

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE BLIDA 1**



Faculté de Technologie

Département de Chimie Industrielle

Mémoire de Fin d'Etudes

**En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Professionnel en Pharmacie Industrielle**

**Présenté par**

**FEDOUL DJAMEL**

*Evaluation des activités antimicrobienne et  
antioxydante des extraits bruts du fruit de Sapindus  
Mukorossi*

Proposé et Dirigé par Pr. A. Hadj-Ziane-Zafour

Décembre 2014

## *Avant Propos*

Louange à **Dieu**, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être. Je remercie le bon Dieu qui m'a orienté au chemin du savoir et m'a ouvert les portes de la science.

Un grand merci à **Madame Hadj-Ziane-Zafour Amel**, Professeur à l'université de Blida de m'avoir accueilli au sein de son équipe et surtout de m'avoir confié un sujet si exaltant. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude " toujours disponible, d'une gentillesse non mesurable, d'un dévouement inégalable et d'une patience remarquable".

Je tiens à remercier vivement **Mme Youcefi Djamila** et **Mme Bouleghbar Noura**, pour leurs aides très précieuses, leurs patiences, leurs compréhensions, ainsi que leurs conseils, leurs recommandations et remarques constructives qui ont permis le bon déroulement des travaux.

-Je remercie tous les membres de jury qui ont bien voulu juger ce modeste travail, leurs remarques et critiques ne font qu'enrichir mes informations dans le domaine de la science.

- J'adresse aussi mes remerciements à tous **mes enseignants** qui ont contribué à ma formation dont je suis fière

Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à **Monsieur Tefahi Djamel** et son équipe du travail de laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida pour la réalisation des analyses

Je tiens à remercier aussi toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## **MERCI**

# *Dédicaces*

Avec des grands sentiments, je dédie ce travail :

A ma chère mère *Kheira* ; tu es pour moi un bijou auquel j'attache un précieux pris en vertu de toute ton affection digne d'une mère résolue et acquise ;

A mon cher père *Saad* ; ce travail est le fruit de tes sacrifices, ton éducation, tes efforts moraux et matériels que tu m'as apporté ;

A mes frères *M'Hamed, Abd Enour, Sid Ali* et surtout *Mohammed* ;

A mes sœurs *Nadjia, Faiza* et son marie ;

A mes nièces : *Marwa, Sara* et *Douaae* ;

A Ma **grande mère** maternelle qui m'a toujours couvert de sa tendresse et qui n'a jamais cessé de me couvrir de ses prières avant de nous quitter, que dieu l'accueille dans son vaste paradis

A Mes **oncles** et **mes tantes**, **mes cousins** et **mes cousines** ;

A **mes amies** et à leurs familles ;

A **mes camarades** pour tout ce que nous avons partagé ensemble ; en reconnaissance de tout les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie

Je dédie ce travail.

A Tous ceux qui me sont chers, qui pensent à moi et qui occupent une place dans mon cœur.

*Djamel*

حالة استعمال الميثانول كمحل، لقد تم تحديد التجمعات الكيميائية لمعرفة الهوية البنيوية عبر التحليل النوعي FTIR

تم تقييم مستخلص فاكهة الشجرة الصابونية باختبار فعاليته المضادة للميكروبات و المضادة للأكسدة ، السلالات البكتيرية الآتية: باسيليس سبتيليس ، ستافيلوكوكوس أوريوس ، ايشيريشيا كولي ، بسودوموناس أيروجينوزا ، أسبرجيلوز ، بينيسيليوم مقاومين للمستخلص ، يمكن أيضا اعتبار كل من الخمائر كانديدا ألبيكانز ، كانديدا بارابسيلوسيس ، كانديدا تروبيكوتيس ، أنها جد حساسة لمستخلص فاكهة الشجرة الصابونية .

يمتلك هذا المستخلص أعلى قدرة مضادة للأكسدة لاحتوائه بنسبة عالية على السابونين .

**الكلمات المفتاحية:** مستخلص فاكهة الشجرة الصابونية ، القدرة المضادة للأكسدة ، القدرة المضادة للميكروبات.

## Résumé

Cette étude est consacrée à l'extraction de l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* en vue de l'évaluation de ses vertus pharmacologiques. Le rendement d'extraction a été estimé à 73,75% de l'extrait brut. Les groupements chimiques ont été identifiés structurellement par l'analyse qualitative FTIR.. Les activités biologiques des extraits bruts ont été déterminées par des tests des activités antimicrobienne et antioxydante. Les résultats ont montré que les souches bactériennes : *bacillus subtilis*, *saphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *pseudomonas aeruginosa* et les *aspergillus* ainsi que le *pénicillium sp* sont avérées plus résistantes. On peut considérer aussi que les levures *Candida albicans* , *candida tropicotis* et *candida parapsilosis* sont très sensibles.

D'autre part, l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* possède la capacité de piéger le radical libre DPPH, car il agit à faible dose et dans un intervalle de temps très réduit. Cet extrait possède le plus fort potentiel antioxydant.

Enfin les deux propriétés biologiques des extraits bruts laissent envisager des applications de ces composés pour la formulation de produits pharmaceutiques.

**Mots - clés :** l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi*, pouvoir antimicrobien, activité antioxydante, DPPH.

## **Abstract**

This study is dedicated to the extraction of the crude extract of *Sapindus Mukorossi* fruit for the evaluation of its pharmacological properties. The extraction yield was estimated at 73.75% of the crude extract. Chemical groups have been identified structurally by qualitative analysis FTIR .. The biological activities of the crude extracts were determined by testing the antimicrobial and antioxidant activities. The results showed that the bacterial strains: *Bacillus subtilis*, *Saphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Aspergillus* and *Penicillium* sp which proved more resistant. We can also consider that the yeast *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* and *Candida tropicotis* are very sensitive. On the other hand, the crude extract of the fruit of *Sapindus Mukorossi* has the ability to trap free radical DPPH because it acts at low doses and in a very short time interval. This extract has the highest antioxidant potential. Finally both biological properties of crude extracts presage applications of these compounds for the formulation of pharmaceuticals.

**Key - words:** the crude extract of the fruit of *Sapindus Mukorossi*, antimicrobial activity, antioxidant activity, DPPH.

## Liste des figures et des tableaux

<b>Figure 1 :</b> L'arbre <i>sapindus mukorossi</i> .....	05
<b>Figure 2 :</b> Fruits de <i>sapindus mukorossi</i> .....	05
<b>Figure 3 :</b> Gélose fusionnée dans des boites de pétri.....	24
<b>Figure 4 :</b> L'extrait méthanolique brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	29
<b>Figure 5:</b> Le spectre FTIR de l'extrait méthanolique brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i>	30
<b>Figure 6 :</b> Les antibiogrammes de <i>bacillus subtilis</i> avec l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	32
<b>Figure 7 :</b> Les antibiogrammes de <i>staphylococcus aureus</i> avec l'extrait brut de <i>sapindus mukorossi</i> .....	32
<b>Figure 08 :</b> Les antibiogrammes de <i>candida tropicotis</i> avec l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	34
<b>Figure 09 :</b> Les antibiogrammes de <i>candida albicans</i> avec l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	34
<b>Figure 10 :</b> Les antifongigrammes de <i>candida parapsilosis</i> avec l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	34
<b>Figure 11 :</b> Evolution de l'activité antioxydante en fonction de la concentration de l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	36
<b>Figure 12 :</b> Variation du taux de piégeage (I%) du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	36

<b>Tableau I :</b>	Liste de saponines isolées à partir de <i>sapindus mukorossi</i> .....	07
<b>Tableau II :</b>	Les références des souches utilisées pour les analyses microbiologiques .....	23
<b>Tableau III :</b>	Produits et standards utilisés, leurs marques et degrés de pureté.....	26
<b>Tableau IV :</b>	Diamètres des zones d'inhibition du développement des bactéries gram positif , en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	31
<b>Tableau V:</b>	Diamètres des zones d'inhibition du développement des bactéries gram négatif , en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	31
<b>Tableau VI :</b>	Diamètres des zones d'inhibition du développement des levures , en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> (milieu de culture OGA).....	33
<b>Tableau VII :</b>	Diamètres des zones d'inhibition du développement des moisissures , en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> (milieu OGA).....	33
<b>Tableau VIII :</b>	variation du taux de piégeage (I%) du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait brut du fruit de <i>sapindus mukorossi</i> .....	35



# Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé (arabe, Français, anglais)

Liste des tableaux

Liste des figures

Table des matières

**Introduction générale..... 1**

## **CHAPITRE I : Généralités sur Sapindus mukorossi**

I.1 Introduction.....	5
I.2 Historique.....	5
I.3 Description botanique.....	5
I.4 Classification taxonomique.....	6
I.5 Chimie.....	6

## **CHAPITRE II : Activités pharmacologiques**

II.1 Introduction.....	11
II.2 Les activités biologiques des saponines.....	11
II.2.1 Activité hémolytique.....	11
II.2.2 Activité de molluscicide.....	12
II.2.3 Activité anti-inflammatoire.....	13
II.2.4 Activité antifongique.....	13
II.2.5 Activité antibactérienne.....	14
II.2.6 Activité antiparasitaire.....	14
II.2.7 Cytotoxicité.....	15
II.3 Les activités pharmacologiques de fruit de sapindus mukorossi.....	15
II.3.1 Activité antibactérienne.....	16
II.3.2 Activité insecticide.....	16
II.3.3 Activité spermicide.....	16
II.3.4 Activité anti-trichomonas.....	16
II.3.5 Activité anticancéreuse.....	17
II.3.6 Activité Hepatoprotective.....	17

II.3.7	Activité d'anxiolytique.....	17
II.3.8	Activité molluscicide.....	17
II.3.9	Inhibition de tyrosinase et balayage de radical libre.....	18
II.3.10	Activité fongicide.....	18
II.3.11	Activité anti-inflammatoire.....	18
II.3.12	Activité de piscicide.....	19

### **CHAPITRE III : Matériel et Méthodes**

III.1	Introduction.....	21
III.2	l'extraction de l'extrait brut à partir du fruit de sapindus mukorossi.....	21
III.2.1	Date et lieu de récolte.....	21
III.2.2	La méthode de préparation et de conservation du fruit.....	21
III.2.3	La méthode de l'extraction.....	21
III.2.4	La méthode de calcul du rendement.....	21
III.3	L'analyse par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.....	22
III.4	L'étude du pouvoir antimicrobien.....	22
III.4.1	Matériel utilisés.....	22
III.4.2	Protocole.....	24
III.4.2.1	Préparation des milieux de culture.....	24
III.4.2.2	Obtention des précultures.....	24
III.4.2.3	Dépôt des disques.....	24
III.4.3	Lecture.....	25
III.5	Estimation du pouvoir antioxydant de l'extrait brut du fruit de sapindus mukorossi Par la méthode de piégeage du radical libre DPPH.....	25
III.5.1	Appareillage et réactifs.....	25
III.5.2	Détermination du pouvoir antioxydant.....	26

### **CHAPITRE IV : Résultats et Discussions**

IV.1	Introduction.....	28
IV.2	L'extraction.....	28
IV.3	L'analyse FTIR.....	28
IV.4	L'analyse microbiologique.....	29
IV.4.1	Activité antibactérienne.....	29
IV.4.2	Activité antifongique.....	31
IV.5	Evaluation de l'activité antioxydante (test au DPPH).....	34
	<b>Conclusion générale</b> .....	39

<b>Références bibliographiques</b> .....	42
<b>Annexes</b> .....	49

# **INTRODUCTION GENERALE**

Depuis la nuit des temps, les hommes appréciaient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer les connaissances et l'utilisation des plantes médicinales ainsi que les épices.

Une plante médicinale et plus précisément la drogue végétale, répond elle aussi à la définition du médicament. Elle est à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention des préparations galéniques ou de substances actives.

Parmi les sources de matières bioactives, l'arbre *Sapindus Mukorossi* est connu depuis des décennies par les populations qui ont toujours utilisé ses fruits pour ses pouvoirs détergents très intéressants pour le lavage du linge et les soins corporels. Son fruit ? Appelé aussi noix de lavage est très abondant en Algérie et très peu d'études y sont rapportés dans la littérature. La saponine ; substance bioactive majoritaire dans ce fruit est un tensioactif naturel à plusieurs propriétés et est utilisée par plusieurs industries. Que ce soit en agriculture en tant qu'insecticide, en médecine et en pharmacologie pour ses propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires [1].

Dans ce contexte, ce travail contribue à la valorisation des extraits de ces fruits par évaluation des activités biologiques, l'objectif étant double :

L'extraction de l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi*

Evaluation in vitro, des activités pharmacologiques (antifongique, antibactérienne et antioxydante) de cet extrait brut

Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons structuré ce présent mémoire en deux parties

Une théorique dans laquelle sont rassemblées les notions bibliographiques sur l'espèce végétale objet de cette étude ainsi que les méthodes d'extraction des molécules bioactives

Une partie théorique où sont décrites les procédures expérimentales utilisées pour l'extraction des matières bioactives ainsi que les méthodes d'évaluation des activités biologiques

Enfin ce mémoire est achevé par une conclusion générale qui met en relief les principaux résultats auxquels cette étude a abouti et principalement les perspectives et recommandations pour la poursuite de cette étude et particulièrement sur le plan des applications de ces principes actifs dans le secteur pharmaceutique.

**GENERALITES SUR *SAPINDUS***  
***MUKOROSI***

## **I. 1 INTRODUCTION :**

Le *Sapindus Mukorossi* est un arbre de la famille des Sapindaceae, il est employé en médecine en tant que fluidifiant, émétique, contraceptif, et pour le traitement de la salivation, de l'épilepsie, de la chlorose, et des migraines excessifs, pour le traitement de l'eczéma, psoriasis, et pour enlever des taches de rousseur. Soapnut, il est utilisé traditionnellement pour enlever des poux du cuir chevelu [4].

## **I. 2 Historique :**

Le *Sapindus* figure parmi les végétaux introduits, en Algérie, par la Pépinière du Gouvernement colonial Français, un des plus intéressants est une espèce du genre *Sapindus* importée en 1845 [5]. 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. [6]

## **I.3 Description botanique :**

Cette espèce végétale a été connue comme arbre du nord de l'Inde. On le connaît également comme *doda*, *dodan*, et *ritha* dans des dialectes Indiens. Il est l'un des arbres les plus importants de la région tropicale et subtropicale de l'Asie. C'est un arbre assez grand et à feuilles caduques, habituellement jusqu'à 12 m de hauteur, atteignant parfois une taille de 20 m et un périmètre de 1.8 m, avec un feuillage globeux de couronne et plutôt d'amande. L'obscurité de l'écorce est à jaune pâle, assez lisse, avec beaucoup de lignes verticales des lenticelles et des fissures fines exfoliantes, le bois est irrégulière de 0.8-1.3 cm, dur, non fibreux, brun orange, fragile pâle et granulaire. Les feuilles de 30-50 cm long, alternatif, paripenné ; pétiole commun très étroitement encadré, glabre ; les feuillets de 5-10 paires, opposé ou alternatif, acuminé, entier, glabre, souvent et légèrement falciforme ou oblique ; pétioles de 2-5 m long. L'inflorescence par un panicule terminal composé de 30 cm ou plus dans la longueur, avec des branches pubescentes.les fleurs d' environ 5 millimètres , blanches ,polygames et verdâtre, nombreux. Les fruits sont globeux, charnus, a semé par des drupes, parfois un ou deux drupelles ensemble, environ de 1.8-2.5 cm à travers.les graines de 0.8-1.3 cm de diamètre, globeux, lisse, noir comme l'illustre les figures ci-après [7].



**Figure 1 :** L'arbre *Sapindus Mukorossi* [2]



**Figure 2 :** Fruits de *Sapindus Mukorossi* [3]



## **I.4 Classification taxonomique :**

**Royaume :** *Plante*

**Subkingdom :** *Tracheobionta*

**Superdivision :** *Division de spermatophytes*

**Classe de Magnoliophyta :** *usines fleurissantes*

**Classe de Magnoliopsida :** *Dicotlyedons*

**Sous-classe :** *Ordre de Rosidae*

**Famille de Sapindales :** *Sapindaceae*

**Genre :** *Sapindus L (Soapberry)*

**Espèces :** *Sapindus Mukorossi (soapberry chinois)*

**Pièces morphologiques utilisées :** *Bois, graines, extraits de péricarpe, fruits... etc [8].*

## **I.5 Composition chimique :**

Les graines du *Sapindus Mukorossi* contiennent 23 % d'huile dont 92 % sont des triglycérides ; la fraction de ce dernier a contenu 30 % de glycéride oleo-palmito-arachidin, 13.3 % de glycéride di-oléine, et 48.7 % de glycéride dioleo-palmitin. Le lipide compose de deux fractions A et B. la fraction A est de 70.4%, c'est un triglycéride normal. La fraction B est de 29.6% se compose par un composant non-glyceridique c'est est un cyanolipide (1-cyano-2-hydroxymethyl prop-1-ene-3-ol).

Les fruits de *Sapindus Mukorossi* contiennent des glycosides sesquiterpenoidales, différents flavanoïdes comme la quercétine, d'apigénine, de kaempferol et de rutine. des triterpènes, des saponines de type d'oleanane, de dammarane et de tirucullane.

Les racines de *Sapindus Mukorossi* contiennent les saponines type tirucullane de triterpénoïde [9].

**Tableau I :** Liste de saponines isolées à partir de *Sapindus Mukorossi* [10]

Saponine	Nom chimique	Type
<b>Sapindoside</b>		
A	Hederagenin-3-O- -L-arabinosyl-(2 1)- -L-rhamnopyranoside	Oleanane
B	Hederagenin-3-O- -L-arabinosyl-(2 1)-O- -L-rhamnopyranosyl-(3 1)- -D-xylanopyranoside	Oleanane
C	Hederagenin-3-O- -D-glucosyl (1 4)- -D-xylosyl (1 3)- -L-rhamnosyl (1 2)- -L-arabinoside	Oleanane
<b>Sapinmusaponin</b>		Dammarane
A	3,7,20(S),22-tetrahydrodammar-24-ene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2) – D-glucopyranoside	Dammarane
B	3,7,20(S),22,23-pentahydroxydammar-24-ene-3-O- -L-rhamnopyranosyl- (1 2)-D-glucopyranoside	Dammarane
C	3,7,20(S),22,25-pentahydroxydammar-23-ene-3-O- -L-rhamnopyranosyl- (1 2)-D-glucopyranoside	Dammarane
D	25-methoxy-3, 7,20(S) ,22-tetrahydrodammar-23-ene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-D-glucopyranoside,	Dammarane
E	25-methoxy-3, 7,20(R)-trihydroxydammar-23-ene-3-O- -L-rhamnopyranosyl- (1 2)-D-glucopyranoside	Tirucullane
F	21 -methoxy-3- -21(S), 23I-epoxy tirucall-7,24-diene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 6)- -D-glucopyranosyl	Tirucullane

G	21 -methoxy-3- -21(S), 23I-epoxy tirucall-7,24-diene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 6)- -D-glucopyranosyl	Tirucullane
H	21 -methoxy-3- -21(S), 23I-epoxy tirucall-7,24-diene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)- -D-glucopyranosyl	Tirucullane
I	21 -methoxy-3- -21(S), 23I-epoxy tirucall-7,24-diene-3-O- -L-dirhamnopyranosyl-(1 2,6)- -D-glucopyranosyl	Tirucullane
J	21 -methoxy-3- -21(S), 23I-epoxy tirucall-7,24-diene-3-O- -L-dirhamnopyranosyl-(1 2,6)- -D-glucopyranosyl	Oleanane
K	hederagenin-3-O-(3-O-acetyl-alpha-L-arabinopyranosyl)-(1 3)-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-alpha-L-arabinopyranoside	Oleanane
L	hederagenin-3-O-(4-O-acetyl-alpha-L-arabinopyranosyl)-(1 3)-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-alpha-L-arabino-pyranoside,	Oleanane
M	hederagenin-3-O-(2,3-O-diacetyl-beta-D-xylopyranosyl)-(1 3)-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-alpha-L-arabinopyranoside	Oleanane
N	hederagenin-3-O-(2,4-O-diacetyl-beta-D-xylopyranosyl)-(1 3)-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-alpha-L-arabinopyranoside	Dammarane
O	3,7,20(S)-trihydroxydammar-24-ene-3-O-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-beta-D-glucopyranoside	Dammarane
P	3, 7,20(R)-trihydroxydammar-24-ene-3-O-alpha-L-rhamnopyranosyl-(1 2)-beta-d-glucopyranoside	Tirucullane

Q	21 -methoxy-3 , 21I, 23(S)-epoxytirucall-7,24-diene-3-O- -D-glucopyranosyl-(1 2)- -D-glucopyranoside	Tirucullane
R	21 -methoxy-3 , 21I, 23(S)-epoxytirucall-7,24-diene-3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 6)- -D-glucopyranosyl-(1 2)- -D-glucopyranoside	Tirucullane
<b>Sapinmukoside</b>		
A	3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)- * -L-arabinopyranosyl-(1 3) + - -D-glucopyranosyl-21, 23R-époxy tirucall-7, 24R-diene-3 , 21 – diol	Tirucullane
B	3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 6) – -D-glucopyranosyl-21, 23R-époxy tirucall-7, 24R-diene-3 , 21-diol	Tirucullane
C	3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-arabinopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl (21,23R)-époxy tirucalla-7,24-diene-(21S)-ethoxyl-3 -ol	Tirucullane
D	3-O- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-arabinopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl (21,23R)-époxy tirucall-7, 24-diene-(21S)-methoxyl-3 -ol.	Tirucullane
E	3-O- -L-arabinopyranosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-arabinopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl (21,23R)-époxy tirucalla-7,24-diene-21 - ethoxyl-3 -ol}	Tirucullane
F	{3-O- -D-xylanopyranosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-arabinopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl 21,23R-époxy tirucalla-7,24-diene-21 - ethoxyl-3 -ol}	Tirucullane
G	{3-O- -D-xylanopyranosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-arabinopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl (21,23R)-époxy tirucalla-7,24-diene-21 -	Tirucullane

	methoxy-3 -ol}	
H	{3- <i>O</i> - -L-arabinopyranosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-rhamnopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl 21,23 <i>R</i> -époxy tirucalla-7,24-diene-21 -ethoxy-3 -ol}	Tirucullane
I	{3- <i>O</i> - -L-arabinopyranosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)-* -L-rhamnopyranosyl-(1 3) +- -D-glucopyranosyl 21,23 <i>R</i> -époxy tirucalla-7,24-diene-21 -methoxy-3 -ol}	Tirucullane
J	{3- <i>O</i> - -L-rhamnopyranosyl-(1 6)- -D-glucopyranosyl 21,23 <i>R</i> -époxy tirucalla-7,24-diene-21 -ethoxyl-3 -ol}	Tirucullane
<b>Mukorozi-saponine</b>		
G	Hederagenin-3- <i>O</i> -(2- <i>O</i> -acetyl- -D-xylanopyranosyl)-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)- -L-arabinoside.	Oleanane
E1	Hederagenin-3- <i>O</i> - -L-arabinosyl-(1 3)- -L-rhamnopyranosyl-(1 2)- -L-arabinoside.	Oleanane

**ACTIVITES  
PHARMACOLOGIQUES**

## **II.1 Introduction :**

Le *Sapindus Mukorossi* est une plante médicinale souple. Le criblage photochimique de l'extrait d'usine a montré la richesse du fruit en saponines [11].

## **II.2 Les activités biologiques des saponines :**

Les saponines possédant différentes activités biologiques et pharmacologiques, parmi les quelles on peut citer :

### **II.2.1 Activité hémolytique :**

Les saponines ont la capacité de rompre les érythrocytes. Les propriétés hémolytiques sont généralement attribuées à l'interaction entre les saponines et les stérols de la membrane d'érythrocyte. En conséquence, les éclats de la membrane causent un in-pli dans la perméabilité et une perte d'hémoglobine. Les chercheurs ont étudié l'effet des saponines sur la structure de la membrane par l'hémolyse des érythrocytes humains. Les résultats ont prouvé que les érythrocytes saponine-lysés ne recèlent pas, et indiquent donc que les dommages de saponine au bi layé de lipide sont irréversibles [12]. Une substance ou un composé auxiliaire si une fois utilisé avec un autre composé actif, il augmente l'activité du composé actif. Le niveau de l'activité hémolytique a été attribué au type d'aglycone et à la présence des chaînes latérales de sucre. Les saponines avec une partie de résidu ou d'oxyde-anneau d'acyle ont tendu à montrer l'activité hémolytique [13]. Un mélange des saponines a été isolé à partir de *lanceolata Forssk de Maesa* (Myrsinaceae) pour l'activité hémolytique. Le mélange de maesa-saponin, a montré l'activité hémolytique très élevée, 50% d'hémolyse des érythrocytes humains [14]. Dix saponines originales ont été isolées à partir de *lanceolata de Maesa* pour l'activité hémolytique. Certaines de ces saponines n'ont montré aucune activité tandis que d'autres possédaient une très forte activité hémolytique [15]. Un certain nombre de rapport de structure-activité ont été établis et on l'a conclu que dans le cas des saponines de maesa, la substitution à la position C<sub>22</sub> semble être un dispositif structural essentiel pour une activité hémolytique élevée. Un mélange oleanolique de saponine a montré une activité hémolytique plus élevée qu'un mélange dialysé de saponine [16].les études de l'effet inhibiteur des saponines du *falcatum L de Bupleurum* (Apiaceae) sur l'activité adhésive d'anti-cellule et sa relation à l'action hémolytique montre que

le mécanisme pour l'activité anti-cellule et l'activité adhésive peut ressembler à cela pour l'action hémolytique [17].

### **II.2.2 Activité de Molluscicide :**

Les saponines ont seulement une faible toxicité [18], qui est probablement attribuée à un taux bas d'absorption. Les saponines sont également fortement toxiques aux mollusques et ont été étudiées comme molluscicides [19]. Les espèces de *Bulinus* et de *Biomphalaria* en particulier, agissent en tant que centres serveurs intermédiaire dans le cycle de vie des schistosomes, qui causent la bilharzia urinaire. Beaucoup d'épreuves ont été courues dans les pays africains où la schistosomiase a une forte présence. Des études ont prouvé qu'un six-oleanane-type de saponine triterpénoïde mélange de maesa-saponin, ont été examinés pour l'activité molluscicide contre le glabrata de *Biomphalaria*. La ture de mélange de saponine a montré la toxicité élevée, avec les valeurs LD95 et LD50 de 4.1 et 2.3 g/ml, respectivement [20].

*Dodecandra Hér Phytolacca* (Phytolaccaceae) et les baies de *l'icosandra L Phytolacca* contiennent des saponines qui sont fortement efficace pour l'activité molluscicide .Les extraits aqueux (25 g/ml) de *l'icosandra Phytolacca* ont eu une activité molluscicide très élevée contre des escargots de glabrata de *Biomphalaria*. L'activité peut être attribuée à la présence des saponines monodesmosidique des acides serjanique et spergulagenique [21]. Les résultats de l'étude de la biodégradabilité des saponines extraites par les baies du *dodecandra Phytolacca* ont prouvé que ces saponines ont aisément biodégradé. Les saponines ont été complètement consommées dans les 10 jours qui indiquent leurs capacités de dégrader dedans environnements aquatiques, dans des conditions aérobies. En conséquence, l'utilisation des baies de *dodecandra Phytolacca* pour la commande d'escargot dans les corps schistosomiase-infestés dans l'eau est ambient et acceptable [22]. Dix saponines ont été isolées à partir des feuilles du *lanceolata de Maesa* pour l'activité molluscicide contre des escargots de glabrata de *Biomphalaria*. La valeur LC50 du mélange de saponine était de 1.25 mg/ml. Cependant, on l'a conclu qu'une des saponines, le maesa-saponin est responsable d'une grande partie de l'activité du mélange. Cette saponine a eu une valeur LC50 de 0.5 mg/ml sous sa forme d'isolement [23].

Les Saponines de Hederagenin de triterpénoïde d'isolement dans le *Sapindus mukorossi* (Sapindaceae) a eu les effets molluscicide contre :l'escargot d'or de pomme, *canaliculata de Pomacea*, qui ont les parasites importants devenus du riz et d'autres récoltes aquatiques dans



l'ensemble de Taiwan et d'autres régions de l'Asie , les saponines avec trois parties de sucre ont eu une activité molluscicide plus élevée que des saponines de triterpènes avec une partie de sucre [24].

### **II.2.3 Activité anti-inflammatoire :**

Il y a un certain nombre de rapports des saponines avec les propriétés anti-inflammatoires. Beaucoup de saponines d'isolement dans des sources d'usine produisent une inhibition d'inflammation dans l'analyse de l'œdème carraghénane induite par souris. Des études ont montré que *Frutice-saponin* qui est une saponine bidesmosidique avec une partie non ramifiée de saccharide d'isolement dans les *fruticescens L* (Apiaceae) de *Bupleurum* , possède l'activité anti-inflammatoire la plus élevée de toutes les saponines examinées dans les analyses d'œdème de souris [25]. Deux saponines de triterpénoïde ont été isolées de l'écorce de tige du *pictus Nakai Kalopanax* (Araliaceae) ont montré l'activité anti-inflammatoire significative à la dose orale de 50 mg/ml [26]. Des études ont montré qu'une saponine stéroïdales originale d'isolement dans les feuilles d'*attenuata d'agave* (Agavaceae) qui a été évaluée pour l'activité anti-inflammatoire, elle a empêché l'augmentation de la perméabilité vasculaire provoquée par l'acide acétique qui est un modèle typique pour l'action ré-inflammatoire de première phase. Cependant, l'activité n'a pas été accompagnée d'un hémolytique indésirable d'investigation d'effet et de garanties plus loin comme drogue anti-inflammatoire [27]. Des études ont prouvé que le loniceroside de saponine de triterpénoïde d'isolement dans les parties aériennes de *japonica thunb de lonicera* (Caprifoliaceae) qui est une plante médicinale connue sous le nom d'agent anti-inflammatoire pendant des siècles, a montré l'activité anti-inflammatoire une fois examiné in vivo dans l'œdème d'oreille de souris provoqué par l'huile de croton. Cette saponine a empêché l'œdème d'oreille (15-31%) aux concentrations s'échelonnant de 50-200 mg/kg [28].

### **II.2.4 Activité antifongique :**

Un mélange de maesa-saponine a été isolé à partir de *lanceolata de Maesa* a montré son activité fongistatique. Le mélange a empêché la croissance de la somme de flocco-épidermophyton, des interdigitalis de microïdes et du rubrum de trichophyton à une concentration de 50 g/ml. Les candida albicans ont été empêchés à 100 g/ml. Le développement du langeroniment de microsporium a été empêché à 250 g/ml. Aucune activité fongicide n'a été montrée aux concentrations inférieures jusqu'à 1 g/ml [29]. Les saponines isolés à partir *notoginseng de panax* (Burk) ont un effet inhibiteur sur la motilité de zoospore de cochlioides

d'aphanomyces [30]. Les saponines stéroïdales de *schidigera Roezli de yucca* ont été montrés une activité inhibitrice efficace contre la croissance des levures filmogènes, et levures de dermato et de mycètes phytiques. Une fraction de saponine, contenant principalement les saponines monodesmosidique, a été examinée pour l'activité antifongique. Cette fraction de saponine a montré l'activité inhibitrice contre la croissance de plusieurs levures, aussi bien que quelques mycètes dermatophytique (les valeurs de CMI se sont étendues entre 31.3 et 125 g/ml) [31].

Les saponines de triterpénoïde des graines de *chenopodium quinoa willd* (Chenopodiaceae) ont été rapportées pour avoir l'activité antifongique. Le mélange brut de saponine a empêché la croissance des candidas albicans à une concentration de 50 g/ml, par contre les saponines de furostanol isolés à partir des graines de *l'acuminatum annuum fingerh* de variétés du poivron L (Solanaceae) ont montrée la plus forte activité antifongique avec CMI de 12.5 à 10 g/ml [32].

### **II.2.5 Activité antibactérienne :**

Les saponines ont prouvé l'activité antibactérienne [33], ils ont été montrés l'activité sur les organisations procaryotiques et eucaryotiques. Trois saponines triterpénoïde A, B, et C ont été isolées à partir de *nudicaulis de hedyotis* (Rubiaceae) ont été examinés contre *Bacillus subtilis* ont montré l'activité antibactérienne à une CMI de 10 g/ml [34].

### **II.2.6 Activité antiparasitaire :**

Deux nouvelles saponines de triterpénoïde, le glinoside A et B isolés à partir des parties aériennes de *oppositifolius L de glinus* (Molluginaceae) ont montré l'activité antiparasitaire contre le falciparum de plasmodium, les résultats sont respectivement IC50 de 31.8 g/ml pour glinoside A et IC50 de 42.3 g/ml pour glinoside B. Les mêmes saponines ont également montré une meilleure activité antiproliférative contre les monocytes humains en raison de l'inhibition significative de synthèse d'ADN. Les résultats suggèrent que ces saponines pourraient être considérées en future des drogues anti-leishmaniale possibles [35].

### **II.2.7 Cytotoxicité:**

Les saponines qui ont le plus de cytotoxicité n'ont pas toujours les propriétés antitumorales pendant que des composés cytotoxiques peuvent potentiellement être employés en tant qu'agents antitumoraux. Une saponine stéroïdale originale furcreastatin isolé à partir d'un extrait éthanolique des feuilles du *haw foetida furcraea L* (Agavaceae) a été examiné pour sa

cytotoxicité sélective aux fibroblastes de souris. Furcreastatin se compose d'une aglycone de hecogenin avec un hexa saccharide contenant le d-galactose, le l-rhamnose et quatre résidus de d-glucose. Le composé a diminué la viabilité des cellules avec un ED50 de 4 g/ml. Furcreastatin est cytotoxique contre les variétés de cellule parentales (ED50 de 9.6 g/ml) [36].

La cytotoxicité des saponines dépendant de la concentration modéré sur des lymphocytes dans la culture. la saponine n'était pas cytotoxique aux lymphocytes jusqu'à une concentration de 10 g/ml. Des études in vitro ont montré que la saponine stéroïdales avait la cytotoxicité contre le cancer humain [37].

### **II.2.8 Activité antivirale :**

Deux saponines de triterpénoïde isolées à partir des usines brésiliennes et chinoises pour leur activité antivirale. Les deux saponines ont montré l'activité antivirale. L'oleanane a empêché le virus d'herpès simplex. Les saponines qui ont une unité glucosylique dans la partie structurale ont la plus grande activité [38].

### **II.3 Les activités pharmacologiques de fruit de *Sapindus mukorossi* :**

L'utilisation du *Sapindus Mukorossi* dans la médecine traditionnelle world wide est validée par les études scientifiques qui ont démontré l'efficacité des extraits dans divers modèles expérimentaux. Des effets pharmacologiques du *Sapindus Mukorossi* ont été rapportés comme antibactérienne, insecticide, spermicide, anti-trichomonas, anti-tumeur, hépato-protective, anxiolytique, molluscicide, fongicide, anti-inflammatoire et anti-piscicide et elle est utilisée pour le traitement de différents maux. La majeure partie de l'étude scientifique est confinée à l'élaboration des pratiques traditionnelles du *Sapindus Mukorossi*. Il y a un besoin de beaucoup de recherche additionnelle concernant des effets pharmacologiques de *Sapindus Mukorossi* au niveau moléculaire et d'expliquer leur mode d'action [39].

#### **II.3.1. Activité antibactérienne :**

L'évaluation a montré que les extraits éthanoliques et de chloroforme du *Sapindus Mukorossi* ont empêché la croissance des pylores de Helicobacter, ils montrent une zone considérable d'inhibition à la concentration très basse (10µg/mL) [40].

### **II.3.2. Activité insecticide :**

Les saponines du *sapindus mukorossi* possèdent l'activité insecticide, entraînant l'inhibition de croissance dans les insectes examinés, les tracteurs à chenilles de littoralis de spodoptera de leafworm de coton et le pisum d'acyrthosiphon d'aphis de pois. 0.1% de saponine du *sapindus mukorossi* a tué tous les aphidés. L'extrait éthanolique du *sapindus mukorossi* a été étudié pour l'activité insecticide contre l'oryzae et le humanus sitophilus de pediculus. Le pourcentage moyen de mortalité a indiqué que les extraits ont causé la mortalité significative des insectes et les essais biologiques de cible ont indiqué que l'effet toxique était proportionnel à la concentration [41].

### **II.3.3. Activité Spermicide:**

Les saponines du *sapindus mukorossi* sont connues pour être spermicide. Des changements morphologiques des spermatozoïdes éjaculés humains après exposition à cette saponine ont été évalués sous la microscopie électronique de balayage. La concentration efficace minimum (0.05% dans l'essai ponctuel) n'a pas affecté la topographie extérieure après exposition pour une minute. Cependant, l'incubation des spermatozoïdes pendant 10 minutes a eu comme conséquence la vesiculation étendue et une rupture de la membrane de plasma dans la région principale. Des concentrations plus élevées (0.1%, 1.25%, 2.5% et 5.0%) ont causé les changements plus ou moins semblables qui ont inclus la vesiculation, la vacuolation, la rupture ou l'érosion des membranes dans la région principale. Ces résultats suggèrent que les changements morphologiques observés soient dus aux changements des glycoprotéines liées au bi layer de lipide de la membrane de plasma de spermatozoïde. Cette propriété spermicide a été employée dans une crème contraceptif [42].

### **II.3.4. activité Anti-Trichomonas :**

Le mélange de saponine du *Sapindus mukorossi* montre l'activité anti-Trichomonas à une concentration minimale efficace inférieure de 10 fois (0.005%) que la concentration spermicide contre les spermatozoïdes humains (0.05%). Ces saponines ont conséquemment empêché la capacité des parasites d'adhérer aux cellules, elles diminuent l'activité protéolytique des protéinases de la cystéine du parasite. Ces saponines n'ont pas produit aucun effet nuisible sur des cellules hôtes dans l'analyse potentielle de mesure de réduction mitochondriale. La saponine perturbe le réseau de cytosquelette d'actine sous la membrane de cellules et affecte l'adhérence membrane-négociée de Trichomonas aux cellules hôtes [43].

### **II.3.5. Activité anticancéreuse :**

En raison de la grande variabilité en structure de saponine, les saponines du *sapindus mukorossi* ont montré toujours l'effet anti-tumorigène par des variétés de voies antitumorales. Il y a plus de 11 classes distinguées de ces saponines comprenant des dammaranes, des tirucallanes, des lupanes, des hopanes, des oleananes, des taraxasteranes, des ursanes, des cycloartanes, des lanostanes, des cucurbitanes et des stéroïdes. Ginsenosides, appartenant aux dammaranes, ont été trouvés salutaire dans l'inhibition de l'angiogenèse de tumeur en supprimant son inducteur dans les cellules endothéliales des vaisseaux sanguins, et puis dans la prévention de l'adhérence, de l'invasion et de la métastase de la tumeur. Dioscin, un des saponines stéroïdales, et de son diosgenin d'aglycone a également un effet antitumoral étendu par arrestation de cycle de cellules et apoptosis. Les données préliminaires d'essai biologique ont indiqué que les saponines ont montré l'activité cytotoxique modérée contre des variétés de cellule humaines de tumeur [44].

### **II.3.6. Activité Hepatoprotective :**

Les extraits du *sapindus mukorossi* de (2.5 mg/l) et de *l'emodi de Rheum* (3.0 mg/l) ont une capacité protectrice in vitro sur les cultures primaires de hepatocytes et in vivo dans un rat que le modèle du carbone de tétrachlorure (CCl4) a négocié le dommage du foie pour jugé les activités d'enzyme de marquage de sérum. Ces cultures ont été traitées avec CCl4 et les extraits de *sapindus mukorossi* et de *l'emodi de Rheum*. Une activité protectrice a démontrée dans la culture primaire de la couche unitaire endommagée par CCl4. L'étude in vivo a montré la capacité Hepatoprotective de l'extrait du péricarpe de fruit du *sapindus mukorossi* et des rhizomes de *l'emodi de Rheum* [45].

### **II.3.7. Activité d'anxiolytique :**

Les extraits méthanoliques du *Sapindus mukorossi* de (40- 200mg/l) ont montré l'activité significative d'anxiolytique par rapport au diazépam standard d'anxiolytiques (2 mg/kg) et au Fluoxetine (10 mg/kg) [46].

### **II.3.8. Activité Molluscicide :**

Les extraits du *sapindus mukorossi* ont montré l'effet molluscicide contre l'escargot d'or de pomme, canaliculata Lamarck de Pomacea. Le péricarpe de fruit de *sapindus mukorossi* est une source potentielle des molluscicides botaniques contre l'acuminata de Lymnaea. Ces escargots

sont l'hôte intermédiaire du gigantica de Fasciola de douve du foie, qui cause le fascioliasis de 94% dans la population de buffle d'India nordique. Le composant molluscicide actif du fruit de *Sapindus mukorossi* est soluble en : chloroforme, éther, acétone et éthanol. La toxicité de l'extrait éthanolique de la poudre de fruit de *Sapindus mukorossi* est plus haute que d'autres extraits qui indique le présent molluscicide, ce composant est plus soluble en éthanol que d'autres dissolvants organiques. La saponine est le composant actif actuel en fruit de *Sapindus de mukorossi* par la chromatographie liquide de haute performance. Une comparaison de l'activité molluscicide de la fraction colonne-épurée de la poudre de fruit de *Sapindus mukorossi* avec les molluscicides synthétiques démontre clairement que la fraction épurée du *Sapindus mukorossi* est plus efficace. Le LC50 à 96 h de la fraction épurée par colonne de la poudre de fruit de *Sapindus mukorossi* est de 5.43 mg/l contre l'acuminata de Lymnaea, cette valeur est inférieur à ceux du carbaryl synthétique de molluscicides (14.40 mg/l), du phorate (15.0 mg/l), du formotion (8.56 mg/l) et du niclosamide (11.8 mg/l). LC50 à 96 h de poudre brute du *Sapindus mukorossi* de (119.57 mg/l) contre l'acuminata de Lymnaea est inférieur à la poudre brute de la racine *indica de Canna* (359.02 mg/l), la poudre de feuille *d'orientalis de Thuja* (250.55 mg/l), la poudre de fruit *d'orientalis de Thuja* (255.12 mg/l), le rhizome d'officinale de *Zingiber* (273.80 mg/l), l'ampoule de *cepa d'allium* (253.27 mg/l) [47].

### **II.3.9. Inhibition de tyrosinase et balayage de radical libre :**

Les extraits méthanoliques de fruit du *Sapindus mukorossi* ou de l'acétate éthylique ou de l'hexane comme dissolvants montrent les propriétés d'inhibition de tyrosinase, de balayage de radical libre, antimicrobien et anticancéreux. Ces extraits ont montré des activités spécifiques fortes d'inhibition sur la prolifération des variétés de cellule humaines de mélanome et de poumon. Les données ont montré le potentiel élevé d'appliquer ces extraits en cosmétologie, en nourriture supplémentaire, antibiotiques et chimiothérapie médicaux [48].

### **II.3.10. Activité fongicide :**

L'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* a montré une forte inhibition de croissance contre candida albicans, candida non-albicans, candida parapsilosis, candida de glabrata, candida tropicalis, le rubrum de trichophyton de mycètes, les mentagrophytes de trichophyton [49].

### **II.3. 11. Activité anti-inflammatoire :**

La saponine brute de fruit de *sapindus mukorossi* possède l'activité anti-inflammatoire sur l'œdème de carrageenin après administration intrapéritonéale par voie orale [50].

### **II.3.12. Activité de Piscicide :**

Le fruit de *sapindus mukorossi* a été utilisé en tant qu'herbicide sélectif pour les poissons cornés comme les fossiles et le channa punctate de heteropneustes [51].

# **MATERIEL ET METHODES**



### **III.1 Introduction :**

La partie expérimentale a été répartie en deux étapes principales :

- Extraction des molécules bioactives par procédés de macération et caractérisation des extraits obtenus
- Evaluation des activités biologiques de ces extraits par détermination des activités antioxydante et microbiologiques

### **III.2 L'extraction de l'extrait brut à partir du fruit de *sapindus mukorossi* :**

#### **III.2.1 Date et lieu de récolte :**

La plante a été récoltée dans la zone de Bousmail, dans un village appelé « haouch Essaboun » au nord de l'Algérie, en Décembre 2012. Elle était au stade végétatif.

#### **III.2.2 La méthode de préparation et de conservation du fruit :**

Les fruits ont été séchés à l'abri du soleil (à l'intérieur) pendant 2 semaines puis réduites en poudre par une série de broyages à l'aide d'un mixeur de marque BLENDER (Robot coupe GT550). La poudre du fruit ainsi obtenue est conservée dans un bocal hermétique à la température ambiante.

#### **III.2.3 La méthode de l'extraction:**

Dans un premier temps, le matériel végétal a été séché sous ombre, afin d'éviter toute dégradation thermique. Ainsi, la drogue pulvérisée présentera une plus grande surface de contact avec les solvants extracteurs, ce qui permettra d'améliorer le rendement d'extraction. La méthode d'extraction employée est la macération par étapes successives dans le méthanol. La quantité de solvant doit être appropriée à la quantité de matière végétale dont nous disposons (dans notre cas, 1,5 l du méthanol pour 250 g de poudre). L'extraction est effectuée trois fois sous agitation continue et à température ambiante durant 72 heures. Après filtration, évaporation du méthanol et séchage dans l'étuve à 40°, on obtient l'extrait brut.

#### **III.2.4 Calcul du rendement :**

Le rendement, exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, est déterminé par la relation suivante :

$$R = \frac{(P_c - P_v) \times 100}{Q}$$

Avec ; R : rendement (en %)

P<sub>c</sub> : poids du ballon avec le contenu (en g)

P<sub>v</sub> : poids du ballon vide (en g)

Q : poids du matériel végétal de départ (en g)

### **III.3 Caractérisation par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier :**

A : Principe de la méthode :

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier est une technique de mesure pour l'acquisition de spectres infrarouges. La lumière infrarouge passe au travers d'un interféromètre. Après avoir traversé l'échantillon, le signal mesuré est un interférogramme. Après que le signal a subi une transformée de Fourier, on obtient un spectre identique à celui obtenu par une spectroscopie infrarouge conventionnelle (dispersive). Le spectre Infrarouge permet de repérer les fonctions chimiques présentes comme les groupements cétones, alcool, acide carboxylique acétate, qui caractérise la plupart des triterpènes [52]. Les spectres sont enregistrés à température ambiante à l'aide d'un spectrophotomètre piloté par un ordinateur grâce à un logiciel spécial.

### **III.4 Evaluation de l'activité antimicrobienne :**






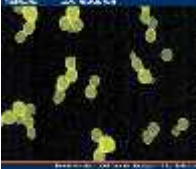



#### **III.4.1 Matériels utilisés :**




L'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait a été réalisée par méthode classique selon les étapes suivantes :

- a) Les disques utilisés proviennent du Laboratoire de Microbiologie, de la Filiale ANTIBIOTICAL- SAIDAL.
- b) Les Souches microbiennes utilisées proviennent du Laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida. Le tableau ci-dessous regroupe les références, l'allure sous le microscope électronique et la pathologie des souches utilisées. Les milieux de culture utilisés sont International

Muller Hinton (**annexe 1**) pour les bactéries et l'OGA (**annexe 2**) pour les levures et les moisissures.

**Tableau II** : les références des souches utilisées pour les analyses microbiologiques

Souches	Noms	Références	Allures	Pathologie
Gram <sup>+</sup> ( <b>annexe 3</b> )	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC6633		Non pathogène
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC		Des infections hospitalières (nosocomiales)
Gram <sup>-</sup> ( <b>Annexe 4</b> )	<i>Escherichia coli</i>	ATCC10536		Gastroentérite, infections intestinales.
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853		Des infections nosocomiales, des suppurations cutanées
Levures ( <b>Annexe 5</b> )	<i>Candida albicans</i>	IPA 200		Des infections superficielles
	<i>Candida tropicalis</i>	CHU		Des infections urinaires et des septicémies
	<i>Candida parapsilosis</i>	CHU		Des septicémies
	<i>Penicillium sp</i>	CHU		Kératomycose, penicilliosis, l'otomycose, onychomycose
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	CIP 1082.74		Aspergillioses, asthme

Moisissures (Annexe 6)	<i>Aspergillus Niger</i>	CHU		Aspergillioses, otomycoses
	<i>Aspergillus flavus</i>	CHU		Cancers, kératites mycotiques, otomycoses, troubles hépatiques
	<i>Aspergillus terreus</i>	CHU		Affections épidermiques, onychomycoses

### **III.4.2 Protocole expérimental :**

#### **III.4.2.1 Préparation des milieux de culture :**

Les milieux de culture (MH pour les bactéries et OGA pour les levures et les moisissures) sont mis en surfusion et sont coulés dans des boîtes de pétri de 9 mm de diamètre et 4 mm d'épaisseur comme illustré sur la figure ci-après :



**Figure 03 :** Gélose fusionnée dans des boîtes de pétri

#### **III.4.2.2 Préparation des précultures :**

La concentration bactérienne des inoculums est évaluée par la méthode des dilutions et elle est exprimée par la mesure de la densité optique (D.O à 620 nm) par un spectrophotomètre UV Visible. Les suspensions ont été réalisées par le prélèvement de 4 colonies bien isolées et identiques d'une culture jeune de 18h pour les bactéries et de 48h pour les levures et les moisissures. Les suspensions ont été émulsionnées dans des tubes contenant 5 à 6 ml

d'eau physiologique et homogénéisées par agitation au vortex. La lecture de la concentration de chaque suspension est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 620 nm et en estimant une transmittance qui doit être comprise entre 22% et 32% pour les bactéries à l'exception de *staphylococcus aureus* qui doit être comprise entre 30% et 40% et entre 2% et 3% pour les levures et les moisissures.

Les valeurs comprises dans les intervalles cités ci-dessus correspondent à une concentration optimale de  $10^7$  à  $10^8$  germe/ml.

#### **III.4.2.3 Dépôt des disques**

Les disques absorbants sont stérilisés et imbibés par l'extrait et sont déposés sur la surface de gélose inoculée à l'aide des écouvillons avec les souches testées. Les boîtes de pétri sont incubées à l'étuve (24h à 37°C pour les bactéries et 48h à 25°C pour les levures et les moisissures).

#### **III.4.3 Lecture**

La lecture des résultats après incubation est faite par la mesure des diamètres des zones d'inhibition obtenues pour chacune des souches.

#### **III.5 Estimation du pouvoir antioxydant :**

Le pouvoir antioxydant des extraits bruts des fruits du *Sapindus Mukorossi* a été déterminé par la méthode de piégeage du radical libre DPPH

##### **III.5.1 Appareillage et réactifs :**

Le matériel suivant a été utilisé pour l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*:

- ❖ Un spectrophotomètre UV-visible de marque Chimadzu type 1605 à double faisceau.
- ❖ Une balance sensible de marque Scaltec type OSI 9001, avec une précision de 0.01 mg.
- ❖ Des tubes à essai avec leurs supports.
- ❖ Deux pipettes de 1ml graduées et une micropipette (pipette de précision).
- ❖ Papier aluminium, pour préserver les solutions à l'abri de la lumière.

- ❖ Une fiole de 100 ml, pour préparer la solution de DPPH.

Les différents produits utilisés sont regroupés dans le tableau ci-après :

*Tableau III : Produits et standards utilisés, leurs marques et degrés de pureté*

Produits et standards	Marques	Pureté
<b>DPPH</b>	Fluka	97%
<b>Méthanol</b>	Merck	99,50%

A : Principe de la méthode :

Le pouvoir antioxydant de notre extrait a été testé par la méthode au DPPH [53]. L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres. Le DPPH est un radical libre synthétique présente une coloration violette sombre, lorsqu'il est piégé par des substances antioxydante, la forme réduite conférée à la solution une coloration jaune pâle, le virage vers cette coloration et l'intensité de la couleur jaune reflète la capacité antiradicalaire de la molécule, et dépend de la nature, la concentration et la puissance de cette molécule. Le DPPH (2, 2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) est solubilisé dans le méthanol absolu pour avoir une solution de concentration de 0.004%, en raison de 4 mg de DPPH dissout dans 100 ml de méthanol. Les échantillons ont été préparés par dissolution de 0.5 mg d'extrait dans 1ml de méthanol. Cette solution dite solution mère, subit ensuite des dilutions pour en avoir différentes concentrations de l'ordre de µg par ml. L'absorbance est mesurée dans les mêmes conditions que l'échantillon testé. Dans des tubes secs et stériles, on introduit 1ml du méthanol et les différentes concentrations de la solution à tester, on ajoute 1 ml de la solution DPPH. Après agitation à l'aide d'un vortex, les tubes sont placés à l'obscurité, à une température ambiante (25°C) pendant 30 min.

La lecture est effectuée par la mesure d'absorbance à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible, en utilisant des cuves en quartz de 2 ml . Pour chaque dilution, on prépare un blanc, constitué de 1 ml méthanol et 1 ml de la solution DPPH. La caractéristique principale d'un antioxydant est sa capacité de capter les radicaux libres. Pour se renseigner sur la vitesse de réduction du radicale et la puissance d'un antioxydant, nous avons réalisé un suivi de la réaction de réduction par mesure de

l'abaissement d'absorbance dans le temps, de notre extrait, ainsi que les étalons d'antioxydants à la concentration qui correspond à la valeur de EC50 (autrement appelée la valeur IC50). La valeur EC50 est définie comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (couleur). Ou encore, c'est la concentration de l'échantillon exigé pour donner une diminution de 50% de l'absorbance de la solution contrôle constituée de méthanol et de la solution de DPPH.

### **B : Calculs :**

Pour obtenir la concentration efficace qui réduit la concentration initiale de DPPH à 50% (EC50), les résultats sont exprimés en activité antioxydante, qui exprime la capacité de piégeage du radical libre et elle est estimée par le pourcentage de décoloration du DPPH en solution dans le méthanol.

L'activité antioxydante « AA% » est donnée par la formule suivante :

$$\% \text{ AA} = 100 - \{[(\text{Abs test} - \text{Abs blanc}) * 100 / \text{Abs control}] \} [54].$$

*Ou encore :*

$$\% \text{ Inhibition} = (\text{Abs control} - \text{Abs test}) / \text{Abs control} * 100 [55].$$

Soit :

**AA** : Activité antioxydante.

**Abs** : Absorbance à la longueur d'onde de 517 nm.

**Abs control**: Absorbance à la longueur d'onde de 517 nm de la solution méthanol + DPPH.

**Abs test** : Absorbance à 517 nm de l'échantillon.

# **RESULTATS ET DISCUSSIONS**



#### **IV.1 Introduction**

Dans ce chapitre seront présentés les différents résultats auxquels cette étude a abouti, principalement les rendements d'extraction et les activités biologiques, ces dernières servent pour prévoir les applications de cette matière végétale dans le domaine pharmaceutique

#### **IV.2 L'extraction :**

L'extrait obtenu est caractérisé par une odeur caractéristique, d'aspect limpide de couleur orange foncé avec un goût amer.

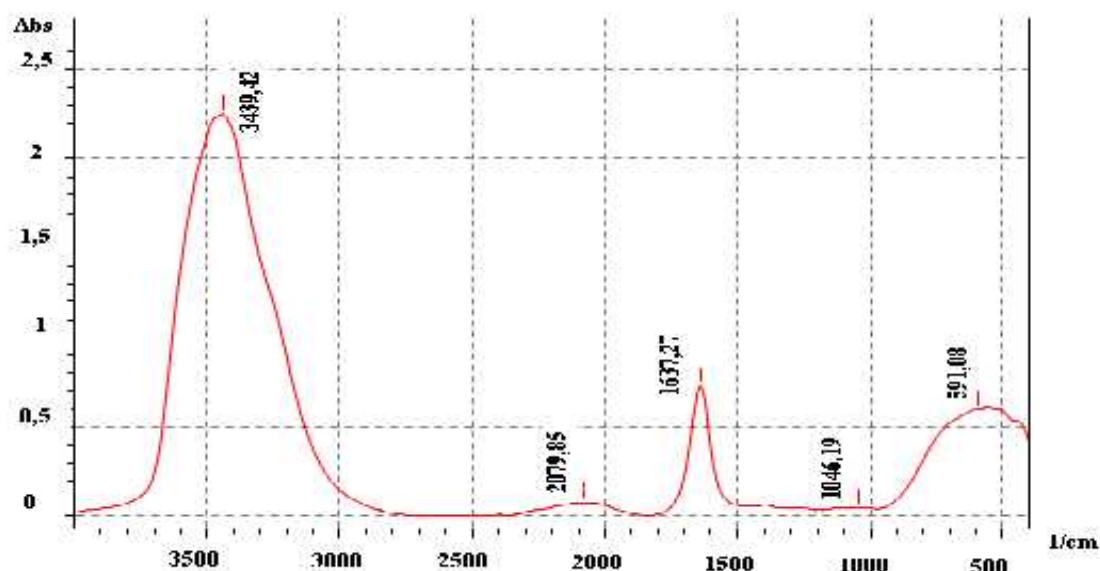
Le rendement de l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* utilisant le méthanol comme solvant est de 73,75 %, ce rendement est très appréciable et encourage l'utilisateur pour l'exploitation des différentes propriétés de cette espèce végétale. La figure ci-après illustre l'aspect de l'extrait



**Figure 04:** L'extrait méthanolique brut du fruit de sapindus mukorossi

#### **IV.3 Analyse par FTIR :**

La figure ci-après illustre le spectre IR de l'extrait méthanolique et permet d'apporter quelques informations qualitatives sur les différents groupements présents dans l'extrait comme l'illustre la figure ci-après



**Figure 05 :** Le spectre FTIR de l'extrait méthanolique brut du fruit de *sapindus mukorossi*

Le spectre FTIR de l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* est caractérisé par la présence de la bande OH de l'alcool (3439,42 cm<sup>-1</sup>), ce dernier résulte du solvant d'extraction. La deuxième partie du spectre correspond aux vibrations des liaisons C-H du groupement méthyle (CH<sub>3</sub>) des alcanes (2079,85 cm<sup>-1</sup>). La fonction carboxyle -C=C de l'acide carboxylique est localisée à (1637cm<sup>-1</sup>) avec un épaulement de la fonction -O-O à 1046 cm<sup>-1</sup>.

Il est à noter que cette caractérisation est nécessaire mais non suffisante et ne renseigne que sur la structure organique de l'extrait. Pour ce type de mélange, le recours à des moyens plus sophistiqués tels que la CGMS et HPLC est indispensable afin d'isoler les différentes molécules présentes dans l'extrait ainsi que la différenciation entre les familles de molécules (saponines, alcaloïdes, flavonoïdes etc.)

#### **IV.4 L'analyse microbiologique :**

##### **IV.4.1 Activité antibactérienne :**

Cette étude est basée sur la mesure des diamètres des halos d'inhibition de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*. L'étude du pouvoir antibactérien de l'extrait a été effectuée par un test appelé « antibiogramme » qui est une méthode des disques absorbants. La mesure des diamètres des zones d'inhibition permet la détermination de l'activité antimicrobienne de l'extrait in vitro. Les résultats qualitatifs concernant les diamètres des zones d'inhibition du développement des différentes souches bactériennes testées, en fonction des différentes

concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* sont regroupés dans les tableaux IV et V suivants :

**Tableau IV** : Diamètres des zones d'inhibition du développement des bactéries gram positif, en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* (milieu de culture MH)

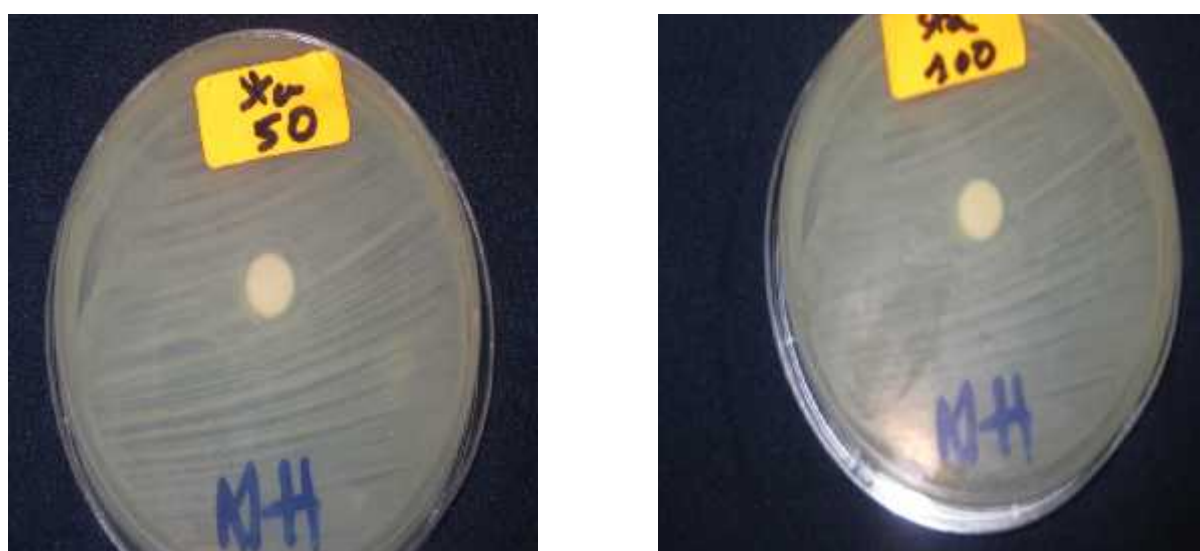
Concentration en µg/ml	Diamètres des zones d'inhibition	
	Bactéries Gram positives	
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
100	-	-
50	-	-
5	-	-
1	-	-
0,8	-	-
0,6	-	-
0,4	-	-
0,2	-	-

**Tableau V** : Diamètres des zones d'inhibition du développement des bactéries gram négatif, en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* (milieu de culture MH)

Concentration en µg/ml	Diamètres des zones d'inhibition	
	Bactéries Gram négatives	
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
100	-	-
50	-	-
5	-	-
1	-	-
0,8	-	-
0,6	-	-
0,4	-	-
0,2	-	-



**Figure 06:** les antibiogrammes de *Bacillus subtilis* avec l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*



**Figure 07 :** les antibiogrammes de *Staphylococcus aureus* avec l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*

Les figures 06 et 07 illustrent les photographies des boîtes de pétri de l'action bactéricide de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*, obtenus après l'incubation des germes testés pendant 24h. L'examen des résultats obtenus montre que l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* ne possède aucune activité antimicrobienne vis-à-vis des quatre souches bactériennes gram positive et gram négative testées, à savoir : *Bacillus subtilis*, *staphylococcus aureus*, *Escherichia Coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Notons que l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* a montré l'inhibition de croissance de *Helicobacter pylori* à une concentration de 10 µg/ml [56].

#### **IV.4.2 Activité antifongique :**

Les résultats de mesure des diamètres des zones d'inhibition des levures et des moisissures, en fonction des différentes concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* sont reportés dans les tableaux VI et VII suivants :

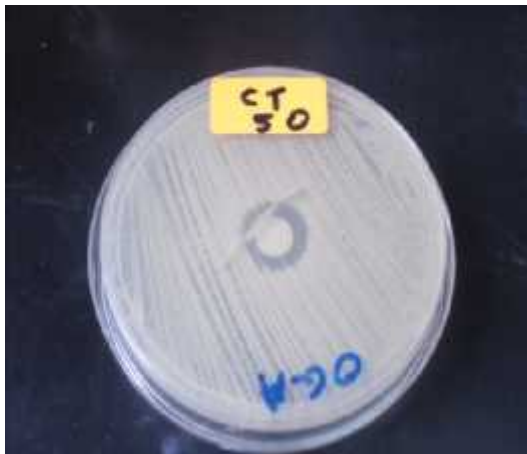
**Tableau VI :** Diamètres des zones d'inhibition du développement des levures testées, en fonction de différentes concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* (milieu de culture OGA)

Concentration en µg/ml	Diamètres des zones d'inhibition		
	Levures		
	<i>Candida tropicotis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida albicans</i>
100	16	13	18
50	15	11	17
5	14	10	16,4
1	13	9,5	15,3
0,8	12	9	14,9
0,6	11	8,2	14
0,4	10	7,6	12
0,2	9,5	7	11

**Tableau VII :** Diamètres des zones d'inhibition du développement des moisissures testées, en fonction de différentes concentrations en extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* (milieu de culture OGA)

Concentration en µg/ml	Diamètres des zones d'inhibition				
	Moisissures				
	<i>Aspergillus Niger</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus tereus</i>	<i>Penicillium sp</i>
100	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,6	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-

Les résultats sont illustrés sur les figures ci-après :



**Figure 08** : les antifongigrammes de *candida tropicalis* avec l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*



**Figure 09** : les antifongigrammes de *candida albicans* avec l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*



**Figure 10** : les antifongigrammes de *candida parapsilosis* avec l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*

Les figures 08, 09, 10 montrent les photographies des résultats d'action fongicide de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* obtenus après l'incubation des germes testés pendant 48h.

L'analyse des résultats montre que l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* possède un effet inhibiteur important vis-à-vis *candida albicans*, *candida tropicotis* et *candida parapsilosis*, elles sont inhibées à une concentration de 0,2 µg/ml d'extrait. D'après les études bibliographiques [57] et nos résultats nous pouvons considérer que ces candidas sont des germes microbiens très sensibles envers l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*. Par contre cet extrait n'a pas empêché la croissance ni de *pénicillium sp* ni de *des aspergillus*.

Ces résultats montrent que l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* possède une très forte activité antifongique contre *Candida albicans*, *candida tropicotis* et *candida parapsilosis*.

#### **IV.5 Evaluation de l'activité antioxydante (test au DPPH) :**

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres. Pour notre extrait, nous avons employé la méthode au DPPH, ce radical libre synthétique présente une coloration violette sombre, lorsqu'il est piégé par des substances antioxydante, la forme réduite conférée à la solution une coloration jaune pâle, le virage vers cette coloration et l'intensité de la couleur jaune reflète la capacité antiradicalaire de la molécule, et dépend de la nature, la concentration et la puissance de cette molécule. Notre extrait a présenté un très bon pouvoir antioxydant ce qui est confirmé par la bibliographie [58]. La figure suivante montre lisiblement la variation de la coloration du DPPH en fonction des concentrations de notre extrait.

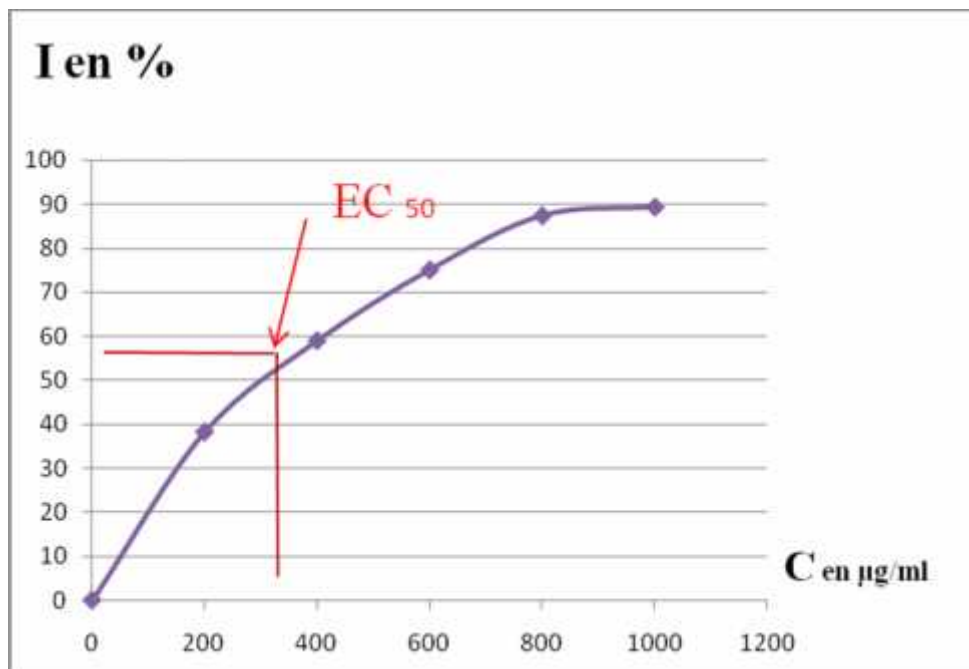
Pour le DPPH l'absorbance mesurée à 517 nm montre une chute rapide dans un intervalle très réduit de la dose d'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*, comme le montre le tableau VIII et les figures 11 et 12. Le tableau ci-après illustre les résultats trouvés

**Tableau VIII:** Variation du taux de piégeage (I%) du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*

Tube (n°)	Concentration (µg.ml <sup>-1</sup> )	I moy (%)
1	0	0
2	200	38,21
3	400	58,92
4	600	74,99
5	800	87,32
6	1000	89,22



**Figure 11:** Evolution de l'activité antioxydante en fonction de la concentration de l'extrait du fruit de *sapindus mukorossi*



**Figure 12 :** Variation du taux de piégeage (I%) du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi*



La EC50 a été apparemment introduit par et ses collaborateurs et elle a été ensuite employé par plusieurs groupes de chercheurs pour représenter leurs résultats. Elle définit la concentration efficace de substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical libre « DPPH » [59]. La EC50 de l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* est déterminée graphiquement, dont l'abscisse représente la concentration de l'extrait et l'ordonné représente l'activité antioxydante en (%). La valeur d'EC 50 est de 0,3 mg/ml. D'après ces résultats nous pouvons dire que notre extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* présente une activité antioxydante très importante. Notons que l'activité antioxydante de l'extrait du fruit de *sapindus mukorossi* est de 34% à une concentration de 10µg/ml [60].

# **CONCLUSION GENERALE**

Cette étude rentre dans le cadre d'un projet de recherche sur la valorisation d'une espèce végétale très répandue en Algérie mais très peu étudiée ; il s'agit du *Sapindus Mukorossi* très riche en matière bioactive.

L'objectif de notre contribution est d'extraire la matière bioactive par macération dans le méthanol. C'est ainsi que les résultats ont montré que :

- ✓ Un rendement de 73,75% qui justifie l'efficacité de procédé d'extraction utilisé, ce dernier non seulement permet d'extraire les matières bioactives majoritaires mais aussi de conserver leurs propriétés physico-chimiques et biologiques.
- ✓ La caractérisation de l'extrait par spectroscopie infrarouge a permis de mettre en évidence la qualité structurale de l'extrait qui est composée essentiellement de groupements organiques. Dans ce contexte, le recours à des analyses quantitatives telles que la CGMS et l'HPLC s'avèrent très indispensables
- ✓ Les tests d'activités biologiques effectués sur l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* montrent que ce dernier possède un pouvoir antimicrobien très fort vis-à-vis les levures. Ce résultat montre clairement que l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* est doté d'un large spectre d'activité inhibitrice sur les microorganismes testés, ce qui lui confère une aptitude pour l'utiliser dans des formulations pharmaceutiques
- ✓ L'étude du pouvoir antioxydant a confirmé les propriétés puissantes que possède l'extrait brut du fruit de *sapindus mukorossi* à piéger les radicaux libres et donc des conséquences positives sur ses vertus thérapeutiques

Enfin, à la lumière des résultats obtenus expérimentalement, nous pouvons prédire que l'extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* possède des activités antimicrobiennes et antioxydant de première classe.

Cette modeste contribution ne constitue qu'une première initiation à la recherche, des essais complémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence.

La perspective de ce travail c'est l'extraction des principes actifs qui sont les saponines à partir de cet extrait brut du fruit de *Sapindus Mukorossi* et les appliquer dans une forme galénique appropriée et enrichir la liste des plantes médicinales en phytothérapie.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

[1] : Schauenberg P., « les guides du naturaliste, guide des plantes médicinales » ; 3ème édition révisée et augmentée, (1977).

[2] : Flore phanérogamique des antilles françaises (Martinique et Guadeloupe) par ler. . P. Duss avec annotations sur l'emploi des plantes par, le professeur Edouard Heckel. Extrait des annales de l'institut colonial de Marseille 3' volume, 4° année 1896. Tome I. Macon, Protat Freres, Imprimeurs, 1897.

[3] : Flore phanérogamique des antilles françaises (Martinique et Guadeloupe) par ler. . P. Duss avec annotations sur l'emploi des plantes par, le professeur Edouard Heckel. Extrait des annales de l'institut colonial de Marseille 3' volume, 4° année 1896. Tome I. Macon, Protat Freres, Imprimeurs, 1897.

[4] : Kirtikar Kr, Basu Bd. Indian Medicinal Plants. B.I.M. publication, Allahabad, 1991.

[5] : La flore de Mostaganem, ‘le *Sapindus Mukorossi*, l’arbre à savon ou noix de lavage’’, (2010)

[6] : Trabut, L. et Mares, R. ‘l’Algérie agricole en 1906’’, bibliothèque nationale de France, (1906)

[7]: Brahman M, Sree A and Saxena C. 1996. Effect of pre-sowing treatments on the seed germination of *Sapindus Mukorossi* gaertn. And *Sapindus Trifoliatus* l. (sapindaceae). Advances in plant sciences. 9(1): 137-142

[8]: Usda resource page. united states drug administration website. available at <http://www.plants.usda.gov/java/profile>. accessed –august 21, 2008

[9]: Chirva V, Kintya Pk, Sosnovskii Va, Krivenchuk Pe and Zykova Ny: triterpene glycosides of *Sapindus Mukorossi*. Ii the structure of sapindoside a & b. Chemistry of natural compounds 1970; 6(2): 213-215.

[10] : Huang Hc, Tsai Wj, Morris-natschke Sl, Tokuda H, Lee Kh, Wu Yc and Kuo Yh: *Sapinmu Saponins* f-j, bioactive tirucallane-type saponins from the galls of *Sapindus Mukorossi*. journal of natural products 2006; 69(5): 763-767.

[11] : Sharma A, Sati Sc, Sati Op, Sati D, Maneesha Kothiyal sk. Chemical constituents and bioactivities of genus *sapindus*. int j res ayurveda pharm. 2011;2:403-9.

- [12] : Baumann, E., Stoya, G., Völkner, A., Richter, W., Lemke, C., Linss, W., 2000. Hemolysis of human erythrocytes with saponin affects the membrane structure. *Acta histochemica* 102, 21–35.
- [13] : Oda, K., Matsuda, H., Murakami, T., Katayama, S., Ohgitani, T., Yoshikawa, M., 2000. Adjuvant and haemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants. *biological chemistry* 381, 67–74.
- [14] : Sindambiwe, JB., Calomme, M., Geerts, S, Pieters, L., Vlietinck, AJ., Vanden Berghe, D.A., 1998. Evaluation of biological activities of triterpénoïde saponins from *maesa lanceolata*. *Journal of natural products* 61, 585–590.
- [15] : Apers, S., Varonikova, S., Sindambiwe, J.-B., Witvrouw, M., de Clercq, E., Vanden Berghe, D., Van Marck, E., Vlietinck, A., Pieters, L., 2001. Antiviral, haemolytic and molluscicidal activities of triterpénoïde saponins from *maesa lanceolata*: establishment of structure–activity relationships. *planta medica* 67, 528–532.
- [16] : Voutquenne, L., Guinot, P., Thoison, O., Sevenet, T., Lavaud, C., 2003. Oleanolic glycosides from *pometia ridleyi*. *phytochemistry* 64, 781–789.
- [17] : Ahn, B.-Z., Yoon, Y.-D., Lee, Y.H., Kim, B.-H., Sok, D.-E., 1998. Inhibitory effect of *bupleuri radix* saponins on adhesion of some solid tumor cells and relation to hemolytic action: screening of 232 herbal drugs for anti-cell adhesion. *planta medica* 64, 220–224.
- [18] : Bruneton, J, 1995. *pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants*. Lavoisier Publishing, Paris, pp. 538–544 (isbn 2-4730-0028-7).
- [19] : Sindambiwe J.B., Calomme, M., Geerts, S., Pieters, L., Vlietinck, A.J., Vanden Berghe, D.A., 1998. Evaluation of biological activities of triterpénoïde saponins from *maesa lanceolata*. *journal of natural products* 61, 585–590.
- [20] : Sindambiwe J.B., Calomme, M., Geerts, S., Pieters, L., Vlietinck, A.J., Vanden Berghe, D.A., 1998. Evaluation of biological activities of triterpénoïde saponins from *maesa lanceolata*. *journal of natural products* 61, 585–590.
- [21] : Treyvaud, V., Marston, A., Dyatmiko, W., Hostettmann, K., 2000. Molluscicidal saponins from *phytolacca icosandra*. *phytochemistry* 55, 603–609.

- [22] : Mølgaard, P., Chihaka, A., Lemmich, E., Furu, P., Windber, C., Ingerslev, F., Halling-Sørensen, B., 2000. Biodegradability of the molluscicidal saponins of *Phytolacca dodecandra*. *regulatory toxicology and pharmacology* 32, 248–255.
- [23] : Apers, S., Varonikova, S., Sindambiwe, J.-B., Witvrouw, M., de Clercq, E., Vanden Berghe, D., Van Marck, E., Vlietinck, A., Pieters, L., 2001. Antiviral, haemolytic and molluscicidal activities of triterpénoïde saponins from *Maesa lanceolata*: establishment of structure–activity relationships. *planta medica* 67, 528–532.
- [24] : Huang, H.-C., Liao, S.-C., Chang, F.-R., Kuo, Y.-H., Wu, Y.-C., 2003. Molluscicidal saponins from *Sapindus Mukorossi*, inhibitory agents of golden apple snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of agricultural and food chemistry* 51, 4916–4919.
- [25] : Just, M.J., Recio, M.C., Giner, R.M., Cuéllar, M.J., M Añez, S., Bilia, A.R., Ríos, J.-L., 1998. Anti-inflammatory activity of unusual lupane saponins from *Bupleurum fruticosum*. *planta medica* 64, 404–407.
- [26] : Li, D.W., Lee, E.B., Kang, S.S., Hyun, J.E, Whang, W.K., 2002. Activity-guided isolation of saponins from *Kalopanax pictum* with anti-inflammatory activity. *chemical and pharmaceutical bulletin* 50, 900–903.
- [27] : Da Silva, B.P., de Sousa, A.C., Silva, G.M., Mendes, T.P., Parente, J.P., 2002. a new bioactive steroidal saponin from *Agave attenuata*. *Zeitschrift für naturforschung c* 57, 423–428.
- [28] : Kwak, W.J., Han, C.K., Chang, H.W., Kim, H.P., Kang, S.S., Son, K.H., 2003. Loniceroside c, an antiinflammatory saponin from *Lonicera japonica*. *Chemical and pharmaceutical bulletin* 51, 333–335.
- [29] : Sindambiwe, J.B., Calomme, M., Geerts, S., Pieters, L., Vlietinck, A.J., Vanden Berghe, d.a., 1998. Evaluation of biological activities of triterpénoïde saponins from *Maesa lanceolata*. *journal of natural products* 61, 585–590.
- [30] : Ma, W.G., Mizutani, M., Malterud, K.E., Lu, S.L., Ducrey, B., Tahara, S., 1999. Saponins from the roots of *Panax notoginseng*. *Phytochemistry* 52, 1133–1139.
- [31] : Miyakoshi, M., Tamura, Y., Masuda, H., Mizutani, K., Tanaka, O., Ikeda, T., Ohtani, K., Kasai, R., Yamasaki, K., 2000. Antiyeast steroidal saponins from *Yucca schidigera*



(mohave yucca), a new anti-food-deteriorating agent. *Journal of natural products* 63, 332–338.

[32] : Woldemichael, G.m., Wink, M., 2001. Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *chenopodium quinoa*. *Journal of agricultural and food chemistry* 49, 2327–2332.

[33] : Killeen, G.F., Madigan, C.A., Connolly, C.R., Walsh, G.A., Clark, C., Hynes, M.J., Timmins, B.F., James, P., Headon, D.R., Power, r.f., 1998. Antimicrobial saponins of *yucca schidigera* and the implications of their in vitro properties for their in vivo impact. *Journal of agricultural and food chemistry* 46, 3178–3186.

[34]: Konishi, M., Hano, Y., Takayama, M., Nomura, T., Hamzah, A.S., Ahmad, R.B., Jamani, H., 1998. Triterpenoid saponins from *hedyotis nudicaulis*. *Phytochemistry* 48, 525–528.

[35] : Traore, F., Faure, R., Olivier, E., Gasquet, M., Azas, N., Debrauwer, L., Keita, A., Timon-David, P., Balansard, G., 2000. Structure and antiprotozoal activity of triterpenoid saponins from *glinus oppositifolius*. *planta medica* 66, 368–371.

[36] : Itabashi, M., Segawa, K., Ikeda, Y., Kondo, S., Naganawa, H., Koyano, T., Umezawa, K., 1999. A new bioactive steroidal saponin, furcreastatin, from the plant *furcraea foetida*. *Carbohydrate research* 323, 57–62.

[37]: Gaidi, G., Minamoto, T., Rustaiyan, A., Laurens, V., Lacaille-Dubois, M.-A., 2000b. Two new biologically active triterpene saponins from *acanthophyllum squarrosum*. *Journal of natural products* 63, 1497–1502.

[38] : Simões, C.M.O., Amoros, M., Girre, L., 1999. Mechanism of antiviral activity of triterpenoid saponins. *Phytotherapy research* 13, 323–328.

[39] : Kasai R, Fujino H, Kuzuki T, Wong Wh, Goto C, Yata N, et al. Acyclic sesquiterpene Oligoglycosides from pericarps of *Sapindus Mukorossi*. *Phytochemistry*. 1986;25:871-6.

- [40] : Ibrahim M, Khan Aa, Tiwari Sk, Habeeb Ma, Khaja Mn, Habibullah Cm. Anti-microbial activity of *Sapindus Mukorossi* and rheum modi extracts against helicobacter pylori: in vitro and in vivo studies. world j gastroenterol. 2006;12:7136-42.
- [41]: Rahman Ss, Rahman M, Begum SA, Khan Mmr, Bhuiyan Mh. Investigation of *Sapindus Mukorossi* extracts for repellency, insecticidal activity and plant growth regulatory effect. j appl sci res. 2007;3:95-101.
- [42] : Rastogi Rp, Mehrotra Bn. Compendium of Indian medicinal plants. New Delhi: cdri publication; 1999. p. 609-10.
- [43] : Tiwari P, Singh D, Singh Mm. Anti-trichomonas activity of sapindus saponins, a candidate for development as microbicidal contraceptive. J antimicrob chemother. 2008;62:526-34.
- [44] : Man S, Gao W, Zhang Y, Huang L, Liu C. Chemical study and medical application of saponins as anti-cancer agents. fitoterapia. 2010;81:703-14.
- [45] : Ibrahim M, Khaja Mn, Aara A, Khan Aa, Habeeb Ma, Devi, Yp, et al. hepatoprotective activity of *Sapindus Mukorossi* and rheum modi extracts: in vitro and in vivo studies. World j gastroenterol. 2008;14:2566-71.
- [46] : Chakraborty A, Amudha P, Geetha M, Surjit Singh N. Evaluation of anxiolytic activity of methanolic extract of sapindus mukorossi gaertn. in mice. int j pharm bio scie. 2010;1:1-8.
- [47]: Upadhyay A, Singh Dk. Molluscicidal activity of *Sapindus Mukorossi* and terminalia chebula against the freshwater snail lymnaea acuminata. chemosphere. 2011;83:468- 74.
- [48] : Chen Cy, Kuo Pl, Chen Yh, Huang JC, Ho Ml, Lin Rj, et al. tyrosinase inhibition, free radical scavenging, antimicroorganism and anticancer proliferation activities of *Sapindus Mukorossi* extracts. J Taiwan inst chem engrs. 2010;41:129.
- [49] : Tanaka O, Tamura Y, Masuda H, Mizutani K. Application of saponins in food and cosmetics: saponins of mohova yucca and *Sapindus Mukorossi* gaertn, saponins used in food and agriculture. new york: plenum press; waller gr and yamasaki k; 1996. p.1-11.

- [50]: Takagi K, Park Eh, Kato H. Anti-inflammatory activities of hederagenin and crude saponin isolated from *sapindus mukorossi* gaertn. *Chem pharm bull (Tokyo)*. 1980;28:11838.
- [51]: Viridi, Gs. The piscicidal properties of *acorus calamus*, *Sapindus Mukorossi* and *xeromphis spinosa* on 7 species of fishes of north india. *indian j phys nat sci*.1982;2:28-35.
- [52]: Ahmed, S.M., Sandra, G et Gustavo, B. ‘‘Antinociceptive activity of triterpenes isolated from *clusia ellipticifolia*’’. *rev.col.cienc.quim. farm*, 33, (2004), 156-162.
- [53]: Loo A.Y., Jain K. et Darah I., « Antioxydant activity of compound isolated from the pyroligneous acid, *rhizophora apiculata* ». *Food chemitry*, 107, (2008), p.1151-1160.
- [54]: Molyneux P., « The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (dpph) for estimating antioxidant activity », *songklanakarin j. sci. Technol* 26 (2), (2004), p. 211-219.
- [55]: Leitão G. G., Leitão S. G. et Vilegak W, « Quik preparative separation of naturel naphtopyranonnes with antioxidant activity by high-speed counter-current chromatography.z. », *naturforsch*, 57c, (2002), p. 1051-1055.
- [56]: Ibrahim M, Khaja Mn, Aara A, Khan Aa, Habeeb Ma, Devi, YP, et al. Hepatoprotective activity of *Sapindus Mukorossi* and *rheum modi* extracts: in vitro and in vivo studies. *World j gastroenterol*. 2008;14:2566-71.
- [57]: Ibrahim M, Khan Aa, Tiwari Sk, Habeeb Ma, Khaja Mn, Habibullah Cm.anti-microbial activity of *Sapindus Mukorossi* and *rheum modi* extracts against *helicobacter pylori*: in vitro and in vivo studies. *world j gastroenterol*. 2006;12:7136-42.
- [58]: Chen CY, Kuo Pl, Chen Yh, Huang JC, HO MI, Lin Rj, et al.Tyrosinase inhibition, free radical scavenging, antimicroorganism and anticancer proliferation activities of *Sapindus Mukorossi* extracts. *j taiwan inst chem engrs*. 2010;41:129.
- [59]: Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, c. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *lebensmittel-wissenschaft und-technologie/food science and technology*, 28: 25-30.
- [60]: Chen F., Shi Z., Neoh Kg. et Kang et al., « Antioxidant and antibacterial activities of *Sapindus Mukorossi* ». *Biotechnol bioeng* (104), (2009), p. 30-39.

# **LES ANNEXES**

## Annexe 1

### Composition de milieu de culture MH (Muller Hinton) :

Composant	Quantité en gramme
Amidon	1,5
Agar	10
Hydrolysate de caséine	17,5
Infusion de viande de bœuf	2
Eau distillée	QSP 1000 ml
pH=7,4	

## Annexe 2

### Composition de milieu de culture OGA (Oxytetracycline glucose agar) :

Composant	Quantité en gramme
Extrait autolytique de levure	5
Glucose	20
Oxytetracycline	0,1
Agar agar	15
Eau distillée	QSP 1000 ml
pH=6,6 ± 0,2 à T= 25°C	

## Annexe 3

### Les bactéries Gram positif :

#### Bacille Gram positif :

##### ➤ *Bacillus subtilis* :

Le genre *Bacillus* appartient à la famille *bacillaceae* comprend des bactéries sporulées, mobiles ou immobiles, gram positif, aérobies strictes ou facultatives catalase +.

*Bacillus subtilis* : est une bactérie qui forme des spores capables de survie dans des conditions extrêmes, révélant une adaptation très ancienne, que l'on trouve

habituellement dans le sol.

✓ **Pouvoir pathogène :**

*Bacillus subtilus* : n'est pas considéré comme pathogène pour l'homme, mais elle peut contaminer des aliments et peut exceptionnellement provoquer une intoxication alimentaire.

**Cocci Gram positif :**

➤ **Staphylococcus**

**aureus :**

Le germe *Staphylococcus* appartient à la famille des Micrococcaceae qui regroupent les espèces bactériennes qui constituent des cellules arrondies (Cocci) à Gram positif, immobiles, disposées, en amas, à la façon d'une grappe de raisin. Leur système respiratoire est de type anaérobie facultatif.

*Staphylococcus aureus*: est un germe ubiquitaire qui retrouve dans le sol, l'air et l'eau, c'est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme, on le trouve à l'état normal dans l'oropharynx, les fosses nasales, dans les selles et au niveau du périnée ou des aisselles.

✓ **Caractéristiques**

Cocci à gram positif, immobile, coagulase +, pigment +, ADS ase +, nitrate réductase +, phosphate +, D- mannitol +, Hémolysine+, protéine A+, résistance novobiocine.

✓ **Pouvoir pathogène**

Les manifestations pathologiques dues à *Staphylococcus aureus* sont très nombreuses. Elles sont suppuratives, nécrotiques ou entériques.

✓ **Les suppurations localisées**

On peut distinguer :

-Les infections cutanées : furoncle, abcès, panaris, anthrax, impétigo, staphylococcie maligne de la face, syndrome de la peau ébouillante ;

-Les infections ORL divers : sinusites, otites, mastoïdites ;

-Les infections des séreuses : arthrite, pleurésie, péritonite ;

-Les infections osseuses : ostéomyélite infections sur prothèse ;

-Les infections viscérales : abcès du poumon, abcès du cerveau, phlegmon péri néphrétique.

✓ **Les septicémies et les endocardites**

Elles peuvent être secondaires à n'importe quel foyer infecté, mais la fréquence des infections sur cathéter est soulignée l'incidence des endocardites à *S. aureus* s'est accrue avec les prothèses valvulaires intracardiaques. Les septicémies sont caractérisées par la fréquence des métastases par embolies septiques. Malgré l'antibiothérapie, la mortalité reste élevée.

✓ **Les manifestations digestives**

Les toxi-infections alimentaires surviennent à six heures après l'ingestion d'un aliment contaminé contenant l'entérotoxine staphylococcique thermostable.

Elles sont caractérisées par des vomissements chez un malade sans fièvre.

Les entérocolites staphylococciques consécutives à un traitement antibiotique (tétracyclines) sont exceptionnelles aujourd'hui. La flore fécale y est remplacée par *S.aureus*.

✓ **Le syndrome de choc toxique**

Ce syndrome associe une fièvre avec éruption scarlatiniforme, une hypotension et des atteintes cérébrales rénales, hépatiques et musculaires, Les hémocultures et le liquide céphalo-rachidien sont stériles. La symptomatologie est due à la toxine du staphylocoque.

## Annexe 4

### Bactéries Gram négatif :

➤ **Escherichia coli (colibacille) :**

Bacille à Gram négatif appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. *E. coli* se développe sur gélose ordinaire. Indole +, urée-, fermente le lactose, gazogène, mais ne produit pas d'acétoïne.

✓ **Habitat :**

*E. coli* est un hôte normal du tube digestif de l'homme et des animaux. Chez l'homme, il est présent à raison de 10 à 100 bactéries par gramme de selles, densité cependant très inférieure à celle des anaérobies qui constituent la flore dominante. La présence d'*E. Coli* dans l'environnement est le témoin d'une contamination fécale.

✓ **Pouvoir pathogène :**

**Infections extra- intestinales :** *E. Coli* est responsable d'infections diverses. **Infections**

**urinaires** : la majorité des infections urinaires est due à *E. Coli*. L'anatomie du bas appareil urinaire féminin permet facilement aux souches d'*E.coli* de la flore fécale d'atteindre la vessie par voie ascendante. De plus, certaines souches d'*E. Coli* sont dotées à leur surface de structure, les adhésines, qui leur permettent d'adhérer spécifiquement aux épithéliums de l'appareil urinaire.

**Infection abdominales** : ce sont des cholécystites, péritonites ou salpingites.

**Infection méningées** : les méningées néonatales, sont souvent graves.

**Les bactériémies** : consécutives à une infection localisée peuvent causer un choc septique gravissime du à l'action du lipopolysaccharidue (LPS) ou endotoxine.

**Infections intestinales** : Les diarrhées infectieuses à *E. coli* peuvent être différentes fonction de la virulence codée par les gènes hébergés par ces souches.

➤ ***Pseudomonas aeruginosa* (bacille pyocyanique) :**

Bacille à Gram négatif, aérobie strict, oxydase positive, mobile par flagelle polaire, température optimale de croissance 30°C. L'une des caractéristiques de l'espèce *Pseudomonas aeruginosa* est la production d'un pigment bleu ou pyocyanine, les souches typiques produisent aussi un pigment vert fluorescent. L'aspect des colonies est particulier. Elles sont rugueuses avec un reflet métallique.

✓ **Habitat :**

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie répandue dans la nature. Elle vit dans l'eau et sur le sol on le trouve aussi dans l'environnement hospitalier, surtout dans les endroits humides : siphons de lavabos, savons liquides, humidificateurs, solutions d'antiseptiques.

*Pseudomonas aeruginosa* fait partie de la flore de transit de l'homme. On le trouve dans le tube digestif et plus rarement dans la salive.

✓ **Epidémiologie :**

En raison de sa résistance aux antibiotiques et aux antiseptiques, *Pseudomonas aeruginosa* est souvent responsable d'infections nosoconiales ces infections peuvent par nombre, revêtir une allure épidémique.

✓ **Pouvoir pathogène :**



*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie pathogène opportuniste, les infections concernent surtout les malades recevant un traitement immunosuppresseur ou ayant une maladie grave sous-jacente, hémopathie ou cancer. Les brûlés sont particulièrement sensibles à ces infections. Chez ces sujets, les bactériémies à *Pseudomonas aeruginosa* ont un taux de mortalité très élevé. Les plaies opératoires, les voies urinaires et les voies respiratoires sont des portes d'entrée fréquente.

## Annexe 5

### Les Levures :

➤ *Candida albicans* :

*C.albicans* est l'espèce de levure la plus importante et la plus connue du genre *Candida*. Au laboratoire médical, la culture en boîte de pétrie des *Candida* donne des colonies qui sont grandes, rondes, de couleur blanche ou crème.

✓ **Habitat :**

*Candida albicans* est un organisme vivant à l'état normal dans la bouche, vagin et le tube digestif de l'être humain, on le retrouve chez 80% de la population.

✓ **Pouvoir pathogène :**

**Candidoses :** *Candida albicans* est responsable d'infections fongiques superficielles aussi bien que systémiques. Ces dernières ne surviennent que chez des individus immunodéprimés, il fait partie de la flore normale de l'intestin. Les infections superficielles comprennent le muguet, des vulvo-vaginites.

**Mycoses Systémiques :** La plupart de ces infections résultent de l'inhalation de spores, bien que *Candida albicans* provienne plutôt du tube digestif ou de dispositif intra vasculaires.

➤ *Candida tropicalis* :

Levure décrite en 1923 par Berkhout, elle est apparentée aux Ascomycètes, Endomycétales.

Sa forme parfaite n'est pas connue.

✓ **Description :**

Levures de forme variable rondes à allongées.

Reproduction par bourgeonnement multilatéral.

Le pseudomycélium peut être absent, rudimentaire ou abondant.

Parfois présence de vrai mycélium.

Levures non pigmentées.

Fermentation + ou (-). Uréase (-).

✓ **Habitat :**

Levure fréquemment isolée dans la nature, du sol, de végétaux, de l'eau.

✓ **Pouvoir pathogène**

Provoque chez l'homme des infections superficielles cutanéomuqueuses, des onyxis ainsi que des infections profondes: pulmonaires, urinaires, des septicémies.

➤ **Candida parapsilosis :**

C. parapsilosis est une levure apparentée aux Ascomycètes, Endomycétales dont la forme parfaite n'est pas connue. Elle a été décrite en 1932 par Langeron et Talice.

✓ **Description :**

Levures de forme variable rondes à allongées. Reproduction par bourgeonnement multilatéral. Le pseudomycélium peut être absent, rudimentaire ou abondant. Parfois présence de vrai mycélium. Levures non pigmentées. Fermentation + ou (-). Uréase (-).

✓ **Habitat :**

C'est un saprophyte de la peau qui peut provoquer des infections cutanées et unguéales.

✓ **Pouvoir pathogène :**

C'est également le 2ème Candida responsable de septicémies après C. albicans. Mode de contamination: par la peau (pose de cathéter, intraveineuse, chirurgie). Cette levure est à l'origine d'infections cutanées (intertrigos) et d'onyxis essentiellement des ongles des pieds mais également des ongles de mains sans périonyxis associé. Il s'agit d'onychomycose latérodistale. Cette levure provoque chez l'immunodéprimé des infections profondes.

➤ **Penicillium sp :**

Le nom *Penicillium* est donné à un genre de champignons imparfaits (deutéromycètes). *Penicillium roqueforti* dans un « Blue Stilton ». Les formes parfaites (téléomorphes) de quelques espèces de *Penicillium* sont connues, et appartiennent au phylum des Ascomycètes (ordre des Eurotiales, famille des Trichocomacées). Pour plusieurs espèces

de *Penicillium*, le stade parfait demeure inconnu. Les *Penicillium* sont des champignons filamenteux, de type moisissure. Le conidiophore ramifié possède une forme ressemblant à celle d'un pinceau. Les conidies sont disposées en longues chaînes. Le thalle est vert ou blanc. Ce genre comprend entre 100 et 250 espèces. Ce sont des champignons pour la plupart très communs dans l'environnement pouvant être responsables de nombreuses dégradations. Ils ont pour habitat le sol, les denrées alimentaires, les matières organiques en décomposition, le compost, les graines, les céréales...

## **Annexe 6**

### **Les moisissures :**

#### **➤ *Aspergillus flavus* :**

*A. flavus* est ubiquitaire (végétation, eau, sol, etc.). Les conidies sont dispersées dans l'environnement principalement par l'air, mais aussi par l'eau, les animaux et l'homme. Les aflatoxines sont produites au champ ou lors du stockage, principalement en zones de climat subtropical ou méditerranéen, mais également dans les zones tempérées en cas de saisons particulièrement chaudes et sèches. *A. flavus* est responsable de la contamination des céréales (principalement le maïs et les produits à base de maïs), des graines oléagineuses et des tourteaux destinés à l'alimentation animale, des fruits à coques (comme les arachides et les pistaches), des épices de toutes sortes, des fruits secs (comme les figues), du café, des fèves de cacao et des produits laitiers (AFM1). La contamination et la croissance des moisissures productrices d'aflatoxines sont favorisées par la blessure des grains ou des fruits (chocs, attaques d'insectes, etc.). Plusieurs cas d'aflatoxicose aiguë survenus en élevage, notamment chez les porcins, ont été décrits. La mort des animaux est le plus souvent survenue en quelques heures après un épisode hémorragique sévère. Chez les volailles la forme chronique de l'intoxication est la plus fréquente. Elle se manifeste par une diminution des performances associée à des hémorragies et des défauts de pigmentation des carcasses.

#### **➤ *Aspergillus fumigatus* :**

Filamenteux de la classe des Hyphomycètes, famille des Phialosporeae.

#### **✓ Description :**

Les *Aspergillus* poussent rapidement, sont poudreux ou duveteux de couleur variable :

blanc, vert, brun à noir. Ils se caractérisent par la formation d'organes de reproduction asexuée : les têtes aspergillaires. Le conidiophore de longueur variable se renfle à son extrémité.

✓ **Habitat :**

Champignon filamenteux, cosmopolite fréquemment retrouvé dans l'air, le sol, sur les céréales, les matières organiques en décomposition. Du fait de sa bonne tolérance aux températures élevées, on le retrouve en abondance dans le compost, les silos à grain.

✓ **Pouvoir pathogène :**

*Aspergillus fumigatus* est l'espèce la plus fréquemment incriminée en pathologie humaine et animale. Elle possède une faculté particulière d'adaptation au parasitisme chez l'homme. Cependant des conditions favorables à son développement sont nécessaires.

➤ **Aspergillus Niger :**

Filamenteux de la classe des Hyphomycètes, famille des Phialosporeae.

✓ **Description :**

Les *Aspergillus* poussent rapidement, sont poudreux ou duveteux de couleur variable : blanc, vert, brun à noir. Ils se caractérisent par la formation d'organes de reproduction asexuée : les têtes aspergillaires. Le conidiophore de longueur variable se renfle.

✓ **Habitat :**

*Aspergillus niger* est cosmopolite et fréquemment retrouvé dans les céréales, les fruits et les légumes moisis, le fourrage, les produits laitiers, les arachides. Il est très utilisé dans l'industrie agroalimentaire pour la production de divers acides.

✓ **Pouvoir pathogène :**

L'aspergillose du conduit auditif externe est une affection bénigne chez les personnes présentant une lésion préalable ou une malformation anatomique du conduit auditif. Elle se caractérise par un bouchon mycélien provoquant prurit, surdité, bourdonnement.

➤ **Aspergillus terreus :**

Filamenteux appartenant à la classe des Hyphomycètes, famille des Phialosporeae.

✓ **Description :**

Les *Aspergillus* poussent rapidement, sont poudreux ou duveteux de couleur variable : blanc, vert, brun à noir. Ils se caractérisent par la formation d'organes de reproduction asexuée : les têtes aspergillaires. Le conidiophore de longueur variable se renfle.

✓ **Habitat :**

Champignon cosmopolite, plus fréquent en zones chaudes,

fréquemment isolé du sol arable mais aussi des céréales, du coton.

Il est utilisé dans l'industrie agroalimentaire.

✓ **Pouvoir pathogène :**

Rarement rencontré en pathologie humaine, il peut être redoutable chez les patients immunodéprimés. Responsable d'aspergilloses pulmonaires invasives chez les leucémiques et les transplantés. Il peut entraîner une aspergillose disséminée. Il est responsable aussi de kératites et de lésions.