

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

Melle BENAMMAR Khadîdja & Melle HERKAT Razika

Thème

*Activité antimicrobienne des extraits biologiques de
Curcuma xanthorrhiza et Zingiber officinale*

Soutenu le : 22/ 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Dr MALIOU D</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Dr GUELLAL D</i>	<i>MCA.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>Dr DJENADI K</i>	<i>MAB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>

Année Universitaire : 2019/2020



Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, le courage et la patience d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous tenons à remercier les membres du jury, qui ont bien voulu accepter de porter leur jugement sur notre travail que nous souhaitons être à la mesure de leur satisfaction

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice Mme **Djenadi** pour son suivi, son aide et ses précieux conseils.

Mes derniers remerciements. Mais non les moindres s'adressent à tous les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

À l'âme pure de mon père, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

À ma mère, à qui je dois la réussite, pour l'éducation qu'elle m'a prodigué, Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me donnée et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

À mes chères sœurs Naima, la prunelle de mes yeux, Saïda, la douce, au cœur si grand, Ratiba l'aimable, Faïza qui sait toujours comment procurer la joie et le Bonheur pour toute la famille.

À mon chers frère Rabeh, que Dieu, le tout puissant, vous protégé.

À mes chers petits neveux et nieces Miral et Mohammed, Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.

À ma chère binôme Khadidja, ma douce soeur qui m'a encouragé pendant tous les moments difficiles vécusdurant ce mémoire.

Razika





Dédicace :

*Je dédie cet événement marquant de ma vie à mes chers parents
Smaine et Ourida*

*En témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et
tous les efforts qu'ils ont fait pour mon éducation ainsi que ma
formation. Que dieu vous garde afin que votre regard puisse suivre
ma destinées.*

A mes chère frères Farouk, Younes et Mouhamed Abd Allah

A ma chère sœur Hadjer

*Vous savez que l'affection et l'amour fraternel que je vous porte
sont sans limite.*

*J'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur et vous aide à réaliser vos
vœux.*

Je vous souhaite une vie pleine de joie.

*A tous ma familles et mes amies, tout particulièrement Sarah,
Razika chère amie avant d'être binôme*

A tous les professeurs de mon parcours académique

Khadija



Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Intorduction01

Chapitre I : Généralites sur les plantes médcinales03

I.1. La phtothérapie 04

I.2. les plantes medicinales..... 05

I.3.Présentation des plantes étudiées..... 06

I.3.1. Le curcuma : *Curcuma xanthorrhiza*.

I.3.1.1.Historique..... 06

I.3.1.2.Terminologie(Etymologie) 07

I.3.1.3.La systématique 07

I.3.1.4.Répartition géographique..... 08

I.3.1.5. Description botanique..... 08

I.3.1.6.Composition chimique..... 10

I.3.1.7.Activités biologiques de l'extrait du *curcuma xanthorrhiza* 11

I.3.1.8.Utilisation phytothérapeutique et autres 12

I.3.2. Le gingembre : *Zingiber officinale*

I.3.2.1.Historique..... 14

I.3.2.2.Terminologie(Etymologie) 14

I.3.2.3.La systématique 15

I.3.2.4.Répartition géographique..... 15

I.3.2.5. Description botanique..... 16

I.3.2.6.Composition chimique..... 17

I.3.2.7.Activités biologiques de l'extrait du *zingiber officinale* 18

I.3.2.8.Utilisation phytothérapeutique et autres 19

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et gingembre22

II.1. Préparation de la matière biologique 23

II.2. Extraction des composants actifs..... 23

2.1. Extraction par macération 25

2.2. Extraction au soxhlet..... 25

2.3. Extraction par micro-onde..... 26

II.3. Dosage des molécules bioactives..... 28

II.4. Méthode de la recherche de l'activité antimicrobienne 28

4.1 Activité antibactérienne..... 28

4.2. Activité antifongique..... 32

4.3. Activité antiparasitaire 34

4.4. Activité antivirale..... 36

Conclusion40

Références bibliographiques.....42

Résumé

Liste des figures

Figure 01 : Illustrations de <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	06
Figure 02 : Illustration d'un rhizome de <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	09
Figure 03: La Structure des principaux composés de <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	10
Figure 04: photo de la plante entier " <i>Zingiber officinale</i> Roscoe".....	14
Figure 05: Rhizome frais de <i>Zingiber officinale Roscoe</i>	16
Figure 06 : Structure chimique de quelques composants actifs et volatile du gingembre.	18
Figure 07: Structure chimique de flavonoïde.....	24
Figure 08: Structures des alcaloïdes : céphéline et émétine.....	25
Figure 09 : Schéma représente l'extracteur Soxhlet	26
Figure 10 : Schéma représente micro-onde	27
Figure 11: Etalon de Mc Farland servent de standard de turbidité pour préparer les suspensions bactériennes.....	29
Figure 12: Résistance et sensibilité aux antibactérien pour deux souche de la même espèce et l'un est sauvage.	30
Figure 13: Détermination de la CMI d'un antibactérien par la méthode de dilution sur milieu liquide.....	31
Figure 14: Exemple d'ornementations d'une spore mises en évidence par le bleu coton au lactophénol (BLC).....	33
Figure 15: Les effets de GE, GE/F1 et SF sur la prolifération de <i>Toxoplasma gondii</i>	36

Liste des tableaux

Tableau n°I: La classification botanique de <i>Curcuma xanthorrhiza</i>	09
Tableau n°II : la taxonomie de l'espèce <i>Zingiber officinale Roscoe</i>	15
Tableau n°III : Exemple des compléments alimentaire contenant le gingembre.....	21

Liste des abréviations

« A »

ADN : Acide désoxyribonucléique

A.G : Acide gallique

AlCl₃: Chlorure d'aluminium

ARN : Acide ribonucléique

A549 : cellule de carcinome de poumon

« C »

CHIKV : Chikungunya

CMF : Concentration minimale fongique.

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

« D »

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH ; 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle

« F »

FC : Folin-Ciocalteu

FCZ: Fluconazole

FRAP: Ferric reducing-antioxidant power

« H »

H5N1: Virus de la grippe A

H₃PMo₁₂O₄₀ : Acide phosphomolybdique

H₃PW₁₂O₄₀ : Acide phosphotungstique

HRSV : Virus respiratoire syncytial humaine

H₂O₂ : Le peroxyde d'hydrogène

« L »

LDL: Low density lipoprotein

« M »

MAE: Microwave Assisted Extraction

MTT: Sel de Tétrazolium.

M-199 : Assurer la maintenance des cellules.

« N »

NO : Oxyde nitrique

« O »

OMS : Organisation Mondiale De la Santé

« P »

PDA : Pomme de terre dextrose agar agar.

PH : Potentiel hydrique.

« V »

VIH : Virus de l'immunodéficience humaine

VPH : Virus du papillome humain

VHC : Virus de l'hépatite C

« X »

XAN : Xanthorrhizol



Introduction

Introduction

Le monde des végétaux est plein de ressources et de vertus, d'où l'homme puise non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qui procurent souvent : un bienfait à son organisme parfois affecté de troubles insidieux (**Kaddem, 1990**).

Dernièrement, l'utilisation des remèdes à base de plantes connaît un engouement sans précédent. Les gens sont de plus en plus à la recherche de médicaments «naturels», mais aussi les cosmétiques et les produits d'entretien sont produits à base de plantes et aujourd'hui sont de plus en plus utilisés (**Lien 01**). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) jusqu'à 80% de la population en Afrique utilise la médecine traditionnelle pour répondre à ses besoins de soins de santé (**OMS, 2002**). Ces plantes renferment de nombreuses molécules (plus de 250 molécules) à effet thérapeutique (**Institut Européen des substances végétales, 2015**). Elles peuvent agir comme des agents antimicrobiens. Ces agents sont considérés comme des «médicaments miracles»; ils sont utilisés pour traiter les infections causées par des bactéries, des champignons, des parasites ou des virus. La découverte de ces agents antimicrobiens a été l'un des plus grands progrès dans l'histoire de l'humanité; permettant ainsi de soulager les souffrances liées aux maladies et infections et sauver des vies (**OMS, 2020**).

Depuis des siècles l'homme utilisait les épices dans ces plats culinaires. Porteurs de parfums envoutants et de saveur subtiles, symboles de luxe et de distinction sociale, vecteurs de bienfaits pour le corps, ...; ces humbles végétaux ont été aussi convoités que l'or (**Birlouez, 2012**). Parmi les épices les plus utilisées et prisées dans de nombreuses régions dans le monde à savoir; l'Inde, le Sud d'Asie, on distingue le *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale*. Des espèces affiliées à la famille de *Zingibéraceae*, miraculeuses de par ses larges bienfaits, qui ont été trouvés dans le Coran et la Sunna, comme le verset suivant: « Le gingembre est la boisson du peuple du paradis » (**Coran, sourate Al-Insane; verset 17**). D'autre part, nombreux sont les articles qui ont révélés la présence des molécules actives dans des extraits de le *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale* qui peuvent exprimer une activité antimicrobienne à savoir (**Jantan et al., 2012; Rohaeti et al., 2015; Cho et al., 2017; Awin et al., 2019**). Cette présente étude a pour objectif de contribuer à la quête de nouveaux agents antimicrobiens à partir de *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale*.

A défaut de la situation sanitaire de COVID-19 qui a affecté le monde et notre payé, nous n'avons pas pu poursuivre la démarche expérimentale telle qu'elle a été programmée au début de l'année. De ce fait, nous nous somme limité à une synthèse bibliographique dans laquelle on va vérifier l'hypothèse: les extraits de *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber*

Introduction

officinale expriment une activité antimicrobienne sur des souches résistantes aux antibiotiques. Et les extraits phénoliques obtenus par macération dans de l'alcool sont les extraits qui expriment une meilleure activité antimicrobienne.

Ce présent manuscrit est une étude bibliographique sur les plantes médicinales que nous avons choisi à savoir : *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale* dans les différents domaines (botanique, chimique et pharmacologique). Ensuite, La méthodologie de l'étude de l'activité antimicrobienne des extraits de *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale* suivant une synthèse des principaux résultats obtenus dans des études antérieurs est présenté dans le deuxième chapitre.



Chapitre I :

**Généralité sur les plantes
médicinales**

I.1. La phytothérapie

Étymologiquement, le terme phytothérapie vient de deux racines grecques anciennes "phyton" (plante) et "therapeuein" (cure, soigné). Elle pourrait donc être traduite par l'art de soigner à l'aide des plantes, ou encore la thérapie par le végétal (**Jorite, 2015**).

Au sens large la phytothérapie est sans doute la plus vieille médecine du monde (**Iserin, 2001**). Est une thérapeutique populaire disponible à tous, qui exploite exclusivement et sous diverses formes des plantes reconnues comme faiblement ou pas toxique, grâce à une sélection rigoureuse et attentive opérée à travers l'histoire, dans le traitement des maladies chroniques et les perturbations de tout genre en général, à l'exception des cas très aigus (**Rwangabo, 1993**).

L'efficacité d'un traitement de phytothérapie repose avant tout sur le choix des plantes qui le composent. C'est essentiellement la qualité des plantes (**WHO, 2000**). La qualité botanique de plante ; qui se caractérise par l'identification de l'espèce et de la partie active qui possède des propriétés thérapeutiques. Ensuite, la qualité chimique qui est déterminée par la pureté de la plante, la teneur en composants actifs et même la présence des résidus de produit phytosanitaire et les métaux lourds. Enfin, la qualité microbiologique des plantes afin de garantir leur innocuité (**Kudjued-Bunneton et Sauvain, 1989**).

Il existe différents types de la phytothérapie, à savoir :

- **Aromathérapie** : Cette forme de soins se pratique avec des « huiles essentielles », produits de la distillation à la vapeur d'eau de plantes aromatiques. Il s'agit d'extraire de la plante cette essence à l'odeur particulièrement intense pour s'en servir ensuite en diffusion, en usage externe ou beaucoup plus rarement, en usage interne (**Garreta, 1998**). **Exemple** : L'administration orale de l'huile essentielle de cumin peut contrôler les complications glycémiques et inflammatoires chez des patients atteints de diabète de type II. De même, l'huile essentielle de cannelle (qui est très forte car dermocaustique) a un effet connu hypoglycémiant et permet de baisser le taux de glucose sanguin.
- **Gemmothérapie** : Provenant du latin "gemmae" qui veut dire "bourgeon" ; est une méthode de traitement fond sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissu embryonnaires et/ou jeunes des végétaux tel que les bourgeons et les racelles (**Viriot, 2015**). **Exemple** : le bourgeon d'aubépine, une plante fréquemment utilisée en gemmothérapie, posséderait à la fois les propriétés du fruit (action sur le muscle cardiaque) et de la fleur (action sur le rythme cardiaque).

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

- **Herboristerie** : ce terme décrit un guérisseur traditionnel spécialisé dans l'utilisation des plantes médicinales pour traiter diverses maladies. En attend de lui une grande connaissance de l'efficacité, de la toxicité, du dosage et de la préparation des plantes médicinales. (Sofowora, 2010).
- **Phytothérapie pharmaceutique** : correspond à l'extraction des substances d'origines végétales et par la suite sont dilués dans un solvant tel que l'alcool éthylique. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présents sous forme de sirop, des gouttes, des gélules et des lyophilisats (Sebih, 2019). **Exemple** : Arkopharma ; gingembre® c'est un poudre de racine de gingembre ; enveloppe d'origine végétale, 2 gélules / jour avant les repas contre mal des transports, la nausée en début de grossesse facilité la digestion.
- **Homéopathie** : l'origine de l'homéopathie remonte à la fin du 18^e siècle par Samuel Hahnemann, il vient des mots grecs « *homoios* » semblable et « *pathos* » douleur ou maladie. Les traitements homéopathiques étaient destinés à « équilibrer les humeurs de l'organisme par des effets opposés », Hahnemann est développer sa (loi de similitude) une notion suivant laquelle les symptômes de la maladie peuvent être guéris par des doses extrêmement petites de substances produisant des symptômes semblables chez les personnes en bonne santé si on les administre en grande quantité.
Les préparations homéopathiques sont formulées suivant le principe d'infinitésimalité en prenant un échantillon d'une substance végétale (minéraux de plantes) et en le diluant de manière répétée avec l'eau, mélange eau/alcool ou du lactose. (Barrett, 2016).

I.2. Les plantes médicinales :

Selon la définition formulée par le groupe consultatif de l'OMS, les plantes médicinales sont définies comme suit « ce sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutique ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utiles » (Sofowora, 2010). Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques (Chabrier, 2010).

D'après le docteur Al-Snafi, près de 80% de la population mondiale utilise les plantes pour se soigner (Al-Snafi, 2016). En effet le recours aux pratiques de soins traditionnels est très ancré dans les habitudes, pour deux raisons. Le premier est d'ordre curatif : les plantes contiennent des principes actifs qui exercent une action biologique directe sur l'organisme. Le

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

second est d'ordre économique et infrastructurelle : principalement le coût élevé des prestations et des médicaments importés (Adiko et al., 2014).

I.3. Présentation des plantes étudiées

I.3.1. *Curcuma xanthorrhiza* (*Curcuma*)

I.3.1.1. Historique

Le curcuma est originaire d'Asie du Sud, cette plante est connue pour égayer les plats avec sa saveur particulière mais aussi sa couleur chaleureuse. « Depuis des millénaires, cette racine est employée dans la médecine ayurvédique indienne », rappelle Laurence Benedetti, médecin nutritionniste. Il est très utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise, thaïlandaise, japonaise et indonésienne. C'est cette popularité qui lui a valu au XVIIIe siècle d'être importé en Europe par les grandes puissances navales de l'époque (Raynaud, 2019).

Le genre *Curcuma* compte plus de 100 espèces poussant dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie. Certaines des espèces de *curcuma* les plus célèbres utilisées dans la médecine traditionnelle, on compte *C. aromatique*, *C. longa*, *C. xanthorrhiza*. et *C. zedoaria*. (Cheikh, 2012).

Le *Curcuma xanthorrhiza*, a été introduit pour la première fois par Roxburgh obtenu de Maluku (Silalahi, 2018). *Curcuma xanthorrhiza* est présente dans la (figure 01), affilié à la famille du *Zingiberaceae*. est une plante indigène indonésienne (Devaraj et al., 2010 ; Dosoky et setzer, 2018). Elle se reproduit également dans les hautes terres autour des colonies, en particulier sur un sol meuble, de sorte que les rhizomes peuvent facilement se développer en grands (Susanti, 2009).

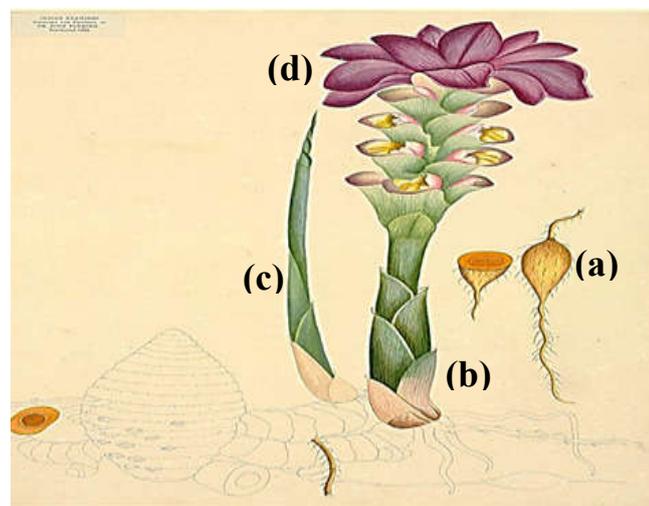


Figure 01 : Illustrations de *Curcuma xanthorrhiza* .a : rhizome, b : tige, c : feuilles, d : fleur.

(Lien 02)

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

I.3.1.2. Terminologie (Étymologie)

Le terme de *curcuma* est d'origine irano-indienne. Il dérive du sanscrit *kartouma* (Hombourger, 2010). Connus également sous le nom de Javanese Turmeric (European Medicines Agency, 2014).

Le genre *Curcuma xanthorrhiza* a un nom vernaculaire comprenant :

- En anglais : Giant curcuma, False turmeric (Pinson, 2012).
- En allemand : Temoe lawak (Porcher, 2001).
- En Indonésie : gingembre javanais ou curcuma javanais. Temulawak (dont elle est originaire) (Henry, 2009 ; Dosoky et setzer, 2018).
- En Singapour : Ubatjamu et Ubatmaaju (Duke, 2002).
- En Thaïlande : wan-salika-linthong (Dosoky et setzer, 2018).
- En Java: koneng Bede, temu raya, temubesar, acikoneng, konengtegel
- En bengali : halud
- En Arabe : kurkum كركم
- En Persan : zardcchobacch
- En Tamoul : menjal
- En Indochine : kunong-precarious (Dalimartha, 2000).
- En Madura: Temolabak.
- En Bali: Tommo.
- En Ternate: karbanga (Dalimartha, 2000 ; Soenanto et al., 2009).
- En Sundanais : konenggede (Silalahi, 2018).

I.3.1.3. La systématique :

La plante du *Curcuma xanthorrhiza* appartient au règne des plantes. La taxonomie du *Curcuma xanthorrhiza* est présentée dans le tableau n°I:

Tableau n°I: La classification botanique de *Curcuma xanthorrhiza* selon (Susanti, 2009)

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Spermatophyta</i>
Sub-division	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Monocotylédones</i>
Ordre	<i>Zingiberales</i>
Famille	<i>Zingiberaceae</i>
Genre	<i>Curcuma</i>
Espèce	<i>Curcuma xanthorrhiza</i>

I.3.1.4. Répartition géographique

Curcuma xanthorrhiza est originaire d'Indonésie, plus précisément de l'île de Java, d'où elle s'est propagée à plusieurs endroits de la région biogéographique de Malaisie. Actuellement, la plupart des temulawak sont cultivés en Indonésie, en Malaisie, en Thaïlande et aux Philippines. En dehors de l'Asie du Sud-est, des cultivars peuvent également être trouvés en Chine, en Indochine, à la Barbade, en Inde, au Japon, en Corée, aux États-Unis et dans certains pays d'Europe (**Lien 03**).

I.3.1.5. Description botanique de la plante

- **Caractères organoleptiques :**

Curcuma xanthorrhiza se caractérise par une odeur aromatique, goût vif et amer (**Wibowo, 2010**).

- **Caractères morphologiques :**

- a. Les racines**

Curcuma xanthorrhiza en tant qu'une plante monocotylédone n'a pas de racine pivotante. (**Susanti, 2009**). La racine qui la définit est un rhizome qui est issu le curcuma (figure 02), est tubéreux avec une peau rugueuse et segmentée. Les rhizomes mûrissent sous le feuillage dans le sol. Ils sont brun jaunâtre avec un intérieur orange terne Le rhizome principal est pointu ou effilé à l'extrémité distale et mesure 2,5–7,0 cm de longueur et 2,5 cm de diamètre, avec des tubercules plus petits se ramifient. Lorsque le rhizome de curcuma est séché, il peut être broyé en une poudre jaune avec un goût amer, légèrement âcre, mais sucré (**Prasad et Aggarwal, 2011**).



Figure02 : illustration d'un rhizome de *Curcuma xanthorrhiza*. (Lien 04)

b. la tige

Le temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) est un type de plantes à base de plantes quasi-tiges qui poussent à l'air libre ou sous les peuplements d'arbres annuels, comme le teck, l'acajou ou le sengon. Cette plante humide à tronc, d'une hauteur de plus de 2,5 mètres (figure 01). La nervure médiane des feuilles se recouvre pour former une tige. Les bulbes émergeront de la base de la tige, la couleur est jaune foncé ou brun clair, jusqu'à 15 centimètres de long et 6 centimètres de diamètre. Il sent bon et a un goût amèrement épicé (Susanti, 2009).

c. Les feuilles

Les feuilles sont larges comme une feuille de bananier et chaque plante a des feuilles entre 2 à 9 brins de couleur vert clair ou brun violacé à foncé (figure 01), dont la caractéristique est qu'au-dessus de l'os foliaire se trouve une ligne abstraite brunâtre avec une longueur de 31 à 84 cm et une largeur entre 10 à 18 cm (Wiyono, 2011).

d. Les fleurs

Curcuma xanthorrhiza a une fleur de forme unique en grappes (figure 01), de taille courte et large, de couleur blanche ou jaune foncé et à base de fleurs violettes (Susanti, 2009). D'une longueur comprise entre 9-23 cm et une largeur de 4-6 cm (Wiyono, 2018), qui sont disposées latéralement avec des tiges élancées. La couronne de fleurs rouges est tubulaire avec une longueur totale de 4,5 cm, les brins circulaires allongés sont de couleur blanche avec des dés rouges ou pointes rouges (Susanti, 2009).

I. 3.1.6. Composition chimique

Les extraits obtenus des rhizomes de *C. xanthorrhiza* ont une grande importance dans la médecine traditionnelle. Ils sont utilisés en Indonésie comme un tonifiant et en Europe comme médicament pour l'estomac (Cho et al., 2017).

Le contenu chimique du rhizome de *C. xanthorrhiza* en tant que source de nourriture, de matières premières de médicaments industriels ou peut être divisé en plusieurs ingrédients, à savoir : L'amidon, les matières grasses, les fibres brutes et les protéines (Susanti., 2009).

Les rhizomes de *C. xanthorrhiza* deux principaux composants à savoir les curcuminoïdes (1-2%) et les huiles volatiles (3-12%). Les curcuminoïdes sont constitués de mélange de dérivées de dicinnamoylmethanetels (feruloyl-p-hydroxycinnamoylmethane) et bisdesmethoxycurcumin (bis-(p-hydroxycinnamoyl)methane) (figure03) et autres composants phénoliques et non phénoliques. Ces composants sont définis comme un antioxydant naturel.

Les huiles volatiles composées principalement des sesquiterpènes (β -curcumène, α -curcumène), xanthorrhizole (44.5%), qui sont connus pour ces activités biologiques à savoir : antioxydante et antimicrobienne. Et aussi une petite quantité de camphore (1.39%). (EuropeanMedicines Agency, 2014 ; Cho et al, 2017)

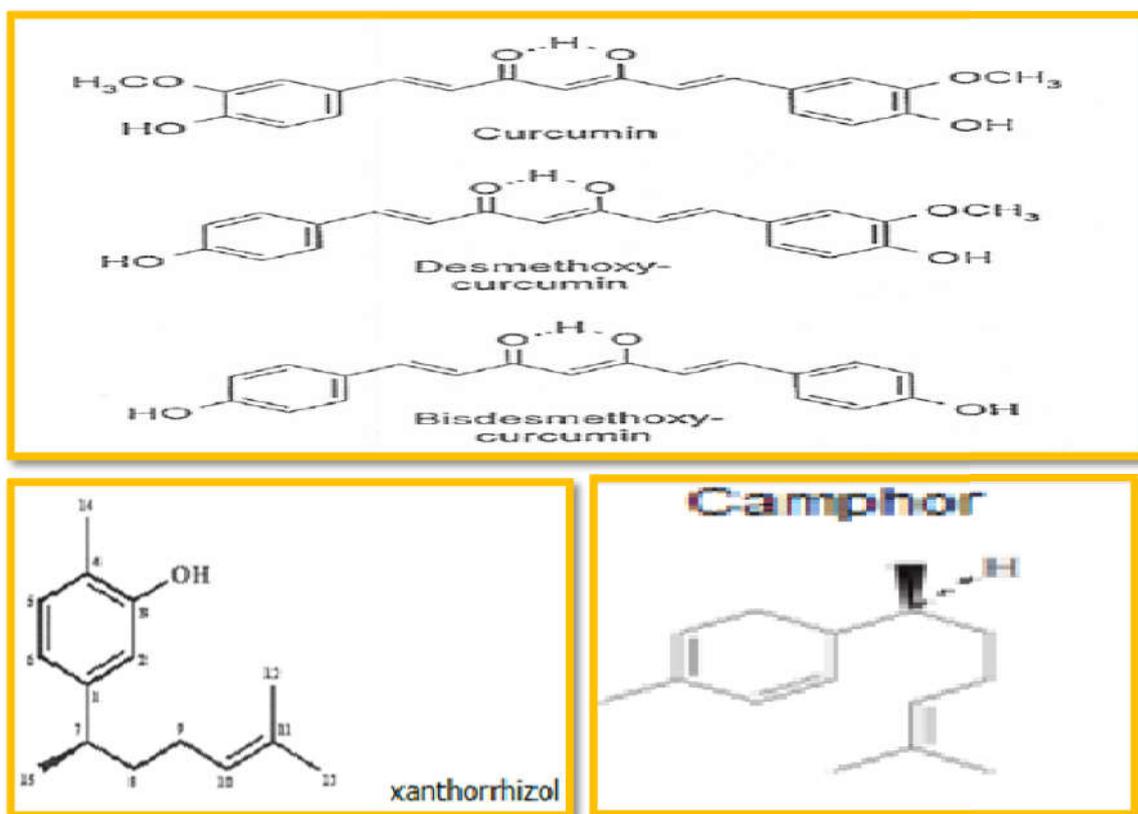


Figure 03: la Structure des principaux composés de *Curcuma xanthorrhiza* (EuropeanMedicines Agency., 2014 ; Silalahi., 2018)

3.1.7. Activités biologiques de l'extrait du *Curcuma xanthorrhiza*

De nombreuses activités biologiques ont été signalées pour *C. xanthorrhiza*, telles que les activités antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antileucorrhées, antifongiques, antiplaquettaires, anticancéreuses, anticandidaires, antimétastatiques et œstrogéniques.

a. Activité antimicrobienne

Les extraits de plantes qui expriment des activités antimicrobiennes sont composés principalement des composants qui inhibent la croissance des cellules microbiennes ou participent dans l'altération des composants de ces cellules microbiennes. L'extrait de *Curcuma xanthorrhiza* est connu pour son activité antibactérienne (Lee et al., 2008) anti-candida et anti-champignons (Rukayadi et al., 2006; Rukayadi et Hwang., 2007).

b. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des espèces de curcuma est évaluée par différentes méthodes chimiques telles que le dosage de l'activité de piégeage des radicaux DPPH(1,1-Diphényle-2-picrylhydrazyl de couleur violette), le dosage du pouvoir réducteur / antioxydant ferrique (FRAP) (Jantan et al., 2012).

Le test DPPH (1,1-Diphényle-2-picrylhydrazyl de couleur violette) est considéré comme, un radical libre relativement stable basé sur la mesure du piégeage des radicaux libres de DPPH. En présence de molécules dites antioxydants, le DPPH est transformé en sa forme réduite (diphényle picryl-hydrazine : de couleur jaune), ce qui conduit à une diminution de l'absorbance. La décoloration du DPPH est directement proportionnelle à la capacité des molécules bioactives à le réduire (Saffidine, 2015).

Comme précédemment mentionné le xanthorrhizol possède une activité antioxydante *in vitro* contre la lignée cellulaire HT22 neuronale de l'hippocampe murin et l'oxydation des lipoprotéines de basse densité humaines isolées médiée par le cuivre (LDL). Dans la lignée cellulaire HT22 neuronale de l'hippocampe murin, xanthorrhizol a réduit les dommages oxydatifs induits par les radicaux libres. Ses propriétés antioxydantes ont exercé de puissants effets neuroprotecteurs en supprimant la peroxydation lipidique induite par le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) dans les homogénats de cerveau de rat et la neurotoxicité induite par le glutamate et la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) dans les cellules HT22. Ces résultats ont indiqué que le xanthorrhizol pourrait être un agent puissant pour traiter la maladie d'Alzheimer et la maladie neurologique associée aux ROS (Oon et al., 2015).

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

Selon Jantan et ces collaborateurs, l'activité antioxydante des curcuminoïdes isolés (curcumine, déméthoxycurcumine et bisdéméthoxycurcumine) ont montré une forte inhibition de la peroxydation des LDL. La curcumine et la déméthoxycurcumine présentant une activité antioxydante comparable et plus puissante que la bisdéméthoxycurcumine (**Jantan et al., 2012**).

c. Activité anti-inflammatoire

Au côté des activités antimicrobiennes et antioxydantes les composants actifs du curcuma tel que le xanthorrhizol peut exprimer une activité anti-inflammatoire.

Selon Lim et ces collaborateurs, les propriétés du xanthorrhizol ont été étudiées dans l'activation microgiale par le lipopolysaccharide. Ce composant a réduit l'activité de la cyclooxygénase-2 (COX-2) et de l'oxyde nitrique synthase inductible (iNOS). Ces résultats indiquent que le xanthorrhizol peut être un puissant inhibiteur de la COX-2 et de l'iNOS. La production de cytokines pro-inflammatoires, telles que l'interleukine-6 et le facteur de nécrose tumorale- α dans les cellules microgiales activées, a été réduite par le xanthorrhizol. (**Lim et al., 2005**).

I.3.1.8. Utilisations phytothérapeutiques et autres

Curcuma xanthorrhiza Roxb est l'une des plantes médicinales qui est largement cultivée et utilisée comme matière première pour la médecine traditionnelle en Indonésie. Cette plante est utilisée pour traiter ou prévenir de nombreuses maladies et autres problèmes de santé tels que la perte d'appétit, les problèmes de lactation, la constipation, la fièvre, les maladies de l'estomac et obésité. (**Awin et al., 2019**)

L'utilisation de ce dernier apparaît de l'ancienne connaissance et se manifeste dans de nombreux domaines suivant les traditions ou les connaissances des nations

✓ Usages traditionnels

Le curcuma et ses curcuminoïdes ont fait l'objet de préparations thérapeutiques à travers les siècles dans différentes parties du monde :

- À Singapour, il est utilisé pour de nombreuses choses, y compris l'indigestion
- En Asie du Sud-est, il a une réputation méritée de cholérétique et de cholagogue (BRU) (**Duke et al., 2002**).
- En Thaïlande, utilise traditionnellement le curcuma comme répulsif contre les moustiques (**Pinson, 2012**).

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

✓ Utilisation cosmétique

Le *Curcuma* a été utilisé comme un produit de beauté depuis des siècles. Il est un moyen peu coûteux et naturel de traiter plusieurs problèmes comme :

• La chute des cheveux, hirsutisme

Un brevet a récemment été délivré pour autoriser la production d'une composition cosmétique ou dermo-pharmaceutique, à base des parties aériennes (feuilles et fleurs) de curcuma. Ces substances réguleraient certains dysfonctionnements hormonaux, entraînant l'alopecie (chute des cheveux) et hirsutisme (pilosité trop importante). Ces produits peuvent être administrés localement ou par voie orale (**Pinson, 2012**).

• Tache de vieillesse

Certains composés du curcuma, les tetrahydrocurcuminoïdes, inhiberaient la formation de taches de vieillesse. Il a donc été revendiqué une autorisation pour fabriquer un médicament contenant un mélange de ces substances, afin de traiter les taches de vieillesse (**Pinson, 2012**).

✓ Usage industriel

Les rhizomes de curcuma réduits en poudre sont employés dans différentes industries. Il sert d'un colorant dans les produits pharmaceutiques, la confiserie et la teinture textile (**Hombourger, 2010**).

✓ Usage alimentaire

Le curcuma est couramment utilisé dans l'industrie alimentaire comme colorant, sous le nom de E100. Il entre notamment dans la composition de la moutarde (**Pinson, 2012**).

✓ Usage médical

Traditionnellement, les Anciens utilisaient le curcuma pour traiter diverses maladies virales cutanées: le zona, la varicelle et la variole (**Pinson, 2012**).

Curcuma xanthorrhiza serait utile pour le traitement de l'hépatite, des troubles hépatiques, des anticancéreux, de l'hypertension et des troubles cardiaques. Cette plante a également montré des propriétés antidiurétiques, anti-hypertensives, anti-rhumatismales, anti-dysménorrhéiques, effets antispasmodiques, anti-leucorrhées, antifongiques (**Devaraj et al., 2010 ; Devaraj et al., 2014**), antibactériens (**Akarchariya et al., 2017**) anti-oxydantes (**Jantan, 2012**) antidiarrhéiques, anti-inflammatoires (**Wiyono, 2018**). Les résultats de (**Kim et al., 2014**) suggèrent que XAN et CXE avec leurs activités anti-hyperglycémiques, pourraient être utilisés comme agents antidiabétiques puissants pour le traitement du diabète de type 2.

I.3.2. *Zingiber officinale* ou gingembre :

I.3.2.1. L'histoire de gingembre :

Le gingembre est connu dans de nombreux pays du monde pour sa valeur culinaire, mais aussi pour ses avantages thérapeutiques (figure04). Il est nommé dans le Coran pour ses vertus permettant d'attendre le paradis (**Coran, sourate Al-Insan, verset 17**). Des traces écrites de son utilisation sont apparues depuis 3 500 ans, mais il semble que ses qualités soient connues depuis plus de 5 000 ans. Il est connu dans nos régions grâce au commerce méditerranéen des Romains et des Grecs (**Benzie et Wachtel-Galor, 2011**). Le genre *Zingiber* est originaire d'Asie du Sud-est, de Chine, du sous continent indien et de Nouvelle-Guinée. Il se distribue selon leur production respectivement comme suite : Inde, Chine, Népal, Nigéria, Thaïlande, Indonésie (**Mao et al., 2019**).



Figure04: photo de la plante entier “*Zingiber officinale*Roscoe”

A : racine (rhizome), B : tige et feuilles, C : appareil reproductif, D : les différents parties de fleur (**Lien05**)

3.2. 2.Terminologie (Etymologie)

Le gingembre (*Zingiber officinale Roscoe*) est l'une des épices et / ou herbes médicinales les plus consommées dans le monde. Il était connu au début sous le nom d'« épice blanche ». Au fil des siècles, il acquit le nom « gingembre » allusion à la forme des jeunes pousses sortant de leur partie souterraine « rhizome » (**Hugo, 2016**).

Le gingembre a un nom vernaculaire comprenant :

- Nom scientifique : *Zingiber officinale Roscoe* (**Benzie et Wachtel-Galor, 2011**)
- Nom anglais : Ginger

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

- Nom français : Gingembre
- Nom arabe : *zangabil* (زنجبيل) (Foine, 2017)
- Nom grec : *zingiberis*
- Nom latin : *zingiberi* (Meinertzhagen, 2006)
- Nom sanskrit (langue indo-européenne) : *Singabera* (Foine, 2017)
- Nom Chinoise : Sheng jiang (Iserin, 2001)

I .3.2.3.La systématique

La famille des *Zingiberaceae* est représentée par environ 46 genres, répartis à travers les tropiques et les régions subtropicales. Le genre type de cette famille est *Zingiber*. Le tableau ci-dessous présente les détails de la taxonomie des *Zingiber officinale Roscoe*. (Gupta et Sharma., 2014)

Tableau n°II : la taxonomie de l'espèce *Zingiber officinale Roscoe* (Lien 06).

Règne	Végétal
Ebranchement	<i>Spermatophyta</i>
Classe	<i>Monocotyledonae</i>
Ordre	<i>Zingiberales</i>
Famille	<i>Zingiberaceae</i>
Sous-famille	<i>Zingibéroïdées</i>
Genre	<i>Zingiber</i>
Espèce	<i>Zingiber officinale Roscoe</i>

I .3.2.4. Répartition géographique

La culture du gingembre est connue pour être originaire de Chine, qui s'est ensuite étendue à l'Inde, à l'Asie du Sud-est, à l'Afrique de l'Ouest et aux Caraïbes. Cinquante pour cent de la production mondiale de gingembre est en Inde ; dont certains rapports suggèrent que les conditions climatiques d'Orissa, du Bengale occidental, des États du Nord-Est et du Kerala sont plus propices à la croissance du gingembre. L'usage médicinal du gingembre est bien connu en Inde et dans ses pays voisins depuis plus de 2000 ans comme l'une des plantes médicinales les plus polyvalentes (Gupta et Sharma, 2014).

I.3.2.5. Description botanique de gingembre

- **Caractéristique organoleptique**

L'odeur du rhizome de gingembre est aromatique et pénétrante, le goût épicé-sucré, piquant, chaud et mordant (Rehman et al., 2011).

- **Caractères morphologiques**

La plante de gingembre définit comme une grande herbe tropicale herbacée vivace poussant dans les régions ensoleillées et humides et prospère mieux sur les sols fertile limoneux ou alluviaux. Mesure environ 1 m à 1.30 m de haut. Il se cultivée comme plante annuelle et récoltée lorsqu'elle était mature ou jeune (Ho Dinh Hay, 2015 ; Institut Européen des Substances Végétales, 2015).

- a. **Racine « rhizome »**

Le rhizome et les racines qui en découlent constituent la partie souterraine de *Zingiber officinale* (figure 05). C'est la seule partie utilisée en pharmacopée africaine. (Pousset, 1989) Il comprimés latéralement mesurent 7 à 15 cm de long et 1 à 1,5 cm de large et 1.5 cm d'épaisseur. (Gupta et Sharma, 2014). Il est tuberculeux, grosse comme le doigt, aplatie, noueuse et comme palmée, dure, compacte, recouverte d'un épiderme grisâtre et/ou brunâtre qui peut être épaisse ou fine. La chair du rhizome de gingembre peut être de couleur jaune, blanche ou rouge, selon la variété, sert de réserve à la plante et assure sa survie (Richard, 2008).



Figure 05: Rhizome frais de *Zingiber officinale* Roscoe (Yagmurand et Caru, 2015).

b. Tige et feuilles

La partie aérienne de *Zingiber officinale Roscoe* est portant deux sortes de tiges : les cimes stériles présentent des feuilles engainantes et lancéolées ; peuvent mesurer jusqu'à vingt centimètres de longueur et 2 cm de largeur, leur base est atténuée et l'apex est graduellement acuminé ce qui leur donne un aspect pointu (figure 04). Les autres parties sont fertiles et courtes, portant des bractées engainantes surmontées d'un épi dense de fleurs (**Pousset, 1989 ; Ho Dinh Hay, 2015**).

c. Fleurs

Les fleurs se positionnent à l'aisselle des bractées ; chaque bractée produit une ou plusieurs fleurs qui ne fleurissent que quelques jours. Ils sont parfumées de couleur variée de rouge, blanche ou jaune-verdâtre striées de violet et clairsemées. La plupart des gingembres en culture sont des cultivars stériles cultivés pour le rhizome comestible, et la fleur est rarement vue (**Parthasarathy et al., 2008 ; Foine, 2017**).

d. Fruit

La fleur produira des petites graines noires peu nombreuses et anguleuses pendant la floraison (**Parthasarathy et al., 2008**).

I.3.2.6. Composition chimique

Zingiber officinale Roscoe est abondant en composants actifs, tels que les composés phénoliques et terpéniques. Les gingérols, Les shogaols, les zingerones et les paradols des composés phénoliques les plus actifs et les plus dominants. En outre, il existe également les composants d'huile volatiles qui sont principalement composés hydrocarbonés sesquiterpènes, prédominés par le zingibérène (35%), curcumène (18%) et farnésène (10%).

Ces composants volatiles sont responsables de l'arôme et le goût qui définit le gingembre (Figure 06) (**Patil et al., 2018; Mao et al., 2019**).

Le gingérols est une série de composants chimiques homologues différenciés par la longue chaîne ramifiée d'alkyle. De plus, les shogaols, une autre série homologue et la forme déshydratée des gingérols sont les constituants piquants prédominants dans le gingembre séché. Le paradol est similaire au gingérol et se forme lors de l'hydrogénation du shogaol. Les oléorésines sont un autre constituant en plus. Le gingembre contient des graisses, des cires, des glucides, des vitamines et des minéraux. Les rhizomes de gingembre contiennent également une puissante enzyme protéolytique appelée zingibain. L'ensemble de ces composants sont connus pour leur efficacité thérapeutique, notamment une amélioration de la tolérance au glucose sanguin, une amélioration du profil lipidique et une modulation des

facteurs inflammatoires (Gupta et Sharma, 2014 ; Mao et al., 2019 ; MohdSahardi et Makpol, 2019).

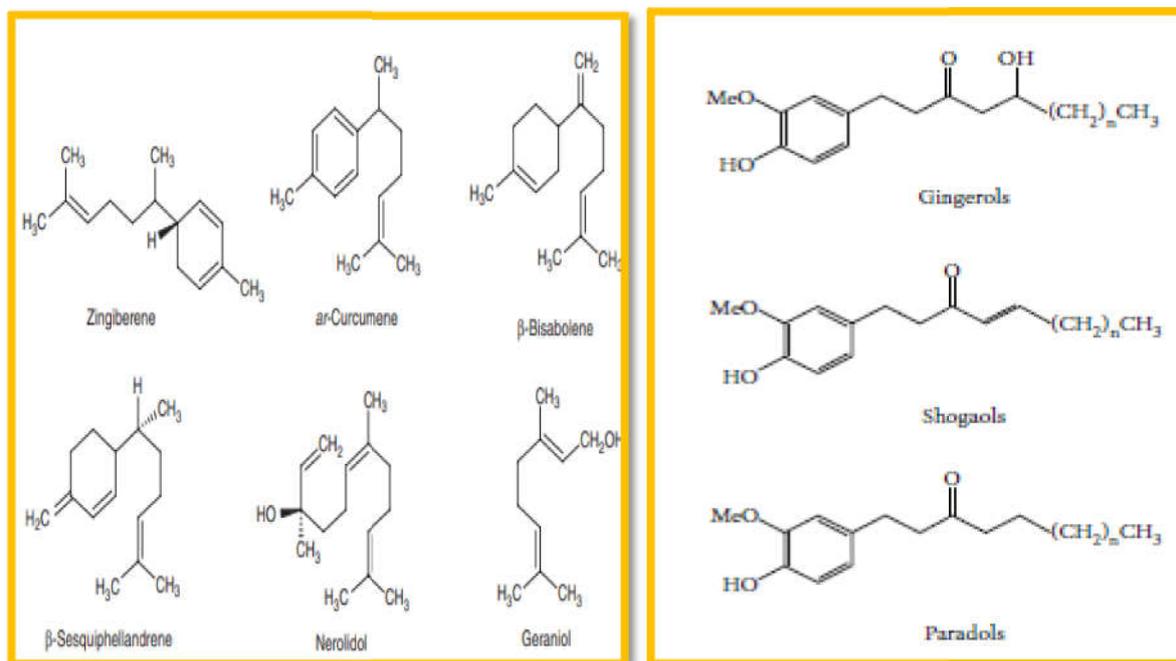


Figure 06: Structure chimique de quelques composants actifs et volatiles du gingembre. (MohdSahardi et Makpol, 2019 ; Parthasarathy et al., 2008).

I.3.2.7. Activités biologiques de l'extrait du *Zingiber officinale*

L'activité biologique de *zingiber officinale Roscoe* a été démontrée par des études *in vivo* et *in vitro* depuis des années et des années en raison de sa longue histoire d'utilisation comme phytothérapie pour traiter une variété de maladie. Le gingembre possédait des antibactériennes, antifongiques, analgésiques, anticonvulsivant, anticancéreuses, antispasmodique, antiscrétaire gastrique, antihyperglycémique, antiallergique, anti-inflammatoire et antioxydante (Li et al., 2012 ; Patil et al., 2018).

a) Activité antimicrobienne

Plusieurs propriétés du gingembre ont été vérifiées dans des expériences scientifiques, en mettant l'accent sur l'activité antimicrobienne. L'extrait de *Zingiber officinale Roscoe* a été étudié par plusieurs techniques microbiologiques *in vitro* vis-à-vis aux différentes espèces microbiens, dans lesquelles l'extrait présente une activité antimicrobienne contre ces derniers. L'effet antimicrobien est principalement attribué aux composés phytochimiques tels que le camphène, le phellandène, le zingiberène et la zingéron (Teles et al., 2019).

b) Activité antioxydante

En plus de l'activité antimicrobienne, les extraits de gingembre obtenus suivant une extraction à l'éthanol sont considérés comme une bonne source de molécules antioxydantes à

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

savoir superoxydedismutase, glutathioneperoxidase et catalase qui sont impliqués dans l'élimination des accumulations des radicaux libres dans les lignés cellulaires d'hépatome. Non seulement, mais les extraits de *Zingiber officinale Roscoe* ont un rôle important dans la réduction de la résistance à l'insuline chez les sujets diabétiques en stimulant l'activité de transport du glucose et augmentant la tolérance au glucose. D'autres études ont montrés que les extraits de gingembre peuvent agir comme des agents antidiabétiques en réduisant la concentration du cholestérol, triacylglycérol et le glucose dans le sérum. Chez des souris diabétiques traitées avec de l'extrait de gingembre ont montré une réduction du niveau protéique dans les urines et développement d'hypoglycemie, hypocholesterolaemie et hypolipidaemie (**MohdSahardi et Makpol, 2019**).

c) Activité anti-inflammatoire

L'évolution invariablement de l'infection vers l'inflammation impliquant diverses cytokines chimiokines, cela améliore le stress oxydatif dans les tissus. Le rhizome de gingembre a été identifié comme un agent anti-inflammatoire selon leur potentiel à inhiber la synthèse des cytokines pro-inflammatoires comme le facteur de nécrose tumorale *TNF - α* et interleukine *IL-1* et *IL-8*. Une expression élevée de *TNF - α* dans le cancer de foie de rat était bloqué par l'extrait de gingembre. L'effet anti-inflammatoire de gingembre a été traduit par l'inhibition de la cycloxygénase et 5-lipoxygénase voie de métabolisme de l'acide arachidonique. Le gingembre a également régulé à la baisse l'activation des gènes de l'inflammation, inhibition de la synthèse de facteurs de transcription Kappa B [*Nf-KB*]; en résulte l'inhibition de la prolifération cellulaire et angiogenèse. L'augmentation de taux d'interféron *IFN γ* et *IL-6* étaient supprimé par le gingembre dans le tissu inflammatoire (**Patil et al., 2018**).

I .3.2.8. Utilisation phytothérapeutique et autres

Le seule partie employée de gingembre est le rhizome qui ne présente aucune toxicité aux doses thérapeutiques, cependant, il est considéré comme une drogue végétale (**XiangluRong et al., 2009**). Le gingembre est trouvé sous de nombreuses formes, qui découlent soit de rhizomes frais (en conserve, ou encore sous forme d'extraits liquides), soit de rhizomes séchés (qui sont d'abord nettoyés avant d'être préparés de différentes façons : épiluchés, fendus, moulus ou confits). Il est de plus en plus utilisé en cuisine, cosmétique, au niveau médical et de nombreux compléments alimentaires en contiennent (**Butin., 2017**).

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

a) Usage culinaire à travers le monde

- ✓ Dans la cuisine indienne, c'est un ingrédient dans différents mélanges d'épices et sauces, comme le "masala" ou le "Vindaloo".
- ✓ Les rhizomes sont souvent employés dans la cuisine chinoise et la cuisine hongroise pour couvrir les odeurs et saveurs fortes et pour parfumer biscuits et gâteaux.
- ✓ Le gingembre est aussi consommé en Afrique de l'Ouest sous forme de jus pressé (sucré) appelé "Gnamankoudji" (Yagmurand et Caru, 2015).

b) Usage cosmétique

- ✓ L'huile essentielle de gingembre apporte une note à la fois chaude et délicate, épicée et citronnée aux produits cosmétiques et aux parfums maison.
- ✓ Tonique, elle aide à stimuler la pousse de cheveux (Guib-Fakim, 2006).

c) Usage thérapeutique ancestrale

Depuis très longtemps dans les médecines traditionnelles asiatiques, le gingembre utilisé à des fins médicales avant de l'utiliser dans le domaine culinaire. La décoction est l'une des méthodes traditionnelles de préparation de rhizome de gingembre pour le soin des maux physiques, à savoir :

- ✓ Digestions difficiles, flatulences, constipations, Troubles intestinaux.
- ✓ Nausées, mal de transport, maux de ventre, Le diabète, hypertension artérielle et stimuler la circulation sanguin.
- ✓ Les douleurs dentaires.
- ✓ Bronchite, sinusite, toux, catarrhe chronique.
- ✓ Il utiliser comme un anti-inflammatoire pour traiter les douleurs articulaires, rhumatismes, fatigue musculaire (Ujang et al., 2015).

d) Usage thérapeutique actuel

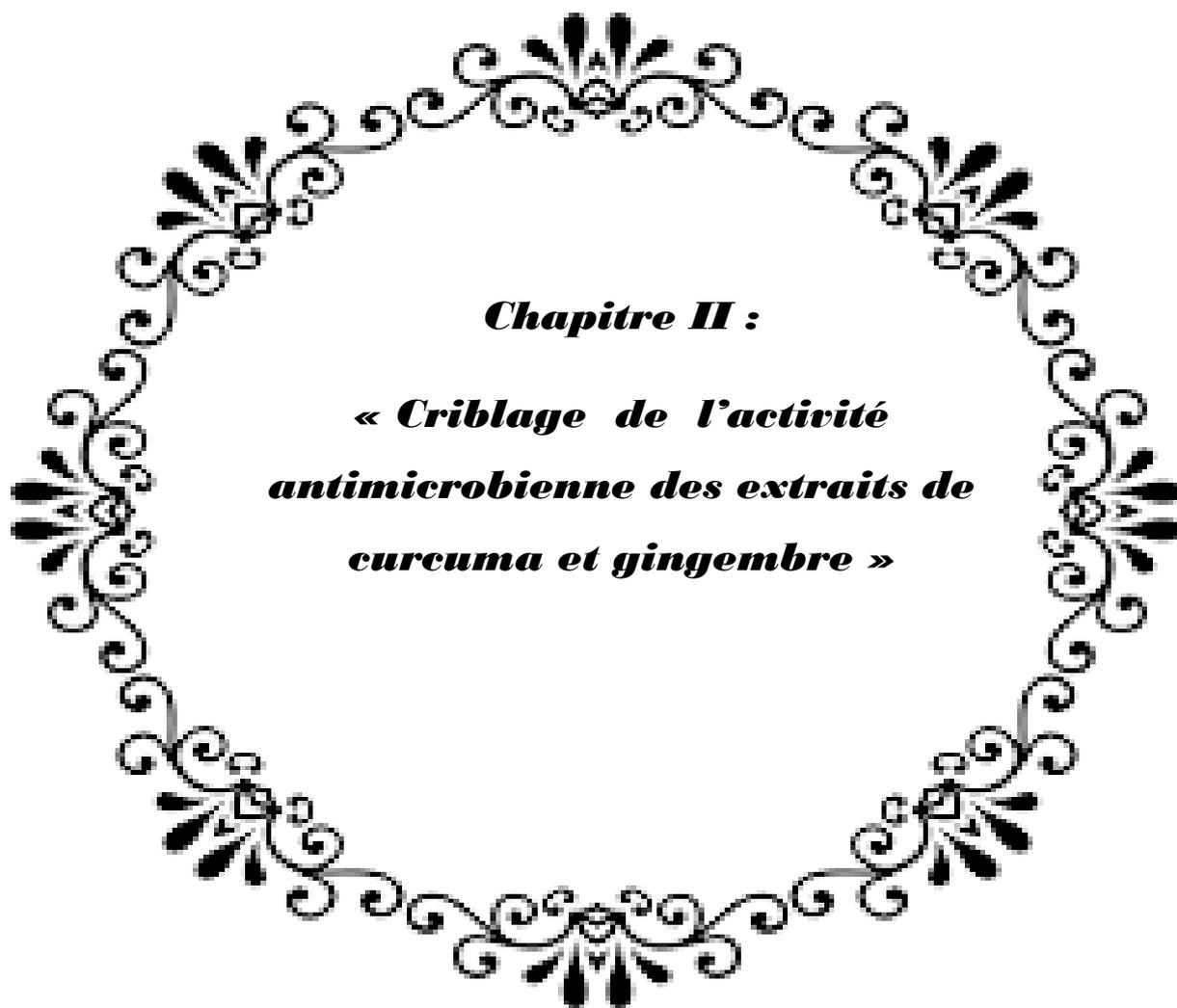
Aujourd'hui, *Zingiber officinale* Roscoe est disponible sur le marché sous forme des compléments alimentaires d'indications diverses telles qu'anti-hyperglycémique, antiémétique et en cas de dégénérescence des organes (améliore la circulation dans les vaisseaux capillaires); variées en fonction de l'état de rhizome. Il se trouve sous forme d'extrait sec contenu dans des gélules, sous forme liquide, en teinture ou en ampoules buvables. Le tableau ci-dessous regroupe des exemples sur les formes, l'indication et la posologie des médicaments à basé de gingembre. (Butin 2017)

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

Tableau n° III : Exemple des compléments alimentaire contenant le gingembre.

(Lien 07) et (Lien 08).

Nom	Indication	Substance active et posologie
 <p>gingembre®</p>	<p>Mal des transports La nausée en début de grossesse Facilite la digestion</p>	<p>Poudre de racine de gingembre; enveloppe d'origine végétale. 2 gélules 2 fois / jour avant les repas</p>
 <p>Guarana ginseng gingembre®</p>	<p>Soutient le système immunitaire fatigue physique</p>	<p>Extrait de gingembre 1 ampoule / jour</p>



Chapitre II :

***« Criblage de l'activité
antimicrobienne des extraits de
curcuma et gingembre »***

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

Malgré les progrès faits par les unités pharmaceutiques dans la production et la recherche de molécules bioactives et efficaces pour lutter contre les attaques microbiennes qui menacent l'humain, l'homme reste impuissant face à de nombreux agents pathogènes qui ont réussi à développer une résistance (Yala et al., 2016). Cela a conduit les communautés scientifiques à avoir toujours recours à la recherche de nouvelles molécules bioactives, pour cela ils se sont orientés vers la médecine traditionnelle (Sofowora, 2010).

II.1. Préparation de la matière biologique

Selon la littérature, le rhizome issu de *Zingiber officinale* Roscoe et *Curcuma xanthorrhiza* c'est la partie qui comporte les agents actifs. Avant de se lancer dans les investigations sur les activités biologiques des extraits de plantes, il doit en premier procéder à l'identification de la plante et certifier son affiliation à la plante choisie par les experts de la botanique. Par la suite la cueillette des rhizomes de gingembre et curcuma, En générale ils ont récupérés chez les magasins d'herboriste. Avant de procéder au broyage et obtention d'une poudre, les rhizomes sont lavés à l'eau distillé, puis séché à l'ombre.

II.2. Extraction des composants actifs

Parmi les différentes étapes que constituent l'analyse et l'identification de molécules bioactives, l'étape d'extraction, qui a pour but la désorption des molécules d'intérêt des sites actifs de la matrice végétale, est primordiale puisqu'elle déterminera la nature et la quantité des molécules extraites (Michel, 2011).

L'extraction est la séparation des métabolites végétaux solubles, laissant derrière eux le marc cellulaire insoluble (résidu) à l'aide de solvants sélectifs par des procédures standard. Les extraits bruts initiaux utilisant ces méthodes contiennent un mélange complexe de nombreux métabolites végétaux, tels que les phénoliques, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes (Azwanida, 2015).

A. Composés phénolique

Les composés phénoliques sont caractérisée par un cycle aromatique portant au moins un groupe hydroxyle ($-\text{OH}$) attache à un atome de carbone. Plus de 8000 composés phénolique ont été identifié comme substances naturel complexes provenant de plantes ; divisé en une dizaine de classes chimiques qui présentent toutes un point commun. Il existe de nombreuses classes de polyphénols : phloroglucinols, quinones, stilbénoides, coumarines, anthocyanes, tanins, flavonoïdes, acides-phénols,... Ces structures peuvent également être acylés, glycolysés, ce qui donne une grande variété de structures et de polarités (Tungmunnithum et al., 2018).

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

A. a. Les flavonoïdes

C'est très intéressant de noter que les flavonoïdes constituant 50% de ces composés présentant sous forme d'aglycone, glycoside et dérivé méthyles (figure07). Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. On les trouve dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, les chloroplastes. Environ 300 molécules des flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune, à savoir les flavones, les flavonols et les flavanones (**Kahlouche, 2014**).

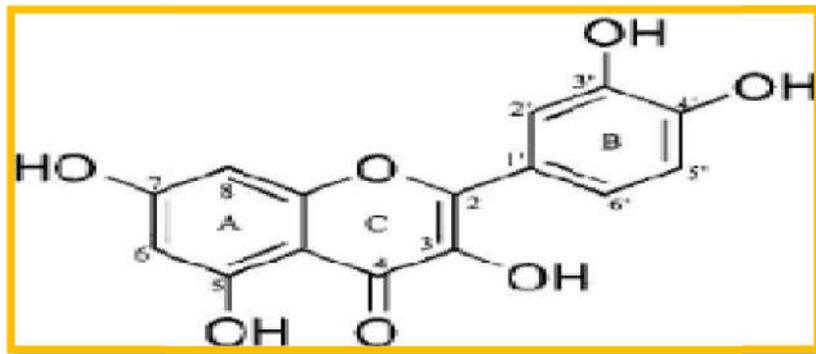


Figure 07: structure chimique de flavonoïde (**Kahlouche, 2014**).

B. Terpène

Les terpènes sont des dérivées oxygénées de l'hydrocarbure de l'isoprène. Généralement, les vrais terpènes sont regroupés en fonction du nombre d'unités d'isoprène $(C_5H_8)_n$ dans la molécule : les monoterpènes contiennent deux de ces unités ; les sesquiterpènes trois et les diterpènes quatre unités ...etc ; ces trois molécules sont abondants dans les huiles essentielles des plantes ; environ 60% de terpène oxygéné pour *Curcuma xanthorrhiza* ; et de 25% de zingibérène pour le *Zingiber officinale* (**Scott, 2005**).

C. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont aussi appelés les composés azotés de fait que leur structure comporte au moins un hétérocycle azoté. Ils se retrouvent dans environ 20% de toutes les espèces de plantes (figure 08). Les alcaloïdes sont des substances organiques d'origine végétale, azotées et à caractère alcalin (**Moroh, 2013**).

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

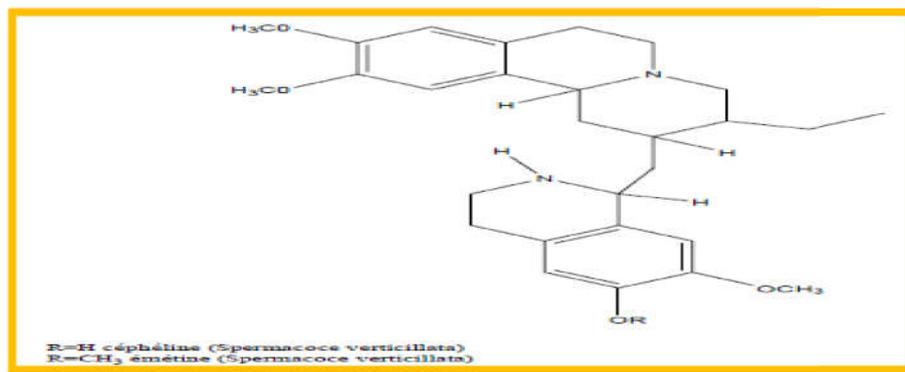


Figure 08: Structures des alcaloïdes : céphéline et émétine (Kahlouche, 2014).

Les méthodes d'extraction sont très variables, on distingue : méthode de décoction, méthode de macération ; méthode d'extraction avec le Soxhlet et méthode d'extraction par microonde.

2.1. Méthode de macération

La méthode de décoction a pour principe de macération de la poudre végétale dans de l'eau et remit à l'ébullition. Nombreuses sont les études qui suivent la méthode de macération (Jantan *et al.*, 2012 ; Rohaeti *et al.*, 2015 ; Cho *et al.*, 2017 ; Awin *et al.*, 2019). La méthode se base sur la mise en suspension d'une poudre de *Zingiber officinale Roscoe* et *Curcuma xanthorrhiza* dans un volume de solvant (éthanol ou méthanol) pour une durée de temps. Par la suite en procède à l'évaporation du solvant et concentration à l'aide d'un rota-vapeur après filtration avec du papier Wattman. Suivant le protocole de Jantan et ces collaborateurs, 500g de poudre est macérée dans un volume de méthanol à raison de 1 : 10 (p/v) (Jantan *et al.*, 2012). Cependant, Awin et ces collaborateurs, ont utilisé l'éthanol comme solvant à raison de 100 ml de solvant pour 5 g de poudre, et le produit est récupéré après une heure de macération dans un bain marin ultrasonique (Awin *et al.*, 2019).

2.2. Méthode d'extraction par Soxhlet

L'extraction par Soxhlet est une méthode fondamentale et appropriée permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (Penchev, 2010). Ce dernier surpasse en performance d'autres techniques d'extraction conventionnelles à l'exception, dans un domaine d'applications limité, de l'extraction de composés thermolabiles (wang et weller, 2006).

Le schéma d'un appareil Soxhlet qui porte le nom de son inventeur : Franz Von est représenté sur la figure 09. Cet appareil est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cartouche en papier-filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant), d'un tube

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

siphon et d'un tube de distillation. L'appareillage est structuré comme suit : l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. La température dans le ballon est augmentée afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant le solide à extraire est insérée dans l'extracteur, au-dessus duquel est équipée d'un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant. Au fil des cycles, le solvant s'accumule en substances extraites jusqu'à épuisement de l'échantillon en substances d'intérêt (Penchev, 2010).

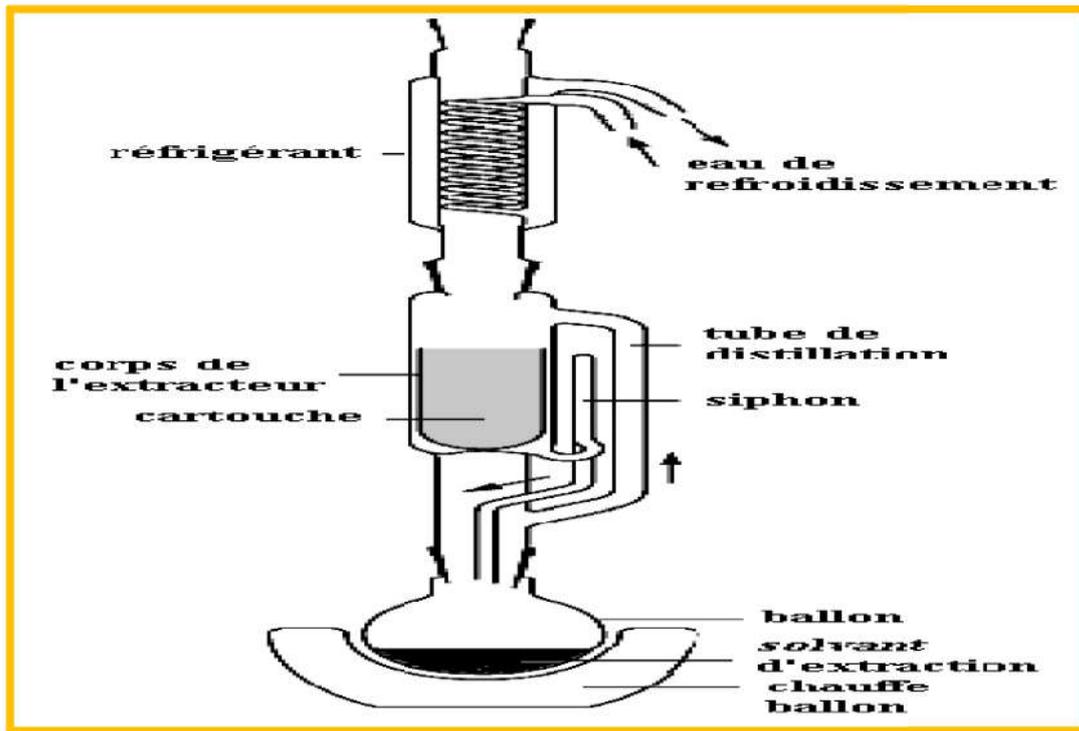


Figure 09 : Schéma représentant l'extracteur Soxhlet (Penchev., 2010)

Selon Revati, on procède à l'extraction suivant la méthode de Soxhlet en utilisant 150 g de poudre de plante et 500 ml d'éthanol et sous une température de 78°C. Au bout de 3-6 heures, on obtient notre produit brut dissout dans de l'éthanol. Après évaporation du solvant à température ambiante l'extrait est conservé à 4°C (Revati et al., 2015).

2.3.Méthode d'extraction par microonde

Les micro-ondes ou hyperfréquences sont des ondes électromagnétiques qui occupent une bande de fréquence de trois décades de 300 GHz à 300 MHz. La fréquence la plus utilisée est de 2450 MHz, ce qui correspond à une longueur d'onde dans l'air de 12,2 cm (Chemat et Lucchesi, 2005).

Des études basées sur la comparaison entre les méthodes d'extraction conventionnelles et innovantes ont montré que l'utilisation de micro-ondes pour l'extraction de constituants du matériel végétal a un intérêt et un potentiel de recherche considérables. Les techniques

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

conventionnelles d'extraction des constituants actifs demandent du temps et des solvants et elles sont dangereuses sur le plan thermique. Egalement, l'analyse de nombreux constituants dans le matériel végétal est limitée par l'étape d'extraction (**Mandal et al., 2007**).

Dans la méthode d'extraction à la microonde (figure 10), le solvant et l'échantillon sont contenus dans des récipients d'extraction scellés dans des conditions de température et de pression contrôlées. Les récipients fermés permettent à la température du solvant d'augmenter bien au-dessus de son point d'ébullition, ce qui raccourcit le temps d'extraction et augmente par la suite l'efficacité de l'extraction (**Zhang et al., 2011**). Cette technique garantit une pénétration plus profonde du solvant et à une libération plus aisée des métabolites intracellulaires, ce qui montre que la méthode de la microonde est la plus favorable que la méthode d'extraction avec le Soxhlet, car il ne consomme pas de solvant organique dangereux, à faible coût et a un temps d'extraction extrêmement plus court que la méthode citée précédemment (**Norfaezah et al., 2015 ; Sobolev et al., 2014**).

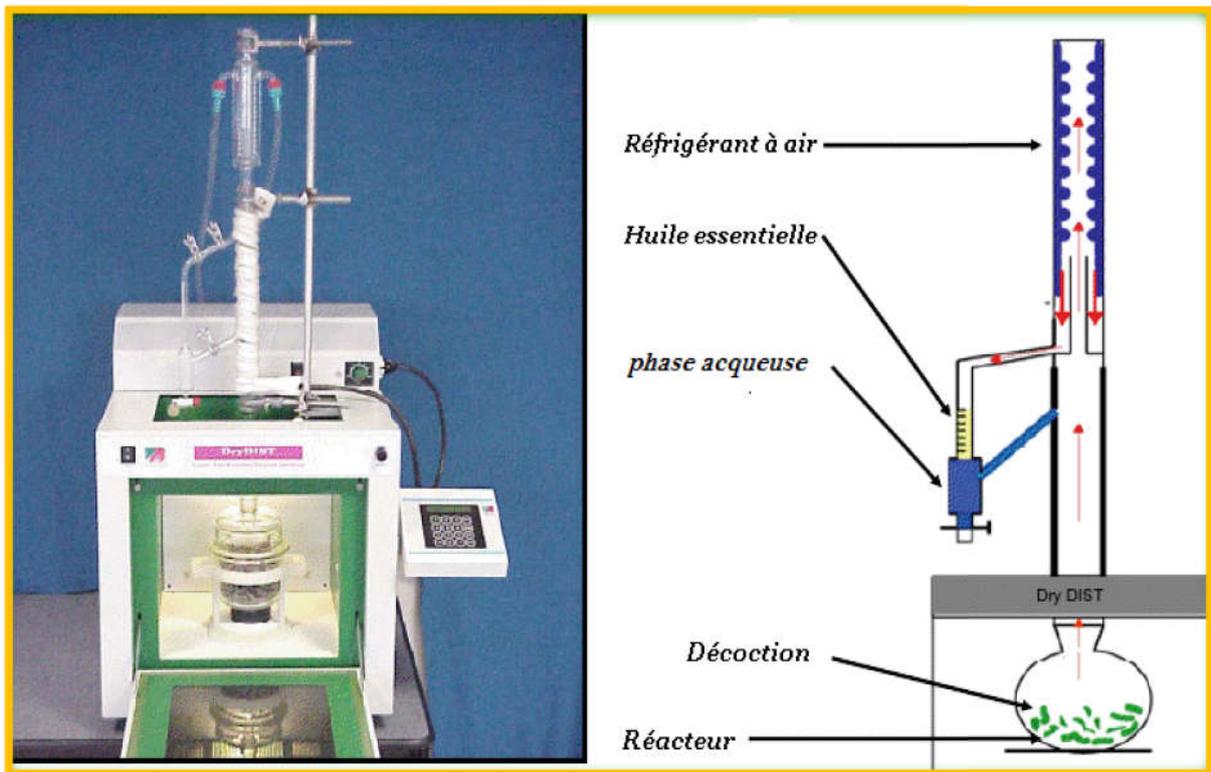


Figure 10 : Schéma représentant les micro-ondes (**Lien 09**).

Pour examiner les variations de l'efficacité d'extraction en fonction du solvant utilisé, le MAE (extraction assisté par micro-onde) a été réalisé avec de l'acétone, du chloroforme, de l'éthanol, du méthanol et du chlorure de méthylène. Les résultats obtenus par Bener et ces

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

collaborateurs montre que méthanol peut être utilisé pour obtenir une extraction de curcumine plus élevée que l'utilisation d'éthanol et d'eau respectivement (Bener *et al.*, 2016).

II .3. Dosage des molécules bioactives

➤ Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux sera élaboré suivant la méthode de Folin-Ciocalteu (FC). Ce réactif est composé par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Ce dernier est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, se caractérise par une absorption maximum qui varie entre 725 et 750 nm. Cette dernière est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006).

La teneur totale en composés phénoliques de l'extrait de deux plantes est estimée selon la méthode décrite par (Kim *et al.*, 2019). Un volume de 0,5 ml de l'extrait est mélangé à 0,3 ml d'eau distillée. Puis, 0,75 ml d'une solution de carbonate de sodium à 10% est ajouté et incubé pendant 3 min. Après cela, 0,95 ml d'eau distillée et 0,25 ml de réactif Folin-Ciocalteu sont ajoutés au mélange et incubés pendant 30 min supplémentaires à température ambiante. L'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 750 nm. Le résultat est exprimé en mg d'acide gallique (mg GAE / g) sur la base de la courbe standard d'acide gallique.

II .4. Méthode de la recherche de l'activité antimicrobienne

Avant de procéder à l'investigation sur l'activité antimicrobienne des extraits de plante, il faut préparer la solution active. Un gramme d'extrait brute est remis en suspension dans 10 ml de diméthylesulfoxyde (DMSO). La concentration de la solution de stocke est de 100mg/ml. Cette solution peut être conservé à 4°C jusqu'à une utilisation ultérieure (Revati *et al.*, 2015).

4.1. Activité antibactérienne

Les bactéries sont des organismes vivants unicellulaires microscopique, il appartient a deux groupes ; les bactéries à Gram positif et à Gram négatif.

L'inoculum bactérien est préparé en ensemençant dans 5 ml de milieu Luria-Bertani, au moins trois à cinq colonies bien isolées de même type morphologique d'une culture sur milieu gélosé, ensuite une incubation sous agitation (généralement deux à six heures) à 30°C a été réalisée. La turbidité de la culture a été ajustée avec une solution saline stérile ou du

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

bouillon pour obtenir une turbidité équivalente à celle d'un standard Mc Farland 0,5. Il en résulte une suspension contenant environ 10^6 UFC/ml (Boussena, 2020).

Les normes Mc Farland sont utilisées pour normaliser le nombre approximatif de bactéries dans une liquide suspension en comparant la turbidité de suspension d'essai avec celle du Mc Farland Standard.

La précision de la densité de Mc Farland peut être vérifiée à l'aide d'un spectrophotomètre avec un trajet lumineux de 1 cm; un 0,5 Mc Farland Standard a une lecture d'absorbance de 0,08 à 0,1 à 625 nm (figure 11) .Alternativement, ajuster la suspension bactérienne à la même turbidité. Si la suspension d'essai est trop légère, inoculé avec des organismes supplémentaires ou un tube d'incubation jusqu'à ce que la turbidité corresponde à celle de la norme. Si une dilution est nécessaire, utilisez une pipette stérile et ajoutez suffisamment de bouillon ou de solution saline pour obtenir une turbidité qui correspond à celle de la norme (lien 10).

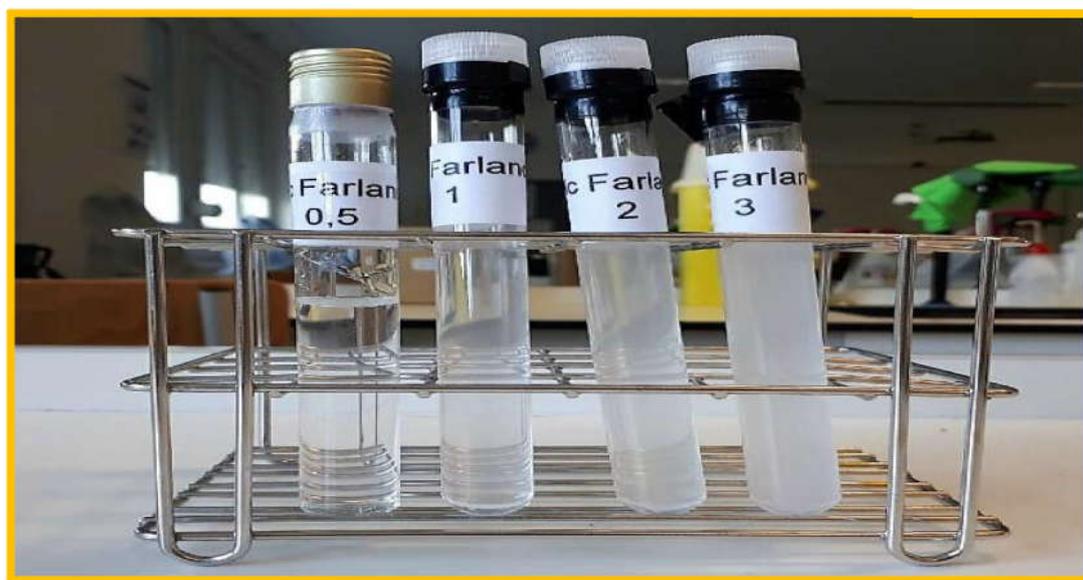


Figure 11 : Etalon de Mc Farland servent de standard de turbidité pour préparer les suspensions bactériennes (Boussena, 2020).

Les méthodes de détermination de l'activité antibactérienne sont nombreuses, à savoir la méthode de diffusion en disque dans un milieu gélose et méthode de dilution. Le principe de la méthode de diffusion en disque dans un milieu gélose est similaire à celui de l'antibiogramme. Ce dernier consiste à préparer les boîtes de pétri appropriée à l'étude en utilisant le milieu Mueller-Hinton puis ensemercer uniformément la suspension bactérienne

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

bouillon avec un écouvillon stérile sur la surface de gélose dans 3 plans pour couvrir leur toute surface ; des disques stérile de papier filtre (Wattman) de 6 mm de diamètre est imbibé de l'extraits des plantes (10µl) puis placé sur la gélose dans de boites de Pétri. Les boites sont incubées à une température de 37°C pendant 18 à 24 heures. Si le produit est toxique pour l'espèce, il se forme une zone d'inhibition autour du disque ; plus grande est cette zone, plus l'espèce n'est sensible. Des disques témoins sont inclus dans les essais (Seddik et al., 2010). Les résultats obtenus se traduit par une apparition des zones d'inhibition autour du disque en papier tel présenté dans la figure ci dessous (Figure 12).

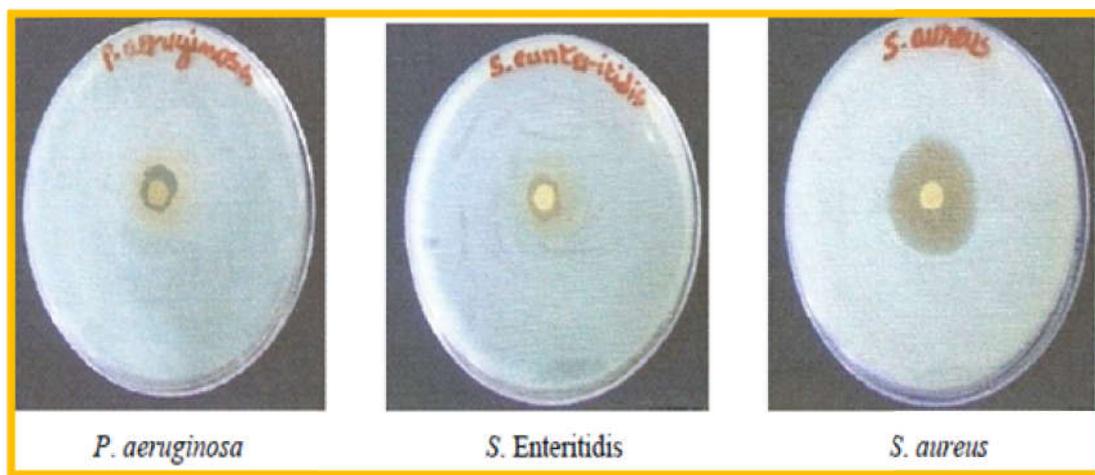


Figure 12 : L'effet inhibiteur des extraits de plantes sur trois souches : *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* et *Staphylococcus aureus* (Djenane., 2012).

D'autre technique sont également utilisées pour vérifier l'activité antibactérienne des extraits de plante, à savoir la méthode de diffusion des puits préconisée ; les boites de Pétri sont ensemencées avec la suspension bactérienne en profondeur et en double couche dans la gélose nutritive. Sur les boites de Pétri inoculées par les germes cibles préparées préalablement, on réalise des puits (diamètre de 4,5 mm) qui sont remplis par la suite par 50 µl de l'extrait de plante. Les boites de Pétri ainsi préparées sont pré-incubées pendant 2 à 4 heures à + 4 °C, afin de permettre la diffusion radiale de l'agent inhibiteur ensuite suivit par une incubation 18 à 24 heures, à 37 °C en anaérobiose ou aérobie selon le germe testé. En fin d'incubation, on observe les zones d'inhibition autour des puits, pour les différentes souches sélectionnées vis-à-vis des germes cibles testés (Allouche et al., 2010).

La méthode de micro dilution, est une méthode très recommandée dans l'étude de la concentration minimale inhibitrice (figure 13). Avec la méthode de dilution en milieu liquide l'inoculum bactérien est ajouté dans une série de cupules qui contiennent de l'extrait du rhizome de gingembre et de curcuma. Au terme de l'incubation, la croissance des

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

microorganismes a été indiquée par la turbidité. On peut déterminer la CMI à partir de la cupule qui contient la plus faible concentration de l'extrait à laquelle le microorganisme ne montre pas une croissance visible. C'est l'effet bactériostatique (Haddouchi et al., 2016).

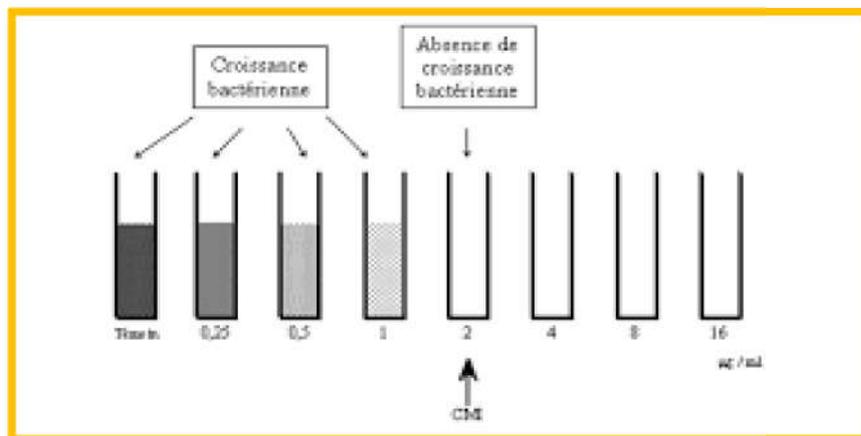


Figure 13 : Détermination de la CMI d'un antibactérien par la méthode de dilution sur milieu liquide (Emirian et Decusser, 2013).

a) Activité antibactérienne de *Curcuma xanthorrhiza* Roxb

Curcuma xanthorrhiza Roxb possède des propriétés antibactériennes, selon Prijatmoko et ses collaborateurs, Le plus grand composé actif qui constitue l'huile essentielle des rhizomes de temulawak est le xanthorrhizol. Le xanthorrhizol est un excellent agent antibactérien à haute température (121 ° C, 15 minutes) et à pH extrême, à la fois acide et basique (Prijatmoko et al., 2018).

Le xanthorrhizole de *Curcuma xanthorrhiza* est capable d'inhiber la croissance de *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus*. Ce composant confère une forte activité antibactérienne à un large spectre de bactéries d'origine alimentaire Gram-positives et Gram-négatives. A cette effet, au côté des facteurs physicochimiques à savoir le pH et la température utilisés dans la conservation des produits alimentaires, il a été suggéré d'utiliser xanthorrhizole comme un agent antibactérien naturel efficace (Lee et al., 2008 ; Lee et al., 2017). Non seulement, mais le xanthorrhizole a montré une activité bactéricide contre *Streptococcus spp*, ce qui le rend potentiellement utile pour prévenir les caries (Duke et al., 2002).

L'extrait d'huiles essentielles des rhizomes de *Curcuma xanthorrhiza* Roxb a une activité antibactérienne moyenne contre *E. faecalis* et *F. nucleatum* (Prijatmoko et al., 2018).

b) Activité antibactérienne de *Zingiber officinale* Roscoe

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

L'activité antimicrobienne dépend de l'effet de *Zingiber officinale Roscoe* sur divers agents responsables des infections à savoir bactéries, les champignons, les protozoaires et voir même les virus. Il doit être soit une action inhibitrice qui va inhiber l'action des microbes, soit une destruction complète du microorganisme de façon fiable. De nombreuses études se sont intéressées à l'activité antimicrobienne des extraits de gingembre sur les microorganismes. Kumar et ces collaborateurs se sont intéressés à l'effet antibactérien de l'extrait du *Zingiber officinale, Roscoe* sur le biofilme de *Pseudomonas Aeruginosa*. L'observation sous microscopie électronique à balayage de la surface du cathéter a montré que le biofilm de *Pseudomonas Aeruginosa* devient plus mince en présence de zingérone. Ces découvertes prouvent que la zingérone extrait de *Zingiber officinale Roscoe* peut être un agent potentiel contre les infections associées au biofilme causées par *P.Aeruginosa* (Kumar et al., 2013). D'autre part l'extrait à l'éthanol de *Zingiber officinale, Roscoe* exprime une activité importante contre 215 souches d'entérocoque résistantes à la gentamicine, avec une zone d'inhibition de 27–30 mm (Revati et al., 2015).

4.2. Activité antifongique

Les Champignons sont des organismes hétérotrophes à mode de reproduction sexuée ou asexuée. Certains champignons microscopiques sont à l'origine de nombreuses pathologies chez l'homme. Les espèces microscopiques *Aspergillus* et la levure *candida* ont été étudiées *in vitro* sur milieu de culture Sabouraud et par la méthode de microdilution en bouillon afin de déterminer essentiellement la concentration minimale fongicide (CMF). La suspension testée varie selon la souche étudiée.

La préparation de l'inoculum fongique est consistée d'abord à cultiver le champignon sur des géloses de milieu PDA pendant sept jours à 35°C. La pente a été frottée soigneusement avec un coton-tige stérile et homogénéiser avec le bouillon PDA frais (50 ml), agités pendant 5 min et des dilutions appropriées ont été effectuées. La concentration finale de l'inoculum a été ajustée à environ 10^6 cellules / ml (Mahlo et al., 2016).

Pour effectuer ce test, nous utiliserons une microplaque à 96 puits stérile et dans chaque puits nous les remplissons par 20µl de l'extrait à doser, 10µl de suspension fongique avec 70µl de milieu PDA. Les plaques ont été laissées debout à 27°C pendant 30 minutes ; par la suite les plaques à 96 puits couvertes ont été incubées à 27°C pendant deux à trois jours dans des endroits humidifiés. L'eau distillée stérile est un contrôle négatif de l'expérience ; la solution de Fluconazole (FCZ) est utilisée comme un contrôle positif. L'inhibition de la croissance par

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

les souches fongique a été mesurée par un dosage microspectrophotométrique à 595 nm après incubation (Dellavalle et al., 2010).

Elle se déterminer par l'équation suivante :

$$(\Delta C - \Delta T) / \Delta C \times 100$$

Dont :

ΔC : l'absorbance de microculture témoin à 595 nm.

ΔT : l'absorbance de test.

L'effet des extraits des plantes sur la germination des spores sous microscope est réalisé comme suit :

- Les extraits de plantes (30 ml) ont été placés à deux endroits distants de 3 cm sur chaque lame microscopique.
- La suspension de spore a été préparé à partir la culture de champignon producteur des spores de 12 jours dans l'eau distillée stérile, les spores ont été soigneusement stocké et par la suite testé ; 30 ml de suspension des spores a été ajouté aux extraits des plantes.
- Les lames de contrôle contenaient des solvants appropriés à la place d'extraits de plante.
- Les lames ont été incubées pendant 24 heures à 30°C dans une chambre humide. Après incubation les lames ont été taché de bleu coton au lactophénol (BCL) et après 12 heures observées au microscope ; à l'aide d'une cellule de Malassez la pourcentage d'inhibition a été calculé (figure 14) (Saha et al., 2005).

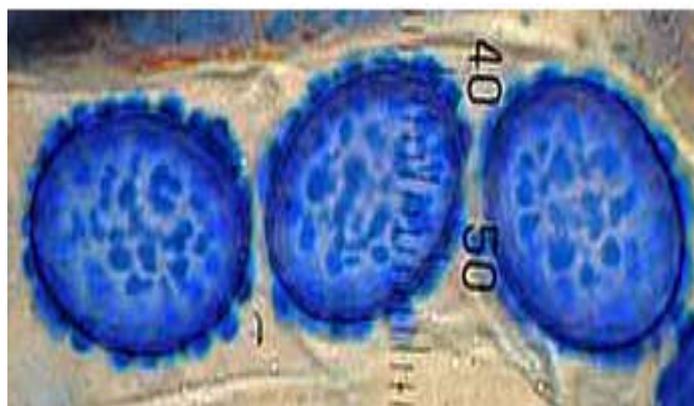


Figure 14 : exemple d'ornementations d'une spore mises en évidence par le bleu coton au lactophénol (BLC) (lien 11).

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

a) Activité anti-candida de *Curcuma xanthorrhiza* Roxb

Les espèces de *Candida* sont définies comme une cause importante d'infection nosocomiale. *Candida albicans* est l'organisme le plus souvent associé à une infection fongique grave et il montre une résistance accrue aux agents antifongiques traditionnels. D'après Rukayadi et ses collaborateurs le xanthorrhizol présentait une activité antifongique contre *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* et *C. tropicalis* ; il s'agit du premier rapport montrant que le xanthorrhizol possède des activités anti-candidales contre les espèces non pathogènes de *C. Albicans* (Rukayadi et al.2006).

b) Activité antifongique de *Zingiber officinale* Roscoe

L'activité antifongique de l'extrait de gingembre est testée contre *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusariumoxysporum* et *Penicillium chrysogenum*. Les résultats obtenus montrent que l'extrait du gingembre inhibe considérablement la germination du mycélium et des spores, non seulement mais il y a une réduction du poids de la masse cellulaire, des glucides, des protéines, de l'ADN et des constituants ARN dans les cellules isolées à partir de cultures d'*Aspergillus ochraceus* (Kubra et al., 2013).

D'autre côté, les huiles essentielles de gingembre examinées sur les souches de *Candida* avaient une puissante activité inhibitrice dont le responsable sont les oléorésines (Takahashi et al., 2011 ; Giriraju et Yunus., 2013).

4.3. Activité antiparasitaire

Le parasite est défini comme un être vivant animal ou champignon qui pendant une partie ou la totalité de son existence vit aux dépens d'autres êtres vivants (hôtes). Ils sont extrêmement divers, même au sein d'une même famille : protozoaire, helminthe ou ver, Fungi ou micromycètes, Arthropodes, mollusques, pararthropodes (porocéphale) ou annélides (ANOFEL, 2014).

L'évaluation de l'effet antiparasitaire des extraits préparés précédemment est réalisée par le test de microdilution (Paredes et al., 2013). Tous d'abord en va dissous l'extrait de curcuma dans la solution de diméthylsulfoxyde (DMSO), ensuite après une filtration stérilisante dilué avec le milieu M-199. 10^6 cellules/ml des promastigotes en phase logarithmique ont été ensemencés dans une plaque de microtitrage à fond plat de 24 puits en présence de l'extrait. Dans un incubateur humidifié incubé à 28°C pendant 48 heures.

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

Après la période d'incubation, l'activité cytostatique ou cytocide de l'extrait est évaluée après une observation microscopique. Elle nous permet de déterminer la croissance des parasites au point de leur mobilité et leur morphologie. Le puits de contrôle de cette expérience est contenir une concentration de 0.5 % de DMSO.

D'autre coté on a le teste MTT, un test colorimétrique afin d'évaluer la viabilité des parasites. Après l'incubation des parasites, le réactif MTT (400µg/ml) sel de tétrazolium(bromure de 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium) est ajouté dans chaque puits de la plaque et laisser pendant certain temps (environ trois heures)à 37°C. L'oxydation mitochondriale du MTT est en résulte le formazan violet. Un simple dosage de la densité optique à 550 nm par spectroscopie permet de connaître la concentration relative des cellules vivantes et actives métaboliquement (**Sharma et al., 2011**).

La viabilité cellulaire a été déterminée en utilisant la formule :

$$\text{Viabilité \%} = (\text{densité optique d'échantillon/densité optique du contrôle}) \times 100 \text{ (Rehman et al., 2012)}$$

a) **Activité antiparasitaire de *zingiber officinale***

Des chercheurs en parasitologie de Taiwan, ont investie sur l'activité antihelminthique des extraits de rhizome de gingembre, le [10]-shogaol, le [6]-shogaol, le [10]-gingerol et le [6]-gingerol exprime une bonne activité contre le parasite *Anisakis simplex*. (**Lin et al., 2010**)

D'autre expériences ont été réalisé sur d'autre parasite en cité *Toxoplasma gondii in vivo*, dans lequel des souris ont été infecté par T.gondii et ensuite traité par l'extrait de racine de gingembre (GE) et (GE/F1) la première fraction obtenu à partir GE.

Les résultats présente dans la figure 15, indiquent également que GE/F1 a des propriétés antiparasitaires capables de maintenir survie des souris infectées et inhibé les cytokines inflammatoire *in vivo* (**Choi et al., 2013**).

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

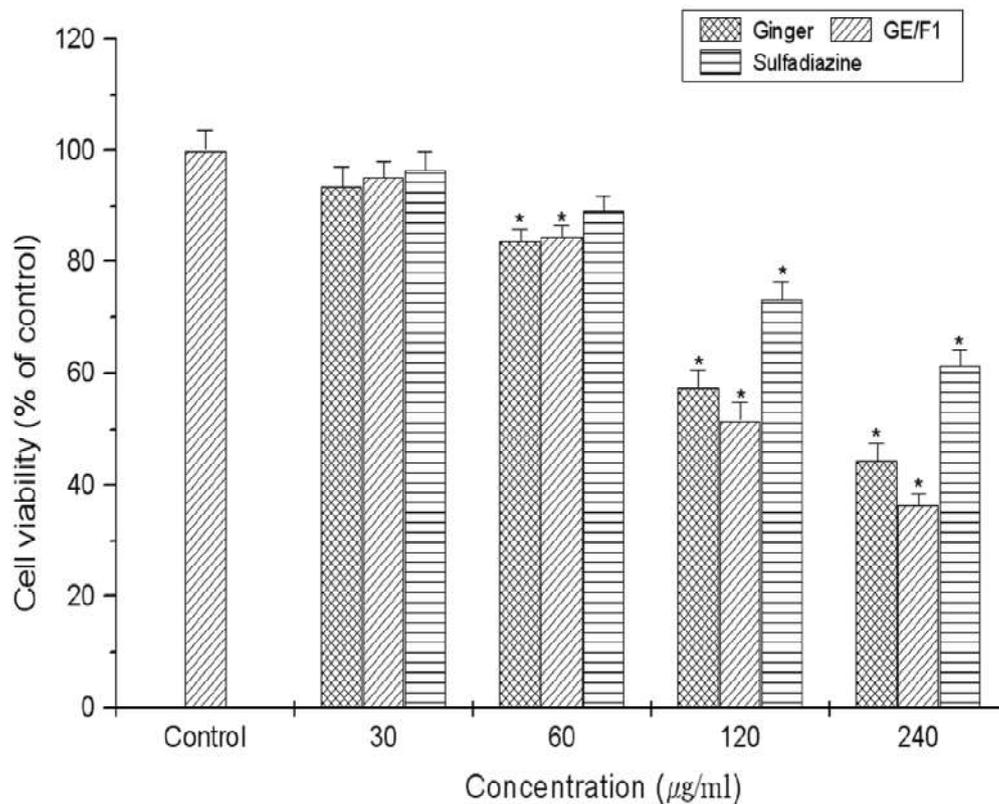


Figure 15 : les effets de GE, GE/F1 et SF sur la prolifération de *T.gondii*.

Toxoplasma gondii a été incubé avec des concentrations de 30 à 240 µg/ml de GE, GE/F1 et SF pendant 24h, respectivement.

* statistiquement significatif par rapport au contrôle (Choi et al., 2013).

4.4. Activité antiviral

Le virus c'est un agent infectieux acellulaires très simple, dont la structure se résume à deux ou trois éléments (génome, capsid, enveloppe) ; très différents des bactéries en fonction de trois points importantes dont, La taille (les virus sont des petite taille par rapport aux bactéries), nécessite d'un hôte pour survivre et la matériel génétique qui soit d'un ADN ou bien un ARN au contre au bactéries qui comporte les deux à la fois. Afin d'évaluer l'effet des extraits des rhizomes sèches de gingembre et de curcuma sur les virus, il est effectué un essai de réduction de plaque dans les lignées des cellules appelé aussi le test de séroneutralisation virale (SN). Cette technique permet la détection et la mesure des anticorps pouvant neutraliser des virus. Brièvement, les extraits des plantes ont été dilués dans des plaques de culture ; et sont pré-incubées pendant environ 24 heures avec une quantité connue des virus, puis ajoutées des cellules cibles sensibles à l'infection virale. Cela permet aux virus non neutralisés

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

d'infecter les cellules cibles. Et déterminer quel est la dilution la plus élevée capable de neutraliser l'infection virale et présente un effet cytopathogène (**Chang et al., 2013**).

Les dosages SN sont très sensibles et spécifiques, ils mesurent le titre d'anticorps neutralisant après infection ou vaccination. La quantification du titre peut être basée sur la présence ou l'absence de l'effet cytopathogène ou la preuve d'une infection virale par une technique immunoréactive. Le test d'ELISA est basée sur l'interaction antigène-anticorps et sur une réaction dépendant d'enzymes (colorimétrique, fluorescente ou chimioluminescente). Un dosage immunologique résulte la lecture des valeurs de densité optique (DO) mesurées par un spectrophotomètre qui peuvent être directement ou indirectement proportionnelles à la concentration / quantité d'anticorps détectés (agent antivirale) (**IRU, 2018**).

D'autres méthodes peuvent être élaborées telle que présentée par Kaushik et ses collaborateurs dans leur étude de l'activité antivirale de *Zingiber officinale* sur le virus de Chikungunya. Après avoir mis des cellules en culture dans leur milieu spécifique au ligné cellulaire et incubé dans une atmosphère humide à 37°C dans un incubateur à CO₂ pendant 3 à 4 jours. Une fois que le ligné cellulaire a atteint sa bonne croissance cellulaire, ces cellules sont transférées dans des microplaques pour procéder en premier à l'évaluation de la cytotoxicité des extraits de plantes à une concentration donnée (2mg/ml), suivie par la détermination de la dose infectieuse pour culture tissulaire. D'après ces valeurs on peut procéder à la détermination de l'activité des extraits de plante sur des cellules infectées par des virus (**Kaushik et al., 2020**).

a) Activité antivirale de *Curcuma xanthorrhiza* Roxb

La curcumine, un composé populaire dans le genre du curcuma, a été identifiée comme ayant de nombreux effets anti-infectieux, notamment des antiviraux contre la grippe, le VIH, le VPH, le H5N1 et tous les génotypes du VHC. Les résultats de Wahyuni et ses collaborateurs suggèrent que *C. domestica*, *C. xanthorrhiza* et *C. Heyneana* possédaient une forte inhibition contre le virus de l'hépatite C, ils peuvent donc être de bons candidats pour les agents anti-VHC (**Wahyuni et al., 2018**).

b) Activité antivirale de *Zingiber officinale* Roscoe

En 2013, une équipe Taïwanaise a étudié in vitro l'action du gingembre sur des cellules respiratoires humaines infectées par le virus respiratoire syncytial (HRSV). D'après les résultats obtenus, en fonction de la dose le gingembre frais a inhibé la formation de plaques induite par le HRSV à la fois des lignées cellulaires HEP-2 et A549 ($p > 0,0001$).

Chapitre II : Criblage de l'activité antimicrobienne des extraits de curcuma et de gingembre

Le gingembre frais à haute concentration pourrait stimuler les cellules muqueuses à sécréter de l'IFN- β qui a probablement contribué à contrer l'infection virale (**Chang et al., 2013**).

Une étude récente s'est intéressée à l'action de l'extrait de rhizome de gingembre sur le virus Chikungunya (CHIKV) *in vitro*. L'effet antiviral de *Zingiber officinale Roscoe* a été étudié en observant les effets cytopathiques et la viabilité cellulaire. Au cours de l'expérimentation anti-chikungunya, la viabilité cellulaire a augmenté à 51,05% et 35,10%, lorsque les cellules Vero ont été prétraitées avec une dose maximale non toxique (DMNT) (62,5 $\mu\text{g} / \text{ml}$) et d'autre avec la moitié de la dose DMNT d'extrait de *Z. officinale* respectivement. Avec une dose maximale non toxique d'extrait de plante *Z. officinale* de 62,5 $\mu\text{g} / \text{ml}$, les extraits de rhizome ont un potentiel élevé pour traiter le CHIKV (**Kaushik et al., 2020**).



Conclusion

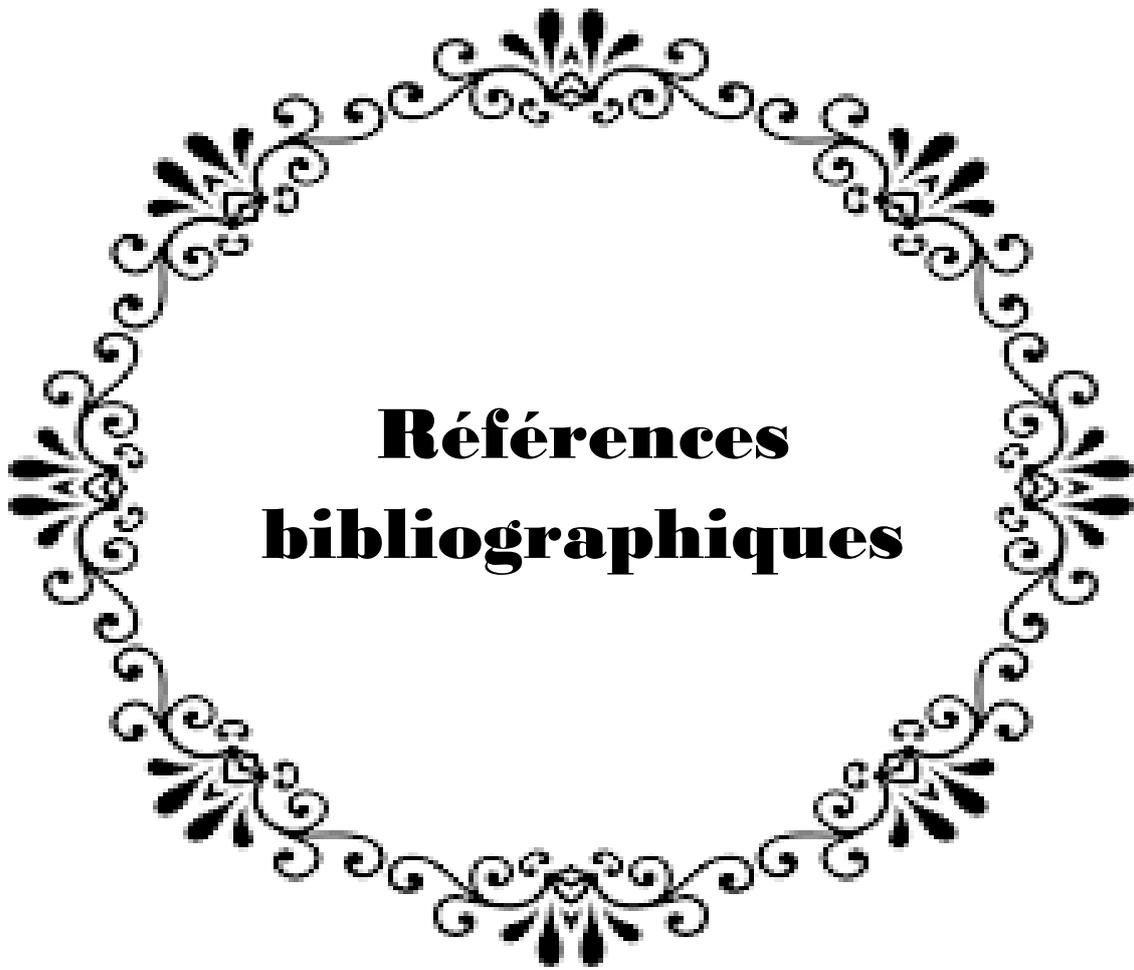
Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et dans la survie de l'humanité. Récemment, la phytothérapie ou le soin par les plantes a retrouvé son importance dans le but de réduire les maladies infectieuses, chroniques...etc. Les recherches scientifiques dans le monde entier sensé sur ce domaine sont en augmentations afin de caractériser le plus grande nombre d'herbes médicinales avec des effets curatifs marquants.

Naturellement, notre choix s'est dirigé vers les herbes qui sont à la fois des épices plus semblables (forme, propriétés et de l'origine) ; *Zingiber officinale* et *Curcuma xanthorrhiza* de la famille *Zingibereacea*, leurs efficacité a été jugée depuis des siècles par la médecine traditionnelle en Asie particulièrement en Sud-est précisément en Chine et Indonésie respectivement, quand toutes leurs études sur les propriétés pharmacologiques de ces plantes ont été couronnées de succès. La partie qui possède des activités pharmacologiques c'est le rhizome qui été connus par leurs pléiotropies actions et diverses utilisations potentielles. Les propriétés antimicrobiennes de l'extrait de ce dernier ont été étudiées contre diverses espèces des bactéries, virus, parasites et des champignons.

En définitive, les deux plantes *C. xanthorrhiza* et *Z. officinale* renferment des composés chimiques susceptibles de conférer les propriétés antimicrobiennes à une plantes. Ce sont notamment, les xanthorrhizols, curcumines et gingérol ; shogol ; sesquiterpenes et paradol. Ces phytomolécules ont présentait des effets antibactériens face aux souches à Gram positif et négatif les plus communes et pathogènes pour l'homme, une action fongistatique par rapport aux champignons microscopiques de genre *Aspergillus* et une action anti-Candida. L'action antivirale a été montrée pour les deux herbes au contre de l'action antiparasitaire qui a été confirmé pour le gingembre mais pas pour curcuma.

Quant aux perspectives de ce travail, L'ensemble de ces résultats obtenus théoriquement ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement actives, pour compléter cette étude, il serait souhaitable :

- Déterminer l'extraction avec d'autres solvants, et d'utiliser d'autres modes d'extraction.
- D'isoler et identifier les principes actifs responsables des activités anticancéreuses.
- D'étudier *in vitro* et *in vivo* les biomolécules actifs, sur différentes modèles biologiques.
- De tester les molécules isolées, sur des souches résistantes aux antibiotiques.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

« A »

ADIKO Marcelline, BOUTTIER Sylvie, Okpekon Timothée Aboua, LAMBERT Sylvie, AKE-ASSI Laurent, KABLAN Brou Jérôme et CHAMPY Pierre. Phytothérapie traditionnelle des conjonctivites en milieu urbain ivoirien : enquête sur les deux marchés aux plantes médicinales d'Abidjan. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 2014, vol 161, no 1, p33–45.

AKARCHARIYA, Nararat SIRILUN, Sasithorn JULSRIGIVAL, Jakaphun, et al . Chemical profiling and antimicrobial activity of essential oil from *Curcuma aeruginosa* Roxb, *Curcuma glans* K. Larsen & J. Mood and *Curcuma cf. xanthorrhiza* Roxb. collected in Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2017, vol 7, no 10, p881–885.

ALLOUCHE Fella Naouel, HELLAL Amina et LARABA Abdenour. Etude de l'activité antimicrobienne des souches de lactobacilles thermophiles utilisées dans l'industrie laitière. Revue « Nature et Technologie », 2010, no 3, p 13-20.

AWIN Tahani. Buzgaiaa Nawal , Abd Ghafar Siti Zulaikha, Medianid Ahmed, Mohd Faudzia Siti Munirah Maulidiana, M, Shaaria Khozirah, Abasa Faridah. Identification of nitric oxide inhibitory compounds from the rhizome of *Curcuma xanthorrhiza*. *Food Bioscience*, 2019, vol 29, p 126–134.

AL-SNAFI Ali Esmail. Antiparasitic effects of medicinal plants (part 1)- A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 2016, vol 6, no 10, p 51-66.

AZWANIDA N. N. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med Aromat Plants*, 2015, vol 4, no 196, ISSN : 2167-0412.

« B »

BARRETT Stephen. Homeopathy: the ultimate fake. *Quackwatch*, 2016, vol 30, no 12, p 09. http://www.quackwatch.com/01_QuackeryRelatedTopics/homeo.Html

BENER Mustafa, ÖZYÜREK Mustafa, GÜÇLÜ ,Kubilay, et al . Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Curcumin from *Curcuma longa* L. (Turmeric) and Evaluation of Antioxidant Activity in Multi-Test Systems. *Records of Natural Products*, 2016, vol 10, no 5, p 542-554.

BENZEGGOUTA Nairouz. Evaluation des effets biologiques des extraits aqueux de plantes médicinales seules et combinées. 2015. Thèse en doctorat. Université Mentouri-Constantine.

Références bibliographiques

BENZIE Iris FF et WACHTEL-GALOR Sissi. Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects (2eme edition). *Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis*, 2011.

BIRLOUEZ Eric. La quête des épices, moteur de l’histoire. *Phytothérapie*, 2012, vol 10, no 2, p 74-79.

BOIZOT Nathalie et CHARPENTIER Jean-Paul. Méthode rapide d’évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d’un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l’Inra*, 2006, p 79-82.

BOUSSENA SABRINA. Manuel des Travaux Pratiques de Bactériologie. Institut des Sciences Vétérinaires Département de Productions Animales. 2020.

BUTIN Anne. Le gingembre: de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur. 2017. Thèse doctorat. Science pharmaceutique, université de Lorraine.

« C »

Coran. Sourate Al-Insan, verset 17.

CHABRIER Jean-yves. Plantes médicinales et formes plantes médicinales et formes d’utilisation en phytothérapie [en ligne].2010. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré – Nancy 1.

CHEIKH ALI Zakaria. Études chimiques et biologiques d’Aframomum sceptrum (Zingiberaceae) et de la curcumine .2012. Thèse de doctorat .université paris-sud.

CHEMAT Farid et LUCCHESI Marie E. Extractions assistées par micro-ondes des huiles essentielles et des extraits aromatiques. *Journal de la Société ouest-africaine de chimie*, 2005, no 20, p 77-99

CHO Jae Young, KIM Hwa Yeon, KIM Hye Me et al. Standardized ethanolic extract of the rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* prevents murine ulcerative colitis by regulation of inflammation. *Journal of Functional Foods*, 2017, vol 30, p 282-289.

Références bibliographiques

CHOI WonHyung, JIANG MeiHua et CHU JongPhil. Antiparasitic effects of Zingiber officinale (Ginger) extract against Toxoplasma gondii. *Journal of Applied Biomedicine*, 2013, vol 11, no 1, p 15-26.

CRUZ PAREDES Carla, BOLÍVAR BALBÁS Paulina, GÓMEZ-VELASCO Anaximandro, JUAREZ Zaida Nelly, ARREOLA Eugenio Sánchez, HERNANDEZ Luis Ricardo et BACH Horacio. Antimicrobial, Antiparasitic, Anti-Inflammatory, and Cytotoxic Activities of Lopezia racemosa. *The Scientific World Journal*, 2013, vol 2013.

« D »

Dalimartha Setiawan. Atlas tumbuhan obat indonesia jilid. jakarta :Trubus Agriwidya. 2000, p 182.

DELLAVALLE Paola Díaz, CABRERA Andrea, ALEM Diego, LARRANAGA Patricia, FERREIRA Patricia et RIZZA Marco Dalla. Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus Alternaria spp. *Chilean journal of agricultural research*, 2011, vol 71, no 2, p 231-239.

DEVARAJ Sutha, ISMAIL Sabariah, RAMANTHAN Surash et al. Investigation of Antioxidant and Hepatoprotective Activity of Standardized *Curcuma xanthorrhiza* Rhizome in Carbon Tetrachloride-Induced Hepatic Damaged Rats. *the Scientific World Journal*, 2014, vol 2014.

DEVARAJ, Sutha, ESFAHANI, Azadeh Sabetghadam, ISMAIL, Sabariah, et al. Evaluation of the antinociceptive activity and acute oral toxicity of standardized ethanolic extract of the rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Molecules*, 2010, vol. 15, no 4, p. 2925-2934.

DJENANE Djamel, YANGÜELA Javier, DERRICHE Fariza, BOUARAB Lydia et RONCALES Pedro. Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens; application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. *Revue Nature & Technologie*. 2012, vol 07. p 53 – 61.

DOSOKY Noura S et SETZER William N . Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of Curcuma Species. *nutrients*, 2018, vol 10, no 9, p 1196 .

Duke, James A. (ed). *CRC hand book of medicinal spices*. CRC press, 2002, p 333.

« E »

Références bibliographiques

EMIRIAN Aurélie et DECOUSSER Jean-Winoc. Consiel thérapeutique : apport et impact des CMI ? 42 eme colloque National.2013.

European Medicines Agency. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC).Assessment report on Curcuma xanthorrhizaRoxb. (C. xanthorrhiza D. Dietrich), rhizoma, 2014. <http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPC_assessment_report/2014/05/WC500166364.pdf> (Accessed 08/08/2020).

« F »

FOINE Angèle. Les Zingiberaceae en phytothérapie : l'exemple du gingembre. 2017. Thèse de doctorat, science pharmaceutique, Université de Lille 2.

« G »

GARRETA Raphaële. Ces plantes qui purifient. De l'herboristerie à l'aromathérapie. *Association Terrain*. 1998.

GIRIRAJU Anjan et YUNUS G. Y. Assessment of antimicrobial potential of 10% ginger extract against *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, and *Enterococcus faecalis*: An *in vitro* study. *Indian journal of dental research*, 2013, vol 24, no 4, p 397-400.

GURIB-Fakim Ameenah. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*, 2006, vol 27, no 1, p 93.

« H »

HADDOUCHI Farah, ZERHOUNI Khadidja, SIDI-YEKHELEF Adel et CHAOUICHE Tarik Mohammed. Évaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits d'*Helichrysum stoechas* subsp. *Rupestre*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 2016, vol 85, p 152 – 159.

HENRY Jean Yves. Curcuma xanthorrhiza. Médecine Intégrée. 2009. disponible sur :<https://www.medecine-integree.com/curcuma-xanthoriza/>

HOMBOURGER Christelle. *Le curcuma*, De l'épice au médicament. 2010. Thèse de doctorat. UNIVERSITÉ Henri Poincaré, NANCY 1.

HUGO blanc. 2016. disponible [enligne] sur : **MID&plus**

<https://midetplus.fr/art-de-vivre/gingembre-vertus-et-pouvoirs/> Consulté aout 2020.

Références bibliographiques

« I »

Institut Européen des substances végétales (IESV). 2015. les plantes médicinales [en ligne] disponible sur : https://www.iesv.org/wp-content/uploads/2015/11/YIESVLIP-RV04_bd-SANS-TRAITS-COUCPE.pdf

Immunology Research Unit (IUR). 2018. Techniques de laboratoire pour évaluer la réponse immunitaire des anticorps chez le porc. [en ligne] Disponible sur : https://www.3trois3.com/articles/techniques-de-laboratoire-pour-evaluer-la-reponse-immunitaire_13126/

ISERIN Paul. Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, Soins. 2eme edition, *Dorling Kindersley Limited, Londres.* 2001.

« J »

JANTAN Ibrahim, SAPUTRI Fadlina Chany, QAISAR Muhammad Naeem, et al. Correlation between Chemical Composition of Curcuma domestica and Curcuma xanthorrhiza and Their Antioxidant Effect on Human Low-Density Lipoprotein Oxidation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, vol 2012, p 10.

JORITE sophia. La Phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel [en ligne]. 2015. Thèse de doctorat, Université Bordeaux 2, U.F.R Des sciences pharmaceutiques.

« K »

KADDEM Salah-Eddine. Les plantes médicinales en Algérie. *Le monde des pharmaciens.* 1990 disponible sur : <https://www.scribd.com/document/244641372/Les-plantes-medicinales-en-Algerie-pdf>

KAHLOUCHE-RIACHI Foulla. Évaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie. 2014. Thèse en doctorat. Université de Constantine1.

KAUSHIK Sulochana, JANGRA Ginni, KUNDU Vaibhav, YADAV Jaya Parkash et KAUSHIK Samander. Anti-viral activity of Zingiber officinale (Ginger) ingredients against the Chikungunya virus. 2020. <https://doi.org/10.1007/s13337-020-00584-0>.

Références bibliographiques

KHENNOUF Seddik, IRATNI Nadjat, BAGHIANI Abderrahmane, HARZALLAH Daoud et ARRAR Lekhmici. Antioxidant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. leaves and some phenolic compounds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2010, vol 4, no 13, p 1273-280.

KIM Mi-Bo, KIM Changhee, SONG Youngwoo et al . Antihyperglycemic and Anti-Inflammatory Effects of Standardized *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. Extract and Its Active Compound Xanthorrhizol in High-Fat Diet-Induced Obese Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, vol 2014.

KIM Sera, KO Seok-Chun, KIM Yoon-Sook et al. Determination of *Curcuma longa* L. (Turmeric) Leaf Extraction Conditions Using Response Surface Methodology to Optimize Extraction Yield and Antioxidant Content *Journal of Food Quality* , 2019, vol .2019, p 8.

KUBRA I. Rahath, MURTHY Pushpa S. et RAO L. Jagan Mohan. *In Vitro* Antifungal Activity of Dehydrozingerone and Its Fungitoxic Properties. *Journal of food science*, 2013,vol 78, no 1, p M64-M69.

KUDJUED-BUNNETON J.-F et SAUVAIN M. Possibilités de valorisation économique de plantes médicinales et agronomiques en Guyane. *En : ORSTOM Centre de Cayenne BP.165- 97 323 cayenne cedex*, 1989, p164.

KUMAR GUPTA Subash et SHARMA Anand. Medicinal properties of Zingiber officinale Roscoe - A Review. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)*.2014, vol 9, p 124-129.

KUMAR Lokender, CHHIBBER Sanjay et HARJAI Kusum. Zingerone Inhibit Biofilm Formation and Improve Antibiofilm Efficacy of Ciprofloxacin Against *Pseudomonas Aeruginosa* PAO1. *Fitoterapia*, 2013, vol 90, p 73-78.

« L »

LEE Lee YOUNG, SHIM Jae-Seok, RUKAYADI,Yaya et al. Antibacterial Activity of Xanthorrhizol Isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. against Foodborne Pathogens. *Journal of Food Protection*, 2008, vol 71, no 9, P 1926–1930.

LEE, Hyung-Jung, KANG, Si-Mook, JEONG, Seung-Hwa, et al. Antibacterial photodynamic therapy with curcumin and *Curcuma xanthorrhiza* extract against *Streptococcus mutans*. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 2017, vol 20, p 116-119.

Références bibliographiques

LIM Chol Seung, JIN Da-Qing, MOK Hyejung et al. Antioxidant and antiinflammatory activities of xanthorrhizol in hippocampal neurons and primary cultured microglia. *Journal of neuroscience research*, 2005, vol 82, no 6, p831-838.

LIN Rong-Jyh, CHEN Chung-Yi, LEE June-Der, LU Chin-Mei, CHUNG Li-Yu et YEN Chuan-Min. Larvicidal constituents of *Zingiber officinale* (ginger) against *Anisakis simplex*. *Planta Med*, 2010, vol 76, no 16, p 1852-1858.

LI Yiming, TRAN Van H, DUKE Colin C et ROUFOGALIS Basil D. Preventive and Protective Properties of *Zingiber officinale* (Ginger) in Diabetes Mellitus, Diabetic Complications, and Associated Lipid and Other Metabolic Disorders: A Brief Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, vol 2012, p 10. doi:10.1155/2012/516870.

« M »

MAHBOUBI Mohaddese. *Zingiber officinale* Rosc. essential oil, a review on its composition and bioactivity. *Clinical Phytoscience*, 2019, vol 5, no 1, p 6.

MAHLO Salome Mamokone, CHAUKE Hasani Richard, MCGAW Lyndy et ELOFF Jacobus. Antioxidant and antifungal activity of selected medicinal plant extracts against phytopathogenic fungi. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 2016, vol 13, no 4, p 216-222.

MANDAL Vivekananda, MOHAN Yogesh, HEMALATHA S. et al. Microwave assisted extraction—an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy reviews*, 2007, vol 1, no 1, p 7-18.

MAO Qian-Qian, XU Xiao-Yu, CAO Shi-Yu, GAN Ren-You, CORKE Harold, BETA Trust et LI Hua-Bin. Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods*, 2019, vol 8, no 6, p 185.

MEINERTZHAGEN Lionel. Le Gingembre (Etude diachronique). 2006. Université de Bruxelles –langues et littératures Françaises et Romanes-BA3.

MICHEL Thomas. Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). 2011. Thèse de doctorat. Université d'Orléans.

Références bibliographiques

MOHD SAHARDI Nur Fatin Nabilah et MAKPOL Suzana. Ginger (*zingiber officinale Roscoe*) in the prevention of ageing and degenerative diseases: Review of current evidence. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, vol 2019, p13.

MOROH Jean-Luc Aboya. Résistance bactérienne et phytomolécules antimicrobiennes issues de *Morinda morindoides*. 2013. Thèse de doctorat. Université de Bretagne occidentale-Brest.

« N »

NORFAEZAH A., ZAINAB H. et OTHMAN H. Comparative study between microwave assisted extraction and soxhlet extraction techniques for bio-oil extraction from *jatropha curcas*. *Journal of engineering science and technology*, 2015, vol 10, p 9-16.

« O »

OMS .Résistance aux antimicrobiens [en ligne] disponible sur : <https://www.who.int/drugresistance/about/fr/> Consulté le 02 juillet 2020 à 22 heures

OON Seok Fang, NALLAPPAN Meenakshii, TEE Thiam Tsui, et al. Xanthorrhizol: a review of its pharmacological activities and anticancer properties. *Cancer cell international*, 2015, vol 15, no 1, p 100.

« P »

PARTHASARATHY Villupanoor A., CHEMPAKAM Bhageerathy et ZACHARIAH T. John (ed.). Chemistry of spices. *Cabi*, 2008.

PATIL T.R., PATIL ST., PATIL S et PATIL A. Antimicrobial potential of ginger-*zingiber officinale*. *International Journal of Current Medical And Pharmaceutical Research*, 2018,vol 4, no 7(A), p 3503-3507.

PENCHEV Petko Ivanov. Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. 2010. Thèse de doctorat. Université de TOULOUSE.

PINSON claire. Gingembre et curcuma : Et autres zingibéracées-un concentré de bienfaits pour votre sante et votre beauté. *Editions Eyrolles*, 2012.

PORCHER, Michel H. Multilingual multiscript plant name database. *Sorting Musa Cultivars*, *The University of Melbourne*. mise à jour 2006.

Références bibliographiques

PRIJATMOKO Dwi, SYAFIRA Nakhita L. et LESTARI Pujiana E. Antibacterial activity of essential oil extracts from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. rhizomes against bacteria causing pulp necrosis. *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 2018, vol 3, no 3, p 144-148.

PRASAD Sahdeo et AGGARWAL Bharat B. Turmeric, the golden spice: from traditional medicine to modern medicine. *Herbal medicine: Biomolecular and clinical aspects*, 2011, vol 13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92752/?report=reader>

« R »

RAHMAN Shahedur, SALEHIN Faizus et IQBAL Asif. In Vitro antioxidant and anticancer activity of young *Zingiber officinale* against human breast carcinoma cell lines. *BMC complementary and alternative medicine*, 2012, vol 12.

RAYNAUD Stéphanie. Curcuma. *Futura sante*. 2019, disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/nutrition-curcuma-15812/>

REHMAN Riazur, AKRAM M, AKHTAR Naveed, JABEEN Qaiser, SAEED Tariq, ALI SHAH S.M, AHMED Khalil, SHAHEEN Ghazala et ASIF H.M. *Zingiber officinale* Roscoe (pharmacological activity). *J. Med. Plants Res*, 2011, vol 5, no 3, p 344-348.

REVATI Sharma, BIPIN Chapagain, CHITRA Pai (Bhat) et MINAKSHI Bhattacharjee. *In vitro* antibacterial activity of seven Indian spices against high level gentamicin resistant strains of *enterococci*. *Arch Med Sci*, 2015, vol 11, no 4, p 863–868.

RICHARD Achille. Nouveaux éléments de botanique et de physiologie végétale: avec le tableau méthodique des familles naturelles. *Ed Soc. Typ. Belge*, 1837, 2008, p 343.

ROHAETI Eti, RAFI Mohamad, SYAFITRI Utami Dyah, et al. Fourier transform infrared spectroscopy combined with chemometrics for discrimination of *Curcuma longa*, *Curcuma xanthorrhiza* and *Zingiber cassumunar*. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2015, vol 137, p 1244-1249.

RONG Xianglu, PENG Gang, SUZUKI Takuya, YAMAHARA Johjiet LI Yuhao. A 35-day gavage safety assessment of ginger in rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2009, vol 54, no 2, p 118-123.

RUKAYADI Yaya et HWANG Jae-Kwan. *In vitro* antimycotic activity of xanthorrhizol isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. against opportunistic filamentous fungi. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 2007, vol 21, no 5, p 434-438.

Références bibliographiques

RUKAYADI Yaya, YONG Dongeun et HWANG Jae-Kwan. *In vitro* anticandidal activity of xanthorrhizol isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2006, vol 57, no 6, p 1231-1234.

RWANGABO Pierre claver. La médecine traditionnelle au Rwanda. KARTHALA Edition, 1993.

« S »

SAHA D., DASGUPTA S. et SAHA A. Antifungal activity of some plant extracts against fungal pathogens of tea (*Camellia sinensis*). *Pharmaceutical biology*, 2005, vol 43, no 1, p 87-91.

SAN CHANG Jung, WANG Kuo Chih, YEH Chia Feng, Den En SHIEH Den En et CHAI CHIANG Lien. Fresh ginger (*Zingiber officinale*) has anti-viral activity against human respiratory syncytial virus in human respiratory tract cell lines. *Journal of ethnopharmacology*, 2013, vol 145, no 1, p 146-151.

SAFFIDINE Karima. Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *carthamus caeruleus* L. et de *plantago major* L. 2018. Thèse de doctorat. Université FERHAT ABBAS.

SCOTT R.P.W. *ESSENTIAL OILS*. 2005. in *Encyclopedia of Analytical Science* (Second Edition)

SEBIH Fatiha. Pharmacognosie. 2019. Université des sciences et de la technologie d'Oran « MOHAMED BOUDIAF ».

SHARMA Umakant, SINGH Dharmendra, KUMAR Parveen, DOBHAL M. P. et SINGH Sarman. Antiparasitic activity of *plumericin* & *isoplumericin* isolated from *Plumeria bicolor* against *Leishmania donovani*. *The Indian journal of medical research*, 2011, vol 134, no 5, p 709–716.

SILALHI Marina. *Curcuma xanthorrhiza* roxb (pemanfaatan dan bioaktivitasnya). *journal Dinamika Pendidikan*, 2017, vol 10, no 3, p 248-260.

SOBOLEV Anatoly P., CARRADORI Simone, CAPITANI Donatella et al. Saffron samples of different origin: an NMR study of microwave-assisted extracts. *Foods*, 2014, vol 3, no 3, p 403-419.

SOENANTO Hardi et KUNCORO Sri. Obat tradisional untuk pasangan suami istri. *Elex Media komputindo, Jakarta*, 2009, p 68.

Références bibliographiques

SOFOWORA Abayomi. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Karthala Editions, 2010.

SUSANTI Dine Resti. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) pada Gambaran Histopatologi Ginjal Ayam Petelur.[Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 2009.

« T »

TAKAHASHI Miki, INOUE Shigeharu et ABE Shigeru. Anti-Candida and Radical Scavenging Activities of Essential Oils and Oleoresins of *Zingiber Officinale Roscoe* and Essential Oils of Other Plants Belonging to the Family *Zingiberaceae*. *Drug discoveries & therapeutics*, 2011, vol 5, no 5, p 238-245.

TELES Amanda Mara, DOS SANTOS Bianca Araújo, FERREIRA Cleidiane Gomes, MOUCHRECKA Adenilde Nascimento, CALABRESE Katia Da Silva, ABREU-SILVA Ana Lucia et ALMEIDA-SOUZA Fernando. Ginger (*Zingiber officinale*) Antimicrobial Potential: A Review. En: *Ginger Cultivation and Its Antimicrobial and Pharmacological Potentials*. IntechOpen, 2019.

The worldwide vegetables. Zingiber officinale ginger. Ed HO Dinh Hai. Long An-Vietnam. 2015.

TUNGMUNNITHUM Duangjai, THONGBOONYOU Areeya, PHOLBOO, Apinan, et YANGSABAI Aujana. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, 2018, vol 5, no 3, p 93.

« U »

UJANG Zanariah, NORDIN Nurul Izza et SUBRAMANIAM Thavamanithevi. Ginger species and their traditional uses in modern applications. *Journal of Industrial Technology*, 2015, vol 23, no 1 ; p 59-70.

« V »

VIRIOT ANNE-CLAIRE. Un point sur la gemmothérapie en 2012. 2015. Thèse de doctorat. Université TOULOUSE III.

Références bibliographiques

« W »

WAHYUNI Tutik Sri, PERMATASARIB Adita Ayu, WIDIANDANIC Tri et al. Antiviral Activities of Curcuma Genus against Hepatitis C Virus, *NaturalProduct Communications*, 2018, vol 13 , no 12, p 1579 – 1582.

WIBOWOI gnasius Eka. Uji cemaran aflatoksin pada rimpang temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza Roxb*) yang dikeringkan dan simplisia rimpang temulawak yang diperdagangkan di pasar beringharjo yogyakarta. 2010. Université de YOGYAKARTA SANATA DHARMA.

WIYONO Rakhmad. Studi Pembuatan Serbuk Effervescent Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) Kajian Suhu Pengering, Konsentrasi Dekstrin, Konsentrasi Asam Sitrat dan Na-Bikarbonat. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2011, vol 1, no 1.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle. *Genève: Organisation mondiale de la Santé*, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. *Genève: Organisation mondiale de la Santé*, 2002.

« Y »

YAGMUR Zeynep et CARU Silvana. Zoom sur le gingembre. Réseau sante diabète. 2015. [en ligne] disponible sur : www.reseausantediabete.be

YALA Jean-Fabrice, NTSAMESO-MVE-MBA Véronique, AZZIZET ISSEMBE Yves, LEPENGUE Nicaise Alexis et SOUZA Alain. Évaluation *in vitro* de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d'*Eryngium foetidum* récolté dans la ville de Franceville. *Journal of Applied Biosciences*, 2016, vol 103, p 9886-9893.

« Z »

ZHANG Liangliang, WANG Yongmei, WU Dongmei et al. Microwave-assisted extraction of polyphenols from *Camellia oleifera* fruit hull. *Molecules*, 2011, vol 16, no 6, p 4428-4437.

« Références électroniques »

Lien 01 : La coopérative féminine de Ben Karrich – Tétouan., (2012) http://www.latitude21.fr/sites/default/files/livret_pam_web_0.pdf

Lien 02 : <https://eol.org/pages/1122271/articles>

Références bibliographiques

Lien 03 : <https://innspubnet.wordpress.com/2018/11/25/potential-utilization-of-guava-leaves-and-neem-seeds-extraction-waste-as-organic-compost-fertilizer-in-temulawak-curcuma-xanthorrhiza-roxb-cultivation-ijaar/>

Lien04 : <https://www.pinterest.com/pin/339951471843122789/>

Lien 05 : <https://www.pinterest.fr/pin/715509459524662627/>

Lien06 :

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=94328>

Lien07: <https://www.vitarmony.com/produits/>

Lien08 : <https://www.arkopharma.com/fr-FR>

Lien 09 : <http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com/pages/i-les-differents-procedes-d-extraction-d-une-huile-essentielle/1-extraction-par-micro-ondes.htm>

Lien 10 : http://www.dalynn.com/dyn/ck_assets/files/tech/TM53.pdf

Lien 11 : <http://www.afl-lichenologie.fr/micro/produits05.htm>

Résumé

Aujourd'hui, la médecine traditionnelle par les plantes est continue d'être utilisée par une grande partie de la population dans la plupart des pays en développement. Si ces utilisations sont justifiées par des effets validés, les plantes pourraient être des sources de biomolécules actives exploitables. On peut citer les agents antimicrobiens qui sont devenus un besoin nécessaire pour réduire les virus tel que covid-19 coronavirus et les bactéries qui sont en train de développer une résistance contre les antibiotiques. *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale* sont deux plantes de la famille des *zingiberaceae* qui sont utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle sur tous les continents, et principalement dans les régions tropico-équatoriales, pour leurs propriétés odoriférantes, culinaires (épices) et thérapeutiques, à cause de sa richesse en composés actifs qui possèdent une variété d'activités biologiques, cette activité thérapeutique motive à s'appuyer sur une revue systématique des antimicrobiens naturels des deux *Curcuma xanthorrhiza* et *Zingiber officinale*, les composés phénoliques et les flavonoïdes présents dans ces plantes pourraient être des candidats pour certaines de ses activités antifongiques, antibactériennes et antiparasitaires.

Mots clés: Activité antimicrobienne, Les composés phénoliques, Flavonoïdes,

Abstract

Today, traditional herbal medicine is still used by a large part of the population in most developing countries. If these uses are justified by validated effects, plants could be sources of exploitable active biomolecules. Mention may be made of antimicrobial agents which are becoming a necessary requirement for reducing viruses such as covid-19 coronaviruses and bacteria which are developing resistance against antibiotics. *Turmeric xanthorrhiza* and *Zingiber officinale* are two plants from the family of *Zingiberaceae* which have been used since antiquity in traditional medicine on all continents, and mainly in tropico-equatorial regions, for their odoriferous, culinary (spicy) and therapeutic properties, and because of its richness in active compounds which have a variety of biological activities. This therapeutic activity motivates as to build on a systematic review of natural antimicrobials from the two plants of the *Zingiberaceae* family *Curcuma xanthorrhiza* and *Zingiber officinale*, the phenolic compounds and the flavonoids present in these plants could be candidates for some of its activities antifungal, antibacterial and antiparasitic.

Key words: Antimicrobial activity, Phenolic compounds, Flavonoids

ملخص

اليوم، يستمر العلاج التقليدي بالأعشاب من قبل جزء كبير من السكان في معظم البلدان النامية. إذ تم تبرير هذه الاستخدامات بتأثيرات مثبتة، يمكن أن تكون النباتات مصادر للجزيئات الحيوية النشطة القابلة للاستغلال. وتشمل هذه العوامل مضادات الميكروبات التي أصبحت حاجة ضرورية لتقليل الفيروسات والبكتيريا التي تطور مقاومة ضد المضادات الحيوية. كركم غزانتوريزا و زنجبيل اوفيسينال هما نباتان من عائلة زنجبيرياسي اللذان تم استخدامهما منذ العصور القديمة في الطب التقليدي في جميع القارات وبشكل رئيسي في المناطق الاستوائية، لخصائصها العصرية، الطهي (توابل) و العلاجية، بسبب ثرائها بالمكونات النشطة التي تملك مجموعة متنوعة من الأنشطة البيولوجية. إن هذا النشاط العلاجي يحفز على الاعتماد على مراجعة منهجية لمضادات الميكروبات الطبيعية لكل من الكركم والزنجبيل. يمكن أن تكون المركبات الفينولية والفلافونويد الموجودة في هذه النباتات مرشحين لبعض من أنشطتهما ضد الفطريات، البكتيريا والطفيليات.

الكلمات المفتاحية: النشاط المضاد للميكروبات، المركبات الفينولية، الفلافونويد