

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Département : Biologie .

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité : Immunologie Appliquée.

Thème : L'effet du cinnamomum verum sur le système immunitaire

Présenté par :

- AFAIFIA Djihane .
- BOUKABENE Hadil
- BOUNEB Sidali .

Devant la commission composée de :

Pr. BENDJADOU Dalila.	Présidente	Université de Guelma.
Dr. BOUKEMMARA hanan.	Examinatrice	Université de Guelma.
Dr. MAIRIF Sameh .	Encadreur	Université de Guelma.

Juin 2024

اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ وَبَارِكْ عَلَى نَبِيِّكَ مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en tout premier lieu **ALLAH**, le tout puissant, de nous avoir donné l'énergie, la force et la patience pour aller au bout de ce projet. Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements, nos vives reconnaissances et nous nous insérons gratitude à

Dr MAIRIF. S, nos Encadreur de mémoire, et pour le temps qu'elle a consacré à la réalisation de ce travail ; pour le suivi qu'elle m'a accordé, pour sa disponibilité, sa patience et pour tous les conseils qu'elle m'a donnés au cours de ces années.

Nous tenons à remercier « **Pr Bendjeddou et Dr Boukamara** » pour leur présence, pour leur lecture attentive de ce mémoire, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à nos familles surtout nos très chers parents, qui ont toujours été à nos côtés Pour leurs prières et leurs encouragements, leur amour inestimable, leurs sacrifices, leur confiance, leur soutien et toutes les valeurs qu'ils ont su nous inculquer.

Un merci spécial à la « **Bibliothèque Al-Amal** » pour les efforts et l'assistance apportés tout au long de ce travail.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je remercie d'abord le bon Dieu pour m'avoir donné la force et la patience nécessaires pour accomplir ce travail. Par ailleurs, j'offre mon diplôme :

À ma chère mère **Noura**, qui a toujours été une source de tendresse et d'inspiration, à mon père, mon soutien **Djamal**, dont la sagesse et les encouragements constants ont éclairé mon chemin et rendu chaque situation complexe plus facile à résoudre.

À ma sœur, **Nesrine**, ma compagne et amie, le soutien officiel de cette étude, Voici la traduction en français de Mon soutien à chaque pas que je fais.

À mes frères, **Fouad**, **Chouaib** et **Islam**, qui embellissent ma vie. Que vous restiez toujours une source de bonheur dans ma vie, mes chers.

À ma partenaire de travail et deuxième sœur, **Hadil**, merci chère amie pour ta collaboration agréable et ton amitié profonde, sans lesquelles ce succès n'aurait pas été possible. N'oublions pas notre collègue Sid **Ali Bouneb**, qui a partagé nos recherches avec une présence constante et une inquiétude continue.

À ma encadreuse , Dr. **Samah Maaref**, pour ses conseils et son soutien bienveillant tout au long de cette aventure.

À tous ceux qui ont été un soutien et un pilier sur ce chemin, aux amis fidèles et compagnons des années : **Radia** , **Kamar** , **Lilia**, **Bouchra**, **Wissem** , **Malek**, **Amel** . je vous suis reconnaissante à tous.

Enfin, à ma merveilleuse chatte, qui a partagé avec moi ma fatigue, mes nuits blanches, mon désespoir et mes moments de quête et de force.

Merci à tous du fond du cœur pour votre amour et votre soutien, qui m'ont permis de compléter ce travail sans ennui et avec succès.

Djihane



Dédicaces

Tout d'abord, je remercie le Dieu , notre créateur de m'avoir donné la force , la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste

Je dédie cette réussite

à celui que Dieu a couronné de prestige et de révérence. À celui qui m'a appris à donner sans retour. À celui dont je porte son nom avec toute fierté Ô vous qui avez été mon soutien et continuez à l'être. Louange à Dieu, qui a prolongé votre vie pour que je sois votre dernière diplômé. à mon père, qui a récolté les épines sur mon chemin pour m'ouvrir le chemin de la connaissance. Puissiez-vous vivre longtemps, Monsieur les Hommes. et accorde-moi une longue vie, mon cher père, **Salah**.

À mon ange dans la vie, la prunelle de mes yeux et la chose la plus précieuse que j'ai, le paradis de mon cœur, qui est restée éveillée et a été avec moi dans toutes mes circonstances, situations et pressions. À celle dont les prières ont été le secret de ma réussite, et dont la tendresse a été le baume sur mes blessures. Mon modèle, mon professeur et l'amie de mes jours, ma chère mère

A mon chère frère je veux te dédier cette remise de diplôme comme une expression de mon amour .tu as été mon fidèle soutien depuis le début et tu as été toujours à mes côtés m'inspirant et me soutenant dans chaque démarche.mon Côté qui ne tend pas **Houssem** .

À mes étoiles qui éclairent toujours mon chemin, à mon côté ferme qui ne penche pas et à la sécurité de mes jours, à celles avec qui j'ai été pourvu de soutien et de premier et dernier refuge, à celles avec qui j'ai renforcé mon soutien, et elles furent pour moi des sources auxquelles je bus jusqu'au meilleur de mes jours.mes chères sœurs : **Soulef , Linda**

À mon amie **Djihane**, je vous remercie pour tous vos efforts et votre dévouement à travailler sur le mémorandum. Ce succès est dû à votre coopération efficace et à votre esprit positif que vous avez ajoutés à chaque instant de notre travail ensemble

À mes amis et compagnons d'enfance, **Wissam et Khawla**.

À notre encadrante **MM.mairif** , merci pour tous les efforts et les précieuses informations que vous nous avez fournis tout au long de ce travail.

Mes chères **Abir ; Sara ; Jihan ; Razika ; Malak** merci pour votre soutien constant

A celui qui m'a soutenu et qui a été mon soutien durant chaque période difficile que j'ai traversé durant ces cinq années : **Alla**

Enfin, j'offre mes bénédictions à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail.

Hadil



Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie:

A Ma très chère mère qui a œuvré pour ma réussite, de part son amour, son soutien, son assistance et sa présence dans ma vie ainsi que tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, reçois à travers ce travail l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mon très cher Père : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A Mes sœurs A tous mes aimables amis, collègues d'étude.

Sid ali

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
liste d'abréviation	
Introduction	1

Chapitre 01 :Le système immunitaire

1. Définition	3
2.Composition du système immunitaire.....	3
2.1.Les organes lymphoïdes	3
2.1.1.Les organes lymphoïdes primaires	3
2.1.2.Les organes lymphoïdes secondaires	3
2.2. Les cellules immunitaires.....	4
2.2.1. La lignée myéloïde.....	4
2.2.2. La lignée lymphoïde.....	5
2.3. Les substances solubles	5
2.3.1.Les immunoglobulines	5
2.3.2.Le complément.....	5
2.3.3.Les cytokines.....	5
3.La réponse immunitaire.....	6
3.1. Immunité innée (naturelle)	6
3.2. Immunité acquise (adaptative ou spécifique).....	6

Chapitre 02 : La Phytothérapie

1. Historique	9
2. Déffinition	9
3. Types de la phytothérapie.....	9
3.1. Aromathérapie	9
3.2. Gemmothérapie	9
3.3. Herboristerie :.....	10
3.4. Homéopathie	10
3.5. Phytothérapie pharmaceutique	10

4. Les formes galéniques de la phytothérapie	10
4.1. Les formes solides	11
4.1.2. Gélules et comprimés secs à avaler	11
4.2. Les formes liquides	11
4.2.1. La teinture mère ou macération hydro-alcoolique	11
4.2.2. La suspension intégrale de plante fraîche	11
4.2.3. L'extrait fluide de plante fraîche standardisée	11
4.3. Formes destinées à l'usage externe	11
4.3.1. Les crèmes et les pommades	11
4.3.2. Les liniments	12
5. Les plantes médicinales	12
6. Les différents modes d'utilisation des plantes	12
6.1. L'infusion	12
6.2. La décoction	12
6.3. La macération	12
7. Les principes actifs des plantes médicinales	13
7.1. Des phénols	13
7.2. Des polysaccharides ou grands sucres	13
7.3. Des alcaloïdes	13
7.4. Les peptidoglycanes	13
7.5. Les alkylamides	13
7.6. Les protéines	14
8. Les avantages et les inconvénients de la phytothérapie	14
8.1. Les avantages de la phytothérapie	14
8.2. Les Inconvénients de la phytothérapie	14

Chapitre 03 : l'effet du cinnamomum verum sur le système immunitaire

1. Historique du cinnamomum verum	17
2. Définition du cinnamomum verum	17
3. Description botanique	18
4. Récolte et agriculture de la cannelle	19
5. Les composition du Cinnamomum verum	20
6. Les Différentes variétés de la Cannelle	22
6.1. cannelle de Ceylan : Cinnamomum zeylanicum ou Cinnamomum verum	22

6.1.1. Classification de la Cannelle de Ceylan	23
6.2. La cannelle de Chine (Cinnamomum Cassia)	23
6.3. La cannelle de Saïgon (Cinnamomum loureiroi)	24
7. Les formes de la cannelle	25
7.1. Les bâtonnets de la cannelle	25
7.2. La poudre de «Ceylon Cinnamon»	25
7.3. L'extrait de la cannelle	26
7.4. L'huile essentiel de la cannelle	26
7.4.1. les principaux composants des huiles essentiel de la cannelle	26
7.4.2. Les constituants chimiques	26
7.4.3. Les composés aromatiques	27
7.4.4. Les mécanismes d'action des huiles essentielles	27
7.4.5. Méthode d'extraction d'huile essentielle	28
8. Utilisation du cinnamomum verum	28
8.1. Utilisations culinaires contemporaines de la cannelle	28
8.2. Usage traditionnelle	30
9. Quelques effets de la cannelle sur l'organisme	31
9.1. Effet antimicrobien de l'huile essentielle et les extraits de cannelle contre les agents pathogènes buccaux	31
9.2. Activité antidiabétique	31
9.3. Activité anti-anxiété et antidépresseur	33
9.4. Activité anti-parkinsonienne	33
9.4. Activité spasmolytique et cardiovasculaire	33
9.5. Activité antioxydante	33
10. Mécanisme d'action potentiel sur le système immunitaire	34
10.1. Activité antimicrobienne	34
10.2. Activité anti-inflammatoire	34
10.3. Activité anticancéreuse	35
10.4. Activité anti-VIH	35
10.5. Cytotoxicité	36
11. Bienfaits du cinnamomum verum	36
12. Propriétés médicinales de la cannelle	37
13. Effets indésirables de la cannelle, éventuellement liés à son adultération	38

Conclusion..... 40

Résumé

Références

Bibliographique

Liste de figures

Figure 1: Organisation tissulaire du système immunitaire	4
Figure 2: Organisation générale du système immunitaire	7
Figure 3: Partie aérienne de la Cannelle.....	18
Figure 4: L'arbre à cannelle	19
Figure 5: cannelle de ceylan	23
Figure 6: L'écorce de la cannelle de Chine (Cinnamomum Cassia).....	24
Figure 7: Deux types de « bâtons » de cannelle Cinnamomum verum.....	25
Figure 8: Bâtons et poudre d'écorce de Cinnamomum zeylanicum.....	25
Figure 9: Mécanismes potentiels des effets antidiabétiques des composés chimiques des plantes Cinnamomum . Les cellules du corps désignent toutes les cellules humaines dotées de récepteurs à l'insuline.....	32

Liste des tableaux

Tableau 1: Formes galéniques de la phytothérapie	10
Tableau 2: Les composés les plus abondants se trouvent dans différentes espèces de cannelle et parties de la plante	21

Liste d'abréviation

<i>C politum:</i>	Corymbia Politum
<i>C verum:</i>	<i>Cinnamomum Verum</i>
CA :	Acide Caféique Concentration Cytotixique A 50%
CC :	<i>Cinnamon Cassia</i>
CZ:	<i>Cinnamomum Zeylanicum</i>
EPS :	L'extrait Fluide de Plante Fraîche Standardisée
FST :	Test De Nage Forcée
GC :	Chromatographie en Phase Gazeuse
GC/MS :	Pectrométrie de Masse
GOD :	Glucose Oxydase
HE :	Huiles Essentielles
Ig :	Immunoglobuline
IL-1 :	Inerleukine
JAK2	Janus Kinas
LB :	Lymphocytes B
LPS :	Lipopolysaccharides
LPS :	Polysaccharide du Streptocoque
LT :	Lymphocytes T
MC :	Multicellulaire
NF-kB :	Facteur Nucléaire Kappa
NK :	Natural Killer
NO :	Neurotransmatteur
RIA :	Radio Immunologique
ROS :	Espèces Réactives Oxygénées
SIPE :	La Suspension Intégrale de Plante Fraîche
STZ:	Streptozotocine
Th2:	Cellule Helper de Type 2
TM :	La Teinture Mère
TNF :	Facteur de Nécrose Tumorale
TST :	Test de Suspension

Introduction

Introduction

Le système immunitaire est considéré comme l'un des systèmes vitaux les plus importants du corps humain, car il joue un rôle crucial dans le maintien de la santé de l'individu et dans sa résistance aux maladies et aux agressions extérieures. Dans ce contexte, la recherche et le développement dans le domaine de la médecine naturelle et de l'utilisation des plantes médicinales constituent un domaine intéressant, car les efforts s'intensifient pour comprendre comment ces plantes affectent le système immunitaire et la santé humaine en général. Dans cette étude, nous concentrons sur l'effet de la cannelle sur le système immunitaire. La cannelle, une épice extraite de l'écorce de diverses espèces de *Cinnamomum* est connue pour ses propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydantes. Cependant, son impact précis sur le système immunitaire reste largement inexploré (Doe et Smith., 2024).

La *Cannelle*, épice ancienne aux arômes chaleureux et sucrés, va au-delà de sa saveur délicieuse, offrant toute une gamme de bienfaits pour la santé. Réputée pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, elle pourrait soutenir la régulation de la glycémie, améliorer la santé métabolique et même contribuer à la lutte contre l'obésité. Toutefois, la prudence s'impose sur ces sujets car les études sont contradictoires et la consommation de Cannelle seule ne remplace pas une hygiène de vie saine (Jarvill-Taylor *et al.*, 2001).

Le but de cette étude est d'explorer l'effet de la cannelle sur le système immunitaire, en se concentrant sur les effets biologiques et physiologiques par lesquels cette plante favorise et soutient la santé générale et l'immunité naturelle du corps.

Chapitre 01

Le système immunitaire

1. Définition

Le système immunitaire est continuellement soumis aux conditions de l'environnement. Son rôle essentiel est d'assurer la défense de l'organisme face aux agressions étrangères de toute nature, avant tout microbiennes. Au cours de l'évolution, ce système a été façonné par les différents facteurs et composants de l'environnement pour protéger l'individu des risques que cet environnement pouvait entraîner sur sa vie et sa survie. Progressivement, et selon les espèces, se sont mises en place des réactions immunitaires immédiates (immunité naturelle ou innée) ou retardées (immunité adaptative). Celles-ci rendent compte, selon la nature de la rencontre moléculaire ou cellulaire, d'une protection (défense immunitaire) ou de mécanismes pathologiques (l'allergie, par exemple) (Chatenoud et Bach, 2012).

Le système immunitaire est un ensemble d'organes, de tissus et de cellules dont la principale fonction est la reconnaissance et la destruction des micro-organismes étrangers à notre corps, comme les bactéries, les virus ou les parasites. Il est également capable de s'attaquer à des cellules anormales du corps qui se multiplient de façon incontrôlée : les cellules cancéreuses (Gabellier, 2018).

2. Composition du système immunitaire

2.1. Les organes lymphoïdes

2.1.1. Les organes lymphoïdes primaires

Les lymphocytes primaires sont les sites de croissance et de maturation des lymphocytes. Les organes lymphoïdes primaires servent à produire toutes les lignées cellulaires du système immunitaire, la moelle osseuse et le thymus. La moelle osseuse produit toutes les cellules du système immunitaire et assure la maturation des lymphocytes B (LB). La maturation des lymphocytes T (LT) est assurée par le thymus (Grabsi *et al.*, 2022).

2.1.2. Les organes lymphoïdes secondaires :

Les organes lymphoïdes secondaires sont le site d'activation des lymphocytes naïfs, et donc le point de départ de la réponse immunitaire adaptative. Les organes lymphoïdes périphériques sont les ganglions lymphatiques, la rate et les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses de l'intestin, des voies respiratoires, du nez, du système urogénital et d'autres muqueuses (figure01). Au niveau de l'organe lymphoïdes secondaires, les cellules matures et naïves sont soit stockées, soit la réponse immunitaire acquise est innée, mais avant que cela ne se produise, l'infection déclenche une réponse immunitaire innée.(Grabsi *et al.*, 2022)

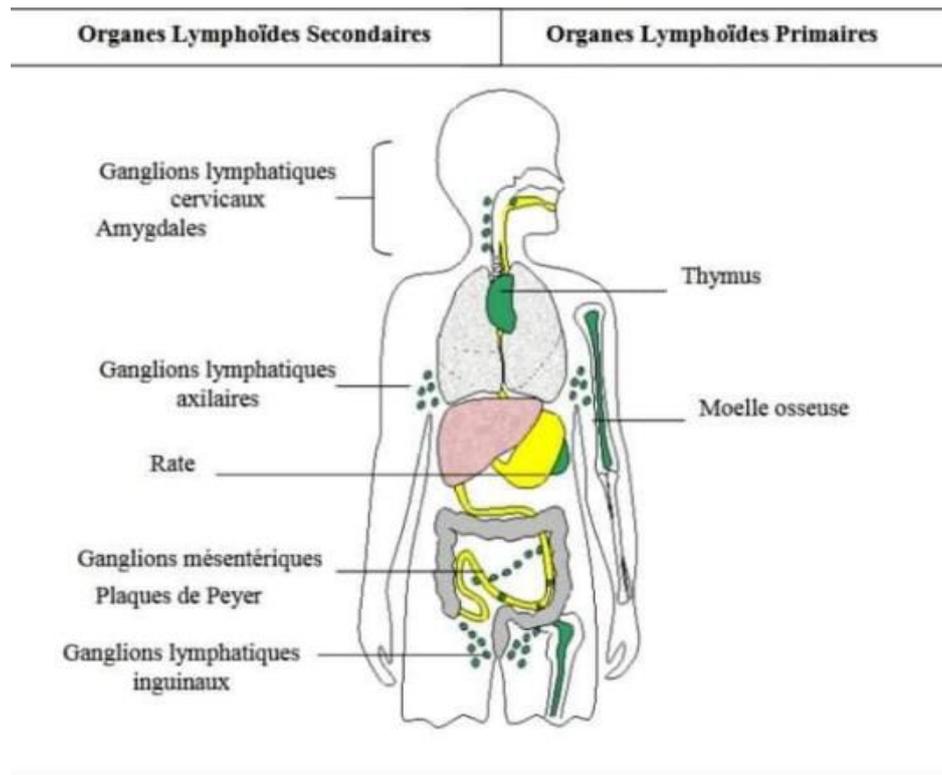


Figure 1: Organisation tissulaire du système immunitaire .

2.2. Les Cellules immunitaires

Les cellules hématopoïétiques, issues de la moelle osseuse se différencient en deux grandes lignées : la lignée myéloïde et la lignée lymphoïde. En fonction de leur lignée d'origine, chacune de ces cellules aura une ou plusieurs fonctions spécifiques dans la réponse immunitaire.

2.2.1. La Lignée myéloïde

Les principales cellules qui composent cette lignée sont :

- **Basophiles:** ils libèrent des granules qu'ils contiennent pour nous défendre principalement contre les parasites.
- **Neutrophiles:** leur fonction est la phagocytose et la production de cytokines afin de déclencher une réponse inflammatoire.
- **Eosinophiles:** en réponse à la présence de parasites, ils libèrent des granules avec des enzymes spécifiques qu'ils contiennent. Ils ont aussi une capacité phagocytaire.
- **Macrophages:** similaires aux neutrophiles, leur fonction est la phagocytose et la production de cytokines afin de déclencher une réponse inflammatoire et recruter d'autres cellules immunes.

- **Cellules dendritiques:** leur fonction est la captation d'antigènes et sa présentation à d'autres cellules immunitaires. Ce sont les principales cellules présentatrices d'antigènes, qui aident à activer la réponse immunitaire adaptative.
- **Mastocytes:** ils libèrent des granules spécifiques avec des médiateurs inflammatoires comme l'histamine (Janeway *et al.*, 2001).

2.2.2. La Lignée lymphoïde

- **Cellules T (lymphocytes T):** elles reconnaissent l'antigène et mettent en marche la réponse immunitaire adaptative.
- **Cellules B (lymphocytes B):** elles produisent essentiellement des anticorps. Elles peuvent aussi présenter des antigènes aux lymphocytes T.
- **Cellules Natural Killer (NK):** elles sont spécialement importantes dans la détection et l'élimination des cellules infectées par les virus et les cellules tumorales (Janeway *et al.*, 2001).

2.3. Les Substances soluble

2.3.1. Les Immunoglobuline(Ig)

Les immunoglobulines sont des glycoprotéines qui sont produites par les plasmocytes en réponse à un immunogène et qui fonctionnent comme des anticorps. Les immunoglobulines tirent leur nom de la découverte qu'elles migrent avec les protéines globulaires lorsqu'un sérum immun (contenant des anticorps) est placé dans un champ électrique (Gene et Denis, 2012).

2.3.2. Le complément

Le complément comprend en fait plus de 20 protéines sériques différentes, produites par divers types cellulaires comme les hépatocytes, les macrophages et les cellules épithéliales intestinales. Certaines protéines du complément se lient aux immunoglobulines ou à des composants membranaires des cellules. D'autres sont des proenzymes qui, une fois activés, vont cliver d'autres protéines du complément. Après clivage, certains composants du complément forment des fragments possédant la capacité d'activer des cellules, d'augmenter la perméabilité vasculaire ou encore d'opsoniser les bactéries (Ghazi *et al.*, 2018).

2.3.3. Les cytokines

Les cytokines sont des glycoprotéines solubles agissant comme des médiateurs intercellulaires, synthétisées et libérées par leur cellule d'origine sous l'influence de stimulus variés, elles délivrent leurs messages en réagissant avec des récepteurs membranaires spécifiques présents à la surface des cellules cibles. Elles interviennent dans les mécanismes de l'inflammation et de l'immunité.

Les principales cytokines jouant un rôle majeur dans la réaction inflammatoire :

- Cytokines synthétisées principalement par les lymphocytes activés : Interféron gamma .
- Cytokines synthétisées principalement (non exclusivement) par les macrophages activés Interleukine 6 (IL6) (Ghazi *et al.* ,2018).

3. La réponse immunitaire

La capacité de l'organisme à se débarrasser des pathogènes les plus divers (virus bactéries , parasites) repose sur un certain nombre d'acteurs différents , dont nous allons décrire ici brièvement les rôles et modes d'action. Le bon fonctionnement de la réponse immunitaire dépend avant tout d'une distinction essentielle entre les molécules de l'organisme , le soi , et les molécules étrangères potentiellement pathogènes , le non soi .C'est déjà par la capacité à faire cette distinction que le système immunitaire peut repérer et détruire les molécules mettant l'organisme en danger . Lorsqu'on parle de réponse immunitaire , on peut distinguer deux types de mécanismes , l'immunité innée et l'immunité acquise (Terry , 2012) .

3.1. Immunité innée (naturelle)

« Innée » signifie qu'une personne naît avec elle. Par conséquent, l'immunité innée ne nécessite pas de rencontre préalable avec un micro-organisme ou un autre envahisseur pour fonctionner efficacement. Elle répond immédiatement aux envahisseurs, sans avoir besoin d'apprendre à les reconnaître. Plusieurs types de globules blancs sont impliqués :

- Les phagocytes ingèrent les envahisseurs. Les phagocytes comprennent les macrophages, les neutrophiles, les monocytes et les cellules dendritiques.
- Les lymphocytes Natural Killer sont prêts à reconnaître et tuer les cellules cancéreuses ainsi que celles qui sont infectées par certains virus.
- Certains globules blancs (tels que les basophiles et les éosinophiles) libèrent des substances impliquées dans l'inflammation, telles que les cytokines, et les réactions allergiques, telles que l'histamine. Certaines de ces cellules peuvent détruire directement les envahisseurs (Peter et Delves , 2021).

3.2. Immunité acquise (adaptative ou spécifique)

Dans l'immunité acquise, les globules blancs appelés lymphocytes (lymphocytes B et lymphocytes T) rencontrent un envahisseur, apprennent comment l'attaquer et le mémorisent afin de pouvoir l'attaquer plus efficacement la prochaine fois qu'ils le rencontreront. L'immunité acquise met du temps à se développer suite à la première rencontre avec un nouvel envahisseur parce que les lymphocytes doivent s'adapter à lui. Par la suite, toutefois, la réponse est rapide. Les lymphocytes B et les lymphocytes T collaborent pour

détruire les envahisseurs. Pour pouvoir reconnaître les envahisseurs, les lymphocytes T ont besoin de l'assistante de cellules particulières appelées cellules présentatrices d'antigènes (par exemple, les cellules dendritiques. (figure 02) (Peter et Delves ; 2021).

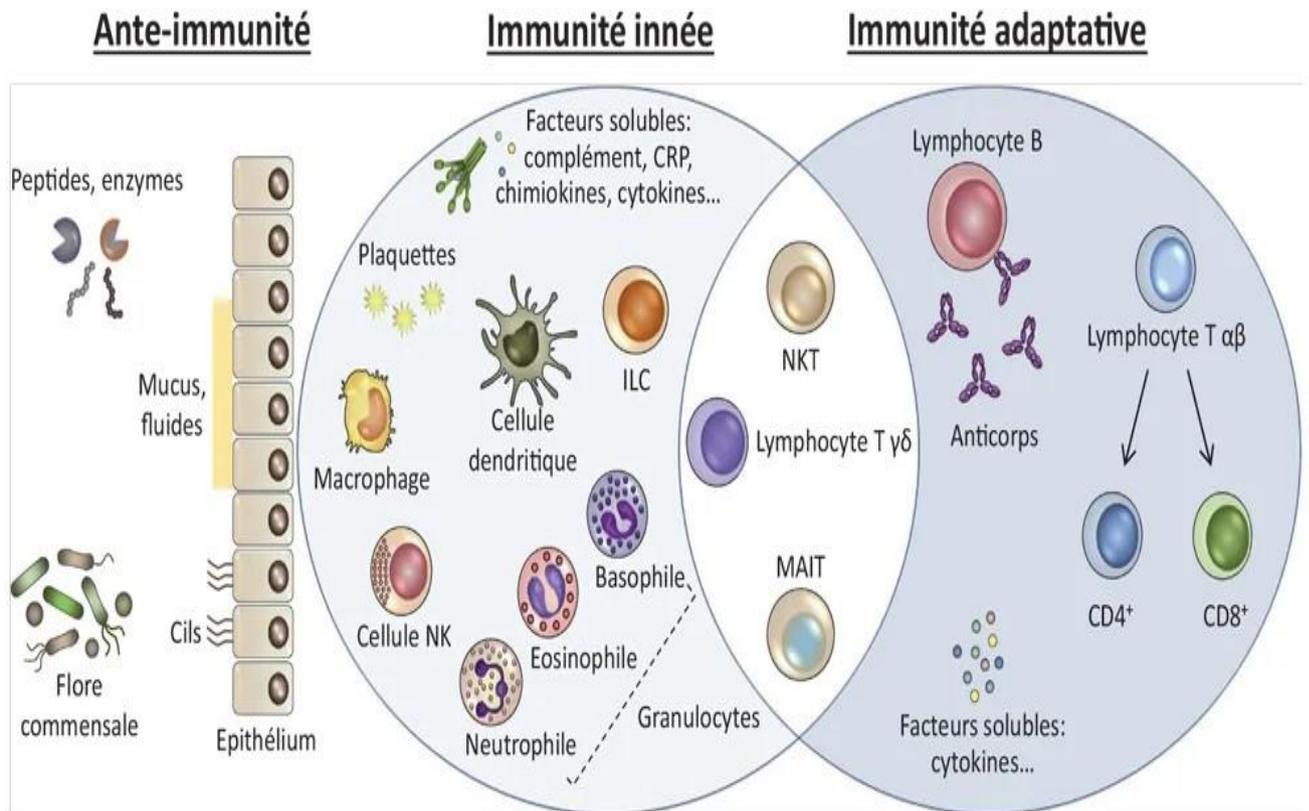


Figure 2: Organisation générale du système immunitaire (Carcelain *et al* , 2023).

Chapitre 02
La Phytothérapie

1. Historique

Il y a 60 000 ans, l'homme de Neandertal utilisait les plantes et les chamans ont joué un rôle important dans la collection, l'apprentissage à l'utilisation et la transmission de la connaissance des plantes durant l'évolution d'Homo Sapiens. Les plantes étaient employées largement dans l'alimentation, la gestion de certaines maladies et aussi pour atteindre un monde plus spirituel (Létard *et al.*, 2015).

En 529, le pape Grégoire le Grand interdit l'enseignement en France de la médecine par les plantes et ce n'est qu'aux alentours du début du IXe siècle que le Moyen-Orient, l'Afrique du nord et l'Espagne avec l'université de Cordoue ont repris l'enseignement de ces connaissances, puis Avicenne (980-1037) distilla les premières huiles essentielles (Létard *et al.*, 2015).

Au début du XIXe siècle, on isolait la morphine de l'opium, la strychnine de la noix vomique, la quinine de l'écorce de quinquina (Létard *et al.*, 2015).

2. Définition

Etymologiquement, du grec « phyton » qui signifie plante et « therapein » qui signifie soigner. La phytothérapie est l'utilisation de plantes à des fins thérapeutiques.

Ayant conjointement évoluée avec le développement scientifique et industriel, la phytothérapie revêt désormais des pratiques variées.

La littérature scientifique, de même que la législation des médicaments à base de plantes distinguent, sans systématiquement les opposer, l'approche traditionnelle et l'approche scientifique de la phytothérapie (Sophia, 2015).

3. Types de la phytothérapie

La phytothérapie comporte différents types :

3.1. Aromathérapie

C'est une thérapie qui utilise les substances aromatiques (essences) secrétées par de nombreuses plantes. Ces huiles sont des produits complexes et sont souvent utilisées à travers la peau (Ouled cheikh et Triki, 2021).

3.2. Gemmothérapie

Elle se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et radicules (Ouled cheikh et Triki, 2021).

3.3. Herboristerie :

C'est la thérapie la plus classique et ancienne. L'herboristerie se sert de plante fraîche ou séchée. Elle utilise la plante entière ou une partie de celle-ci, écorce, fruits, fleurs. La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche (Ouled cheikh et Triki ,2021).

3.4. Homéopathie

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive. Les trois quarts de principe actif sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale (Ouled cheikh et Triki ,2021).

3.5. Phytothérapie pharmaceutique

Elle utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans l'alcool éthylique ou autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, gouttes, gélules et lyophilisats (Ouled cheikh et Triki ,2021).

4. Les formes galéniques de la phytothérapie

Tableau 1: Formes galéniques de la phytothérapie (Limonier, 2018)

Présentation	Formes galéniques
Formes solides	<ul style="list-style-type: none"> • Gélules • Comprimés
Formes liquides	<ul style="list-style-type: none"> • Extraits fluides • Teintures, alcoolatures, alcoolats • Teinture mère • SIPF (suspensions intégrales de plantes fraîches) • Macérats glycélinés • Digestés huileux et huiles infusées
Formes destinées à l'usage externe	<ul style="list-style-type: none"> • Pommades • Liniments • Gel • Huile essentielle

4.1. Les formes solides

4.1.2. Gélules et comprimés secs à avaler

Les gélules sont des préparations de consistance solide constituées par une enveloppe dure à base de gélatine ou de dérivés de la cellulose comme par exemple l'hypromellose et les comprimés à leur tour se définissent comme étant des préparations , de consistance solide , contenant chacune une unité de prise d'un ou plusieurs principes actifs (tableau 01) (Bellamine , 2017) .

Ces formes galéniques utilisent :

- Soit la forme totale de la plante, ce sont les gélules et comprimés de poudres de plantes
- Soit des extraits de la plante, ce sont les gélules et les comprimés végétaux d'extraits secs pulvérulents (Bellamine , 2017).

4.2. Les formes liquides

4.2.1. La teinture mère (TM) ou macération hydro-alcoolique

La teinture mère est obtenue par macération des plantes fraîches dans de l'alcool. Elle est délivrée dans un flacon muni d'un compte-gouttes.

Malheureusement, cette forme galénique tend à disparaître des officines du fait d'une réglementation européenne restrictive (tableau 1) (Charline ,2021).

4.2.2. La suspension intégrale de plante fraîche (SIPF)

C'est une forme récente, obtenue par cryobroyage d'une plante fraîche juste après sa récolte, qui est ensuite mise en suspension dans de l'alcool à 30°. Elle permet de conserver l'ensemble des molécules actives de la plante. Elle est délivrée dans un flacon de verre teintés ou sous forme d'ampoules buvables (tableau 1) (Charline ,2021).

Il existe peu de plantes sous cette forme qui est relativement onéreuse pour les traitements prolongés.

4.2.3. L'extrait fluide de plante fraîche standardisée (EPS)

L'EPS est dérivé de la SIPF. La plante fraîche est d'abord cryobroyée. Ses principes actifs sont extraits dans un mélange d'eau et d'alcool à des degrés croissants, afin d'obtenir un ensemble de principes actifs, complet et sans dégradation (tableau 1) (Charline ,2021).

4.3. Formes destinées à l'usage externe

4.3.1. Les crèmes et les pommades

Les pommades sont des préparations de consistance semi-solide permettant une pénétration percutanée de principe actifs . Elles sont hydrophile , contrairement aux crèmes qui sont multiphases .Parmi les excipients utilisés nous pouvons citer : cires , huiles végétales glycérine , hydrolats ou encore alcool . Sont ajoutés des principes actifs qui sont dissous ou

dispersés en leur sein . On peut y mélanger entre autre des huiles essentielles , des teinture-mère , des extraits fluides ou des plantes fraîches .il conviendra de conseiller au patient de bien appliquer la crème en massage ce qui permettra une action en profondeur des principes actifs (tableau 1) (Limonier , 2018).

4.3.2. Les liniments

Ce sont des préparations liquides , de viscosité variable , destinées à être appliquées en onction ou en friction .

Le plus connu est le liniment oléo-calcaire utilisé chez les nourrissons pour le change et constitué à parts égales d'eau de chaux et d'huile d'olive .

Cette préparation peut servir de base à l'adjonction d'autre substance telles que des huiles essentielles à une concentration de 10% afin de préserver la stabilité de l'émulsion , du camphre , du menthole ou encore de l'oxyde de zinc .

On ne peut cependant pas ajoute de solution hydro-alcoolique sous peine de rendre instable l'émulsion (tableau 1) (Limonier , 2018).

5. Les plantes médicinales

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Elles sont utilisées depuis au moins 7.000 ans avant notre ère par les Hommes et sont à la base de la phytothérapie (Létard *et al.*, 2015).

6. Les différents modes d'utilisation des plantes

Les modes d'utilisation des plantes sont divers selon qu'elles sont prescrites : par voie interne (absorption orale, gargarisme, bains de bouche), ou externe (cataplasme, lotion, gargarisme, bain de bouche, bain, injection cavités naturelles, fumigation).

Les principes d'extraction des éléments actifs les plus fréquemment employés sont :

6.1. L'infusion

Qui utilise l'eau, laquelle solubilise les sels minéraux, pectines, mucilages et alcaloïdes à l'état de sels. L'eau chaude solubilise partiellement les huiles essentielles. Elle permet l'extraction des principes actifs par mise en contact avec de l'eau chaude portée à ébullition de plantes sèches ou fraîches, puis refroidissement spontané. Les plantes plus ligneuses nécessitent un temps d'infusion prolongé (Létard *et al.*, 2015).

6.2. La décoction

Consiste à faire bouillir les plantes ; elle s'applique aux écorces, racines, tiges, fruits. Le temps d'ébullition est de 10 à 30 mn en général (Létard *et al.*, 2015).

6.3. La macération

Consiste à mettre la plante en contact avec un liquide à température ambiante (eau, vin, alcool, huile). La durée de macération est très variable, de 30 minutes à plusieurs semaines en fonction de la plante ou de la partie de celle-ci, de l'utilisation, du liquide employé et de l'utilisation qui sera donnée au mélange (Cardenas, 2019).

7. Les principes actifs des plantes médicinales

Les plantes fabriquent des hydrates de carbone, éliminent de l'oxygène et elles comportent :

7.1. Des phénols

composés organiques aromatiques (acide salicylique, caféique, ester phénolique, coumarine....) dont le rôle est antiseptique, anti-bactérien et anti-helminthique (Létard *et al.*, 2015).

7.2. Des polysaccharides ou grands sucres

Fructose, lactose, cellulose incluant gommages, mucilages et fructosane (immunostimulant, anti-inflammatoire et anti-tumoral) (Létard *et al.*, 2015).

7.3. Des alcaloïdes

Riches en azote et source de toxicité : belladone (atropine), pavot somnifère (morphine), digitale (digitaline), caséine, éphédrine, quinine, strychnine, pipérine, nicotine, codéine (Létard *et al.*, 2015).

7.4. Les peptidoglycanes

Sont des chaînes glucidiques reliées par des acides-aminés. Ils ont une analogie de structure avec les parois bactériennes ce qui leur confère un pouvoir de modification des adhésines des bactéries. Ils seront surtout actifs contre les Gram positif car le peptidoglycane ne sont pas protégés, tandis que sur les Gram négatif, la paroi est protégée par une membrane. Cette analogie de structure leur permet aussi de stimuler les lymphocytes B. Comme les polysaccharides, ils sont hydrosolubles et donc extraits dans des solvants aqueux.

Les peptidoglycanes ont une action immunostimulante grâce à leur action antigénique semblable au polysaccharide du streptocoque ou au LPS. Ils peuvent ainsi stimuler l'immunité, qu'elle soit innée ou acquise (Boudra et Chaalal, 2021).

7.5. Les alkylamides

Ce sont des molécules liposolubles et sont donc extraites dans des solvants alcooliques. Les alkylamides ont plusieurs actions :

- Action immunomodulatrice : les alkylamides augmentent le nombre de macrophages et la synthèse d'IL-10 anti-inflammatoire.

- Action immunostimulatrice de l'immunité innée : ils augmentent la phagocytose par les macrophages et la synthèse de TNF et de NO. Cette action sera possible seulement si la cellule immunitaire est déjà activée (Boudra et Chaalal , 2021).

7.6. Les protéines

Les lectines sont des protéines qui possèdent des propriétés immunomodulantes intéressantes ces protéines se trouvent dans une plante qui s'appelle le Gui :

- Action immunostimulante de l'immunité innée en activant la synthèse de TNF α et d'IL-1.
- Action immunostimulante de l'immunité humorale en activant la voie Th2. Le Gui est utilisé comme adjuvant vaccinal (Boudra et Chaalal , 2021).

8. Les avantages et les inconvénions de la phytothérapie

8.1. Les avantages de la phytothérapie

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. De tout Temps les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria.

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et ils résistent de plus en plus. La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en Occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite.

Les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (Benouattas et Benzina,2020).

8.2. Les Inconvénients de la phytothérapie

La phytothérapie est une thérapeutique souvent peu toxique mais qui exige un certain nombre de précautions, telle que une bonne connaissance des plantes car certaines peuvent être toxiques ou manifester des réactions allergiques à certains sujet. Il faut s'assurer du diagnostic et être attentif aux doses, en particulier pour les jeunes enfants, les femmes enceintes ou allaitant et les personnes âgées. Certaines plantes ne peuvent être utilisées en même temps que d'autres médicaments ou présentent une certaine toxicité si le dosage est augmenté ou si le temps de traitement est prolongé (Benouattas et Benzina,2020) .

Chapitre 03

*L'effet du cinnamomum
verum sur le système*

1. Historique du *cinnamomum verum*

La cannelle est l'une des épices les plus anciennes connues . Elle est utilisée comme épice depuis des milliers d'années ; on en trouve plusieurs références dans la Bible. En Égypte, *la cannelle* était une épice utilisée dans les liquides d'embaumement. En médecine ayurvédique, l'écorce de cannelle était utilisée comme antiémétique, antidiarrhéique, antifatulent et stimulant général (Barceloux, 2008 ; Wijesekera, 1978).

La cannelle est depuis longtemps utilisée comme ingrédient en cuisine et est un ingrédient important dans les industries de la confiserie et des cosmétiques (Thomas et Duethi, 2001).

Historiquement, la présence de *cannelle* a attiré des envahisseurs étrangers au Sri Lanka (précédemment connu sous le nom de Ceylan). Les Arabes étaient impliqués dans le commerce de la cannelle à travers le monde jusqu'au 10e-15e siècle et étaient attentifs à garder l'origine du produit secrète (Ravindran et Nirmal-Babu, 2003).

Les Hollandais ont commencé la culture systématique de *la cannelle* dans les plantations après avoir capturé ses terres au milieu du XVIIe siècle, ce qui a été provoqué lorsque le roi sri-lankais a entravé la collecte de cannelle dans les forêts (Suriyagoda et al .,2021) .

2. Définition du *cinnamomum verum*

L'étymologie de la cannelle est dérivée du mot grec « kinnamomon » (qui signifie épice). Les Grecs ont emprunté le mot aux Phéniciens, indiquant le commerce avec l'Orient depuis les temps anciens. *La cannelle* est enregistrée en sanskrit, dans l'Ancien Testament et dans les ouvrages médicaux grecs . Un synonyme d'espèce, '*zeylanicum*', fait référence au lieu d'origine, l'île de Ceylan (Sri Lanka) (Orwa et al.,2009) .

La cannelle est une épice courante utilisée par différentes cultures à travers le monde depuis plusieurs siècles. Il est obtenu à partir de l'écorce interne des arbres du genre *Cinnamomum*, une plante tropicale à feuilles persistantes qui possède deux variétés principales ; *Cinnamomum zeylanicum* (CZ) et *Cinnamon cassia* (CC) (également connu sous le nom de *Cinnamomum spiceum/ cannelle chinoise*). En plus de ses utilisations culinaires, dans la médecine ayurvédique autochtone, *la cannelle* est considérée comme un remède contre les affections respiratoires, digestives et gynécologiques. Presque toutes les parties du cannelle, y compris l'écorce, les feuilles, les fleurs, les fruits et les racines, ont un usage médicinal . Les

huiles volatiles obtenues à partir des écorces d'écorce, de feuilles et de racines varient considérablement dans leur composition chimique, ce qui suggère qu'elles pourraient également varier dans leurs effets pharmacologiques (Shen *et al.* ,2002).

3. Description botanique

L'arbre *Cinnamomum verum* est à feuilles persistantes, atteignant environ 10 m (30 pi) Ses branches sont fortes et son écorce est lisse et de couleur jaunâtre. Il a des feuilles coriaces, de 11 à 16 cm (4,5 à 6,25 po) de long, avec des extrémités pointues. Les feuilles sont vert foncé en haut et vert clair en bas. Les fleurs jaunes discrètes à l'odeur désagréable, tubulaires à 6 lobes, poussent en panicules (grappes) aussi longues que les feuilles. Le fruit est une petite baie charnue, de 1 à 1,5 cm (0,25 à 0,5 po) de long, qui mûrit au noir, partiellement entourée d'un périanthe en forme de coupe (développé à partir des parties extérieures de la fleur) (Figure 03). La forme épiceée de la cannelle est obtenue en enlevant l'écorce extérieure de l'arbre et en grattant l'écorce interne, qui est séchée et réduite en poudre. Les arbres cultivés peuvent également être taillés (coupés pour favoriser le développement des pousses), afin que les pousses taillées puissent être récoltées. L'huile de *cannelle* est distillée à la vapeur à partir des feuilles et des brindilles .(Figure 04) (Indu *et al.* ,2016).



Figure 3: Partie aérienne de la *Cannelle* (Vangalapati *et al.*, 2012).

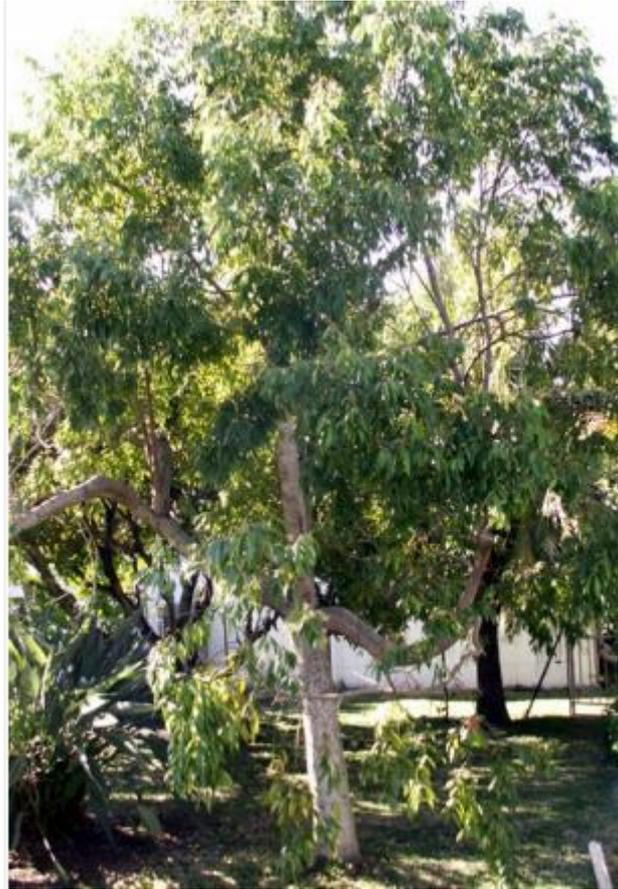


Figure 4: L'arbre à *cannelle* (Dorvault, 1978)

4. Récolte et agriculture de la *cannelle*

Pour cultiver *la cannelle* par graines, les fruits mûrissent en juillet-août et tombent une fois complètement mûrs. Les baies sont ramollies et pourries à l'ombre avant d'être piétinées pour enlever la pulpe, puis les graines sont lavées et séchées. Elles doivent être semées rapidement car leur viabilité est courte. La pépinière est installée dans un sol riche en matière organique, bien creusé et préparé sans pierres ni racines. Les lits de semence, de 1 mètre de large, sont aménagés avec un bon drainage. Les graines sont semées en lignes espacées de 12 cm et couvertes d'une couche de terre de 2,5 cm. La germination prend environ 20 jours. Les plates-bandes doivent être ombragées et arrosées régulièrement, avec l'ombre maintenue jusqu'à ce que les plantes atteignent 12 cm, puis réduite progressivement. Des irrigations fréquentes sont nécessaires pour maintenir une humidité adéquate. (Subasinghe *et al.*.,2016)

La première récolte d'écorce des arbres a lieu environ trois à quatre ans après leur plantation et se répète tous les deux ans, de préférence pendant la saison des pluies, quand la sève circule intensément, facilitant la séparation de l'écorce du bois. Les tiges, coupées au ras du sol, mesurent entre 2 et 3 mètres de hauteur et 1 à 5 cm de diamètre. La première récolte

produit généralement une écorce épaisse et de qualité médiocre, mais la qualité s'améliore avec les élagages annuels. Les tiges sont ensuite acheminées rapidement pour l'écorçage. Les rendements sont de 180 à 200 kg/ha pour l'écorce de premier choix et de 60 à 65 kg/ha pour l'écorce de deuxième choix. Pour le *cannelier de Ceylan*, les huiles essentielles (HE) des feuilles et de l'écorce diffèrent, rendant la récolte des feuilles également précieuse. Celle-ci est effectuée à la main, sur des rejets spontanés ou sur les tiges coupées, et les feuilles doivent être traitées immédiatement pour préserver l'huile essentielle (Lallemand *et al.*, 2000)

5. Les composition du *Cinnamomum verum*

La cannelle (*Cinnamomum spp.*, famille des Lauracées) comprend plus de 250 arbres à feuilles persistantes répartis principalement en Asie, en Chine et en Australie (Jayaprakasha *et al.*, 2011).

Les extraits de feuilles peuvent également avoir une teneur élevée en cinnamaldéhyde contenu. Le tableau 02 présente les composés les plus abondants trouvés dans différentes espèces de cannelle et parties de la plante (Teles *et al.*, 2019).

L'eugénol (80 %) est le principal composé volatil de l'HE de *Cinnamomum verum J. Presl* (synonyme : *Cinnamomum zeylanicum Blume*) à la place du trans -cinnamaldéhyde (16,25 %) et des autres constituants. tels que : alcools, aldéhydes, cétones, alcanes, sulfures et éthers. La composition chimique des HE de l'écorce et des feuilles de *C. verum* est constituée de niveaux élevés d'eugénol (90,2 %) et de cinnamaldéhyde (44,2 %). Les constituants chimiques de l'HE d'écorce de *C. verum* comprennent trois composés majeurs et six dérivés chimiques mineurs (Yang *et al.*, 2012).

Le cinnamaldéhyde (59 %), le benzaldéhyde (12 %) et l'eugénol (5 %) sont les composés majeurs, tandis que les six constituants mineurs sont l' α -phellandrène (1,1 %), le linalol (1,1 %), l'acide benzoïque (0,8 %), le β -caryophyllène (0,7%), acétate de linalyle (0,6%) et cinnamate de benzyle (0,6%). Les composés les plus importants identifiés dans l'huile des feuilles de *C. verum* cultivée sont l'eugénol (75 %), le linalol (8 %) et la pipéritone (2,5 %) (tableau 2) (Raina *et al.*, 2001).

Tableau 2: Les composés les plus abondants se trouvent dans différentes espèces de cannelle et parties de la plante (Teles *et al.* , 2019).

Espèces de cannelle	Partie de la plante	Huile essentielle (HE) ou extrait	Principaux composés
<i>C. zeylanicum</i>	Fleur	HE	Acétate de (E)-Cinnamyle (41,98 %), trans-alpha-Bergamotène (7,97 %), oxyde de caryophyllène (7,2 %)
<i>C. zeylanicum</i>	Feuille	–	Eugénol (87,3 %)
<i>C. zeylanicum</i>	Ecorce	–	(E)-Cinnamaldéhyde (49,9 %)
<i>C. zeylanicum</i>	Fruit	HE	acétate de trans-Cinnamyle et β -Caryophyllène
<i>C. zeylanicum</i>	Bourgeon	HE	α -Bergamotène et α -Copoene
<i>C. cassia</i>	Ecorce	HE	t-Cinnamaldéhyde (75 à 97 %)
<i>C. cassia</i>	Feuille	HE	t-Cinnamaldéhyde (33,5 à 69,3 %) et méthoxy cinnamaldéhyde (11,29 à 23,37 %)
<i>C. zeylanicum</i>	Ecorce	HE	(E)-Cinnamaldehyde (68.7%), Cinnamyl (E)-acetate (7.12%), and eugenol (6.33%)
<i>C. cassia</i>	Ecorce	HE	(E)-Cinnamaldéhyde (90,22 %)
<i>C. burmanni</i>	Feuille	Extraire	d-borneol
<i>C. burmanni</i>	Bâton	Extraire	(E)-Cinnamaldéhyde et polyphénols
<i>C. burmanni</i>	feuille et écorce	HE	trans-Cinnamaldéhyde (68,30 à 84,71 %), acétate de cinnamyle (2,97 à 16,10 %), alcool cinnamylique et acide trans-cinnamique
<i>C. burmanni</i>	Ecorce	Extraire	trans-Cinnamaldehyde
<i>C. burmanni</i>	Ecorce	Extraire	trans-Cinnamaldéhyde, coumarine et Brésil

6. Les Différentes variétés de la Cannelle

Le cannelier de Ceylan permet de produire une *cannelle* de très bonne qualité décrite dans le codex (Pharmacopée française). Les autres espèces conduisent à des cannelles dites secondaires de moindre qualité.

6.1. Cannelle de Ceylan : *Cinnamomum zeylanicum* ou *Cinnamomum verum*

- **origine:** Sri Lanka

C'est la plus recherchée des cannelles surtout chez les occidentaux. Les feuilles et l'écorce peuvent être distillées mais l'écorce reste en grande majorité utilisée (Clémence, 2014).

La cannelle (*Cinnamomum zeylanicum* Blume, synonym *C.verum* JS Presl, famille Lauraceae) est une arbre aromatique et épicé important cultivé au Sri Lanka et en Inde. Lors de la distillation à la vapeur, différentes parties de la cannelle donnent des huiles volatiles de composition variable. Dans la présente étude, les profils d'huiles essentielles isolées à partir de brindilles tendres portant des parties reproductrices, de pédicelles de bourgeons et de fleurs, de pédicelles de fruits et de fruits ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse (GC) et GC/spectrométrie de masse (GC/MS). Les rendements en huile essentielle des différentes parties de la plante étaient les suivants : rameaux tendres, 0,40 % ; pédicelles de bourgeons et de fleurs, 0,36 % ; bourgeons et fleurs, 0,04 % ; pédicelles des fruits, 0,33 % ; fruits, 0,32 %. L'huile de rameau tendre était plus riche en α -phellandrène (3,4 %), en limonène (1,6 %) et en (*E*)-cinnamaldéhyde (4,0 %). Les huiles volatiles des pédicelles étaient plus riches en acétate de néryle (1,4 à 2,0 %), en acétate de (*E*)-cinnamyle (58,1 à 64,5 %) et en β -caryophyllène (9,6 à 11,1 %). Des quantités plus élevées d'acétate de (*Z*)-cinnamyle (6,1 %), de α -humulène (2,2 %), de δ -cadinène (2,2 %), d'humulène époxyde I (5,0 %), de α -muurolol (4,9 %) et de α -cadinol (2,4 %) ont été observées dans l'huile des bourgeons et des fleurs. L'huile de fruit présentait des concentrations plus élevées de α -pinène (4,2 %), de β -pinène (1,9 %) et de linalol (27,4 %). Cependant, toutes les huiles contenaient du linalol (3,6 à 27,4 %), de l'acétate de (*E*)-cinnamyle (22,0 à 64,5 %) et du β -caryophyllène (6,9 à 11,1 %) comme composés principaux. Il s'agit du premier rapport sur les profils d'huile des pédicelles et des bourgeons et fleurs de cannelle (Kaul *et al.*, 2002)

6.1.1. Classification de la Cannelle de Ceylan

- Royaume : Plante
- Sous royaume : Trachéophyte
- Embranchement : Spermatophytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotyledonae
- Sous classe : Magnoliidae
- Ordre : Magnoliales
- Famille : Lauraceae
- Genre : *Cinnamomum*
- Espèce : *C. zeylanicum* Nees ou *C. verum* J. Presl
- Nom commun : *Cannelle de Ceylan*
- Nom en anglais : *Ceyloncinnamon* ou *cinnam* (Mosbah,2014).



Figure 5: *cannelle de ceylan* (Mosbah,2014).

6.2. La cannelle de Chine (*Cinnamomum Cassia*)

La cannelle de Chine (Cinnamomum Cassia) est produite par un arbre tropical à feuillage persistant de la même famille que le laurier et du même genre que la cannelle de Ceylan, qui pousse à l'état sauvage dans le sud-est de l'Asie, de la Chine à la Birmanie et à

l'Indonésie. On la cultive également en Amérique du Sud. On utilise son écorce, grise et rugueuse à l'extérieur, brun rouge et lisse à l'intérieur, beaucoup plus épaisse que celle de *la cannelle de Ceylan*. L'écorce est récoltée au cours de la saison des pluies, quand elle se détache aisément. Au séchage, elle se replie sur elle-même en rouleaux (figure 06) (Shilei *et al.*, 2011).

Origine : chine



Figure 6: L'écorce de *la cannelle de Chine (Cinnamomum Cassia)* (Shilei *et al.*, 2011).

6.3. *La cannelle de Saigon (Cinnamomum loureiroi)*

Egalement connue sous le nom de *cannelle vietnamienne* ou *cassia vietnamienne* et quế trà my, quế thanh, ou « quế trà bông » au Vietnam est un arbre à feuilles persistantes originaire d'Asie du Sud-Est continentale. *La cannelle de Saigon* est plus étroitement apparentée à *la cannelle de Casia (C. cassia)* qu'à *la cannelle de Ceylan (C. verum)*, bien qu'elle appartienne au même genre que les deux. *La cannelle de Saigon* contient 1 à 5 % d'huile essentielle et 25 % de cinnamaldéhyde dans l'huile essentielle. Par conséquent, parmi les espèces, la cannelle de Saigon se vend à un prix relativement élevé.

Le nom scientifique était à l'origine orthographié *Cinnamomum loureirii*, mais comme l'espèce porte le nom du botaniste João de Loureiro, cela doit être traité selon l'ICN comme une erreur orthographique pour l'orthographe correctement dérivée de *loureiroi* (Mcneill *et al.*, 2011)

La cannelle de Saigon contient la deuxième plus grande quantité de coumarine des quatre espèces de *Cinnamomum* vendues sous le nom de *cannelle*, une étude ayant détecté 6,97 g/kg dans un échantillon authentifié (Yan *et al.*, 2013).

7. Les formes de la cannelle

7.1. Les bâtonnets de la cannelle

Sont obtenus à partir de bâtons de *cannelle* coupés à une longueur déterminée (20 mm \leq 525 mm). Les bâtonnets de cannelle sont triés en fonction du diamètre, de la couleur et de l'étendue des taches qu'ils peuvent présenter. La teneur en eau ne dépasse pas 15 %. La teneur en huile essentielle est égale ou inférieure à 1 % sur matière sèche. La teneur en aldéhyde cinnamique de l'huile essentielle est de 50 % à 70 %. La couleur varie de CC4 à CC9. La durée de conservation est de 2 à 3 ans (figure 07).



Figure 7: Deux types de « bâtons » de *cannelle Cinnamomum verum* (Michel *et al.* ,2017).

7.2. La poudre de «Ceylon Cinnamon»

Présente une couleur brune (CC10) tirant vers le jaune doré (CC5) et est obtenue à partir des brisures de l'écorce interne. La teneur en huile essentielle est au minimum de 0,5 % sur matière sèche. La teneur en aldéhyde cinnamique de l'huile essentielle est de 50 % à 70 %. La durée de conservation est de 2 à 3 ans (figure 08).



Figure 8: Bâtons et poudre d'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* (Clémence , 2014).

7.3. L'extrait de la *cannelle*

L'extrait de *cannelle* est une forme concentrée obtenue par diverses méthodes d'extraction, telles que l'extraction à l'eau, à l'éthanol, à la vapeur, et au CO₂ supercritique. Ces procédés permettent d'isoler des composés bioactifs comme le cinnamaldéhyde, les polyphénols, et l'eugénol. Utilisé dans les compléments alimentaires et les produits cosmétiques, l'extrait de *cannelle* possède des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, et antimicrobiennes, et améliore la sensibilité à l'insuline (Cao et Coll,2007).

7.4. L'huile essentiel de la *cannelle*

Les huiles essentielles sont d'importants agents pharmacologiques et commerciaux qui sont largement utilisés à diverses fins industrielles, cosmétiques et applications médicales, y compris l'aromathérapie (Santos *et al* .,2021).

7.4.1.les principaux composants des huiles essentiel de la *cannelle*

Les principaux composants des HE et extraits de *la cannelle* sont cinnamaldéhyde, eugénol, phénol et linalol. L'HE d'écorce de *cannelle* a une teneur en cinnamaldéhyde plus élevée (65 à 80 %) et une faible teneur en eugénol (5 à 10 %). L'extrait de feuilles est riche en eugénol (10 à 95 %). Les racines sont riches en camphre (Gruenwald *et al* .,2016).

L'eugénol est actif sur plusieurs bactéries par déformation de leur membrane. Il est aussi efficace contre les levures et moisissures. Les propriétés générales des phénols aromatiques sont: positivantes, toniques, stimulantes, anti-infectieuses puissantes à large spectre, stimulantes immunitaires , anti-oxydantes, hyperthermisantes (Baudoux , 2007).

L'huile volatile distillée à la vapeur du fruit de la *cannelle* (*Cinnamomum zeylanicum* Blume)cultivé au Karnataka et au Kerala (sud de l'Inde) a été analysée par GC et GC-MS. Il est constitué d'hydrocarbures (32,8 % et 20,8 %) et de composés oxygénés (63,7 % et 73,4 %)

Trente-quatre composés représentant plus de 94 % du pétrole ont été identifiés. L'acétate de trans-Cinnamyle et le β -caryophyllène se sont avérés être les principaux composés des fruits de la *cannelle* cultivés au Karnataka et au Kerala. Il s'agit du premier rapport sur la composition chimique de l'huile volatile du fruit de *C. zeylanicum* (Jayaprakasha et coll, 1997).

7.4.2. Les constituants chimiques

Les constituants chimiques de l'HE des feuilles de *Cinnamomum burmanni* sont le trans-cinnamaldéhyde (60 %), l'eugénol (18 %) et la coumarine (14 %). Les autres constituants identifiés dans les huiles sont les alcools, les aldéhydes et les cétones. Les principaux composants de l'huile d'écorce de tige de *Cinnamomum iners* Blume sont le 1,8-cinéole (41 %), l' α -terpinéol (15 %) et le terpinène-4-ol (14 %) . Les autres composants identifiés sont le β -pinène (4,75 %), le γ -terpinolène (1,61 %) et l'oxyde de caryophyllène (4,37 %) (Wang *et al.*, 2009).

7.4.3. Les composés aromatiques

Dans ce groupe ou famille biochimique, on retrouve le cinnamaldéhyde et en second l'eugénol. Ce sont les molécules caractéristiques de l'huile essentielle de *Cinnamomum zeylanicum*. Le cinnamaldéhyde y est majoritaire et c'est le constituant de référence de cette huile essentielle. Ces composés sont dérivés du phénylpropane. Beaucoup moins abondants que les terpénoïdes, ces composés aromatiques présentent une grande intensité olfactive (Bonnafous , 2013).

7.4.4. Les mécanismes d'action des huiles essentielles

Les mécanismes d'action des huiles essentielles sont encore mal connus. Cependant, l'huile essentielle d'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* agit sur la membrane plasmique de certaines bactéries (dont *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, des bactéries souvent responsables d'infections nosocomiales) en changeant la perméabilité aux cations de la paroi des bactéries. Une perte des ions potassium de la cellule bactérienne est donc induite , ce qui est un signe précoce d'augmentation de la perméabilité de la membrane cytoplasmique. Aussi chez *Pseudomonas aeruginosa*, l'huile essentielle de *Cinnamomum zeylanicum* provoque une inhibition complète de la croissance bactérienne avec une diminution de son activité respiratoire et une perte de la perméabilité membranaire, incompatible à la vie de la bactérie. L'huile essentielle de *Cinnamomum zeylanicum* tue les cellules de *Pseudomonas aeruginosa* en perturbant la membrane plasmique ; ce qui aboutit à une perte des composés cytosoliques (due à la fuite des ions potassium) incompatible pour la viabilité de la cellule bactérienne. Ces résultats sont comparables à ceux de la polymyxine B sur cette bactérie.

La polymyxine est un antibiotique bactéricide à spectre étroit (uniquement dirigé contre les bacilles Gram négatif) utilisé en cas d'infections rénales, urinaires et septicémiques, agissant sur les phospholipides de la membrane externe des bactéries qui devient anormalement perméable (Bouhdid *et al.*, 2012).

7.4.5. Méthode d'extraction d'huile essentielle

Les chercheurs se sont également intéressés au potentiel bioactif des proanthocyanidines de type A qui ont été trouvées dans *Cinnamomum cassia* (Killday et coll, 2011). Tout comme c'est le cas pour d'autres herbes et épices, la composition exacte de l'huile volatile de cannelle dépend probablement de la méthode d'extraction utilisée, ainsi que des conditions de croissance, etc. (Singh *et al.*, 2007) ont noté que *la cannelle* absorbe l'oxygène en vieillissant, ce qui donne lieu à une couleur plus foncée ainsi qu'au développement de composés résineux. L'huile essentielle est également extraite commercialement de diverses autres parties du cannelier, y compris les feuilles (qui ont tendance à être riches en eugénol (Dongmo *et al.*, 2007 ; Yeh *et al.*, 2013), les fleurs, les brindilles et l'écorce des racines (qui a tendance à être riche en camphre (Angmor *et al.*, 1972). Les rendements en huile essentielle des différentes parties de la plante ont tendance à être inférieurs à ceux de l'écorce interne : les brindilles tendres, les pédicelles de bourgeons et de fleurs, les bourgeons et les fleurs, les pédicelles de fruits et les fruits ont tous une teneur en huile essentielle inférieure à 0,5 %.

Cependant, ces huiles essentielles sont principalement utilisées en parfumerie (Chakraborty *et al.*, 2015 ; Joy et coll, 1998 ; Kaul *et al.*, 1996, 2002). L'huile de rameau tendre est également plus riche en α -phellandrène (3 %), en limonène (2 %) et en (E)-cinnamaldéhyde (4 %) que l'écorce. Pendant ce temps, les huiles volatiles des pédicelles sont plus riches en acétate de (E)-cinnamyle (58 à 65 %), β -caryophyllène (10 à 11 %) et acétate de néryle (1 à 2 %). Des quantités plus élevées d'acétate de (Z)-cinnamyle (6 %), de α -humulène (2 %), de δ -cadinène (2 %), d'humulène époxyde I (5 %), de α -muurolol (5 %) et de α -cadinol (2 %) ont été obtenues dans l'huile de bourgeons et de fleurs.

L'huile de fruit contenait des concentrations plus élevées de α -pinène (4 %), de β -pinène (2 %) et de linalol (27 %). Cependant, toutes les huiles contenaient une certaine quantité de linalol (4 à 27 %), d'acétate de (E)-cinnamyle (22 à 65 %) et de β -caryophyllène (7 à 11 %) comme principaux composés (tous les pourcentages rapportés dans ce paragraphe proviennent de Kaul et coll, 2002). Les huiles de fruits de cannelle provenant de différents endroits contiennent du linalol, du α -pinène, du β -pinène, de l'acétate de (E)-cinnamyle, du β -caryophyllène, du γ -cadinène, du δ -cadinène, du α -muurolol et du cubénol (Jayaprakasha et coll, 1997 ; Mallavarapu et Ramesh, 2000 ; Syamasundar *et al.*, 2000).

8. Utilisation du *cinnamomum verum*

8.1. Utilisations culinaires contemporaines de *la cannelle*

La cannelle est utilisée en cuisine soit comme piquants entiers (ou morceaux cassés de ceux-ci), soit comme épice moulue séchée. L'huile essentielle extraite de l'écorce interne séchée de la plante de cannelle a longtemps été utilisée comme agent aromatisant dans les aliments, les boissons (par exemple, les boissons au cola telles que Coca-Cola), les bonbons et les chewing-gums (où elle peut apparemment aider à lutter contre la mauvaise haleine (Jakhetia *et al.*, 2010 ; Arangannal *et al.*, 2019)). Le mélange de *cannelle* et de gingembre était un favori de la cuisine médiévale française, et se retrouve donc dans la plupart des recettes survivantes de cette époque. En revanche, la *cannelle* apparaît dans moins de 10 % des recettes anglaises au cours de la même période (Laurioux, 2021). Au 14^{ème} siècle, le roi de France, Jean le Bon, a acheté plus de fleurs de cannelle que de *cannelle* (qui se trouvait être cinq fois moins chère). Les fleurs de *cannelle*, probablement les boutons floraux séchés de la *cannelle* indonésienne ou *cassia* (*cinnamomum cassia*), étaient également utilisées dans la gastronomie médiévale. Laurioux a suggéré que leur saveur était plus « meilleure » que celle de *la cannelle*, bien qu'ils soient difficiles à trouver en Europe de nos jours.

Au moyen Âge, la *cannelle* était à la fois une épice culinaire et médicinale importante (Freedman, 2015). comprenait l'une des recettes préférées de l'époque pour la « sauce cameline» dans laquelle la *cannelle* était l'ingrédient essentiel (Tannahill, 1973).

Elle est également utilisé pour aromatiser les plats de riz et de viande. Cependant, certaines recettes demandent spécifiquement de la cannelle moulue. La *cannelle*, étant plus délicate que la *cassia*, est surtout utilisée dans les desserts. Selon Thomas et Duethi en 2001, le cidre de pomme chaud n'a tout simplement pas le même goût sans un bâton de *cannelle*. *La cannelle* et la pomme sont également couramment combinées dans des desserts tels que la tarte aux pommes américaine jusqu'à la tarte aux pommes française classique (Coucquyt *et al.*, 2020). *La cannelle* apparaît dans les produits de boulangerie de saison, et les céréales du petit-déjeuner comprennent le muesli (Blank et Mattes, 1990).

Au Mexique, le mole, combinant le chocolat et *la cannelle*, est une sauce extrêmement importante (Youssef et Spence, 2021). Les bonbons anglais et mexicains sont généralement aromatisés à l'aide de *C. verum*. Les feuilles de *cannelle*, qui ont un parfum plus fort de clou de girofle (par exemple, l'eugénol), sont parfois utilisées dans les tisanes ou comme substitut des feuilles de laurier dans les ragoûts, les currys et les pilafs jamaïcains (Coucquyt *et al.*,2020).

Les bâtons de *cannelle* sont utilisés dans les boissons, le bœuf bouilli, les cornichons, ainsi qu'un ingrédient populaire dans les condiments tels que les chutneys et le ketchup.

La cannelle fait sans aucun doute plus qu'ajouter de la saveur aux gâteaux, biscuits, glaces et autres desserts riches en matières grasses. Bien que dans la cuisine occidentale, il soit principalement utilisé dans les plats sucrés, son utilisation principale est dans les plats salés de l'Orient. En Inde, par exemple, *la cannelle* est utilisée dans les currys et les pilaus, ainsi qu'un ingrédient important dans le garam masala (Thomas et Duethi, 2001).

En Chine, le cassia moulu ainsi que l'étoile apparaissent, les clous de girofle, les graines de fenouil et les grains de poivre du Sichuan apparaissent dans la poudre populaire de 5 épices. Au Maroc, la tourte aux pigeons (B'stilla) est assaisonnée de *cannelle* et est généralement servie lors de mariages et d'autres occasions festives. On pourrait également considérer l'utilisation de la *cannelle* dans le tajine de poulet marocain aux abricots et aux amandes (Coucquyt *et al.*, 2020).

8.2. Usage traditionnelle

En usage interne, *la cannelle* est employée contre la diarrhée, les inflammations de l'estomac et de l'intestin, la fièvre et la grippe. À signaler néanmoins qu'un usage médical de *la cannelle* est déconseillé pendant la grossesse .

Il ressort d'études récentes que *la cannelle* fait baisser le taux de glucose dans le sang. Des essais ont en outre montré que l'écorce de *cannelle* infusée peut prévenir la formation d'ulcères de l'estomac (St-Jean, 2006) .

La cannelle est également utilisée dans la fabrication de stomachiques aromatiques qui stimulent l'appétit, elle est aussi utilisée dans la fabrication de boissons gazeuses et de liqueurs ainsi que pour l'hygiène buccale et dans l'industrie cosmétique (Iserin *et al.*, 2001).

Elle apaise les problèmes digestifs et, lorsqu'elle est chauffée dans le vin, guérit les gencives en décomposition (Freedman, 2012).

L'association de *la cannelle* et du chocolat sous forme de boisson était également populaire au milieu du 16e siècle en Espagne, lorsqu'elle y est arrivée pour la première fois (Coucquyt *et al.*, 2020 ; Tannahill, 1973).

La cannelle Cassia a tendance à être utilisée plus souvent dans l'industrie alimentaire étant donné le coût élevé de la vraie *cannelle*. Ainsi, par exemple, l'huile de cassia est censée être utilisée dans Coca-Cola (Thomas et Duethi, 2001). Le bois de *cannelle* est utilisé pour des décorations, meubles, armoires et contreplaqué, tandis que *Canarium javanicum* fournit un bois durable pour la construction. La *cannelle* véritable, issue de *Cinnamomum verum*, est une épice populaire.

L'écorce de *C. politum* renforce les muscles et réduit l'inconfort dans les boissons chaudes. Les feuilles broyées de *C. crassinervium* soulagent les maux de tête, et celles de *C. rhynchophyllum* et de *C. soegengii* traitent les maux d'estomac et les intoxications alimentaires.

Le mucilage de *C. iners* est utilisé pour des spirales anti-moustiques et des encens. La cannelle a des propriétés antifongiques, antibactériennes, antitermitiques, larvicides, nématocides et insecticides. (Pathak et Sharma, 2021 ; Chang et Cheng, 2002)

9. Quelques effets de la cannelle sur l'organisme

9.1. Effet antimicrobien de l'huile essentielle et les extraits de cannelle contre les agents pathogènes buccaux

L'HE de *cannelle* ou les extraits de *cannelle* peuvent être utilisés comme agents antimicrobiens. La distillation à la vapeur d'eau ou les solvants organiques et les alcools sont utilisés pour la préparation des substances. La composition des extraits ou de l'HE dépend de la méthode d'extraction et du protocole utilisés (D'Souza *et al.*, 2017).

Les propriétés antimicrobiennes de l'HE de *cannelle* contre différents agents pathogènes buccaux sont sujettes à de nombreux chercheurs. Ces propriétés sont évaluées en fonction des valeurs minimales de concentration inhibitrice (CMI). Différents degrés d'activité antimicrobienne des HE d'herbes culinaires contre la croissance des bactéries cariogènes peuvent être classés en trois groupes : forte (CMI $\leq 0,1$ % (v/v)), modérée (CMI $\leq 1,0$ % (v/v)) et faible (CMI $> 1,0$ % (v/v)) (Wiwattanarattanabut *et al.*, 2017).

Les produits naturels ont de fortes propriétés antibactériennes si leur CMI est de 500 $\mu\text{g/mL}$ ou moins (Delarmelina *et al.*, 2007).

9.2. Activité antidiabétique

Le diabète sucré de type 2 (DT2) représente 85 à 90 % de tous les patients diabétiques diagnostiqués (Wild *et al.*, 2004) avec des coûts médicaux et sociaux élevés. Le diabète sucré se caractérise par une altération du métabolisme (des glucides, des lipides et des lipoprotéines) et une hyperglycémie chronique résultant d'un dysfonctionnement des cellules β pancréatiques (Wild *et al.*, 2004 ; Qin *et al.*, 2010)

Les mécanismes antidiabétiques des composés naturels dérivés de *Cinnamomum spp.* s'expliquent comme suit:

1) stimulation de la sécrétion d'insuline par les cellules β pancréatiques des îlots de Langerhans

- 2) augmentation de la teneur en glycogène musculaire et hépatique
- 3) inhibition des activités α -amylase et α -glucosidase (enzymes clés du métabolisme des glucides) (Subash Babu *et al.*, 2007 ; Zhang *et al.*, 2008)
- 4) stimulation de la synthèse du glycogène et de l'absorption cellulaire du glucose par translocation membranaire du transporteur de glucose (GLUT 4) ; stimulation du métabolisme du glucose
- 5) réduction de la gluconéogenèse par ses actions sur les enzymes régulatrices les plus importantes
- 6) potentialisation de la libération d'insuline et augmentation de l'activité des récepteurs de l'insuline (Bandara *et al.*, 2012 ; Ranasinghe *et al.*, 2012) ;(figure 09).

L'extrait de cannelle méthanol et 50 thés verts ont des Action diabétique chez 50 rats diabétiques causée par la streptozotocine (STZ). Le traitement a duré six semaines. Le glucose des rat. Les niveaux se sont avérés beaucoup plus bas après le traitement. L'extrait ont un impact synergique sur les Traitement du diabète (Bandara *et al.*, 2012 ; Ranasinghe *et al.*, 2012).

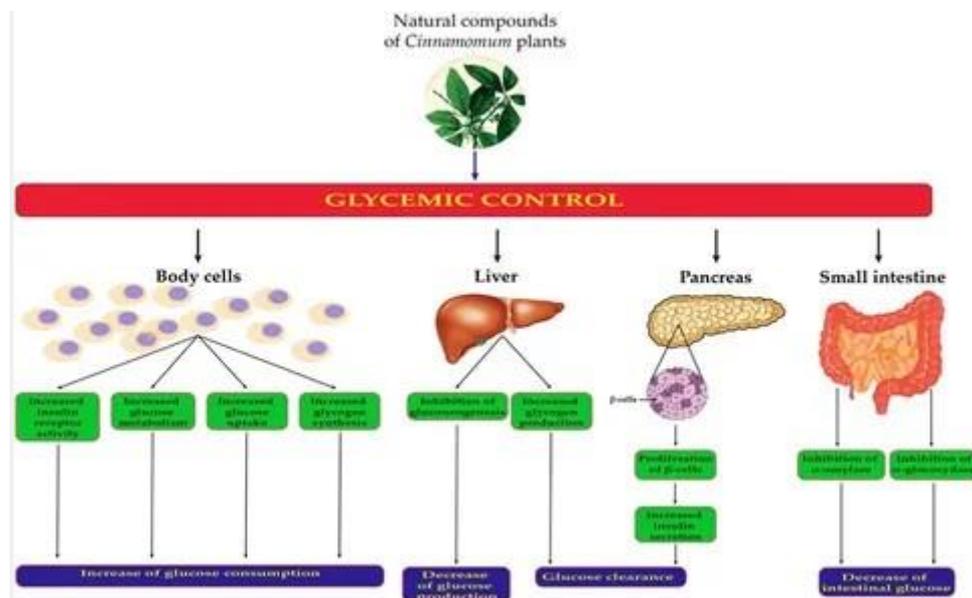


Figure 9: Mécanismes potentiels des effets antidiabétiques des composés chimiques des plantes *Cinnamomum* . Les cellules du corps désignent toutes les cellules humaines dotées de récepteurs à l'insuline (Ezzat *et al.*.,2017).

La streptozocine a été utilisée pour stimuler les souris. *La cannelle* a été administrée à des souris pendant une période de 14 Jours. Des souris diabétiques ont ensuite été testées à l'aide d'une glucose oxydase (GOD) et un test radio-immunologique (RIA). *Cannelle* maintient

les niveaux de glucose sanguin et d'insuline chez les rats, selon aux résultats (Shokri *et al* .,2015) .

Activité de cicatrisation des plaies l'extrait éthanolique de *cannelle* a des propriétés cicatrisantes dans souris. Pendant 14 jours, les souris ont reçu soit 1,5%, soit 3 % d'extrait de *cannelle*. Les résultats ont révélé que 3 pourcentage d'extrait de *cannelle* avait une puissante cicatrisation des plaies Propriétés (Liang *et al* .,2013).

9.3.Activité anti-anxiété et antidépresseur

L'huile essentielle de *cannelle* a un anti-anxiolytique et un antidépresseur Propriétés. Étudier l'efficacité antidépressive de Huile essentielle de *cannelle*, ils ont utilisé diverses expériences telles que comme le test de nage forcée (FST) et le test de suspension de queue (TST). Étudier l'activité anti-anxiété du PDG, chercheurs ont utilisé le test du labyrinthe plus élevé (EPM) et le test en champ ouvert (Semenya *et al* .,2013) .

La cannelle a considérablement raccourci l'immobilité et augmentation de la durée globale de immobilité dans le test FST, tandis que le test EPM a démontré une réduction significative des candidatures à bras ouverts. En conséquence, L'extrait de *cannelle* a un anti-anxiolytique et un antidépresseur Propriétés (Fadaei et Asle-Rousta ,2017).

9.4.Activité anti-parkinsonienne

Cinnamomum zeylanicum a des actions antiparkinsoniennes dans souris intoxiquées par le MPTP. Chez la souris, une dose de 100 µl de *cannelle* dissoute dans 0,5 % de méthylcellulose (MC) donné. La *cannelle* semble être efficace dans le traitement de La maladie de Parkinson, selon les résultats (Khasnavis et Pahan ,2014).

9.4.Activité spasmolytique et cardiovasculaire

Effets du cinnamaldéhyde sur les maladies cardiovasculaires et digestives ont été étudiés. La papavérine du cinnamaldéhyde- comme l'action musculotrope semblait être impliquée dans vasodilatation (Keller *et al* .,1992).

➤ Surdose

L'huile d'écorce de *cannelle* et le cinnamaldéhyde ont des effets irritants Caractéristiques à des doses supérieures à 0,2 g/jour (égales à 15 -20 g de drogue brute) (Escop, 2003).

9.5. Activité antioxydante

La consommation à long terme d'extraits de *cannelle* améliorerait les niveaux de marqueurs sanguins du stress oxydatif, tels que la capacité antioxydante. Les extraits ont également réduit les activités transaminase et lipide peroxydase (Rashidi *et al.*, 2014).

DPPH, phosphomolybdate et antioxydant réducteur ferrique . Des dosages de puissance ont été utilisés pour déterminer l'antioxydant Activité des extraits d'hexane, de chloroforme et de méthanol de *cannelle*, poivre noir, gingembre et curcuma. *Cannelle* L'extrait de méthanol a l'activité antioxydante la plus élevée de tous les extraits (Mith *et al.* , 2014).

L'huile essentielle de *cannelle* s'est avérée avoir l'activité antioxydante la plus élevée par rapport à l'huile de citron dans une autre étude (Pathak ,2021).

La cannelle en poudre a une action antioxydante . *La cannelle* en poudre contient enzymes antioxydantes telles que le glutathion, la peroxydase, catalase et superoxyde dismutase, qui augmentation et réduction de la glycémie (Elgendy *et al.*,2016).

10. Mécanisme d'action potentiel sur le système immunitaire

10.1. Activité antimicrobienne

En raison de son fort caractère hydrophobe, *Cinnamomum Zeylanicum* est un agent antibactérien bien documenté, selon de nombreuses recherches.(Shifali ,2021 ; Vasconcelos *et al.* ,2018).

L'activité antimicrobienne d'huiles essentielles de *C. zeylanicum* et de trois autres herbes, *Cuminum cyminum*, *Amomum subulatum* et *Syzygium aromaticum*, contre *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphoïde*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus licheniformis* et *Pseudomonas fluorescens*, a été fait l'objet d'une enquête à l'aide du bouillon que *C. zeylanicum* avait action antibactérienne plus puissante contre toutes les bactéries que les trois autres plantes (Wisal , 2018).Les résultats ont révélé que l'éthylène acétate a montré une action antibactérienne substantielle contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, tandis que l'extrait d'éther de pétrole avait la plus grande sensibilité contre *Bacillus subtilis*. (Naveed *et al.* ,2013).

Une autre étude s'est penchée aux effets de 15 extraits d'huiles essentielles de 15 plantes sur des souches bactériennes distinctes. Huile essentielle de *cannelle* a une action antimicrobienne plus élevée que les autres huiles essentielles (Abdalla , 2016) .

10.2.Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est un processus physiopathologique important de l'organisme qui maintient l'homéostasie, combat les agents pathogènes et répare les tissus endommagés causés par diverses blessures telles qu'un traumatisme, une infection ou une réponse immunitaire (Salehi *et al.*, 2019 ;Stalnikowitz et Weissbrod, 2003).

Le principal mécanisme de l'activité anti-inflammatoire du principal composé chimique des plantes *Cinnamomum* , le cinnamaldéhyde, est un inhibiteur efficace de l'expression du NF- κ B médié par son activité antioxydante (Kim *et al.*, 2007). De plus, le cinnamaldéhyde inhibe les médiateurs pro-inflammatoires tels que les chimiokines, les interférons, les interleukines, les lymphokines, les eicosanoïdes (prostaglandines et leucotriènes) et les ROS impliqués dans la maladie d'Alzheimer (Latta *et al.*, 2015).

Les extraits méthanoliques et éthanoliques de *C. zeylanicum* inhibé l'activité enzymatique , résultant en une action anti- inflammatoire. Médié par le collagène.

L'arthrite a été produite artificiellement chez les animaux. Dans les deux extraits réduire la production de cytokines pro-inflammatoires (Beji *et al.* ,2018).

Une autre étude s'est penchée sur l'efficacité anti-inflammatoire des extraits éthanoliques de *C. zeylanicum* et *C. longa* dans des cellules nucléaires polymorphes qui avaient ont été exposés à des lipopolysaccharides (LPS) induits par l'interleukine-6 (IL-6) et le facteur de nécrose tumorale (TNF- α). L'acide cinnamique s'est avéré avoir des effets anti-inflammatoires in vitro en abaissant les niveaux d'IL-6 et de TNF- α dans les cellules (Durak *et al.* , 2014).

10.3. Activité anticancéreuse

Un test de prolifération cellulaire a été utilisé pour tester l'anticancéreux efficacité du polysaccharide hydrosoluble et d'autres extraits de cannelle contre des lignées cellulaires de macrophages dans un Enquête in vitro. Par rapport aux autres cannelles extraits, le composant polysaccharidique de *la cannelle* était ont de plus grandes propriétés immunostimulantes (Qabaha *et al.* ,2005) .

L'extrait aqueux de *cannelle* a considérablement ralenti la progression du cancer de la bouche, selon les résultats (Goyal *et al.*, 2018).

10.4.Activité anti-VIH

C. zeylanicum s'est avéré utile dans le traitement de troubles d'immunodéficience acquise (SIDA). Un total de 26 ont été utilisées pour traiter le VIH/sida dans l'étude

(Farahpour et Habibi ,2012).

10.5. Cytotoxicité

Seules les études rapportant des résultats sur *C.verum* extraits d'écorce ou ses composants sont considéré ici. Une led d'extraction aqueuse à arrêt du cycle cellulaire dans G2/M-phase de le T-lignée cellulaire lymphocytaire Jurkat à 75 µg/ml et de la lignée cellulaire monocytaire U937 à 150 µg/ml. Un l'extrait acétonique agit sur la lignée cellulaire du côlon HT29 avec une concentration cytotoxique de CC50 = 190 µg/ml, c'est-à-dire dans une fourchette similaire . Mais la plupart in vitro Les études portent sur substances isolées et purifiées ou acquises (pures) dans commande À réduire le cytotoxique composéPour Trans-CA le composé principal de *C. verum* extraits, les cytotoxiques rapportésconcentration pouvoir être moyenne SEM*1,96) (\pm À CC50 = 38,2 ± 22,9 µM, selon la lignée cellulaire et la méthode de détection . Dérive de Trans-CA comme le cinnamate et l'ester de cinnamyle ou l'alcool cinnamylique sont moins actif que CA lui-même, indiquant l'importance du groupe aldéhyde libre pour le activité biologique . De plus, la réduction de la chaîne latérale propénale à Propanal a également réduit l'activité biologique . Tous les rapports indiquaient que CA Induit apoptose: arrêt du cycle cellulaire pour le mélanocyte A375 dans G1 et pour la cellule du côlon ligne HCT116 dans G2/M. En outre il stimule la libération de cytochrome-c (après 2h), active la caspase 9 (après 4 h) et caspase 3 (après 6 h) et les causes ADN-échelle(après 8 h) dans HL60 . Une étape importante pour l'induction de l'apoptose, l'activation de la caspase.

De plus, le potentiel de la membrane mitochondriale a diminué, ROS-formation et, ainsi, l'expression de 18, de 84 évaluée, ROS, a augmenté . Les effets connexes sont un inhibition de la signalisation JAK2, STAT3 et STAT5 , suppression de NF-κRéglementé B expression et réduction des gènes de invasion cellulaire .Le dérivé 2-méthoxy- CA (plus typique pour *C. Cassia*) est cytotoxique à le lignée cellulaire hépatocytaire SK-hépatite 1 avec CC50 = 25.7 µM et provoque des effets similaires comme CA lui-même : arrêt du cycle cellulaire, perte de potentiel de membrane mitochondriale, caspases 3 et 9 activation et inhibe NF-κExpression des gènes régulée (Knauth *et al* ., 2018).

11. Bienfaits du *cinnamomum verum*

L'écorce de *cannelle* possède de puissants antioxydants comparables à ceux des antioxydants synthétiques avec des potentiels prometteurs pour améliorer la stabilité oxydative des aliments (Mathew et Abraham , 2006).

L'aldéhyde cinnamique dérivé de *la cannelle* active l'expression protéique de la réponse antioxydante dépendante de Nrf2 dans les cellules épithéliales du côlon humain (Wondrak *et al.* ,2010).

12. Propriétés médicinales de *la cannelle*

Quelques utilisations médicinales ayurvédiques majeures du *Cinnamomum Zeylanicum* sont: aide pour soulager les douleurs menstruelles. Selon une étude, boire une tasse d'eau tiède à *la cannelle* tous les jours peut aider les femmes avoir moins de douleur pendant les menstruations pendant une courte période(Sharma , 2019).

Cette plante équilibre les énergies Vata et Pitta dans le corps(Mancini,1998 ; Muddgal ,2019).

- Il soulage les maux de gorge, la grippe, le rhume et Maux.
- Il a également des propriétés antituberculeuses et est utilisé comme expectorant.
- Dans le cas de la polyarthrite rhumatoïde, c'est un traitement naturel.
- Il est également bon pour réduire le cholestérol et renforcer le muscles cardiaques.

Quelle que soit l'espèce, *la cannelle* et son extrait ont longtemps été associés à une variété de bienfaits pour la santé. En médecine traditionnelle, par exemple, l'écorce de *cannelle* serait utilisée pour traiter un large éventail de conditions, notamment les troubles digestifs, le diabète et les infections des voies respiratoires (Ranasinghe *et al.*, 2013 ; Rao et Gan, 2014). On pense que la cannelle facilite la digestion, tout en agissant comme stimulant et astringent. Au cours des dernières décennies, les recherches publiées ont démontré le potentiel antioxydant de *la cannelle* (Mancini *et al.*, 1998 ; Mathew et Abraham, 2006 ; Murcia *et al.* ,2004), l'activité antibactérienne (Lee et Ahn, 1998) et antimicrobienne (Ooi et coll., 2006 ; Shan *et al.*, 2007). La consommation alimentaire de *cannelle* peut également jouer un rôle dans le contrôle du glucose et des lipides (Anderson, 2008 ; Anderson *et al.*, 2004 ; Khan *et al.*, 2003). Prises ensemble, les preuves in vitro et in vivo animales soutiennent donc les affirmations selon lesquelles la consommation de *cannelle* a des effets anti-inflammatoires et antifongiques (Bullerman, 1974 ; Bullerman *et al.*, 1977), antimicrobiens (Velluti et coll, 2003), antiprolifératifs (Alizadeh et coll, 2020), antioxydants, antitumoraux, cardiovasculaires, hypocholestérolémiantes et immunomodulateurs (Gruenwald et coll, 2010). Il a également été

démontré que le cinnémaldéhyde, le principal composant de l'huile essentielle de *cannelle*, exerce un effet bronchodilatateur (Rehman *et al.*, 2023).

13.Effets indésirables de *la cannelle*, éventuellement liés à son adultération

Certaines plantes transformées en aliments contiennent souvent des substances naturelles qui peuvent être dangereuses pour la santé humaine. Un exemple est la coumarine, il est un phytochimique secondaire aux propriétés hépatotoxiques et cancérigènes(Abraham *et al.*, 2010) .qui est connue pour causer des dommages au foie et aux reins chez les rats, les souris et probablement les humains. La principale source de coumarine dans l'alimentation est la cannelle(Lungarini *et al.*, 2008).

Il y a également eu de rares rapports de personnes développant une allergie à la *cannelle*, dans le contexte de dentifrices et de chewing-gums aromatisés à *la cannelle* (Calapai et coll., 2014 ; Thomas et Duethi, 2001). Une autre légère préoccupation ici est liée aux rapports cliniques occasionnels de stomatite de contact induite par la cannelle qui ont été documentés. Un peu plus inquiétant, cependant, (étant donné son impact potentiellement négatif sur la santé si elle est consommée en quantité suffisante), la coumarine a également été détectée dans des échantillons de *cannelle* dans un certain nombre de marchés de détail (Blahová et Svobodová, 2012 ; Lungarini *et al.*, 2008 ; Woehrlin et coll., 2010). Cependant, alors que *C. cassia* contient jusqu'à 1 % de coumarine (benzo- α -pyrone), *C. verum* n'en contient généralement qu'une trace.

Dans le cas de *la cannelle*, le problème semblerait être l'utilisation de *la cassia* beaucoup moins chère à la place de la vraie *cannelle* plus chère. Cependant, cela peut être particulièrement problématique étant donné que la coumarine, un composé hépatotoxique et cancérigène, se trouve dans *la cassia*, mais pas dans la vraie *cannelle* (Abraham et coll., 2010).

Conclusion

Conclusion

Malgré le développement de l'industrie des médicaments d'origine chimique, la phytothérapie demeure une source précieuse de remèdes. En effet, elle est largement utilisée par les populations et joue un rôle crucial dans la thérapie moderne. Cette étude théorique se concentre sur l'impact potentiel du *Cinnamomum verum* sur le système immunitaire. Les données recueillies suggèrent que le *Cinnamomum verum* pourrait moduler certaines réponses immunitaires de manière bénéfique. Les études examinées révèlent plusieurs effets positifs, tels qu'une augmentation des cellules immunitaires et une modulation des cytokines. Ces effets indiquent le potentiel du *Cinnamomum verum* en tant qu'agent immunomodulateur. Cependant, il est important de souligner que, malgré les résultats encourageants, il existe encore des lacunes dans la compréhension complète des mécanismes d'action du *Cinnamomum verum* et de son efficacité clinique. Les recherches actuelles sont prometteuses, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour valider pleinement son utilisation clinique et son potentiel thérapeutique.

En conclusion, le *Cinnamomum verum* représente une piste prometteuse pour le développement de thérapies immunomodulatrices. Toutefois, pour que son utilisation clinique soit validée et que son potentiel en tant qu'agent thérapeutique soit pleinement exploité, des recherches approfondies sont indispensables.

Résumé

Résumé

Cinnamomum verum, communément appelé *cannelle* véritable, a été largement utilisé en médecine traditionnelle pour ses diverses propriétés thérapeutiques. La base théorique de ses effets immunomodulateurs réside dans sa riche composition de composés bioactifs, tels que le cinnamaldéhyde, l'eugénol et divers polyphénols. On suppose que ces composés interagissent avec des composants clés du système immunitaire, améliorant ainsi les réponses immunitaires innées et adaptatives. Au niveau cellulaire, on pense que *Cinnamomum verum* favorise l'activité et la prolifération des cellules immunitaires, notamment les macrophages, les lymphocytes T et les cellules tueuses naturelles (NK). Théoriquement, cette amélioration pourrait être médiée par la modulation des voies de signalisation impliquées dans l'activation immunitaire. De plus, les propriétés anti-inflammatoires de *Cinnamomum verum* peuvent contribuer à une réponse immunitaire équilibrée en régulant la production de cytokines pro-inflammatoires et anti-inflammatoires. Les effets immunostimulateurs potentiels de *Cinnamomum verum* suggèrent son utilité pour renforcer le système immunitaire contre les infections et éventuellement pour moduler les maladies auto-immunes. Cependant, ces connaissances théoriques nécessitent une validation expérimentale rigoureuse pour élucider les mécanismes précis et déterminer les dosages efficaces à des fins thérapeutiques.

Mots clé : *La cannelle, Cinnamomum verum*, phytothérapie, le système immunitaire

Abstract

Cinnamomum verum, commonly known as real *cinnamon*, has been widely used in traditional medicine for its various therapeutic properties. The theoretical basis of its immunomodulatory effects lies in its rich composition of bioactive compounds, such as cinnamaldehyde, eugenol and various polyphenols. It is assumed that these compounds interact with key components of the immune system, thus enhancing innate and adaptive immune responses. At the cellular level, *Cinnamomum verum* is believed to promote the activity and proliferation of immune cells, including macrophages, T lymphocytes and natural killer (NK) cells. Theoretically, this improvement could be mediated by the modulation of signaling pathways involved in immune activation. In addition, the anti-inflammatory properties of *Cinnamomum verum* can contribute to a balanced immune response by regulating the production of pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines. The potential immunostimulatory effects of *Cinnamomum verum* suggest its usefulness in strengthening the immune system against infections and possibly in modulating autoimmune diseases. However, this theoretical knowledge requires rigorous experimental validation to elucidate the precise mechanisms and determine the effective dosages for therapeutic purposes.

Key words: *Cinnamon*, *Cinnamomum verum*, herbal medicine, the immune system

الملخص

قرفة فيروم، المعروفة باسم القرفة الحقيقية، تستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي لخصائصها العلاجية المختلفة. يكمن الأساس النظري لتأثيراتها المناعية في تركيبها الغنية من المركبات النشطة بيولوجيا، مثل سينامالديهيد والأوجينول والبوليفينولات المختلفة. نعتقد أن هذه المركبات تتفاعل مع المكونات الرئيسية لجهاز المناعة، وبالتالي تعزيز الاستجابات المناعية الفطرية والتكيفية. على المستوى الخلوي، يعتقد أن قرفة فيروم تعزز نشاط وتكاثر الخلايا المناعية، بما في ذلك البلعميات والخلايا اللمفاوية التائية والخلايا القاتلة الطبيعية. من الناحية النظرية، هذا التحسن قد يكون من خلال تعديل مسارات الإشارات المشاركة في التنشيط المناعي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساهم الخصائص المضادة للالتهابات في قرفة فيروم في استجابة مناعية متوازنة من خلال تنظيم إنتاج السيتوكينات المؤيدة للالتهابات والمضادة للالتهابات. تشير التأثيرات المناعية المحتملة للقرفة إلى فائدتها في تقوية جهاز المناعة ضد الالتهابات وربما في تعديل أمراض المناعة الذاتية. ومع ذلك، تتطلب هذه المعرفة النظرية التحقق التجريبي الدقيق لتوضيح الآليات الدقيقة وتحديد الجرعات الفعالة للأغراض العلاجية.

الكلمات المفتاحية: القرفة، قرفة فيروم، العلاج بالنباتات، جهاز المناعة

Références
Bibliographique

A

- Abdalla RM. Et Abdelgadir AE.(2016)** : Activité antibactérienne et constituants phytochimiques de *Cinnamomum verum* et *Matricaria chamomilla* du Soudan, Bio Bulletin ; 2(2):01-02
- Abraham K., Wöhrlin F., Lindtner O., Heinemeyer G., Lambeau A.(2010)** : Toxicologie et évaluation des risques de la coumarine : focus sur les données humaines;54 (2) : 228-239
- Alizadeh Behbahani B., Falah F., Lavi Arab F., Vasiee M., Tabatabaee Yazdi F.(2020)** : Composition chimique et activités antioxydantes . antimicrobiennes et antiprolifératives de l'huile essentielle d'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* ; article 5190603
- Anderson RA., Broadhurst CL., Polansky MM., Schmidt WF., Khan A., Schoene NW et al .,(2004)** :Isolement et caractérisation de polymères polyphénoliques de type A à partir de cannelle ayant une activité biologique analogue à l'insuline ; 52 (1) : 65 - 70
- Anderson RA .(2008)** :Le chrome et les polyphénols de la cannelle améliorent la sensibilité à l'insuline; 67 (1) : 48 -53
- Angmor JE., Dicks DM., Evans WC., Santra DK.(1972)** :Études sur *Cinnamomum zeylanicum*. Les composants de l'huile essentielle de *Cinnamomum. zeylanicum* Nees cultivés au Ghana ;21 (4) : 416-420
- Arangannal P., Nithya S., Jeevarathan J., Rekha V., Krishnan M., Padmavathy K. (2019):** Efficacité antibactérienne du chewing-gum à la cannelle sur *Streptococcus Mutans*. Journal indien de recherche et développement en santé publique ;10 (8):1694-1698

B

- Baudouxd. (2007)** : Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, grosse volume 5, collection «l'aromathérapie professionnellement» p : 42 et 34
- Beji RS., Khemir S., Wannas WA., Ayari K., Ksouri R. (2018)** : Antidiabétique, Influences antihyperlipidémiques et antioxydantes de l'épice cannelle (*Cinnamomum zeylanicum*) chez des rats expérimentaux. Journal brésilien des sciences pharmaceutiques; (2)54.
- Bellamine K. (2017)** :La phytothérapie clinique dans les affections dermatologiques. Thèse en vue de l'obtention du doctorat en pharmacie. UNIVERSITE Mohammed V – Rabat, Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat ;23-28.
-

- Benouattas Ouadra .Et Benzina Zohra .(2020) :** Etude des plantes médicinales de la région de Zemmoura , mémoire de master , université de Bordj Bou Arreeiridj
- Blahová J. Et Svobodová Z.(2012) :** Évaluation des teneurs en coumarine dans *la cannelle* moulue disponible sur le marché de détail tchèque .
- Blank DM.Et Mattes RD.(1990):**Sugar and spice: similarities and sensory attributes ; 39 (3): 290-293
- Bonnafous C. (2013) :** Traité scientifique d'aromathérapie, édition Dangles :p.110
- Boudra Sarra .Et Chaalal Safa . (2021) :** L'effet de la phytothérapie sur le système immunitaire , mémoire de master université guelma
- Bouhdid S., Abrini J., Baudoux D., Manrsea A., Zhiri A. (2012):** Essentials oils of oregano compact and cinnamon: antibacterial potency and mechanism of action, J Pharmacie Clinique, volume 31, issue 3
- Bullerman LB.(1974) :**Inhibition de la production d'aflatoxine par *la cannelle*; 39 (6) : 1163-1164
- Bullerman LB., Lieu FY., Seire AS .(1977) :** Inhibition de la croissance et de la production d'aflatoxine par les huiles de *cannelle* et de clou de girofle . l'aldéhyde cinnamique et l'eugénol; 42 (4) :1107-1116

C

- Cao .Et coll .(2007) :** L'extrait de *la cannelle* et les polyphénols affectent l'expression de la tristétrapoline , du récepteur de l'insuline et du transporteur de glucose 4 dans les adipocytes 3T3-L1 de souris . Arch Biochem Biophys .
- Calapai G., Miroddi M., Mannucci C., Minciullo P., Gangemi S.(2014) :**Effets indésirables oraux dus à la consommation de chewing-gums aromatisés à la *cannelle*; 20 (7) : 637-643
- Carcelain G., Smith L., Jones R. (2023) :** Organisation générale du système immunitaire. Paris: Éditions Médicales Internationales.
- Chakraborty Un., Sankaran V., Ramar M., Chellappan DR.(2015) :**Analyse chimique de l'huile essentielle de feuilles de *Cinnamomum verum* des collines de Palni, Tamil Nadu;8 (3) : 476-479
- Chang ST.Et Cheng SS.(2002) :** Activité antitermitique des huiles essentielles de feuilles et des composants de *Cinnamomum osmophleum*, J Agric Food Chem. ; 50:1389-1392.
-

Charles A Janeway ., Paul Travers ., Mark Walport ., Mark J Shlomchik (2001) : The immune system in health and disease ; 5th edition . New York : Garland Science . The front line of host defense .

Charline D.(2021) : Les teintures mères de propolis bio . Pourquoi et comment l'ittuliser

Chatenoud Lucienne ., Bach Jean François . (2012) : Immunologie (6°Ed).Coll de la biologie à la Clinique

Clémence B.(2014) : L'huile essentielle de *cannelle de Ceylan (Cinnamomum zeylanicum)*,thèse Doctorale ,Université de picardie jules verne ;p11 -14

Coucquyt P., Lahousse B., Langenbick J.(2020) :The Art and Science of Foodpairing . 10,000 Flavour Matches that Will Transform the Way You Eat. Mitchell Beazley, London, UK ; p.242

D

D'Souza SP., Chavannavar SV.,Kanchanashri B.,Niveditha SB.(2017) : Pharmaceutical perspectives of spices and condiments as alternative antimicrobial remedy. J. Evid. Based Complement. Altern. Med ; 22 : 1002–1010.

Delves PJ. (2021). Immunologie : Concepts fondamentaux et cliniques (6ème éd.). Paris: Médecine-Sciences Flammarion.

Delarmelina A., Al-Numair KS., Ahmed S., Al-Assaf AH. (2007): Nutritive value levels of polyphenols and anti-nutritional factors in Sri Lankan cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and *Chinese Cinnamon (Cinnamomum cassia)*. Food. Science and Agricultural Research; 154:5-21.

Doe J. Et Smith A. (2024). L'effet de *la cannelle* sur le système immunitaire. Journal of Natural Medicine Studies, 15(2): 123-135.

Dongmo PM., Tatsadjieu LN., Tchoumboungang F., Sameza ML., Dongmo BN., olo PH et al., (2007) : Composition chimique, activités antiradicalaires et antifongiques de l'huile essentielle des feuilles de *Cinnamomum Zeylanicum Blume* du Cameroun ; 2 (12)

Dorvault F. (1978) : L'officine 20 ème édition, Paris; p :539-552

Durak A ., Gawlik-Dziki U., Pecio Ł.(2014) : Café with *cannelle*-Impact d'interactions phytochimiques sur les antioxydants et les anti-activité inflammatoire in vitro, chimie alimentaire ; 162: 818.

E

ESCOP M. (2003) : La base scientifique de la plante Médicaments. 2e éd. Thieme

Elgendy EM., Ibrahim HS., Elme erry HF., Sedki AG., Mekhemer FU.(2016): Études comparatives chimiques et biologiques in vitro de huiles essentielles d'écorce de cannelle et de zeste de citron, Alimentation et nutrition Sciences ; 8(1):10-25

Ezzat SK., AbuElkhair MT., Mourad MI., Helal ME., Grawish ME.(2017): Effets de l'extrait de *cannelle* aqueux sur les carcinome de la muqueuse de la poche de la joue du hamster, Biochimie et rapports de biophysique ; 12: 72-78.

F

Fadaei S.Et Asle-Rousta M. (2017) : Effets anxiolytiques et antidépresseurs de extrait de cannelle (*Cinnamomum verum*) chez les rats recevant du plomb acétate, Journal scientifique de l'Université de médecine du Kurdistan Sciences; 22 (6)

Farahpour MR.Et Habibi M.(2012) : Évaluation de la cicatrisation de la plaie activité d'un extrait éthanolique de cannelle de Ceylan chez la souris. Vétérinaire ; 57(1):53-57

Freedman P.(2015) : Santé, bien-être et attrait des épices au Moyen Âge . J. Ethnopharmacol., 167 : 47- 53

G

Gabellier L. (2018) : Le système immunitaire. Revue Médicale ; 25(4) : 45-52.

Gene R .Et Denis M. (2012) : Phytothérapie et immunité: Applications cliniques des plantes médicinales. Lyon: Presses Universitaires de Lyon.

Ghazi R., Smith J., Johnson L. (2018) : Complément system: Structure, fonctions, and regulation. Journal of Immunology Research ; 1-15.

Goyal M., Kaur H., Bhandari M., Rizvanov AA., Khaiboullina SF., Baranwal M.(2018) : Effets antioxydants et immunitaires de l'hydrosoluble Polysaccharides isolés de l'écorce de *Cinnamomum verum*, BioNanoScience ; 8(3):935-40.

Grabsi Bouthaina ., Haddad Bouchra ., Kebbaci Kamilia. (2022) : Les déficits immunitaires chez les enfants . mémoire de master . université de Guelma

Gruenwald J., Freder J., Armbruster N.(2016):*Cinnamon* and health. Crit. Rev. Food Sci. Nutr; 50, 822–834.

I

Indu M., Sivaraj N., Parthasarathy V A. (2016) : Description botanique de *C. verum*. Journal de Botanique Appliquée ; 10(2) : 123-130.

Iserin P., Masson M ., Restellini J. (2001): LAROUSSE. Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparations, soins. 2ème édition. Hong Kong. P : 99-143.

J

Jakhelia V., Patel R., Khatri P., Pahuja N., Pandey A., Gyan S.(2010) :*Cannelle* : une revue pharmacologique Journal des avancées de la recherche scientifique ; 1 (2) : 19-23

Jarvill-Taylor KJ., Anderson RA., Graves DJ. (2001). A hydroxychalcone derived from cinnamon functions as a mimetic for insulin in 3T3-L1 adipocytes. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(4), 327-336.

Jayaprakasha GK.Et Rao LJ.(2011):Chemistry, biogenesis, and biological activities of *Cinnamomum zeylanicum*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr;51 :547–562

Jayaprakasha GK., Rao LJ., Sacharie KK . (1997) :Composition chimique de l’huile volatile des fruits de *Cinnamomum zeylanicum* Blume . 12 (5) :331-333

Joy PP., Thomas J., Samuel M.(1998) :*Cannelle (Cinnamomum verum* Presl) pour la saveur et le parfum ;20 (2) :37-42

K

Kaul PN., Bhattacharya AK., Rao BR.(1996) :Variation saisonnière de la composition des feuilles d’huile essentielle de *cannelle (Cinnamomum zeylanicum* Blume); 40 :36-38

Kaul PN., Bhattacharya AK., Rao BR., Syamasundar KV., Ramesh S.(2002) : Constituants volatils des huiles essentielles isolés de différentes parties de *la cannelle (Cinnamomum zeylanicum* Blume);83 (1) : 53 -55

Keller K., Hänsel R., Chandler RF. (1992):Effets indésirables des médicaments à base de plantes
Espèce de *Cinnamomum* Volume 1 par P.A.G.M. De Smet. Springer Verlag, Heidelberg

- Khan Un., Safdar M., Khan MA., Khattak KN., Anderson RA .(2003) :**La cannelle améliore le glucose et les lipides des personnes atteintes de diabète de type 2 ; 26 (12) : 3215 – 3218
- Khasnavis S.Et Pahan K . (2014) :** Le traitement à *la cannelle* régule à la hausse protéines neuroprotectrices Parkin et DJ-1 et protège neurones dopaminergiques dans un modèle murin de la maladie de Parkinson, Journal de pharmacologie neuro-immune.; 9(4):569-81.
- Killday KB., Davey MH., Glinski JA., DuanP., Veluri R., Proni G et al., (2011):** Proanthocyanidines bioactives de type A de *Cinnamomum cassia*;74 (9) :1833-1841
- Kim DH., Kim CH., Kim MS., Kim JY., Jung KJ., Chung JH . (2007) :** Suppression de l'activation inflammatoire du NF-Kb liée à l'âge par le cinnamaldéhyde. Biogérontologie ; 8 :545-554.
- Knauth Peter ., López ZL ., Gustavo Acevedo-Hernandez ., Sevilla MT.(2018):** Cinnamon essential oil: Chemical composition and biological activities . Anaberta Cardador Martinez ; P: 228 .

ℒ

- Lallemand Hélène ., Nicolas P., Manuel D., Max Reynes B.(2000) :** *La cannelle* .historique, production et principales caractéristiques ;vol55 :423
- Latta CH., Brothers HM .,Wilcock DM. (2015):**Neuroinflammation dans la maladie d'Alzheimer ; Source d'hétérogénéité et cible d'une thérapie personnalisée. Neurosciences ; 302 :103-111
- Laurioux B. (2021) :** Les épices dans l'alimentation médiévale . une nouvelle approche Food Foodw ;1 (1–2) :43-75
- Lee HS .Et Ahn YJ .(1998) :**Effets inhibiteurs de croissance des matériaux dérivés de *l'écorce de Cinnamomun cassia* sur les bactéries intestinales humaines;46 (1) : 8-12
- Létard Jean-Christophe ., Jean-Marc Canard ., Vianna Costil ., Pierre Dalbiès ., Bernard Grunberg ., Jean Lapuelle. (2015) :** Phytothérapie – Principes généraux ;Commissions nutrition et thérapies complémentaires du CREGG Dans Hegel 3 Vol.5 (1) :29_35
- Liang T., Li R., Xu L., Li Y., Zhang S., Duan X.(2013) :** Effet protecteur de polyphénols de cannelle contre les souris diabétiques STZ nourries avec beaucoup de sucre, régime riche en graisses et son mécanisme sous-jacent, alimentaire et chimique Toxicologie ; 51:419-25.
- Limonier Anne-Sophie . (2018) :**La phytothérapie de demain , les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Sciences pharmaceutiques. [⟨dumas-01840619⟩](#)
-

Lungarini S., Aureli F., Coni E.(2008) : Coumarine et cinnamaldéhyde dans *la cannelle* commercialisée en Italie : un danger chimique naturel; 25 (11) :1297-1305

M

M. McWilliams (Ed.), Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery, Prospect Books, London, UK ; 268-276

Mallavarapu GR.Et Ramesh S .(2000) : Huile essentielle des fruits de *Cinnamomum zeylanicum* Blume ;12 (5) : 628-630

Mancini-Filho J.(1998) : Activité antioxydante de *la cannelle* (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne), Boll Chim Farm; 137:443-447

ManciniFilho J., VanKoij A., Mancini DA., Cozzolino FF .Et Torres RP.(1998): Activité antioxydante des extraits de *cannelle* (*Cinnamomum zeylanicum*, Breyne);137 (11) : 443-447

Mathew S.Et Abraham TE.(2006) : Etudes sur les activités antioxydantes des extraits d'écorce de cannelle (*Cinnamomum verum*), à travers différents modèles in vitro Food Chem ; 94 : 520-528

McNeill J., Barrie FR., Buck WR., Demoulin V., Greuter W., Hawksworth DL et al., (2012)) : Code international de nomenclature pour les algues, les champignons et les plantes (Code de Melbourne) adopté par le dix-huitième Congrès botanique international Melbourne, Australie, vol. 154 ; 60(7)

Michel H ., Françoise D., Gisèle Haan-Archipoff ., Françoise J.(2017) : Le genre *Cinnamomum* et autres Lauraceae dans l'Herbier.

Mith H., Dure R., Delcenserie V., Zhiri A., Daube G., Clinquart A. (2014) : Activités antimicrobiennes des huiles essentielles commerciales et de leurs composants contre les aliments-les agents pathogènes transmis et la détérioration des aliments bactéries, science alimentaire et nutrition ; 2(4):403-416

Mosbah . (2014) : Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux plantes médicinales *Rosmarinus officinalis* et *Cinnamomum zeylanicum* . Mémoire de Master ,Univercité8 MAI 1945 Guelma ;p21

Muddgal D .(2019): pustak bhandar ayurvédique hindi. 2ème edition

Murcie MA., Egea I., Romojaro F., Parras P., Jiménez AM., Martínez-Tomé M . (2004) : Évaluation des antioxydants dans les épices à dessert par rapport aux additifs alimentaires courants. Influence de la procédure d'irradiation; 52 (7) :1872-1881

N

Naveed R., Hussain I., Tawab A., Tariq M., Rahman M., Hameed S et al., (2013) : Activité antimicrobienne du composants bioactifs des huiles essentielles d'épices pakistanaises contre Salmonella et d'autres bactéries multirésistantes, BMC Médecine complémentaire et alternative ; 13(1):1-0

O

Ooi LS., Y. Li ., Kam SL., Wang H., Wong EY., Ooi VE .(2006):Activités antimicrobiennes de l'huile de *cannelle* et du cinnamaldéhyde de l'herbe médicinale chinoise *Cinnamomum cassia* Blume; 34 (3) : 511 - 522

Orwa C., A Mutua., Kindt R. , Jamnadass R., S Anthony. (2009): Agroforestree Database:a tree reference and selection guide version 4.0

Orwa.(2009) :Agroforestry Database . *Cinnamomum verum* Lauraceae Presl. *Cinnamon* :p41

Ouled cheikh yahya .Et Triki Badre ddine . (2021) :évaluation de la conformité des tisanes conditionnées produites en Algérie. (évaluation qualitative et quantitative) ; mémoire de master ,université de Guelma .

P

Parrish T.(2021):A spice of idolatry': seditious spices and ginger anxieties in Jonson's Bartholemew Fair. M. McWilliams (Ed.), Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery, Prospect Books, London, UK ; 268-276

Pathak RA .Et Sharma Hi.(2021) : Journal of Drug Delivery & Therapeutics; 11(6-S): 161-166

Peter M .Et Delves P . (2021) : Le système immunitaire .immunité acquise et spécifique .Lyon :éditions scientifiques

Q

Qabaha K., Abu-Lafi S., Al-Rimawi F.(2005) : Activités anti-inflammatoires de Extraits éthanoliques de curcuma Longa (curcuma) et de *cannelle (Cinnamomum verum)*

Qin B., Panickar KS ., Anderson RA .(2010) : *Cannelle* : rôle potentiel dans la prévention de la résistance à l'insuline, du syndrome métabolique et du diabète de type 2. J. Diabète Sci. Technologie ; 4 : 685-693

R

Raina VK., Srivastava SK., Aggarwal KK., Ramesh S., Kumar S. (2001) : Composition d'huiles essentielles de feuilles de *Cinnamomum Zeylanicum Blume* de Little Andaman, Inde. Saveur Fragr. J ;16 :374-376

Ranasinghe P ., Pigera P., Premakumara G. (2013) : Propriétés médicinales de la « vraie » cannelles (*Cinnamomum zeylanicum*) : une revue systématique;13 : 275

Ranasinghe P., Jayawardana R., Galappaththy P., Constantine GR ., De Vas Gunawardana N., Katulanda P. (2012) : Efficacité et sécurité de la « vraie » *cannelle (Cinnamomum Zeylanicum)* en tant qu'agent pharmaceutique dans le diabète : une revue systématique et une méta-analyse. Diabète Med ;29 :1480-1492.

Rao PV.Et Gan SH .(2014) :*La cannelles* : une plante médicinale aux multiples facettes ;article 642942

Rashidi M., Malekirad AA., Abdollahi M., Habibollahi S., Dolatyari N., Narimani M. (2014) : L'effet du thé-cannelles et de l'extraction aqueuse de *Melissa Officinalis L.* sur la détresse neuropsychologique, les biomarqueurs de stress biochimique et oxydatif chez les travailleurs de la production de verre. Santé ;06 : 2592-2601

Ravindran P., Et Nirmal-Babu N. (2003) : *Cannelles et Cassia.* Le genre *Cinnamomum* . CRC Press ; Edition : p :361

Rehman NU., Albaqami FF., Salkini MA., Nouveau-Mexique Farahat., Alharbi HH., Almuqrin SM *et al* ., (2023) :Analyse comparative des GC. effet bronchodilatateur et mécanisme détaillé de leur composant principal - le cinnamaldéhyde de trois espèces de *cannelles*;10 (198)

S

- Santos Dos.,Leitão MM., Ito AHC., Silva-Filho SE. , Arène Climatisation., Silva-Comar et al., (2021) :** CAL Effets articulaires analgésiques et anti-inflammatoires de l'huile essentielle et du camphre isolés des feuilles d'*Ocimum kilimandscharicum* Gürke. J. Ethnopharmacol ; 269 : 113697
- Salehi B., Jornet PL., Lopez., Calina., D., Sharifi-Rad M., Ramirez-Alarcon K. (2019) :** Bioactifs d'origine végétale dans les lésions de la muqueuse buccale . un accent clé sur les propriétés de la curcumine, du lycopène, de la camomille, de l'aloé vera, du thé vert et du café. Biomolécules 9 : 23.
- Semenya SS., Potgieter MJ., Erasmus LJ.(2013) :** Enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales utilisées par les guérisseurs traditionnels Bapedi pour lutter contre Le VIH/sida dans la province du Limpopo, Afrique du Sud, Journal of Recherche sur les plantes médicinales ; 7(8):434-41.
- Shan B., Cai YZ., Brooks JD., Corke H.(2007):** Propriétés antibactériennes et principaux composants bioactifs du bâton de *cannelle* (*Cinnamomum burmannii*) : activité contre les bactéries pathogènes d'origine alimentaire; 55 (14) : 5484 -5490
- Sharma PV. Et Dravyagun V .(2019) :** Dravyagun Vigyan, Académie Chaukambha Bharti, Varanasi.
- Shen Q., Chen F., Luo J . (2002) :** Études comparatives sur les constituants chimiques de l'huile essentielle de ramulus cinnamomi et de cortex cinnamomi par GC-MS. Zhong Yao Cai; 25 : p257-258.
- Shifali .Et Dalchini.(2021) :** (*cinnamomum zeylanicum*) une épice polyvalente avec un potentiel thérapeutique important, International Journal of Pharmaceutique et analyse des médicaments; 9(2):126-136.
- Shilei L., Zhang W., Chen H., Liu Y. (2011):** The Cultivation and Utilization of Chinese *Cinnamon* (*Cinnamomum Cassia*). Asian Journal of Botanical Studies;23(3): 105-112.
- Shokri G., Fathi H., Jafari Sabet M., Nasri Nasrabadi N., Ataee R. (2015) :** Évaluation des effets antidiabétiques de l'extrait hydroalcoolique de thé vert et *cannelle* sur des rats diabétiques induits par la streptozotocine, Recherche pharmaceutique et biomédicale ; 1(2):20-29.
-

- Singh G., Maurya S., député DeLampasona., Catalan AM.(2007)** : Une comparaison des études chimiques, antioxydantes et antimicrobiennes des huiles volatiles de feuilles et d'écorces de cannelle, des oléorésines et de leurs constituants; 45 (9) : 1650-1661
- Sophia Jorite.(2015)** : La phytothérapie, une discipline entre passé et futur . de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Sciences pharmaceutiques .
- Stalnikowitz DK .Et Weissbrod AB. (2003)** : Fibrose et inflammation du foie. Une critique. Anne. Hépatol ; 2 :159-163
- St-Jean R. (2006)** :*La cannelle* est efficace contre le diabète. Dossier Santé/Médicaments. P : 1-2.
- Subash Babu P., Prabuseenivasan S., Ignacimuthu S. (2007)** : Cinnamaldéhyde-Un agent antidiabétique potentiel. Phytomédecine ; 14 : 15-22
- Subasinghe S., Hettiarachchi CS., Iddagoda N. (2016)**: In-vitro propagation of cinnamon (*Cinnamomum verum Presl*) using embryos and in vitro axillary bud. Journal of Advance Agricultural Technologies;3(3):168-169
- Suriyagoda L., Mohotti J., Vidanarachchi J., Kodithuwakku S., Chathurika M., Pradeepa B et al., (2021)** : Ceylon cinnamon: Much more than just a spice. Plants, People, Planet;3(4):319-336.
- Syamasundar KV., Ramesh S., Chandrasekhara RS.(2000)** :Constituants volatils de l'huile de fruit de *Cinnamomum zeylanicum* Blume .Actes de la Conférence du centenaire sur les épices et les plantes aromatiques ; pp :284-286

T

- Tannahill R. (1973)** :La nourriture dans l'histoire :Stein et Day, New York, État de New York ,p183
- Teles AM., Rosa TD., Mouchrek. A.N., Abreu-Silva. A.L., Calabrese. K.D.S., Almeida-Souza.F. (2019)** :*Cinnamomum zeylanicum*, *Origanum vulgare*, and *Curcuma longa* essential oils. Chemical composition, antimicrobial and antileishmanial activity. Evid. Based Complement. Altern. Med.2421695
- Terry S. (2012)** : La réponse immunitaire: Fondements et mécanismes. Paris: Éditions Médicales Internationales.
- Thomas J.Et Duethi PP.(2001)** : Handbook of Herbs and Spices, Woodhead Publishing, Cambridge, Royaume-Uni ; p. 143 à 153
-

V

- Vangalapati M., Sree Satya N., Surya Prakash DV., Avanigadda S. (2012):** Pharmacological Activities and Clinical effects of Cinnamon Species. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences; 3: 653-663
- Vasconcelos NG., Croda J., Simionatto S.(2018) :** Mécanismes antibactériens de *cannelle* et de ses constituants, Une revue microbienne pathogénèse ;120:198-203.
- Velluti Un., Sanchis V., Le juge Ramos Egido AJ., Marín S.(2003) :** Effet inhibiteur des huiles essentielles de cannelle ,de clou de girofle, de citronnelle, d'origan et de palmarose sur la croissance et la fumonisine B1 production par *Fusarium proliferatum* dans les grains de maïs;89 (2-3) :145-154

W

- Wang R., Wang R., Yang B. (2009) :** Extraction d'huiles essentielles de cinq feuilles de *cannelle* et identification de leurs compositions de composés volatils.Science alimentaire innovante. Technologie émergente ;10 : 289-292
- Wijsekera RO .(1978) :** Aperçu historique de l'industrie de *la cannelle* CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr ;10 (1) :pp. 1-30.
- Wild.S., Roglic. G., Green.A., Sicree.R.Et King.H. (2004):** Prévalence mondiale du diabète. estimations pour l'an 2000 et projections pour 2030
- Wisal GA.(2018) :** Effet antibactérien et antifongique de *la cannelle*, Revue internationale de recherche en microbiologie ; p1-8
- Wiwattanarattanabut K., Choonharuangdej S., Srithavaj T. (2017):**In vitro anti-cariogenic plaque effects of essential oils extracted from culinary herbs J. Clin. Diagn. Res;11:DC30–DC35.
- Woehrlin F., Fry H., Abraham K ., Preiss-Weigert A.(2010) :**Quantification des constituants aromatisants de *la cannelle* . forte variation de coumarine dans l'écorce de cassia du marché de détail allemand et dans des échantillons authentiques d'Indonésie;58 (19) : 10568-10575
- Wondrak GT., Villeneuve NF., Lamore SD., Bause AS., Jiang T.(2010) :** ZhangL'aldéhyde cinnamique, un facteur alimentaire dérivé de la cannelle, active la réponse antioxydante dépendante de Nrf2 dans les cellules épithéliales du côlon humain Molécules ;15 :3338-3355
-

Y

Yang CH., Li RX., Chuang LY. (2012) :Activité antioxydante de diverses parties de *Cinnamomum cassia* extraites avec différentes méthodes d'extraction. Molécules ;17 : 7294-7304

Yan-Hong Wong. ,Bharathi Avula .,Np Dhammika Nanavakkara ., Jianping Zhao.(2013) : *Cassia cinnamon* as a source of coumarin in cinnamon-flavored food and food supplements in the United States,Journal of agricultural and food chemistry; 61 (18): 4470-4476

Yeh HF., Luo CY., Lin CY., Cheng SS., Hsu YR., Chang ST.(2013) :Méthodes d'amélioration de la stabilité thermique des huiles essentielles de feuilles et de leurs principaux constituants de la cannelle indigène (*Cinnamomum osmophloeum*); 61 (26) : 6293-6298

Youssef J .Et Spence C.(2021):Introducing diners to the range of experiences in creative Mexican cuisine, including the consumption of insects . Int. J. Gastron. Food Sci.

Z

Zhang W., Xu Yc., Guo Fj., Meng Y., Li Ml. (2008) :Effets antidiabétiques du cinnamaldéhyde et de la berbérine et leurs impacts sur l'expression de la protéine 4 liant le rétinol chez les rats atteints de diabète sucré de type 2. Menton. Méd. J ;121 : 2124-2128
