer, laisser 30 mn puis ensemercer par stries la solution dans la boite de pétri contenant la gélose à l'extrait de malt. La mise en culture a été effectué dans des conditions d'asepsie rigoureuse. La boite de pétri a été incubé à T 30°C pendant 3 à 5jours.



Figure 6 : Les feuilles infectées (original)

3.3.2 .Observation microscopique :

Se fait r la méthode de drapeau (**Ripert, 2013**)

3.4. L'activité antifongique

Deux méthodes ont été suivies :

- Sur une boîte de pétri, nous avons dessiné cinq quadrants, puis remplie par la gélose à l'extrait de malt. Une fois la gélose solidifiée, nous avonsensemencé le champignon puis placé les disques imprégnés de quatre extraits déjà préparés et un témoin (éthanol)

- Sur une deuxième boîte, nous avons placé un cylindre de gélose contenant le champignon au centre de la boîte puis placé au tour les cinq disques imprégnés de quatre extraits déjà préparés et un témoin (éthanol)

Les deux boîtes sont restées une heure sur la paillasse puis incubées à T 30°C pendant 3 à 5 jours (**valgast et al., 2019**) (modifié).

En a préparer deux témoin dans chaque méthode.

3.5. Evaluation de toxicité

3.5.1. Capture des vers de terre :

Effectué en février et mars 2022, période favorable à l'échantillonnage des vers caractérisée par des conditions de sol humide et des températures favorables pour l'activité des vers de terre (**Muys et al., 2013**).

L'échantillonnage se fait par tri manuel au centre des planches d'irrigation, qui semble d'après (**BACHELIER, 1978**) le meilleur procédé pour capturer des vers de terre.

3.6. Tests de toxicité

Nous avons testé la toxicité de tous les extraits sur les vers de terre, selon le protocole suivant :

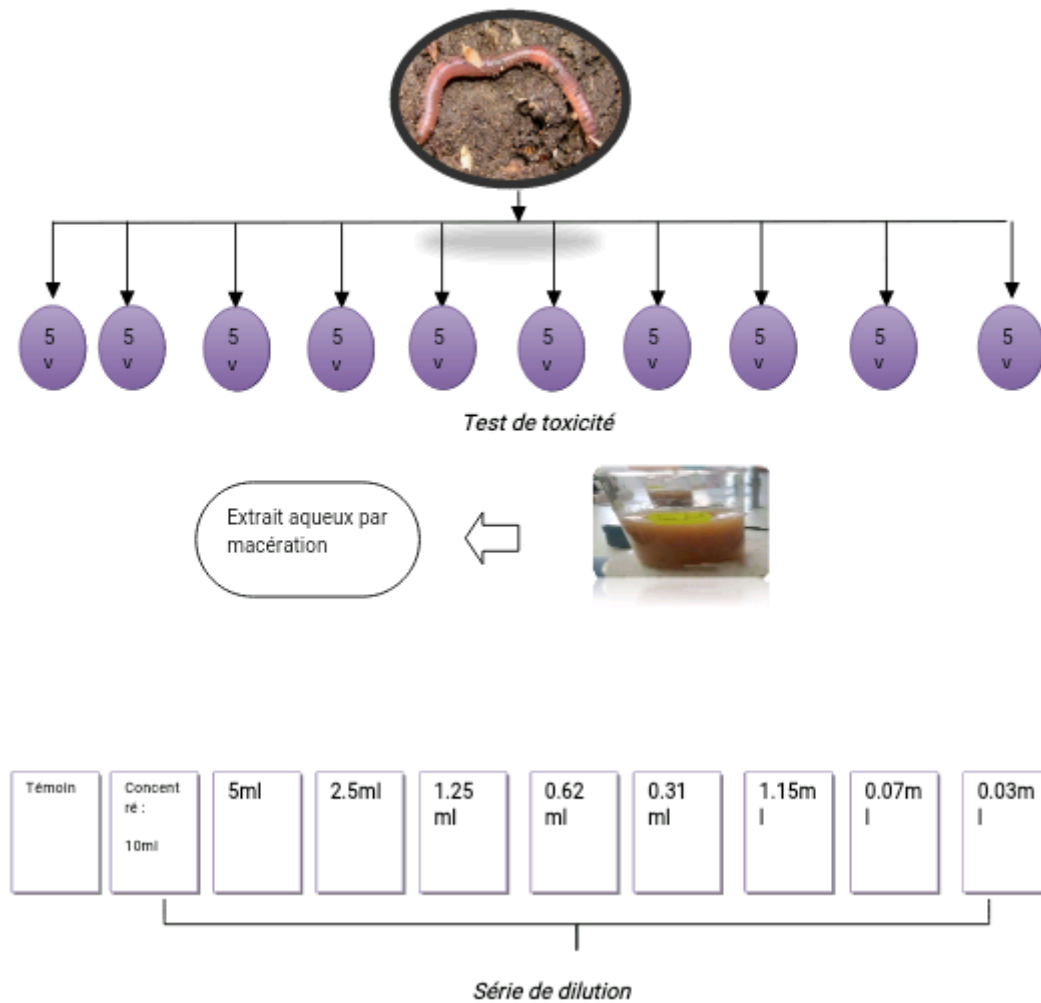


Figure 7: Protocol expérimental

Le même protocole de la figure a été suivi pour les trois autres extraits ; hydro alcoolique par macération, aqueux par décoction et aqueux par dissolution.

REMARQUE : Au fil du temps, on a remarqué l'apparition de champignon dans les extraits testés qui n'ont pas été conservés au réfrigérateur, ce qui nous a poussés à identifier ce dernier par la même méthode suivie pour l'identification du champignon phytopathogène

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Résultats

Les résultats obtenus après les extractions sont illustrés dans les figures suivantes :

1.1. Résultat de l'extraction :



Figure 8 : La poudre des péricarpes des fruits après broyage

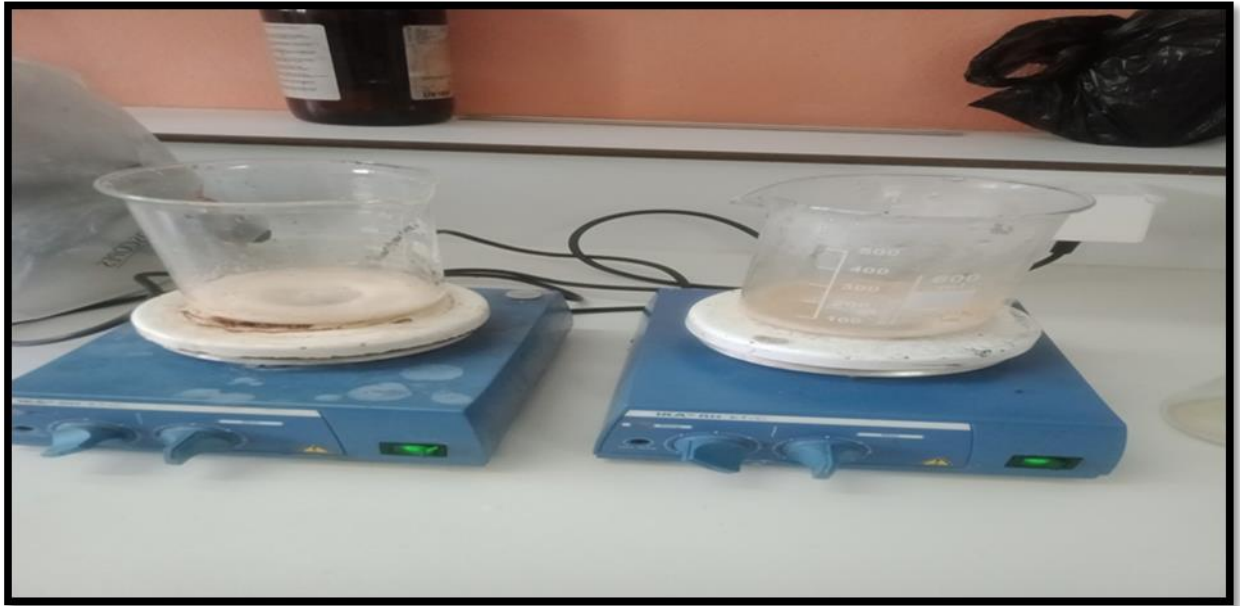


(a)



(b)

Figure 9 : (A) : extrait hydroalcoolique. B) : extrait aqueux



(a)

(b)

Figure 10:Extrait de la dissolution(a) et Extrait de la décoction (b)

1.2. Résultats d'isolement et identification de champignon phytopathogène :

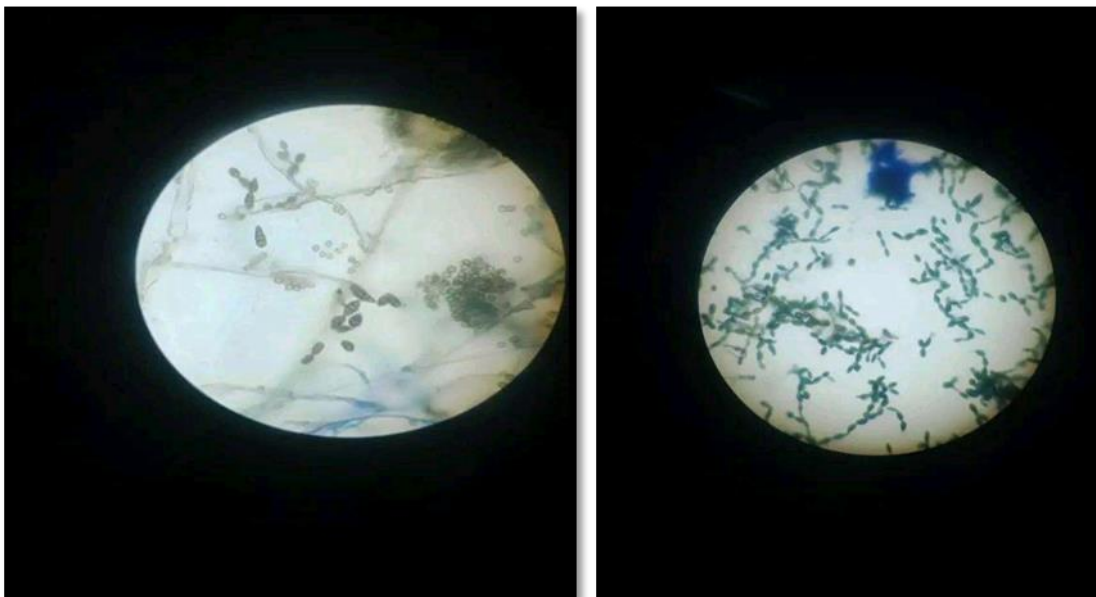


Figure 11 : Résultat de l'observation microscopique du champignon phytopathogène (Objectif x10 ;Objectif x40).

Après observation nous avons découvert que le champignon pathogène des feuilles est *Alternaria*.

1.3. Résultats de l'activité antifongique (Méthode des disques) :



Figure 12 : Résultats de l'activité antifongique (méthode des disques)

Selon l'observation macroscopique, le champignon phytopathogène *Alternaria* n'a pas proliféré dans le milieu gélosé PDA ce qui signifie que les extraits testés possèdent une activité antifongique.

Selon les travaux de les résultats de travail du **Zighed et al .,(2021)** La nature des saponines extraites du péricarpe des fruits de *Sapindus mukorossi* sont de nature triterpénoïdes.

1.4. Résultats de capture des vers de terre:

Nous avons collecté au total plus de 105 vers de terre, qui ont subi les tests de toxicité

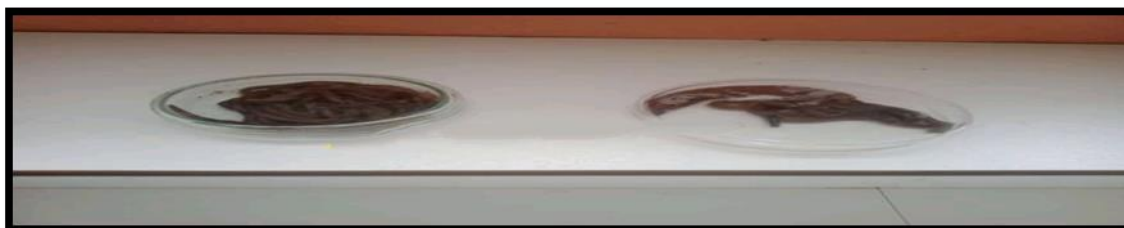


Figure 13 : Les vers de terre testés

1.5. Résultats du test de toxicité des extraits sur les vers de la terre :



Figure 14 : Toxicité aiguë des extraits sur les vers de terre

Tous les vers de terre ont été tués dès leurs exposition à la première dose le premier jour, seul les vers de terre témoins exposés à l'eau distillée sont restés vivants plus de 10 jours.

1.6. Résultat de l'observation microscopique du champignon résistant :

Figure 15 : Résultat de l'observation microscopique de l'*Aspergillus*

L'exception du champignon qui a pu résisté aux différent extraits peut être rattaché au genre *Aspergillus*.

2. Discussion

D'après les résultats obtenus suite à l'étude menée sur les différents extraits (hydroalcooliques et aqueux) des péricarpes des fruits de *Sapindus mukorossi*, l'extraction des saponines effectuée par le solvant eau-Et OH donne un meilleur pourcentage de rendement en saponines ce qui concorde avec l'étude de **Köse et Bayraktar (2016)**.

Selon **BRUNETON (1993)**, les saponines ne peuvent être isolées d'une matrice végétale en une seule étape sauf pour de rares exceptions. Étant donné qu'elles se retrouvent sous la forme de mélanges complexes. Chaque protocole d'extraction des saponines est à adapter en fonction de la plante à étudier et de sa composition en saponines (stéroïdes ou triterpènes).

En règle générale, l'extraction commence par la délimitation des saponines par les solvants apolaires. Une extraction ultérieure au méthanol ou éthanol à différentes concentrations dans l'eau permet d'obtenir les saponines ainsi que d'autres substances polaires (**MARSTON et al., 2000**) ; et nos résultats sont concorde avec cela. Certains auteurs leur confèrent aussi une certaine activité antifongique (**ODA et al., 2000** ; **SPARG et al., 2004**).

Les saponines sont connues pour leurs activités cytotoxiques et Anti tumorale ; Anti inflammatoire ; Molluscicides ; Antimicrobiennes ; Antiparasitaire ; et Antivirales (**Sparg et al., 2004**) ; Anti agrégation plaquettaire ; Anti hyperlipidémie ; Anti diabétique ; Hépatoprotective et anti Trichomonas ; Antifongiques (**Goyale et al., 2014**).

Les études des activités antifongiques sur *Alternaria* sont limitées. **Badoni et al., (2019)** a rapporté que l'extrait méthanolique des péricarpes de *Sapindus mukorossi* montre une activité anti fongique significatif contre *Alternaria* ; c'est ce que nous avons trouvé dans nos expériences, les extraits de saponine ont montré un résultat positif, car ils ont empêché la propagation et le développement d'*Alternaria*

Les études de l'activité antimicrobienne des extraits des plantes ont montré que ces dernières représentant une source potentielle de nouveaux agents anti-infection. Pour cela, il est jugé utile de contribuer à l'étude de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Sapindus mukorossi* (**Chenni, 2010**).

On remarque que l'extrait de coquille de *Sapindus mukorossi* a agi positivement sur la levure *Candida albicans*. Cela signifie qu'il existe un effet antifongique par rapport au

témoin qui n'a pas eu aucune activité inhibitrice traduite par l'absence de la zone d'inhibition **Ghellal et al .,(2018)**.

De même, l'extrait brut de *S. mukorossi* a inhibé la croissance de *C. albicans* responsable de candidose cutanée avec une efficacité prononcée. De plus, La fraction saponine a inhibé les champignons dermatophytiques *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Sabourauditescanis* et *Epidermophytonfloccosum* (**Upadhyay et Singh, 2012**).

L'utilisation des pesticides contribue à la réduction de la vie dans les sols (**Kumar, 1991**) et peuvent éliminer jusqu' à 90% de la population de la macrofaune (**Lavelle, 2000**). Les prédateurs à biomasse élevée se trouvent alors remplacés par des acariens (**Bachelier, 1978**). Ainsi, on assiste à un changement de la structure de la chaîne alimentaire au profit des niveaux trophiques les plus bas. Le corollaire est la détérioration des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol, et nos résultats corroborent leurs travaux ; et les tests de toxicité que nous avons effectués prouvent la toxicité de ce bio -fongicide sur les vers de terre.

Conclusion générale

Conclusion

L'étude que nous avons menée a porté sur la valorisation d'une plante du jardin botanique de l'université 20 Aout 1955 de Skikda ; *Sapindus mukorossi*, notre recherche a été axée sur les points suivants :

- ✓ Découvrir la capacité et l'efficacité des extraits dans l'élimination du champignon *Alternaria*
- ✓ Explorer si ces extraits sont nocifs pour les vers de terre.

L'examen effectué sur le péricarpe du fruit de *Sapindus mukorossi* réduit en poudre a montré la présence de saponines,

Extraites sous forme aqueuse et hydro alcoolique, les saponines ont montré une activité antifongique très forte vis-à-vis d'*Alternaria* mais en parallèle une toxicité aigüe contre les vers de terre .

Afin de minimiser l'activité larvicide vis-à-vis des vers de terre et potentialiser l'activité fongicide contre les phytopathogènes, il faut explorer ces extraits sous une autre formulation adéquate, ainsi nous saurons préserver les vers tout en utilisant le bio fongicide selon la métaphore faire d'une pierre deux coups.

Cependant, l'ensemble de ces résultats obtenus dans le cadre de cette étude ne constitue qu'une première étape dans la voie de valorisation des extraits étudiés. Des études complémentaires, précises et approfondies restent nécessaires pour pouvoir confirmer ou infirmer les résultats.

Références bibliographiques

References bibliographiques :

- Al-Edani A J M., Hussein S F. and Al-khafaji B A H. (2020).** Evaluation of the activity of alcoholic extract of Gujarat plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) against some dermatophytes, IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng. 928: 01-09.
- Anjali., Saini R and Divya J. (2018).** *Sapindus mukorossi*, The Pharma Innovation; 7(5): 470-472.
- B. Speiser, C. Kistler, (2002).** ‘‘Field tests with a molluscicide containing iron phosphate’’; Crop Protection, Vo 21, Issue 5, 389-394.
- Bachelier G (1963).** La vie animale dans le sol O.R.S.T.O.M. PARIS, 273P.
- Bachelier G (1978).** La faune des sols son écologie et son action. 400p.
- Badoni P., Singh Y. P, Kumar V. and Uniyal K (2019).** Preliminary Screening of *Sapindus mukorossi* Extracts from Different Sources against Forest Fungi, SSR Inst. Int. J. Life Sc, 5(2):2244-2258.
- Bazari K. (2015).** Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l’est algérien. Thèse de doctorat en aménagement des milieux naturels. Université Constantine. Algérie, 169 P.
- Bertrand, C., (2008)** ‘‘Bio pesticides organiques d’origine Naturelle’’., Université de Perpignan –Via Domitia.
- Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Tec et Doc, 2 ème Ed., Lavoisier, Paris.
- Chenni M. 2010.** Contribution à l’étude chimique et biologique de la racine d’une plante médicinale : *Bryonia dioica* Jacq, Thèse magister, Université d’Oran.
- Edwards C, Bohlen P. 1996.** Biology and Ecology of Earthworms 3rd ed. Chapman and Hall, London, 426 P.
- Francis G, Kerem Z., Makkar H P S. and Becker K. (2002).** The biological action of saponins in animal systems, British Journal of Nutrition, 88: 587–605.
- Ghellal N et Temzi S ., 2018.** Etude de l’effet antimicrobien des biomolécules Soutenu, MEMOIRE Présenté pour l’obtention du Diplôme de Master.

Références bibliographiques

- Goyal S., Dileep K., Gopal M. and Shivali S. (2014).** medicinal plants of the genus *Sapindus* (sapindaceous) - a review of their botany, phytochemistry, biological activity and traditional uses, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*4 (5): 07-20.
- Guclu-Ustundag O. and Mazza G. (2007).** Saponins: Properties, Applications and Processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47: 231-258.
- Herbillon M. 2015.** Le quinoa: intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. Thèse de doctorat: Université de Rouen, Faculté de médecine et pharmacie. 126p.
- Hostettmann K. and Marston A. (1995).** Saponins, (Chemistry pharmacology of natural products). Cambridge: Cambridge University Pres.
- Jean lhose, (1960)** .les fongicides .office de la recherche scientifique et technique outre-MER 24, rue Bayard, paris-8° , p 2.
- Kharkwal H, Preeti P., Pant M K., Kharkwal H., Kharkwal A C. and Joshi D D. (2012).** Foaming glycosides, *IOSR Journal of Pharmacy*, 2 (5): 23-28. s.
- Kommalapati R and Roy D. (1964).** Bio enhancement of soil microorganisms in natural surfactant solution: I-Aerobic, *Journal of environment science and Health*.
- Kose M D. And Bayraktar O. (2016);** A review article extraction of saponins frome soapsuds (*Sapindus mukorossi*) and their antimicrobial properties, *JN of Researcher and Review*, 2(5) ...89-93.
- Kuljanabhadgavad T., WinkM. 2009.** Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa*Willd.*Phytochemistry reviews*8(2): 473-490.
- Kumar R, 1991.** La lutte contre les insectes ravageurs l'agriculture en région tropical. Collection économie et développement, CTA, Karthala, 310p.
- Laus M. N., Gagliardi A., Soccio M., Flagella Z., and Pastore D. 2012.** Antioxidant activity of free and bound compounds in quinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.) seeds in comparison with durum wheat and emmer. *Journal of food science*77 (11): C1150-C1155.
- Lavelle P, 2000.** La macrofaune du sol, une ressource en danger. Séminaire international sur la macrofaune du sol institut de recherche pour le développement bonday ,19-23 juin 2000 ,3 p ; [www. Ird. Fr/ Fr /actualités /communiqués /2000/ macrofaune. Htne](http://www.Ird.Fr/Fr/actualités/communiqués/2000/macrofaune.Htne).

Références bibliographiques

- Manase M J. (2013).** Étude chimique et biologique de saponines isolées de trois espèces Malgaches appartenant aux familles des caryophyllacées, pittosporaceae et solanacée, THD l'université de bourgogne en pharmacie : 46.
- Marston A., Wolfender J. L. and Hostettmann K. (2000).** Analysis and isolation of saponins from plant material. In Saponins in Food, Feedstuffs and Medicinal Plants. Annual Proceedings of the Phytochemical Society, Clarendon Press, 1-12.
- Muys B, Ampoorter E, Hermy M, Valckx J, Wandeler H D (2013).** Earthworm sampling Fundi Europe (FP7) field protocol.1.0. Project number: 265171.
- Nguyen L T, Farcas A C, Socaci S A, Tofana M, Diaconeasa Z M., Pop O L. and Salanta LC. (2020).** an Overview of Saponins – A Bioactive Group, Bulletin UASVM Food Science and Technology, 77 (1): 25- 36.
- Nowak C .2019.** Rôle des vers de terre.
- ODA K., Matsuda H., Murakami T., Katatama S., Ohgitani T. and Yoshikawam M. (2000).** Adjuvant and hemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants. Biol. Chem., 381, 67-74.
- Parmar G R, Pundarikakshudu K. and Balaraman R. (2017).** Antidiabetic and antihyperlipidemic activity of Euphorbia thymifolia L. extracts on streptozotocin-nicotinamide induced type 2 diabetic rats, Journal of Applied Pharmaceutical Science, 7 (08): 078-084.
- Pracros P. et Couranjou C. 1988.** Mesure de l'activité des saponines de la luzerne par les larves du ver de farine : Tenebriomolitor L. (Coléoptère, Tenebrionidae). I. – Comparaison avec les résultats de divers tests biologiques. Agronomie 8(3) :257-263.
- Sparg S.G., Light M.E. and Staden J.V. (2004).** Biological activities and distribution of plant saponins. Journal of Ethno pharmacology, 94, 219-243.
- Stuardo M., San Martín R. 2008.** Antifungal properties of quinoa (Chenopodium quinoa Willd) alkali treated saponins against Botrytis cinerea. Industrial crops and products 27 (3): 296-302.

Références bibliographiques

Suhagia B N., Rathod I S. and Sindhu S. (2011). Review article *Sapindus mukorossi* (Aretha), JN of pharmaceutical science and researcher, 2 (8): 1905-1913.

Thakur M, Melzig M F., Fuchs H. and Weng A. (2011). Chemistry and pharmacology of saponins: special focus on cytotoxic properties, *Botanicas: Targets and Therapy*: 19-29.

Trabut, L. et Mares, R. (1906). "L'Algérie agricole en 1906", *bibliothèque nationale de France*.p 314-318.

Upadhyay A. and Singh D k. (2012). Pharmacological effects of *Sapindus mukorossi*, *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo*, 54(5):273-280.

Upadhyay et Singh., 2012. *Advances in seed priming*; 27(1):158-169.

Valgas C, Machado de Souza S, Smânia E F A. and Artur Smânia Jr A (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology* 38:369-380.

Venkatesan G K, Kuppusamy A., Devarajan S., Kumar A. and Kumark. (2019). Review on medicinal potential of alkaloids and saponins, *Newsletter*, 1:1-20.

Villa D. Y. G., Russo L., KerbabK., Landi M., RastrelliL. 2014. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 609-615.

Wink M. 2015. Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines* 2 (3): 251-286.

Woldemichael G. M., Wink M. 2001. Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium quinoa*. *Journal of agricultural and food chemistry* 49 (5): 2327-2332.

Yves-Alain-Békro, Mamyrbekova Békro J. A, B, Fézan H., Tra bi, Ehouan.E. (2007). étude ethnobotanique et screening phytochimique de *caesalpinia benthamiana* (baill.) herend. Et zarucchi (*caesalpiniaaceae*), université d'Abobo-Adjamé, 02 Bp 801 Abidjan 02-coté d'Ivoire.

Références bibliographiques
