



**HAL**  
open science

## La cannelle de Ceylan et ses activités biologiques

Fabienne Edet

► **To cite this version:**

Fabienne Edet. La cannelle de Ceylan et ses activités biologiques. Sciences pharmaceutiques. 2004.  
dumas-01225087

**HAL Id: dumas-01225087**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01225087v1>**

Submitted on 5 Nov 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



14 exemplaire

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE

Année 2004

Numéro d'ordre

7030

**LA CANNELLE DE CEYLAN ET SES ACTIVITES  
BIOLOGIQUES**

THESE PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR  
EN PHARMACIE

DIPLOME D'ETAT

Mademoiselle **Fabienne EDET**  
Née le 12 janvier 1975 à La Tronche (38)

Thèse soutenue publiquement le 8 octobre 2004 à 14 H

Devant le jury composé de :

Président du jury : le Professeur **Anne-Marie MARIOTTE**

Membres :

Madame **Annick VILLET** Maître de conférence

Monsieur **Gérard GILLIOT** Pharmacien d'officine



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE

Année 2004

Numéro d'ordre :

**LA CANNELLE DE CEYLAN ET SES ACTIVITES  
BIOLOGIQUES**

THESE PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR  
EN PHARMACIE

DIPLOME D'ETAT

Mademoiselle **Fabienne EDET**  
Née le 12 janvier 1975 à La Tronche (38)

Thèse soutenue publiquement le 8 octobre 2004 à 14 H

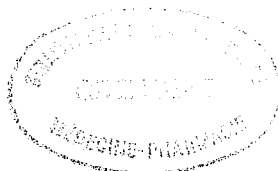
Devant le jury composé de :

Président du jury : le Professeur **Anne-Marie MARIOTTE**

Membres :

Madame **Annick VILLET** Maître de conférence

Monsieur **Gérard GILLIOT** Pharmacien d'officine



UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE  
Domaine de la Merci 38700 LA TRONCHE

Doyen de la Faculté : M. le Professeur **P. DEMENGE**  
Vice-Doyenne : Mme **A. VILLET**

**PROFESSEURS DE PHARMACIE**

<b>BAKRI</b>	Abdelaziz	Pharmacie Galénique
<b>BENOIT-GUYOD</b>	Jean-Louis	(Emérite)
<b>CALOP</b>	Jean	Pharmacie Clinique et Bio-Technique
<b>DANEL</b>	Vincent	Toxicologie
<b>DECOUT</b>	Jean-Luc	Chimie Bio-Inorganique
<b>DEMENGE</b>	Pierre	Physiologie / Pharmacologie
<b>DROUET</b>	Emmanuel	Immunologie / Microbiologie / Biotechnologie
<b>FAVIER</b>	Alain	Biochimie
<b>GOULON</b>	Chantal	Physique Pharmacie
<b>GRILLOT</b>	Renée	Parasitologie
<b>MARIOTTE</b>	Anne-Marie	Pharmacognosie
<b>PEYRIN</b>	Eric	Chimie Analytique
<b>RIBUOT</b>	Christophe	Physiologie / Pharmacologie
<b>ROUSSEL</b>	Anne-Marie	Biochimie
<b>SEIGLE-MURANDI</b>	Françoise	Botanique et Cryptogamie
<b>STEIMAN</b>	Régine	Biologie Cellulaire
<b>WOUESSIDJEW</b>	Denis	Pharmacie Galénique

**PROFESSEUR ASSOCIE (PAST)**

<b>CHAMPON</b>	Bernard	Pharmacie Clinique
----------------	---------	--------------------

## MAITRES DE CONFERENCES DE PHARMACIE

ALDEBERT	Delphine	Parasitologie
ALLENET	Benoît	Pharmacie Clinique
BARTOLI	Marie-Hélène	Pharmacie Clinique et Biotechn.
BOUMENDJEL	Ahcène	Pharmacognosie
BRUGERE	Jean-François	Parasitologie
BURMEISTER	Wilhelm	Virologie
CARON	Cécile	Biologie Moléculaire
CHARLON	Claude	Chimie Pharmacie
CHOISNARD	Luc	Pharmacotechnie et génie de la formulation
DELETRAZ	Martine	Droit Pharmaceutique Economie
DESIRE	Jérôme	Chimie Bioorganique
DIJOUX-FRANCA	Marie-Geneviève	Pharmacognosie
DURMORT-MEUNIER	Claire	Virologie Moléculaire Structurale
ESNAULT	Danielle	Chimie Analytique
FAURE	Patrice	Biochimie C
FAURE-JOYEUX	Marie	Physiologie-Pharmacologie
FOUCAUD-GAMEN	Jacqueline	Immunologie
GEZE	Annabelle	Pharmacotechnie Galénique
GERMI	Raphaële	Bactériologie et virologie clinique
GILLY	Catherine	Chimie Thérapeutique
GODIN-RIBUOT	Diane	Physiologie - Pharmacologie
GROSSET	Catherine	Chimie Analytique
GUIRAUD	Pascale	Biologie Cellulaire et Génétique
HININGER-FAVIER	Isabelle	Biochimie
KRIVOBOK	Serge	Botanique - Cryptogamie
MORAND	Jean-Marc	Chimie Thérapeutique
NICOLLE	Edwige	Chimie Organique
PINEL	Claudine	Parasitologie
RAVEL	Anne	Chimie Analytique
RICHARD	Jean-Michel	Chimie Toxicol.Ecotox.
RIONDEL	Jacqueline	Physiologie - Pharmacologie
SEVE	Michel	Ens. Physique / Rech. Biochimie
TAILLANDIER	Georges	Chimie Organique
VILLEMAIN	Danielle	Mathématiques
VILLET	Annick	Chimie Analytique

### PROFESSEUR AGREGE (PRAG)

ROUTABOUL	Christel	Chimie Générale
-----------	----------	-----------------

## REMERCIEMENTS

---

A **Madame le Professeur Anne-Marie MARIOTTE**, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury de thèse. Je vous remercie de votre disponibilité et de votre précieuse aide. Qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

A **Madame Annick VILLET** pour m'avoir accueillie lors de ma troisième année d'étude au sein du laboratoire de chimie analytique pour une découverte du monde de la recherche et m'avoir accordé le plaisir de participer à ce jury.

A **Monsieur Gérard GILLIOT** pour avoir accepté de participer à ce jury au pied levé.

A **Mesdames COSTES et ROSSELET**, pharmaciennes à Domène pour m'avoir donné envie de faire ces études lors du stage de troisième et m'avoir accueillie pour le stage de fin de première année.

A **Monsieur Pierre BLANCHARD** et son équipe de la pharmacie de la Bajatière pour leur accueil et leur sympathie lors de mon stage de fin d'étude.

A **Pierre** pour son soutien durant ces années d'études.

A **ma famille et en particulier mes parents** pour leur patience et leur aide tout au long de ces études.

A **sylvain**, mon frère pour son aide technique dans mes nombreux problèmes informatiques.

A **tous mes amis** pour les bons moments passés en leur compagnie.



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>1. HISTORIQUE.....</b>	<b>7</b>
<b>2. BOTANIQUE .....</b>	<b>11</b>
2.1. Les canneliers.....	11
2.1.1. Description botanique du cannelier de Ceylan : <i>C. zeylanicum</i> .....	12
2.1.1.1. L'arbre.....	12
2.1.1.2. Les feuilles .....	12
2.1.1.3. Les fleurs.....	14
2.1.1.4. Le fruit.....	15
2.1.2. Description botanique du cannelier de Chine : <i>C. cassia</i> .....	15
2.1.3. Ecologie.....	15
2.2. Culture des canneliers .....	16
2.2.1. Les zones de production de cannelle de Ceylan.....	17
2.2.2. Les différentes espèces et leurs localisations .....	17
2.2.3. Pathologies et prédateurs.....	18
2.2.3.1. Les pathologies .....	18
2.2.3.2. Les prédateurs .....	19
2.3. Les productions.....	19
2.3.1. Récolte et préparation des bâtons de cannelle.....	20
2.3.2. Les différentes qualités de bâtonnets.....	21
2.3.3. Critères organoleptiques de <i>C. zeylanicum</i> .....	23
2.3.4. Critères organoleptique de <i>C. cassia</i> .....	24
2.3.5. Falsifications de la cannelle de Ceylan .....	25
<b>3. COMPOSITION .....</b>	<b>27</b>
3.1. Composition de l'écorce de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> .....	27
3.1.1. L'huile essentielle.....	27
3.1.1.1. Les méthodes d'extractions.....	27

3.1.1.1.1.	Distillation.....	27
3.1.1.1.2.	Extraction à l'éthanol assistée par ultrasons .....	28
3.1.1.1.3.	Extraction par le dioxyde de carbone supercritique.....	29
3.1.1.1.4.	Extraction au trichlorotrifluoroéthane.....	30
3.1.1.2.	Composition de l'huile essentielle de <i>C. zeylanicum</i> .....	30
3.1.2.	Les procyanidines.....	34
3.1.3.	Les flavonoïdes.....	35
3.1.4.	Les acides phénols.....	36
3.1.5.	Les diterpènes.....	38
3.1.6.	divers .....	39
3.2.	Les autres parties de la plante .....	40
3.2.1.	Les huiles essentielles .....	40
3.2.1.1.	L'huile essentielle de feuille .....	40
3.2.1.2.	Les bourgeons, les fleurs et les fruits.....	42
3.2.1.3.	La racine.....	46
3.2.2.	Divers .....	46
3.3.	composition de l'huile essentielle de <i>C. cassia</i> .....	46
3.4.	Falsifications des huiles essentielles .....	47
<b>4.</b>	<b>ACTIVITES BIOLOGIQUES.....</b>	<b>48</b>
4.1.	Historique.....	48
4.1.1.	Activité sur le système nerveux.....	48
4.1.2.	Activité sur le système cardiovasculaire .....	49
4.1.3.	Activité antispasmodique .....	49
4.2.	Activité anti-infectieuse .....	50
4.2.1.	Des huiles essentielles d'écorce et de feuille de la cannelle de Ceylan .....	50
4.2.2.	Activité antibactérienne de l'aldéhyde cinnamique .....	52
4.2.3.	Activité antibactérienne de l'extrait hydroalcoolique .....	53
4.2.4.	Activité antifongique .....	56
4.3.	Activités sur le système digestif.....	61
4.3.1.	Activité hépatique.....	61

4.3.2.	Activité antiulcéreuse .....	63
4.3.2.1.	Prévention de l'ulcère .....	63
4.3.2.2.	Action contre <i>Helicobacter. pylori</i> .....	66
4.4.	Activité insulinique .....	69
4.5.	Activité antioxydante .....	72
4.6.	Activité antitumorale.....	75
4.7.	propriétés anti-inflammatoires .....	81
4.8.	Activité hématologique .....	83
4.9.	Activité immunologique .....	84
<b>5.</b>	<b>TOXICOLOGIE .....</b>	<b>86</b>
5.1.	Toxicité de la drogue.....	86
5.2.	Toxicité de l'huile essentielle de cannelle et d'autres extraits.....	86
5.2.1.	Toxicité aiguë .....	87
5.2.2.	Toxicité chronique.....	88
5.3.	Toxicité de contact .....	89
5.3.1.	Dermatites de contact .....	89
5.3.2.	Affections buccales .....	90
<b>6.</b>	<b>UTILISATIONS.....</b>	<b>91</b>
6.1.	Utilisations médicales .....	91
6.1.1.	L'aromathérapie et la phytothérapie.....	91
6.1.2.	L'homéopathie.....	95
6.1.3.	Activité anti-poux.....	95
6.1.4.	Activité cicatrisante .....	95
6.1.5.	Compléments alimentaires .....	96
6.1.6.	Utilisation en usage externe.....	96
6.2.	Utilisations cosmétiques .....	96
6.2.1.	Activité anti-solaire .....	97
6.3.	Utilisations phytosanitaires.....	98
6.3.1.	Utilisation comme insecticide et anti-rongeurs .....	98
6.3.2.	Utilisation lors du stockage de denrées alimentaires.....	98

6.4. Utilisations agroalimentaires.....	99
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>105</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>117</b>

# INTRODUCTION

A l'évocation du mot cannelle, beaucoup de personnes pensent tarte aux pommes ou vin chaud...

Cependant, cette épice, connue depuis la nuit des temps, est à l'origine du développement des commerces internationaux notamment au Moyen Orient. Puis, de l'installation par les pays européens, de nombreux comptoirs dans les pays producteurs et de leurs conquêtes.

Déjà, dans l'antiquité, elle était associée à la médecine : elle était utilisée pour son pouvoir conservateur dans les rites d'embaumement et connues pour ces propriétés digestives.

Aujourd'hui, c'est toujours une des plantes phares de la médecine chinoise. Elle est recommandée par les Cahiers de l'Agence pour trois indications : traitement symptomatique des troubles digestifs, asthénie fonctionnelle et prise de poids.

Son huile essentielle, présente des propriétés anti-infectieuses particulièrement intéressantes, connue depuis longtemps.

Actuellement, la recherche s'oriente vers la découverte de nouvelles molécules contre les maladies dites « occidentales ».

Après une présentation de la cannelle, les effets biologiques réels seront évalués à partir d'études scientifiques.

Cependant la difficulté première rencontrée dans ce travail a été de connaître l'espèce testée dont deux dominent le marché : la cannelle de Ceylan *Cinnamomum zeylanicum* (Blume) et la cannelle de Chine *Cinnamomum cassia* (Nees). Ces deux espèces sont très semblables et présentent les mêmes propriétés biologiques, la cannelle de Chine étant considérée comme le succédané de la cannelle de Ceylan.

Dans certaines études, l'origine et l'espèce ne sont pas spécifiées, il est donc difficile d'attribuer tels effets à telles espèces, surtout qu'un effet présent chez l'une peut être présent chez l'autre.

En terme de coût, la cannelle de Ceylan est bien plus chère que la cannelle de Chine. Même si ce travail est réalisé sur la cannelle de Ceylan, la cannelle de Chine est indissociable, d'autant plus qu'elle peut être employée comme falsifiant.

## 1. HISTORIQUE

Un peu d'histoire...

Cela fait trois ou quatre mille ans que la cannelle est présente sur le pourtour méditerranéen. C'est certainement une des plus anciennes épices bien qu'il y ait peu de témoignages précis. Le mot cannelle viendrait du latin *canna* signifiant roseau ou tuyau, du fait de la forme sous laquelle on la recevait d'Extrême-Orient. Cependant la cannelle et les épices en général, sont à l'origine de l'histoire de l'Europe : elles ont servi de monnaie, sont devenues le but de nombreuses explorations, ont permis la découverte des Amériques, avant de devenir l'enjeu de guerres et de colonies.

Les deux espèces de cannelles étaient connues des anciens (107) :

- Casse de Chine, ou *Kasia* pour les Grecs
- Cannelle de Ceylan, ou *Kinnamon* pour les Grecs

Bien que différenciées, les deux espèces sont utilisées indifféremment. Ce n'est qu'en 1400 que le cannellier de Ceylan fut décrit et que l'on considéra cette espèce supérieure aux autres cannelliers.

Au temps de l'ancienne Egypte, la cannelle semble particulièrement présente (107) ; les fumigations lors des cérémonies religieuses et des rituels funéraires ont laissé des traces archéologiques sur les murs des tombeaux et sur des papyrus.

La description du grec Diodore de Sicile I siècle av J.C. mentionne l'utilisation de la cannelle lors du rituel de l'embaumement « une fois le corps vidé de ces viscères, ils assaisonnent soigneusement le corps entier durant 30 jours, d'abord avec de l'huile de cèdre puis avec de la myrrhe, de la cannelle, et des épices telles qu'elles ont la faculté non seulement de le préserver pour une longue période mais aussi pour lui donner une odeur parfumée. »

Certaines momies portaient un collier de clou de girofle et de débris d'écorce de cannelle (73). La cannelle est mentionnée dans un des plus anciens documents médicaux comme stimulante, digestive et antiseptique : le papyrus d'Ebers datant de 1500 Av J.C (83).

Dans l'Ancien Testament quelques citations font référence à la cannelle (83, 107) :

- Dans le Cantique des Cantiques [4 ; 14] Le roi Salomon compare le corps de sa bien-aimée à un jardin extraordinaire et sensuel où embaume « le nard, le safran, la casse et la cannelle. »
- Dans Proverbe [7 ; 17] Le roi Salomon évoque la femme adultère, qui cherche à aguicher le jeune adolescent en lui disant « j'ai aspergé ma couche de myrrhe, d'aloès et de cannelle. »
- Dans Rois [I ; 10] et Chroniques [II ; 9] la reine de Saba déposa des épices aux pieds du roi Salomon. »
- Dans Exode [30 ; 23-5] Moïse utilisa la cannelle et la casse ainsi que d'autres aromates pour préparer l'onguent des saintes Onctions du tabernacle de la congrégation des enfants d'Israël.

Jusqu'au Moyen Age, l'origine de la cannelle demeura entourée de mystère (4, 107); au V<sup>ème</sup> siècle avant J.C., Hérodote lui inventa des origines fantastiques : il rapportait qu'on la trouvait en Arabie, dans un lac où demeuraient des bêtes avec des ailes (sortes de chauves-souris) qui poussaient des cris effrayants et qui avaient une force effroyable. Certains dirent même, que c'étaient des oiseaux qui fabriquaient les tuyaux de cannelle et qu'ils s'en servaient pour faire leur nid ; les indigènes devant user de ruses pour récupérer les bâtons de cannelle. En définitive ces légendes permirent aux négociants arabes de garder le monopole du commerce des épices.

Les premiers écrits grecs mentionnant la cannelle sont des poèmes de la « dixième muse. » En Grèce, il était de bon ton pour les familles aristocratiques de se parfumer à la cannelle. En 70-80 de notre ère Pline publie « Histoire naturelle » ce qui nous fait connaître une centaine de parfums et d'aromates (85, 88) : quatre de ces extraits végétaux constituaient l'odeur dominante de ces compositions que l'on utilisait sous l'empire romain : on retrouve le safran, la cannelle, le nard et le costus. Ainsi, le « Parfum royal » Pline [XIII 17-18] est



composé de 27 ingrédients dont la « cinname » ou cannelle de Ceylan et de la « serichatum » ou cannelle de sères, c'est à dire de Chine.

Au moment de l'antiquité, les plantes et aromates ont une place dans toutes les classes de la société où elles remplissent 4 fonctions primordiales :

- Religieuse et magique
- Thérapeutique
- Cosmétologique et hygiénique
- Aphrodisiaque

Ainsi, la cannelle, à cette époque est utilisée pour ses vertus stimulantes, digestives, antiseptiques et aphrodisiaques. Elle entre également dans le « Chême » (73): préparation à base d'épices et d'huiles employées lors des cérémonies religieuses.

La légende dit que Néron en 66 après J.C., lors des funérailles de son épouse Poppée, fit saisir tous les stocks de cannelle de Rome et les fit brûler pendant une année.

Ce sont les Croisades qui, au XI<sup>ème</sup> siècle, relancèrent l'utilisation des épices et aromates (73, 83, 107) : ainsi on les utilise pour rendre l'air agréable, puis vient un usage intensif dans l'art culinaire. En 1295 Marco Polo fut un des premiers italiens à décrire « les vergers de cannelle » mais il cacha sa localisation. A la fin du XIV<sup>ème</sup> siècle on retrouve la cannelle comme ingrédient principal d'une sauce pour la viande la « Cameline », sauce qui contient également d'autres épices : gingembre, muscade, clou de girofle, et poivre ; elle entre également dans la composition de nombreux potages et autres sauces. A cette époque il était de bon ton de dissimuler les viandes et poissons sous des sauces très épicées. Venise en ce temps là, contrôle le commerce avec l'Orient ; et c'est ce commerce qui est à l'origine des nombreux palais vénitiens. Ce n'est que plus tard que la cannelle sera associée au chocolat et au café. En plus de la cuisine, la cannelle entrait dans la composition d'un mélange pour purifier l'air pestilentiel lors des grandes épidémies (88) : on utilisait le fameux masque avec un nez d'oiseau allongé pour y mettre ce mélange d'épices.

A cette époque également, les épices servaient à corrompre, à amadouer, à remercier les magistrats lors de procès (73) ; cette pratique de pot de vin se perpétua dans le temps et

progressivement se transforma en versement d'argent l'expression de « paiement en espesses » vient de « paiement en épices » expression toujours utilisée aujourd'hui.

Au XV<sup>ème</sup> siècle, la course pour le contrôle du commerce des épices est lancée et toutes les grandes puissances d'Europe cherchèrent à avoir des comptoirs aux Indes (4, 73, 83, 107). Les Portugais désirant rompre le monopole des vénitiens (qui contrôlent les voies terrestres et la Mer Rouge), vont être les premiers à lancer de nombreuses expéditions afin de découvrir de nouvelles voies maritimes en direction des Indes : il y eut la découverte des Amériques par Christophe Colomb, le contournement de l'Afrique par Vasco de Gama, et le premier tour du monde par Magellan. Les Portugais prirent le contrôle du monopole des épices en s'installant à Ceylan, en Malaisie et aux îles Mollusques. A cette époque le cannelier n'est toujours pas cultivé et le don ou le vol d'une branche ou d'un bâton de cannelle est un délit passible de peine de mort.

Puis c'est au tour des Hollandais de reprendre ce monopole en 1595. Dès 1664 ils tentent d'améliorer le rendement des canneliers et s'essaient à la culture mais celle-ci ne fut une véritable réussite qu'en 1770 : c'est l'origine des fameux « jardins de cannelle » que l'on voit toujours aux alentours de Colombo, la capitale du Sri Lanka. Pendant ce temps ils s'appliquèrent à détruire les stocks d'épices en surplus pour maintenir les prix, à instaurer une politique de stérilisation des graines (dans des bains de chaux) pour éviter le développement de cultures non autorisées.

Ce monopole fut brisé par un français Pierre Poivre en 1770 qui réussit à voler des plans de cannelier, de giroflier et de muscadier et à installer des plantations sur l'île de France et de Bourbon (île Maurice et île de la Réunion) ; dont un jardin botanique bien connu « le jardin des pamplemousses. »

## 2. BOTANIQUE

### 2.1. Les canneliers

Le cannelier est un arbre de la famille des Lauracées qui pousse dans des régions tropicales. Le nom de genre du cannelier est *Cinnamomum*. Il existe de nombreuses espèces en fonction de leur provenance : cependant la véritable cannelle est la cannelle de Ceylan ou *Cinnamomum zeylanicum* Blume ou *C.verum* Nees produite au Sri Lanka, que l'on trouve sous le nom de Kurundu.

La casse ou cannelle de Chine, *Cinnamomum cassia* Nees ou *C. aromaticum* Nees est une espèce voisine qui possède pratiquement les mêmes propriétés thérapeutiques et qui fournit une cannelle de qualité inférieure.

Actuellement *C. zeylanicum* est attribuée à BLUME bien que selon les ouvrages on la trouve attribuée à NEES.

Concernant la systématique des canneliers :

- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous classe : Magnolidées.
- Ordre : Laurales ou magoliales
- Famille : Lauracées.
- Genre : *Cinnamomum*

Les Lauracées sont des plantes souvent aromatiques et qui restent vertes ; on les retrouve souvent dans les zones tropicales et subtropicales. Il existe 54 genres dont le genre *Cinnamomum* et 2500 espèces environ. Cette famille regroupe un grand nombre de plantes qui fournissent des huiles essentielles importantes comme *Cinnamomum camphora* ou camphrier ou encore des plantes très courantes comme l'avocatier *Persea gratissima* et le laurier *Laurus nobilis* (4, 66).

## 2.1.1. Description botanique du cannelier de Ceylan : *C. zeylanicum*

### 2.1.1.1. L'arbre

*C. zeylanicum* est un arbre de grande taille qui, à l'état sauvage, peut atteindre 8 à 17 mètres de haut. En culture on le maintient à l'état de sous-arbrisseau buissonneux de moins de 2 mètres. L'écorce du tronc, rugueuse et épaisse, est d'abord verdâtre puis devient grisâtre à l'extérieur et brun rougeâtre à l'intérieur (28, 49, 121).

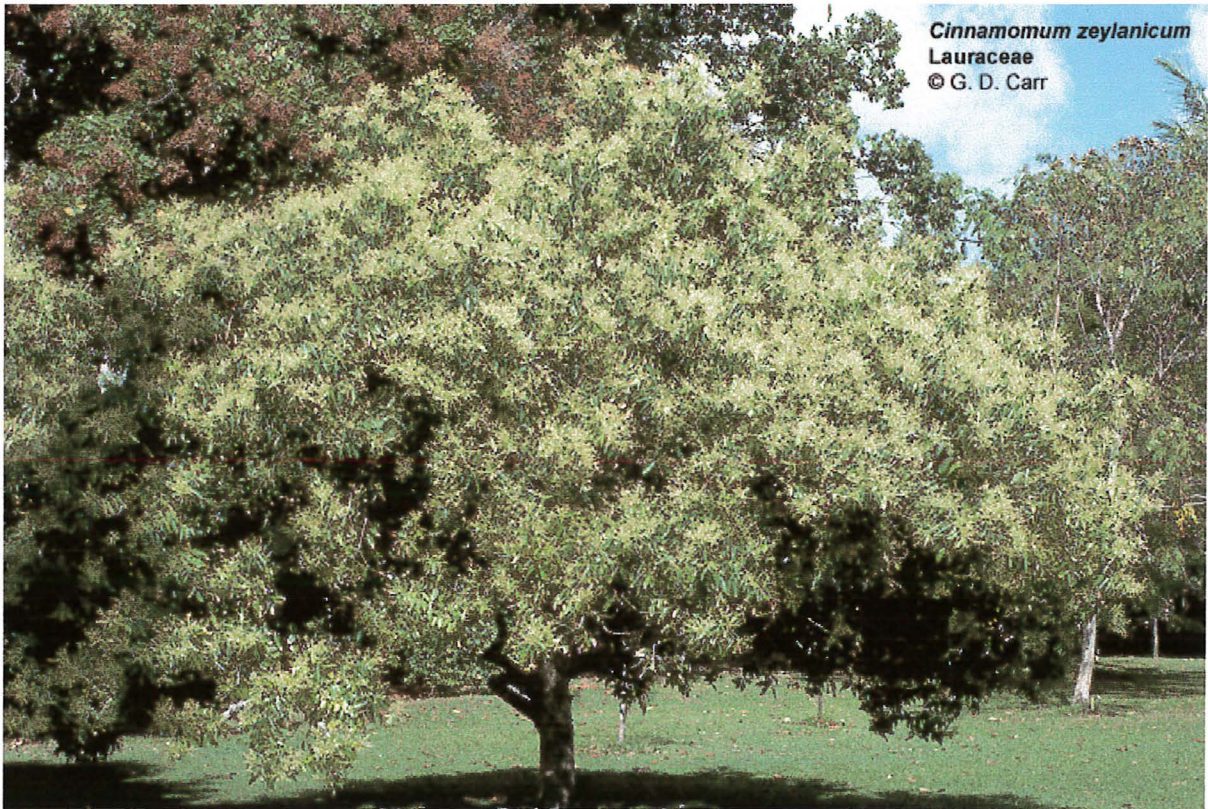


Photo 1 : *Cinnamomum zeylanicum* (30)

### 2.1.1.2. Les feuilles

Elles sont persistantes, coriaces, opposées. Le pétiole mesure 1 à 2 cm de long et il est strié longitudinalement sur la surface supérieure.

Le limbe est ovale ou elliptique, avec le bord entier, légèrement acuminé au sommet. La forme du limbe est à l'origine de deux sous espèces : la variété *subcordata* où le limbe est ovale et la variété *vulgare* ou *verum* où le limbe est oblongue elliptique (24).

Elle possède trois nervures principales qui partent de la base du limbe et qui sont très développées. La jeune feuille est rouge vermillon à pourpre, puis devient vert jaune, avant de devenir à maturation complète, verte brillante, luisante et lisse sur les surfaces supérieures et plus pale et glabre sur les surfaces inférieures.

Les feuilles à maturité présentent une odeur caractéristique lorsqu'on les écrase, odeur qui est absente des jeunes feuilles.



Photo II : Cinnamomum zeylanicum : feuilles et fleurs (30)

### 2.1.1.3. Les fleurs

Ce sont de petites fleurs jaune blanchâtre de 3 mm de diamètre d'odeur désagréable avec un pédoncule allongé et légèrement velu. A leur base se trouvent 2 petites bractées ovales et velues. Les inflorescences sont en panicules axillaires et terminales. Ce sont des fleurs hermaphrodites. Le réceptacle est formé de 6 sépales campanulés pubescentes ; L'androcée est formé de 3 verticilles de 3 étamines avec des glandes à leurs bases, qui possèdent des anthères filamenteuses et velues avec 4 loges, s'ouvrant chacune par une petite valve, introrses pour les deux verticilles les plus externes et extrorses pour le verticille le plus interne. Il y a également un verticille de 3 étamines stériles ou staminodes (verticille le plus interne.)

Le gynécée est formé d'un ovaire à un seul carpelle contenant un seul ovule surmonté d'un petit stigmate plus ou moins pelté.



Photo III : gros plan sur une fleur de *C. zeylanicum* (30)

#### 2.1.1.4. Le fruit

C'est une baie ellipsoïde de 1.5 cm de long de couleur bleu-noir à mésocarpe mince, charnu et endocarpe mince ; Elle est entourée à sa base par le réceptacle hypertrophié à la base en forme de cupule avec sur le bord les sépales persistants desséchés.

Le cannelier fleurit en janvier et les fruits mûrissent 6 mois plus tard.



Photo IV : fruits séchés de *C. zeylanicum* (30)

#### 2.1.2. Description botanique du cannelier de Chine : *C. cassia*

Les similitudes sont très importantes : les fleurs et les fruits sont quasiment identiques au cannelier de Ceylan. Cependant on observe quelques différences concernant les feuilles et l'écorce : les feuilles sont plus étroites que celle du cannelier de Ceylan. L'écorce est plus foncée. Les caractéristiques organoleptiques présentent également des différences qui seront vues ultérieurement (14, 98).

#### 2.1.3. Ecologie

Le cannelier est une plante résistante qui tolère une large plage de conditions climatiques. Le cannelier sauvage pousse dans des forêts tropicales humides jusqu'à une altitude de 1800m. Le cannelier de culture se développe bien à 300-350m et jusqu'à 1000m d'altitude. La culture nécessite une pluviométrie de 1500-2500mm et une température moyenne de 27°C à 30°C. La proximité de la mer est bonne pour la culture. Le sol doit être sablonneux avec une

incorporation d'humus pour obtenir une écorce douce et odorante. Il ne faut jamais de sol détrempé ou marécageux, ni argileux qui donnerait une cannelle grossière (49, 121).

## **2.2. Culture des canneliers**

La propagation naturelle est l'œuvre des oiseaux qui sont friands des baies. Cependant pour la culture elle se fait principalement par semence ; on trouve également des techniques de marcottage et de culture de tissus.

La sélection de la semence est effectuée en fonction de nombreux critères : on tient compte de l'odeur et du pelage aisé de l'écorce, de la douceur du goût, de la croissance, de la faible courbure des tiges, de la résistance aux maladies.

La germination dure 2 à 3 semaines et doit être effectuée 3 jours après la récolte des graines car il y a une forte perte de viabilité au cours du temps (le taux de germination est nul dès 40 jours) ; on ne plante le jeune plant en pleine terre qu'au bout d'un an.

Le marcottage en association avec des hormones est très efficace : on réalise une entaille circulaire sur une tige ou une racine que l'on enduit d'une pâte contenant des hormones de croissances; 2 à 3 mois plus tard la tige ou la racine traitée peuvent être séparées de la partie mère.

Les boutures sont plantées par 3 à 5 pieds à la fois et doivent être espacées de 3m, la plantation se fait idéalement en juin ou juillet, elle nécessite de l'ombre et de l'eau. On peut compléter grâce au fumier bovin ou bien directement avec respectivement 20 : 20 : 25g de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O la première année, 200 : 180 : 200g les 6 années suivantes, quantités qui vont être augmentées pour obtenir des plants très productifs. En appliquant 900g/arbre/an d'engrais phosphaté, on peut augmenter la production d'huile essentielle de 75% et une application d'urée à 4% sur le feuillage augmente la production d'huile essentielle de feuille de 28%. Pendant les 3 premières années il est nécessaire de désherber régulièrement.

La durée de vie d'un cannelier d'un point de vue économique est de 35 à 40 ans mais au Sri Lanka on trouve des plantations de canneliers, vieilles de 30 à 70 ans (49, 121).



### 2.2.1. Les zones de production de cannelle de Ceylan

La cannelle est originaire de Ceylan ou actuellement Sri Lanka et des côtes de Malabar de l'Inde. On trouve actuellement « les jardins de cannelle » principalement sur la partie méridionale de l'île : sur les basses terres aux alentours de Galle, de Matara et de Colombo. Le Sri Lanka est premier exportateur de la véritable cannelle au niveau quantitatif et qualitatif. Elle a été introduite aux Seychelles au XVIIIème siècle grâce à la dissémination des oiseaux. Actuellement aux Seychelles l'arbre à l'état sauvage est omniprésent notamment à Mahé ; exploité pour l'écorce seulement, il se multiplie à l'excès et menace la végétation locale. *C. zeylanicum* a également été introduite sur l'île de Madagascar. La majeure partie de la production de cannelle de Ceylan est réalisée par ces trois pays.

Quand à la cannelle de Chine et les espèces proches, elles sont présentes sur toute la zone sud de l'Asie : de l'Inde au Japon ainsi que l'archipel de l'Indonésie et de nombreuses îles de l'océan indien (49).

Lors de l'apogée des épices, des plantations furent introduites dans divers autres pays tropicaux comme les Antilles et le Brésil, la Jamaïque plantations qui sont soit abandonnées soit d'envergure locale.

### 2.2.2. Les différentes espèces et leurs localisations

La cannelle a deux origines principales (20):

- *C. zeylanicum* Blume originaire de Ceylan qui a également été implantée aux Seychelles et à Madagascar. Elles ont des caractéristiques légèrement différentes qui sont décrites dans la norme française ISO 6539 d'avril 1998. (Annexe 1.)
- *C. cassia* ou *C. aromaticum* Nees originaire du sud-ouest de la Chine produite pour la consommation locale et décrite dans la norme française ISO 6538 d'avril 1998. (Annexe 2.)

Il existe des espèces de cannelles sauvages extrêmement rares sur l'île de Ceylan qui ne sont pas exploitables : *C. multiflorum*, *C. ovalifolium*, *C. liseifolium*, *C. citrodorum*. Ces espèces se rapprochent de *C. zeylanicum*.

Il existe également des variétés recommandées pour la culture de l'espèce de *C. zeylanicum* qui ont été améliorées d'un point de vue productif :

- Navashree (SL 63) qui produit 55.6 kg d'écorce sèche /ha/an
- Nithyashree (IN 189) qui produit 54.2kg d'écorce sèche/ha/an

D'autres espèces sont commercialisées également de façon locale et dérivent de la cannelle de Chine :

- *C. loureirii* Nees ou cannelle du Viêt-Nam que l'on trouve au Viêt-nam et sur le sud-est de l'Asie et du Japon
- *C. burmanii* Blume ou cannelle d'Indonésie
- *C. obtusifolium*, *C. tamala*, *C. sintek* trois espèces de cannelle d'Inde (49, 105)
- Ces espèces ont également des caractéristiques plus ou moins différentes décrites dans la norme française ISO 6538 d'avril 1998 . (Annexe 2.)

### **2.2.3. Pathologies et prédateurs**

#### **2.2.3.1. Les pathologies**

Elles sont sans grande importance pour la production. On rencontre principalement des champignons : le plus fréquent est le *Corticium javanicum* qui parasite les branches pendant la saison des pluies ; il se développe en formant une croûte blanc- rosâtre sur l'écorce, ce qui détruit le liège et entraîne la mort des tiges. Ce champignon peut être contrôlé.

On observe également des agents responsables de pourriture brune ou blanche des racines, et on signale aussi une rouille sur les parties aérienne dues à *Aecidium cinnamomi* ; sur le tronc et les branches on peut trouver un agent du « chancre de ligne » *Phytophthora cinnamomi*.

Quand aux genres *Leptophaeria* et *Exobasidium*, ils provoquent des macules ou cloques sur les feuilles (4).

### 2.2.3.2. Les prédateurs

Ce sont principalement des insectes qui sont responsables des dommages ; seules deux espèces ont une importance majeure. Les autres insectes étant considérés comme des fléaux mineurs. Il y a ceux qui se nourrissent des feuilles, ceux qui se servent des feuilles pour faire leur nid, des « perceurs » de feuilles, de fruits et de racines.

On trouve donc *Phyllocnistis chrysophthalma* Meyrick ; c'est un « mineur de feuille » : les chenilles attaquent les jeunes feuilles en formant des sillons, des tunnels. Il faut surveiller régulièrement les feuilles et enlever les zones touchées ou utiliser un insecticide systémique lorsque l'infestation est trop importante.

Quand au papillon du cannelier *Chilasa (papilo) clytia*, il est présent dans toute l'Asie du sud et l'Indonésie en grand nombre pendant la mousson. C'est un papillon dont les larves se nourrissent de feuilles.

De nombreuses autres espèces d'insectes notamment des coléoptères, des hyménoptères et des lépidoptères causent des dommages aux canneliers, mais de façon moins fréquente et sont considérées comme mineures (15, 115).

### 2.3. Les productions

Le cannelier de Ceylan est à l'origine de diverses productions : l'écorce mais aussi les feuilles, les fleurs, les fruits et les racines sont exploitables. L'écorce sert à la fabrication de bâtonnets de cannelle mais également à extraire l'huile essentielle, quand aux feuilles et aux fleurs, elles élaborent également des huiles essentielles.

Les fleurs de cannelier de Chine, *C. cassia* étaient très prisées dans les temps anciens et ne sont actuellement récoltées et utilisées que de façon sporadique et locale ; de même on distille les tiges terminales et les feuilles pour obtenir de l'huile essentielle de cassia. Cette essence de cassia est inscrite à la Pharmacopée Européenne et à celle des Etats Unis.

Quand à la cannelle du Viêt-Nam, *C. loureirii*, elle a également son huile essentielle d'écorce inscrite à la Pharmacopée Américaine et pas à celle Européenne.

L'étude portera surtout sur la production la plus « noble » de la cannelle, la transformation de l'écorce (121, 29).

### **2.3.1. Récolte et préparation des bâtons de cannelle**

La récolte des branches du cannelier se pratique durant la mousson entre mai et octobre tôt le matin. On attend l'apparition des jeunes feuilles car c'est le résultat de la montée de la sève. Les composés aromatiques les plus intenses se fixent à ce moment là et l'écorce se détache aisément. Le travail de récolte est resté encore artisanal et la technique est ancestrale, elle nécessite un certain savoir-faire notamment lors du grattage de l'écorce ; en effet, d'après la Pharmacopée Européenne, la cannelle est définie par l'écorce desséchée, privée du liège externe et du parenchyme sous-jacent (120).

L'opération de décorticage était exécutée autrefois par des ouvriers de la caste Chalais au Sri Lanka ; travail qui leur était réservé. Les outils doivent être en inox ou en cuivre et jamais en fer pour éviter les taches d'oxydation des tanins sur l'écorce. Les branches vont être écorcées par une incision et le bois est utilisé comme combustible. Puis l'écorce de surface, épaisse et peu aromatique, est enlevée. C'est entre cette écorce grossière et le bois que l'on trouve une écorce plus fine et plus claire où l'huile essentielle est concentrée. Cette écorce est détachée puis mise à sécher sur des claies durant 24h, enfin elle va être grattée pour retirer le liège. Cette étape s'appelle le « peeling », il s'agit de l'étape qui nécessite le plus de savoir-faire. Une fois cette étape effectuée, l'écorce a une épaisseur qui n'excède pas 1mm. Cette écorce en séchant va s'enrouler sur elle-même et on obtient des tuyaux entiers de 1m de long ; on emboîte 4 à 8 morceaux d'écorce pour former un grand bâton de cannelle. On va alors couper ces grand bâtons de cannelle en segment de 20 à 30 cm de long que l'on appelle « quills » ou petits tuyaux destinés à la vente au détail.

La cannelle de Ceylan est récoltée sur des arbustes de 3 ans qui sont sans-cesse taillés (les pousses ont un diamètre de 2 à 3cm et une longueur de 1.5 à 2m) : l'écorce est plus fine, la cannelle plus aromatique et de saveur moins piquante. Quand à la casse ou cannelle de Chine on la récolte sur des canneliers d'au moins 10 ans : l'écorce est plus épaisse, 3 à 6 mm, la saveur plus piquante et on assemble que une ou deux écorces pour former un rouleau (121, 29).

### 2.3.2. Les différentes qualités de bâtonnets

L'écorce est la partie la plus transformée ; aujourd'hui encore la cannelle est principalement produite sous forme de bâtonnets ou « quills ». Avant l'exportation, les quills de cannelle vont être triés en plusieurs catégories en fonction de la couleur, de la saveur, de l'odeur, du poids et de la finesse de l'écorce : on trouve 4 catégories en ce qui concerne *C. zeylanicum* du Sri Lanka :

Désignation commerciale des catégories et quantités	Diamètre des tuyaux	Nombre de tuyaux entiers (1050 mm)	Etendue de cannelle tachetée *	Longueur minimale des tuyaux dans une balle	Morceaux de tuyaux et brisures de même qualité par balle
	max. mn	min. par kg	max. %	mm	max. % (n/m)
<b>Alba</b>	6	45	Aucune	200	1
<b>Continental</b>					
C 00000 spéciale	6	35	10	200	1
C 00000	10	31	10		
C 0000	13	24	10		
C 000	16	22	15		
C 00	17	20	20		
C 0	19	18	25		
<b>Mexican</b>					
M 00000 spéciale	16	22	50	200	2
M 00000	16	22	60		
M 0000	19	18	60		
<b>Hambourg</b>					
H 1	23	11	25	150	13
H 2	25	9	40		
H 3	38	7	65		

Tableau I : Classification qualitative des quills. Norme ISO 6538 (20)

Remarque \* : la détermination de l'étendue des taches est visuelle ; et ces taches peuvent être superficielles ou profondes.

« Alba » est la catégorie la plus parfaite, puis la catégorie « Continental » de bonne qualité, la « Mexicaine » de qualité plus intermédiaire et la qualité « Hamburgs ». Il existe des sous catégories, signalées de 1 à 5 zéros (exemple une cannelle de catégorie Continental 00000 est supérieure en qualité à une cannelle Continental 00).

Cependant rien n'est gaspillé : les sous produits et les déchets de la fabrication des « quills » sont exploités :

- Les « Quillings » ou tuyaux brisés : Ce sont les rouleaux de cannelle destinés à la consommation issus de la découpe des « quills » : ils ont les mêmes qualités que la cannelle en quills.
- Les « Featherings » : mélange de débris et de copeaux de bâtonnet, produits lors de la transformation de l'écorce en « quills », ils sont plus petits que les « quillings » mais ont les mêmes caractéristiques que la cannelle.
- Les « Chips » ou copeaux sont des morceaux d'écorce plus vieille de couleur différente c'est à dire plus brun vert et qui n'ont pu être pelés. La qualité est, dans ce cas là, nettement inférieure et la présence du liège amène une certaine amertume (121, 20).

Les « Quillings » et les « Featherings » sont le plus souvent destinés à faire de la cannelle en poudre ou bien de l'huile essentielle. Quand au « Chips » ils servent uniquement pour l'huile essentielle bien que leur teneur en aldéhyde soit plus faible du fait de la vieillesse de l'écorce.

Remarque importante : en Europe et notamment au Royaume Unis, le terme de cannelle désigne uniquement l'écorce de *C. zeylanicum* préparée et séchée, importée principalement du Sri Lanka, des Séchelles et de Madagascar ; alors qu'aux Etats Unis et certains autres pays le terme de cannelle est beaucoup plus large et comprend également *C. cassia*, *C. loureirii* et *C. burmanii* ; cependant, elles n'ont pas le même prix (70).

Voir en fin de chapitre les photos de trois sortes d'écorce.

### 2.3.3. Critères organoleptiques de *C. zeylanicum*

Cette écorce est inscrite à la IV<sup>ème</sup> édition de la Pharmacopée Européenne (87). Voir annexe 3.

Critères macroscopiques : l'écorce a une épaisseur de 0.2mm jusqu'à 1 mm et se présente sous forme de tuyaux isolés ou emboîtés les uns dans les autres. L'écorce desséchée doit être privée du liège externe et du parenchyme sous jacent. La face externe est lisse et de couleur brun – jaune, faiblement marquée de cicatrices correspondant aux insertions de feuilles et de bourgeons, avec de fines stries longitudinales, sinueuses et blanchâtres plus ou moins anastomosées. La face interne est un peu plus sombre et également pourvue de stries longitudinales. La cassure est courte et esquilleuse. L'odeur suave est caractéristique et la saveur est chaude et un peu sucrée jamais âpre.

Critères microscopiques : La poudre est jaunâtre à brun-rouge ; l'examen de la poudre dans une solution d'hydrate de chloral permet la visualisation des éléments suivants : groupes de cellules scléreuses arrondies, à parois ponctuées, canaliculées et d'épaisseur modérée ; nombreuses fibres incolores isolées souvent entières, à lumen étroit et à parois épaisses, lignifiées et légèrement ponctuées, brillantes en lumière polarisées ; petits cristaux aciculaires d'oxalate de calcium dans le parenchyme. Les fragments de suber sont très rares. L'examen de la poudre dans du glycérol révèle la présence de nombreux grain d'amidon et des cellules de mucilage. Le liber présente de grandes cellules à huile essentielle qui sont souvent hypertrophiées (14, 87, 120).

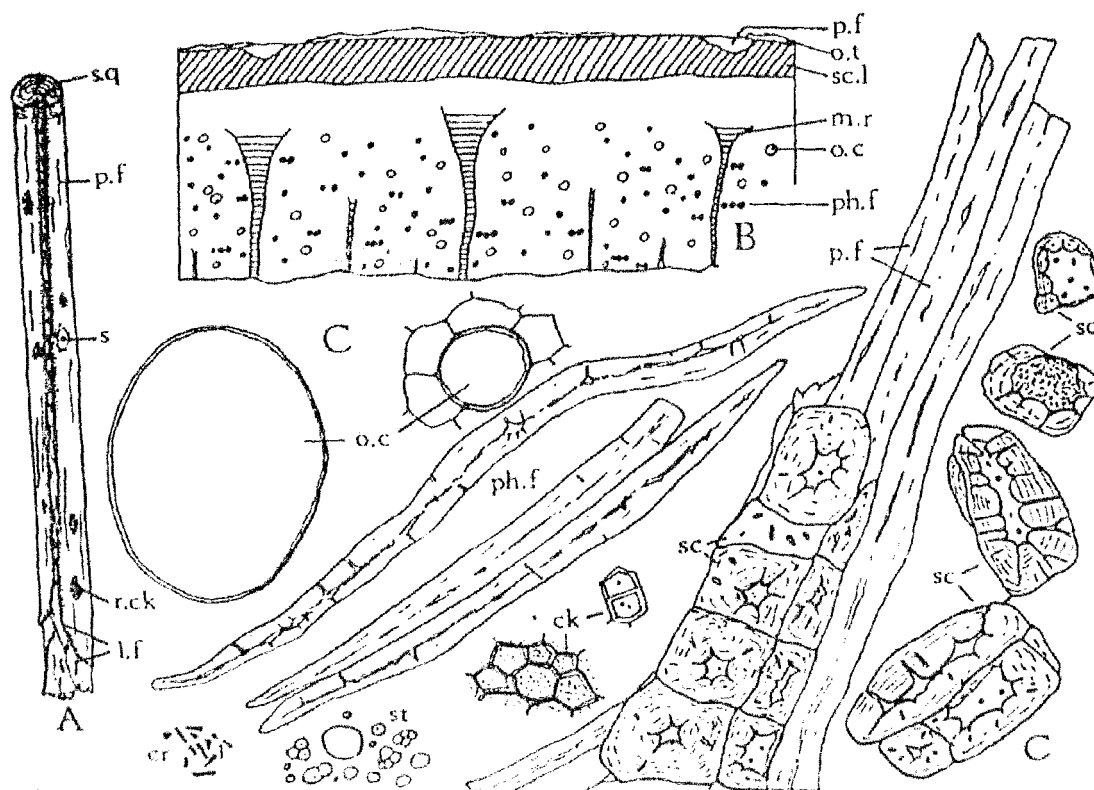


Fig 1 : éléments macroscopiques et microscopiques de la cannelle de Ceylan. (24).

A, quill ; B, coupe transversale ; C éléments de la poudre.

**Légende** : cellules de suber (ck), cristaux aciculaires d'oxalate de calcium (cr), cellules scléreuses (sc), grains d'amidon (st), cellules à huile essentielle (o.c), fibres de liber (ph.f), couche de cellules scléreuses (sc.l), rayons médullaires (m.r), fibres du péricycle (p.f), résidus de suber (r.ck), cicatrices d'insertion de brindilles (s), cassures (l.f), surface transversale (s.q), trace de divers tissus (o.t).

#### 2.3.4. Critères organoleptique de *C. cassia*

Cette cannelle n'est pas inscrite à la Pharmacopée Européenne. Ici aussi les différences avec la cannelle de Ceylan sont peu nombreuses : la drogue c'est à dire l'écorce conserve souvent une partie du suber, contrairement à la cannelle de Ceylan pour qui la présence de suber fait perdre de la valeur.



L'écorce est de couleur plus foncée, l'odeur est moins fine et la saveur aromatique est de ce fait moins recherchée. On la retrouve parfois en falsification de la cannelle de Ceylan.

Au microscope, les fibres apparaissent plus larges et plus courtes, il y a plus de cellules subéreuses et l'amidon est plus abondant (14, 98).

### **2.3.5. Falsifications de la cannelle de Ceylan**

A cause de son prix élevé, la cannelle de Ceylan est souvent falsifiée. La falsification a souvent lieu lors de l'étape de fabrication des quills, une qualité étant substituée par une autre de moins bonne qualité. Chez les négociants on a également des falsifications par mélange d'espèces de cannelle, principalement sur la cannelle pulvérisée notamment avec de la cannelle de Chine, *C. cassia* plus grossière et moins chère.

La falsification des quills est facilement décelée par analyse macroscopique et microscopique. En revanche la falsification de la poudre est beaucoup plus difficile à mettre en évidence : on a recourt à l'extraction et à l'analyse de l'huile essentielle, dont les compositions sont différentes selon l'espèce et l'origine. Cette partie sera vu ultérieurement. Mais certains examens et réactions peuvent être utile : la cannelle de Chine présente des quantités importantes de paquets de cellules subéreuses. *C. burmanii* ou cannelle d'Indonésie présente en microscopie des grains cristalligènes le long du rayon médullaire contrairement à la cannelle de Ceylan. Plus rarement, on peut avoir une falsification avec la cannelle du Viêt-Nam, *C. loureirii* qui dérive comme *C. burmanii* de la cannelle de Chine.

On peut également avoir une écorce insuffisamment privée de liège externe ou bien des déchets de grattage, ce qui peut être décelé par analyse microscopique.

Il existe une réaction qui permet de différencier la cannelle de Chine de la cannelle de Ceylan : on met en contact de la poudre de cannelle et une solution aqueuse barytée et on observe une fluorescence (UV 366) qui est vert-jaune intense pour la cannelle de Chine et bleu-vert pâle pour la cannelle de Ceylan (87, 120).



Photo V : écorce de *C. cassia* (30)



Photo VI et VII : écorce de *C. zeylanicum* à gauche et écorce de *C. burmannii* à droite (30)

### 3. COMPOSITION

#### 3.1. Composition de l'écorce de *Cinnamomum zeylanicum*

La connaissance de la composition, présente un intérêt important : compte tenu de la forte demande des pays industrialisés en cannelle, il est important de pouvoir bien différencier la cannelle de Ceylan des autres espèces, du fait de la différence de prix.

L'écorce est composée de 0.5 à 2.5% d'huile essentielle, de tanins, d'oses et polyols tels que du mannitol, des mucilages, de l'amidon et du  $\beta$  sitostérol (99, 121).

##### 3.1.1. L'huile essentielle

###### 3.1.1.1. Les méthodes d'extractions

L'huile essentielle est un liquide limpide, jaune clair, présentant l'odeur des bâtonnets de cannelle. Sa densité à 20°C est comprise entre 1.022 et 1.038. Sa composition diffère selon l'espèce utilisée : l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan présente un taux d'aldéhyde cinnamique compris entre 65-80% et 5-10% d'eugénol, alors que l'écorce de cannelle de Chine présente un taux d'aldéhyde cinnamique proche de 90% et très peu d'eugénol (29).

L'huile essentielle est obtenue, soit par hydrodistillation, soit par extraction à l'aide d'un solvant.

Une oléorésine peut être extraite mais il y a quasiment aucune études dessus. C'est un liquide visqueux, de couleur rouge-brune à vert-brune. La cannelle de Ceylan fournit 10-12% d'oléorésine alcoolique (29).

###### 3.1.1.1.1. Distillation

Sur le site de production de cannelle, notamment au Sri-Lanka, l'hydrodistillation se fait dans des appareils rudimentaires en cuivre le plus souvent chauffés à feu nu. La distillation dure cinq heures. La période de distillation se situe lors de la récolte, au moment de la mousson car

la distillation est très consommatrice d'eau (122). On utilise l'écorce de jeunes tiges fraîches. Le rendement se situe entre 0.2% et 1%.

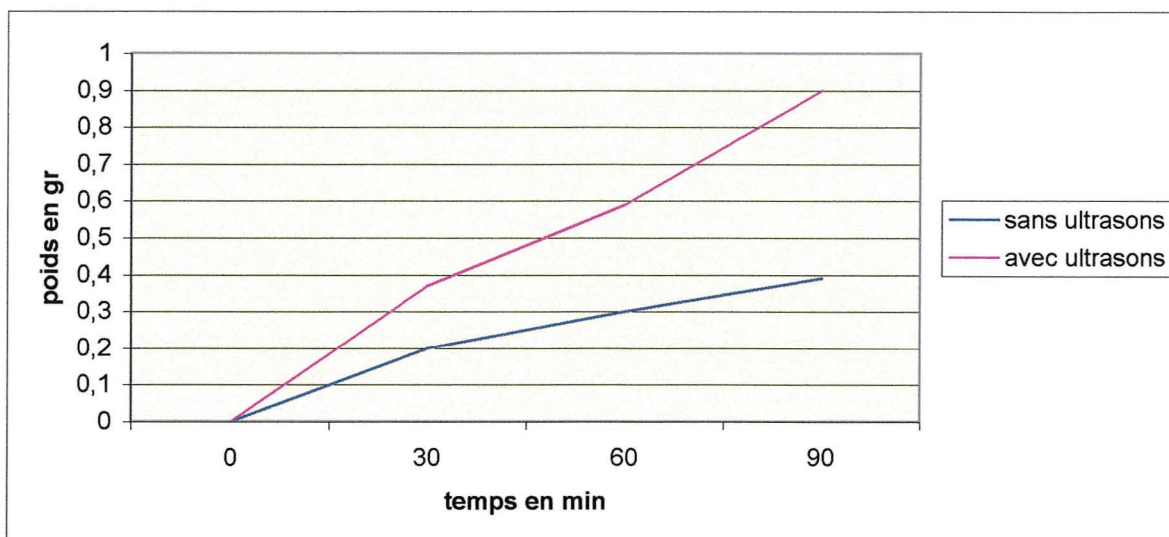
Dans les pays occidentaux, les écorces de cannelle sont distillées dans des distilleries modernes, ce qui permet d'obtenir des huiles essentielles de très bonne qualité et avec un meilleur rendement compris entre 0.5 et 1%, voire 2.5%. De plus les pays occidentaux ont de meilleures conditions de stockage et de conservation. Les huiles essentielles subissent moins l'oxydation et le durcissement (29).

Des essais de distillation à la vapeur ont été réalisés cependant il n'a pas aboutit à cause de la formation de mousses (109).

#### 3.1.1.1.2. Extraction à l'éthanol assistée par ultrasons

Il est reconnu que les ultrasons ont des résultats importants quand aux aspects quantitatif et qualitatif de l'extraction. Ces ultrasons accélèrent la diffusion des substances de l'intérieur de la cellule vers le milieu d'extraction. L'accélération de la vitesse d'extraction peut être expliquée par la rupture des membranes cellulaires par les ultrasons.

Une équipe Toulousaine, en 1997, réalise une extraction éthanolique de résinoïde de cannelle de Ceylan avec et sans ultrason. Sur le plan quantitatif, l'effet des ultrasons montre une augmentation très sensible du rendement ; sur le plan qualitatif la molécule recherchée est le *trans*-cinnamaldéhyde, et l'extrait final présente une teneur sensiblement égale avec ou sans l'aide des ultrasons (117).



Graphique I : extraction de l'oléorésine de cannelle de Ceylan en présence et en l'absence d'ultrasons ; effet sur le résidu sec. (116)

Cette technique peut être très intéressante en vue de l'augmentation du rendement mais il faut s'assurer de la résistance des molécules aux ultrasons. Elle n'a pas été appliquée à l'huile essentielle.

#### 3.1.1.1.3. Extraction par le dioxyde de carbone supercritique

On peut réaliser une extraction d'huile essentielle de cannelle en utilisant le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) supercritique. Cette technique est réalisée sous pression, entre 300-600 bars et à 50°C : on obtient du CO<sub>2</sub> supercritique, capable d'extraire les produits. Lorsque la température et la pression redeviennent normales, le CO<sub>2</sub> redevient gazeux et on obtient un extrait sans résidu ni trace de solvants.

Une étude de 1989 compare quatre extractions avec du CO<sub>2</sub> supercritique à diverses pressions, une extraction au chlorure de méthylène, et une distillation classique sur de la poudre de cannelle de Ceylan. La différence qualitative entre les différentes techniques ne sont pas significatives : le taux de cinnamaldéhyde varie entre 75.72% et 83.19% et celui de l'eugénol varie entre 1.57% et 2.40% selon la méthode (voir le tableau II) (111).

	CO2 supercritique				Chlorure de méthylène	distillation
	300 bars	400 bars	500 bars	600 bars		
cinnamaldéhyde	77.24	81.47	79.53	81.17	83.19	75.72
eugénol	2.31	1.57	1.82	2.22	2.40	2.01

Tableau II : variation des taux de cinnamaldéhyde et d'eugénol en fonction de la méthode employée (111)

Remarque : cette étude ne parle pas des rendements quantitatifs.

Une étude réalisée en Chine sur l'écorce de *C. cassia* a permis d'extraire 3.43% d'huile essentielle de très bonne qualité, avec un très bon rendement (31). L'intérêt est l'obtention d'un produit sans résidu.

#### 3.1.1.1.4. Extraction au trichlorotrifluoroéthane

Une étude compare les procédés d'extraction par hydrodistillation et au moyen du trichlorotrifluoroéthane (TTE). La concrète obtenue, fournit une huile essentielle contenant 85% de trans cinnamaldéhyde alors que par hydrodistillation la teneur n'était que de 75% (11).

Pour conclure, il semble que les méthodes d'extraction à l'aide de solvants soient intéressantes d'un point de vue quantitatif pour les industries de la parfumeries. Mais en ce qui concerne l'huile essentielle inscrite à la Pharmacopée Européenne, la méthode employée reste la distillation.

#### 3.1.1.2. **Composition de l'huile essentielle de *C. zeylanicum***

L'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan contient un très grand nombre de molécules, l'équipe française de Sisalli, en 1998 à l'aide de trois techniques : la chromatographie en phase gazeuse (CG) couplée à la spectrométrie de masse (SM), la CG

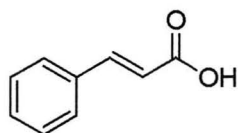
couplée à la spectroscopie en infrarouge, et les analyses isotopiques, a mis en évidence 140 composés (voir la liste en annexe 4) (105).

La 4<sup>ème</sup> édition de la Pharmacopée Européenne (voir en annexe 3) donne les seuils d'acceptabilité des principaux composants de l'huile essentielle (87) :

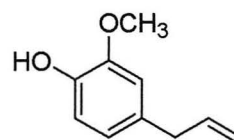
- Le cinéole doit être < à 3.0% (n°1)
- Le linalol compris entre 1.0 et 4.0% (n°2)
- Le  $\beta$  caryophyllène compris entre 1.0 et 6.0% (n°3)
- Le safrole doit être < à 0.5% (n°4)
- L'aldéhyde *trans*-cinnamique compris entre 55 et 75% (n°5)
- L'eugénol doit être < à 7.5% (n°6)
- La coumarine doit être < à 0.5% (n°7)
- Le *trans*-2-méthoxycinnamaldéhyde compris entre 0.1 et 1.0% (n°8)
- Le benzoate de méthyle doit être < à 1.0% (n°9)

Cependant, dans la plupart des cas deux composés majeurs ressortent :

- L'aldéhyde cinnamique ou cinnamaldéhyde
- L'eugénol



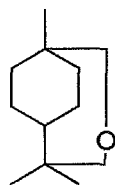
L'Aldéhyde cinnamique



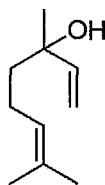
Eugénol

Ils sont tous les deux issus du même précurseur : la phénylalanine.

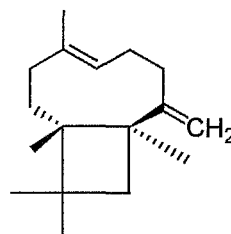
Les autres molécules sont :



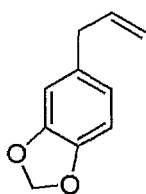
Le cinéole



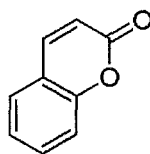
Le linalol



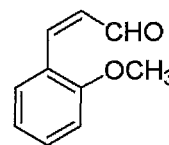
Le  $\beta$  caryophyllène



Le safrole



La coumarine



Le méthoxycinnamaldéhyde

De nombreuses études sont réalisées concernant la composition de cette essence ; dans la plus part des cas, la composition est conforme à la Pharmacopée Européenne ; cependant il y a quelques compositions marginales.

Les teneurs sont résumées dans le tableau ci dessous. Un numéro a été attribué aux composés de la Pharmacopée Européenne

Précisons pour les différentes études :

Senanayake (29) date de 1978 par CG ; l'origine de la cannelle est inconnue

Wijesekera (29) date de 1974 par spectroscopie infrarouge ; l'origine est inconnue

Matsukura (29) date de 1981 et la technique et l'origine sont non renseignées

Angmor (5) date de 1972 par CG ; origine du Ghana

Sisalli (105) date de 1998 avec plusieurs techniques ; origine inconnue

Chalchat (16) date de 1998 par CG/SM ; origine inconnue



Baratta (9) date de 1998 par CG/SM ; origine inconnue

Nath (80) date de 1996 étude réalisé par CG/SM cannelle d'origine du Nord Est de l'Inde

De Medici (18) date de 1992 par CG/ spectrométrie en RMN d'origine malgache.

Composés n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Senanayake (in29)	2.0%	2.4%	3.3%	Tr	75.0%	2.2%	0.7%	NR	NR
Wijesekera (in 29)	1.65%	2.3%	1.35%	Tr	74.0%	8.8%	NR	NR	NR
Matsukura (in 29)	2.0%	2.39%	3.28%	Tr	75.0%	2.2%	0.06%	NR	NR
Angmor (5)	NR	NR	NR	NR	60%	2.0%	NR	NR	NR
					80%	0.0%			
Sisalli (105)	-	2.90%	1.04%	0.036%	61.10%	3.31%	-	0.37%	Tr
Chalchat (16)	NR	3.2%	2.45%	NR	52.2%	2.89%	NR	0.46%	NR
Baratta (9)	0.2%	2.9%	-	NR	68.4%	4.4%	NR	NR	-
Nath (80)	0.17%	3.42%	1.90%	NR	0.68	0.13%	NR	NR	NR
De Medici (18)	1.5%	1.9%	3.5%	0	3.7%	74.3%	NR	NR	NR
	3.5%	2.5%	6.4%	0.6%	5.6%	65.2%			

Tableau III : récapitulatif des principaux composés de l'huile essentielle d'écorce de *C. zeylanicum* selon les diverses études (5, 9, 16, 18, 29, 80,105)

Tr= traces ; NR= non renseigné

Les quatre premières études (5, 29), sont anciennes et sont peu documentées. De nombreuses molécules ne sont pas détectées. Cependant leur composition en aldéhyde cinnamique et en eugénol sont conformes à la Pharmacopée Européenne.

Quand aux deux équipes de chercheurs ayant trouvé des compositions atypiques (18, 80), elles expliquent cette différence par des espèces chimiquement différentes ou par des conditions climatiques et géographiques différentes.

Remarquons encore un autre dérivé phényl propanique : Le cinnamyle acétate.

Ce dernier est présent en moyenne à 2% mais ce taux est plus important chez les arbres jeunes et tend à diminuer au profit de l'aldéhyde cinnamique lorsque l'arbre vieillit (14, 120). C'est un composé particulièrement odorant qui pourrait être également utilisé en parfumerie. (98) Enfin, on trouve de très nombreux mono/ sesquiterpènes mais pas en quantité très importante.

### 3.1.2. Les procyanidines

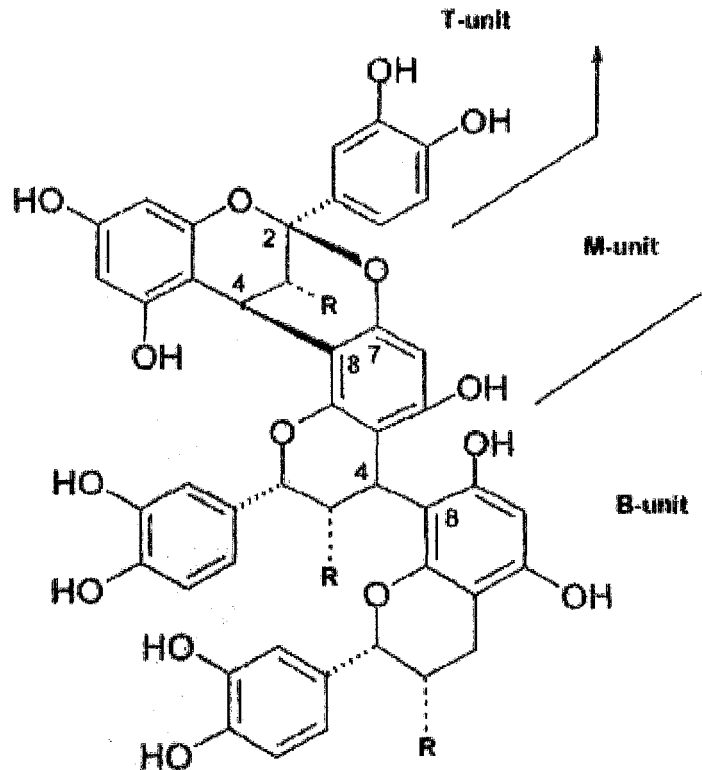
La recherche sur les effets biologiques de la cannelle montre un certain nombre de molécules présentes mais qui sont extractibles par divers solvants.

On trouve des tanins condensés de type oligomère procyanidinique en quantité inférieure à 2% (si c'est supérieure cela signifie que la cannelle a mal été préparée) (121).

Dans l'écorce, l'unité de polymères la plus fréquente est le : 5, 7, 3', 4'-tetra hydroxy flavan-3, 4-diol, que l'on trouve en quantités négligeables dans les feuilles et les tiges. (114, 82). On trouve des trimères, des tétramères et des pentamères

Une de ces molécules vient d'être identifiée comme antidiabétique :

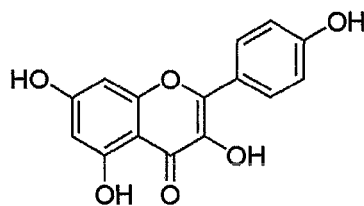
Ce polyphénol issu dans un premier temps de la cannelle de Chine est également présent dans la cannelle de Ceylan. On l'extrait avec de l'eau. Il est composé d'unités monomérique de masse moléculaire de 288 ( $C_{15}H_{12}O_6$ ), et on retrouve dans la fraction hydrosoluble 2 trimères et 1 tétramère qui présentent le même effet de potentialisation de l'insuline. Les diverses techniques d'étude moléculaire ont permis d'établir que ce sont des oligomères procyanidiniques à doubles liaisons de type A, de la catéchine/ épicatechine dont voici la structure (3) :



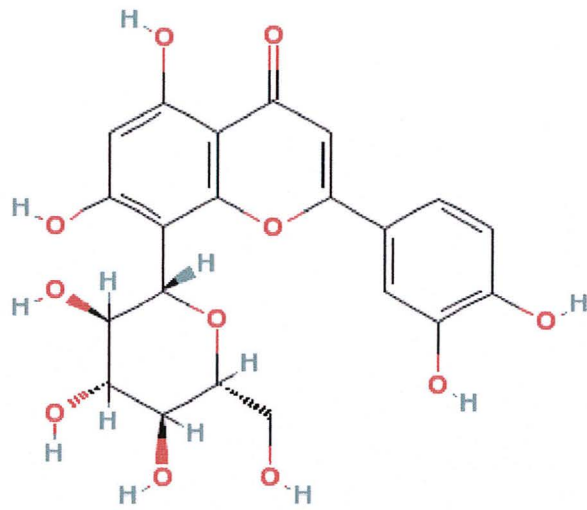
L'activité comme antidiabétique sera développée plus loin, mais ces toutes dernières recherches représentent une avancée importante concernant les activités biologiques de la cannelle.

### 3.1.3. Les flavonoïdes

Cinq composés flavonoïdiques ont été étudiée par une équipe chinoise en 2001 (119). On trouve ainsi deux formes libres : Le kaempférol et l'orientine ainsi que trois hétérosides : le kaempferol-3O- $\alpha$ -L-rhamnoside, le kaempferol-3O-rutinoside, et l'isorhamnétine-3-O-rutinoside.



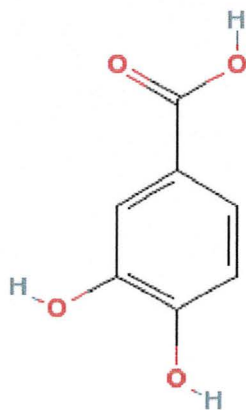
Le kaempférol



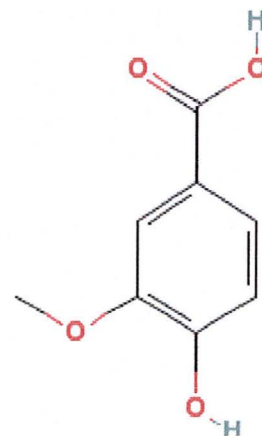
L'orientine

### 3.1.4. Les acides phénols

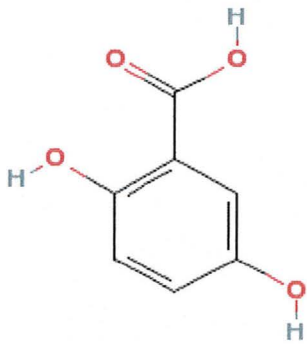
En 1989, neuf acides phénols sont identifiés dans l'écorce, les petites branches et les feuilles de *Cinnamomum zeylanicum* (113). On trouve L'acide protocatéchique, l'acide syringique, l'acide vanillique, l'acide P-hydroxy benzoïque, l'acide salicylique, l'acide gentisique, l'acide P-coumarique, L'acide caffeique, l'acide ferulique. Dans l'écorce l'acide prédominant est l'acide protocatéchique, puis, l'acide vanillique et gentisique.



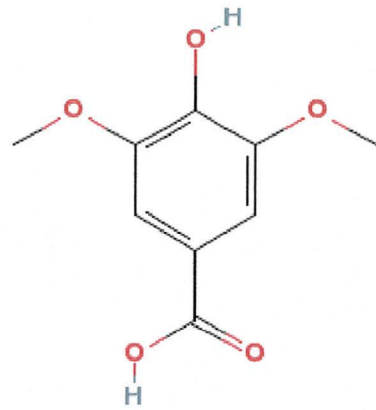
L'acide protocatéchique



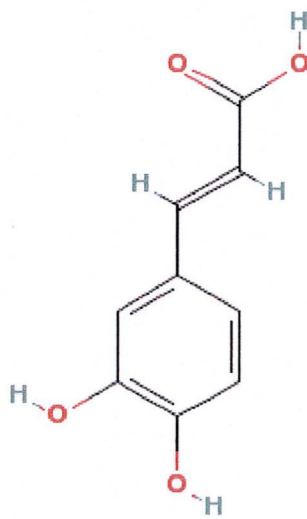
L'acide vanillique



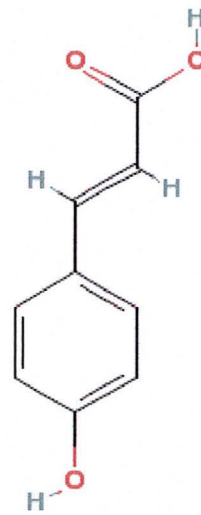
L'acide gentisique



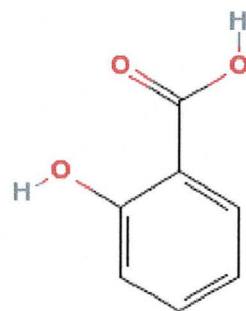
L'acide syringique



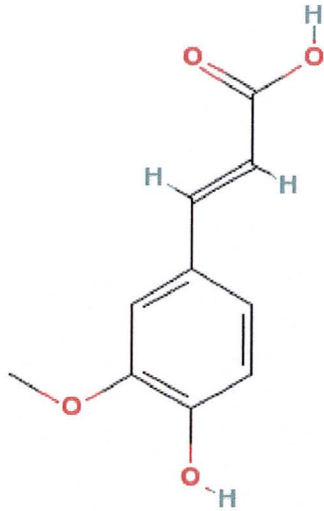
L'acide caffeique



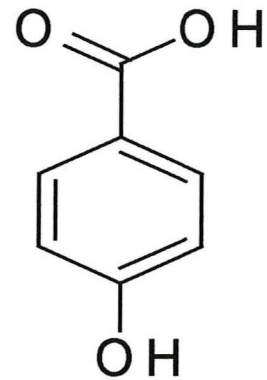
L'acide P-coumarique



L'acide salicylique



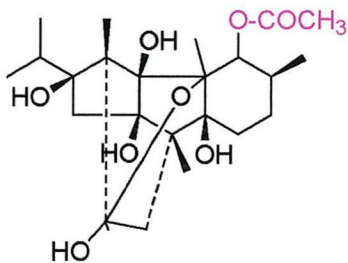
L'acide ferulique



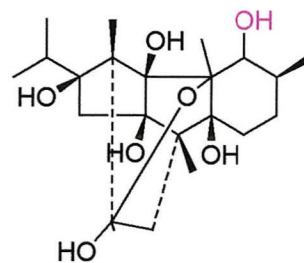
L'acide p-hydroxy benzoïque

### 3.1.5. Les diterpènes

On trouve des diterpènes pentacyclique : Le cinnzeylanine a été découvert en 1977 par une équipe japonaise (40), puis la même équipe a également découvert le cinnzeylanol et leurs ont trouvé des propriétés insecticides (39).



Le cinnzeylanine



Le cinnzeylanol

Depuis aucune études biologiques sur ces composés, n'a été réalisées.

### 3.1.6. divers

L'écorce contient des mucilages comme le L-arabino-D- xylane et le  $\alpha$ -D-glucane (121). Ce D-glucane est composé de 90.1 % de glucose, de 4.7 % d'arabinose et de 5.2 % de xylose.

C'est le composé majoritaire par rapport à l'arabinoxylane (17).

On trouve également du mannitol, et du  $\beta$ sitostérol, notamment (121).

D'après l'étude japonaise de 1990 (76), la teneur en oligo-éléments varie en fonction de l'espèce cependant cette étude ne parle pas des différences liées aux lieux de culture. A titre indicatif voici les teneurs concernant la cannelle de Ceylan :

- Phosphore 0.11 ppm
- Soufre 0.19 ppm
- Chlore 300 ppm
- Potassium 0.6 ppm
- Chrome 2 ppm
- Manganèse 140 ppm
- Fer 60 ppm
- Nickel non détecté
- Cuivre 9 ppm
- Zinc 20 ppm
- Arsenic non détecté
- Brome 10 ppm
- Plomb non détecté
- Baryum 60 ppm
- Calcium 1.2 ppm
- Titane 40 ppm
- Rubidium 20 ppm
- Iode 3 ppm
- Molybdène non détecté
- Strontium 80 ppm

## 3.2. Les autres parties de la plante

### 3.2.1. Les huiles essentielles

#### 3.2.1.1. L'huile essentielle de feuille

L'huile essentielle de feuilles de cannelier est le plus souvent constituée majoritairement d'eugénol à environ 85%. De nombreuses études sont réalisées par des équipes indiennes afin de déterminer la composition qualitative et quantitative de cette huile essentielle.

Classiquement après hydrodistillation de feuille fraîche on obtient 0.3 à 1% d'huile essentielle.

La 4<sup>ème</sup> édition de la Pharmacopée Européenne (87) précise que la densité de l'huile essentielle de feuille doit être comprise entre 1.030 et 1.059. C'est un liquide brun-rouge à brun foncé dont l'odeur rappelle l'eugénol.

Les caractéristiques quantitatives sont :

- Le cinéole doit être < 1.0% (n°1)
- Le linalol compris entre 1.5 et 3.5% (n°2)
- Le  $\beta$  caryophyllène compris entre 1.5 et 7.0% (n°3)
- Le safrole doit être < 3.0% (n°4)
- L'aldéhyde *trans*-cinnamique < 3.0% (n°5)
- L'acétate de cinnamyle < 2.0% (n°6)
- L'eugénol compris entre 70 et 85% (n°7)
- La coumarine < 1.0%

Les études peuvent être classées en deux catégories celles qui trouvent effectivement que l'eugénol est le composé majoritaire et celles qui trouvent des compositions plus inattendues. La variation des taux de composition serait due aux variations climatiques et géographiques des lieux de plantation. Certaines équipes pensent qu'il existerait une race chimique de *C. zeylanicum* (93, 96).

On obtient ainsi des compositions plus ou moins variables :



Composé n°	1	2	3	4	5	6	7
Little Andaman (93)	0.02%	8.5%	0.93%	0.06%	0.05%	2.59%	76.6%
Bangalore S Inde (93)	NR	3.7%	2.25%	NR	NR	NR	84.5%
Hyderabad S Inde (93)	NR	1.57%	0.47%	NR	NR	NR	81.43%
Inde du sud (48)	0.1%	85.7%	2.4%	Tr	1.7%	0.9%	3.1%
NE Inde (80)	0.04%	10.81%	6.92%	NR	NR	0.69%	0.69%
Inde (96)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	83.1-86.2%
	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0.6-12.6%
Madagascar (77)	0.0%	3.9%	0.6%	NR	41.3%	3.2%	10.0%
Cameroun (47)	0.3%	2.8%	1.8%	NR	4.9%	0.1%	85.2%

Tableau IV : comparatif de composition selon les lieu de plantation. (96, 93, 48, 47, 80, 77)

Remarques sur les études :

Little Andaman, Bangalore S Inde, Hyderabad S Inde (93) sont réalisées sur des feuilles fraîches en 2001 par CG/SM

Inde du sud (48) feuilles fraîches en 2001 par CG/SM

NE Inde (80) feuilles fraîches en 1996 par CG/SM

Inde (96) 1988 par CG

Madagascar (77) feuilles fraîches en 1997 par CG/SM

Cameroun (47) feuilles sèches en 2002 par CG/SM

Aucune étude ne renseigne sur la coumarine, cependant la Pharmacopée Européenne signale qu'elle peut être absente. Enfin, on peut signaler que pour l'étude sur la cannelle qui pousse au NE de l'Inde, le taux de benzoate de méthyle est de 65.40% (80). Celui de l'étude (96) est compris entre 63.6 et 66% lorsque le taux d'eugénol est bas, et entre 2.3 et 4.1% lorsque le taux d'eugénol est élevé.

Une étude réalisée à Madagascar en 1997 présente également un résultat surprenant car l'huile essentielle de feuille contient 10% d'eugénol et 40% de cinnamaldéhyde ; ce qui est l'inverse des résultats habituels (77).

On constate une grande disparité dans la composition. Mais il faut quand même dire que les huiles essentielles qui contiennent majoritairement du linalol ou du benzoate de méthyle sont marginales. Il est dommage qu'aucune étude ne réalise une estimation des surfaces de plantation qui produisent ces essences marginales.

### **3.2.1.2. Les bourgeons, les fleurs et les fruits**

Seules les huiles essentielles d'écorce et de feuille sont commercialisées et sont inscrites à la Pharmacopée Européenne. Mais les chercheurs indiens s'intéressent aux huiles essentielles des autres organes de l'arbre.

Une étude indienne de 2003 (51), présente la composition des l'huiles essentielles contenues dans diverses parties du cannelier :

- Brindilles portant des bourgeons contiennent 0.40% d'huile essentielle
- Bourgeons et fleurs contiennent 0.04% d'huile essentielle
- Fruits contiennent 0.32% d'huile essentielle
- Pédoncules des bourgeons et des fleurs contiennent 0.36% d'huile essentielle
- Pédoncules des fruits contiennent 0.33% d'huile essentielle

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation de 6 heures. Puis l'analyse est réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Trois composés sont présents majoritairement dans les cinq sortes d'huiles essentielles : le *E* cinnamyle acétate, le  $\beta$  caryophyllène et le linalol. Cependant il existe une grande disparité de composition qui est résumée dans le tableau suivant (51.)

	Brindilles	Bourgeons et fleurs	fruits	Pédoncles de bourgeons et fleurs	Pédoncles de fruits
$\alpha$ pinène	2.3	0.1	4.2	0.7	0.8
$\beta$ pinène	0.9		1.9	0.4	0.5
$\alpha$ phellandrène	3.4	0.2	2.3	2.2	1.7
limonène	1.6		1.5	0.9	0.8
linalol	15.2	3.6	27.4	11.3	13.1
<i>E</i> cinnamaldéhyde	4.0	0.2		0.8	0.9
Nervyl acétate	1.2	0.6	0.9	2.0	1.4
<i>E</i> cinnamyl acétate	49.4	22.0	43.4	64.5	58.1
<i>Z</i> cinnamyl acétate	2.0	6.1	1.1	0.7	1.5
$\beta$ caryophyllène	8.3	9.8	6.9	9.6	11.1
$\alpha$ humulène	0.8	2.2	0.9	0.8	1.1
$\delta$ cadinène	0.4	2.2	0.3	0.3	0.4
Humulène époxyde I	0.1	5.0	0.3	0.3	0.3
$\alpha$ muurolol	0.2	4.9	0.7	0.2	0.4
$\alpha$ cadinol	0.2	2.4	0.3	0.2	0.3

Tableau V : Composants principaux des différentes huiles essentielles (51)

Cette étude est la seule qui compare les diverses huiles essentielles. D'autres études très récentes s'intéressent à ces huiles essentielles cependant les résultats présentent des différences.

En 2000, une étude indienne portant sur l'huile essentielle de fleurs met en évidence 34 composés dont les principaux sont :

- *E* cinnamyl acétate à un taux de 41.98% (c'est le double de l'étude précédente)
- $\alpha$  bergamotène à un taux de 7.97% ( produit non détecté précédemment )
- oxyde de caryophyllène à un taux de 7.2% ( le  $\beta$  caryophyllène est ici absent alors qu'il était abondant.)

Cependant, cette huile essentielle est également riche en sesquiterpènes ( environ 37%) :  
 $\alpha$  bergamotène,  $\alpha$  copaène,  $\alpha$  humulène,  $\delta$  cadinènes,  $\alpha$  cadinol et globulol.

La différence de taux en cinnamyl acétate peut être éventuellement expliquée par la présence du pédoncule (aucun élément ne stipule la présence ou l'absence). On peut également remarquer que pour la première étude décrite, il y a eu mélange de fleurs et de bourgeons.  
(43)

Une étude de la même équipe, en 2002, a mis en évidence 34 composés de l'huile essentielle issue des bourgeons. Cette huile essentielle est différente de celle des fleurs avec un taux de sesquiterpènes de 85% (44) :

- $\alpha$  bergamotène présent à un taux de 27.38%
- $\alpha$  copaène présent à un taux de 23.05%

Cette huile essentielle présente très peu de cinnamyl acétate (2.4%) contrairement à celles de fleurs et de fruits. Il semble que la formation de ce produit intervienne lors de la floraison et que celui ci augmente jusqu'au stade du fruit.

En 1997, cette équipe indienne avait déjà étudié l'huile essentielle de fruits. Ils ont identifié 34 composés avec un taux de sesquiterpènes de 25%, dont les molécules principales sont  
(45) :

- *E* cinnamyl acétate à un taux moyen de 48.3%
- $\beta$  caryophyllène à un taux moyen de 11.45%

En revanche en 2000, une autre équipe trouve une composition bien différente. Le *trans* cinnamyl acétate (0.4%) n'est présent qu'en très faible quantité. La majorité des composés sont des monoterpènes (29.3%) et sesquiterpènes (67.4%). Les composés principaux sont  
(69) :

- $\alpha$  pinène 11.2%
- $\beta$  caryophyllène 11.0%
- $\delta$  cadinène 13.6%
- $\alpha$  muurolol 9.8%

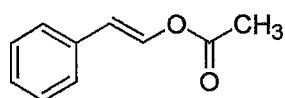
Les deux premiers sont légèrement supérieurs, les deux derniers le sont plus largement.

Les chercheurs ne font que constater cette différence de composition et l'attribuent au lieu de plantations. Il est vrai qu'une étude précédente (80) à avait montré que le benzyle benzoate pouvait être le composé majoritaire de l'huile essentielle d'écorce.

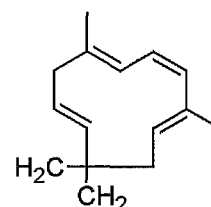
Enfin une étude de 2003, sur l'huile essentielle de pédoncule de fruits de cannellier identifie 27 molécules dont les majoritaires sont (46) :

- $\beta$  caryophyllène à 22.36%
- *E* cinnamyl acétate à 36.59%

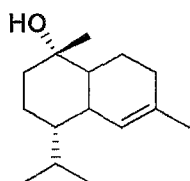
Le taux de sesquiterpènes est d'environ 41%.



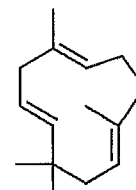
*E* cinnamyl acétate



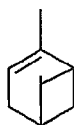
$\alpha$  phellandrène



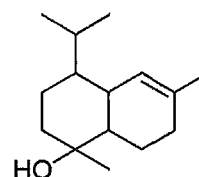
$\tau$  cadinol



$\alpha$  humulène



L' $\alpha$  pinène



L' $\alpha$  muurolol

Toutes ces études sont récentes et sont réalisées grâce à la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Aucune norme existe concernant ces diverses huiles essentielles, mais toutes sont caractérisées par un taux élevé en cinnamyl acétate et par leur fort taux de sesquiterpènes dont le  $\beta$  caryophyllène.

Certains chercheurs évoquent la possible utilisation du cinnamyl acétate naturel à la place du synthétique que l'on utilise dans de nombreuses compositions en parfumeries (notes orientales) et pour corriger, épicer les aliments.

### **3.2.1.3. La racine**

Des cas d'extractions d'huile essentielle de l'écorce de racine de cannelier sont rapportés. Ils ont lieu lors d'arrachages de plantations de canneliers. Cette huile essentielle n'est pas à ce jour étudiée, mais on sait que son constituant principal est le camphre avec une teneur de 50-60% et qu'elle contient environ 5 à 8% de cinnamaldéhyde (43, 98, 122, 5).

### **3.2.2. Divers**

Les feuilles contiennent également des polyphénols mais en très faible quantité (2.9-3.51%) par rapport à l'écorce. Ces polyphénols sont principalement l'acide syringique, et l'acide gentisique (114).

On trouve également du mannitol (41).

### **3.3. composition de l'huile essentielle de *C. cassia***

A la Pharmacopée Européenne (87), on trouve également l'huile essentielle de cannelier *C. cassia*. A l'époque où la Pharmacopée Française était encore d'usage, elle n'était pas inscrite. Cette huile essentielle est extraite des feuilles et des jeunes rameaux. Elle sert parfois à falsifier l'huile essentielle de cannelle de Ceylan son coût étant bien moindre.

Les composés principaux sont :

- L'aldéhyde *trans*-cinnamique : entre 70% et 90%
- L'acétate de cinnamyle : entre 1.0% et 6%
- L'eugénol : inférieur à 0.5%
- La coumarine : entre 1.5% et 4.0%
- Le *trans*-2méthoxycinnamaldéhyde : entre 3.0% et 15%

L' eugénol est quasiment absent de cette huile essentielle ; c'est cependant la plus riche en aldéhyde *trans*-cinnamique (la plus part du temps supérieur à 85%) et on trouve une quantité plus importante de coumarine.

### 3.4. Falsifications des huiles essentielles

L'huile essentielle de cannelle de Ceylan est la plus chère, et de ce fait on observe de la fraude. Il y a un mélange soit avec une autre huile essentielle de moindre valeur comme celle de cannelle de Chine ou d'une autre partie de l'arbre (feuille), soit par ajout d'aldéhyde cinnamique de synthèse ou extrait d'une autre huile essentielle.

Il est relativement facile de distinguer par une analyse chromatographique en phase gazeuse les grandes caractéristiques des huiles essentielles. L'espèce *C. zeylanicum* est caractérisé par la présence d'eugénol, de benzoate de benzyle, d' $\alpha$ -humulène (absent dans *C. cassia*) et l'absence de coumarine (présent dans *C. cassia*). La teneur en *trans*-cinnamaldéhyde est différente entre les deux espèces. L'analyse des isotopes du carbone, quand à elle, permettrait de différencier deux origines géographiques d'une même espèce, ainsi que l'ajout de cinnamaldéhyde de synthèse. Le laboratoire central d'analyse de la région de Grasse (105), s'est penché sur la question et espère pouvoir améliorer son protocole. Il se heurte au nombre important de voies de synthèse de l'aldéhyde cinnamique et qui peuvent donc présenter des résultats différents d'un point de vu isotopiques. Les analyses à l'aide d'isotopes semblent être prometteuses.

Une analyse génétique pour identifier les deux espèces a été menée à bien. Elle n'avait pas pour but de mettre à jour des falsifications mais dans un but de classification botaniques (71).

## **4. ACTIVITES BIOLOGIQUES**

Il existe des utilisations médicales de la cannelle depuis la nuit des temps et c'est une des plantes majeures de la médecine traditionnelle chinoise. Ces utilisations ont donné aux chercheurs, l'envie de mettre en évidence les propriétés biologiques de la cannelle. Les deux espèces ont des propriétés très semblables, la cannelle de Chine étant considérée comme le succédané de la cannelle de Ceylan. Les études sont réalisées sur l'une ou l'autre en fonction des pays et parfois l'origine n'est même pas connue, ce qui rend difficile l'attribution des effets biologiques à telle ou telle espèce.

### **4.1. Historique**

C'est entre 1972 et 1982 que la recherche sur la cannelle fait un bond important avec l'équipe de Harada au Japon : il publie 5 articles sur les propriétés pharmacologiques de la cannelle de Chine (32, 33, 34, 35, 36). Ces propriétés pharmacologiques semblent également présentes chez la cannelle de Ceylan, car le composé majoritaire de la cannelle de Chine, l'aldéhyde cinnamique et également présent majoritairement dans l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan.

#### **4.1.1. Activité sur le système nerveux**

Harada étudie principalement l'activité sur le système nerveux central de l'aldéhyde cinnamique, le composé principal de l'huile essentielle. Il se base sur le fait que les produits lipophiles ont une influence directe sur le système nerveux central ou indirecte lors d'effets sur les organes périphériques.

Ainsi, il montre que l'aldéhyde cinnamique dosé à 10mg/kg, induit une phase d'éveil de quelques minutes, de façon comparable à l'aminopyrine. Cette phase d'excitation est rapidement suivie d'une phase sédatrice (32, 33).



#### **4.1.2. Activité sur le système cardiovasculaire**

Dans un deuxième temps, Harada, met en évidence une activité cardiaque (35) : il obtient d'une part, une vasodilatation périphérique, pour une administration d'aldéhyde cinnamique à 10 mg/kg, Cette vasodilatation obtenue avec 10mg d'aldéhyde cinnamique est comparable à une dose de 10µg de trinitrine, et dure 15 min ce qui est plus long qu'avec la trinitrine La vasodilatation entraîne une diminution de la pression artérielle pendant 5 à 10 min, qui va d'une part, stimuler la respiration et d'autre part augmenter la fréquence cardiaque (inotrope positif).

D'autre part, il observe une action musculotrope de type papavérinique (on observe un relâchement des fibres de muscles lisses) qui entraîne par réaction, une stimulation de la force contractile du cœur (chronotrope positif). Cette action est différente de celle de l'adrénaline qui agit immédiatement, alors que l'aldéhyde cinnamique présente un temps de latence de 1min.

Harada va ensuite s'intéresser au mode d'action (34, 36). Il découvre que l'aldéhyde cinnamique est responsable, d'une libération de catécholamines. En revanche, il montre que c'est bien l'aldéhyde cinnamique qui est responsable de cette action, car l'acide cinnamique et l'alcool cinnamique également présents dans l'huile essentielle n'ont aucune action.

#### **4.1.3. Activité antispasmodique**

Harada montre que l'aldéhyde cinnamique administré par voie intraveineuse entraîne une inhibition modérée de 5 min du péristaltisme gastrique et intestinal pour une dose de 5 à 20 mg/kg. Cette action sur le péristaltisme explique l'utilisation de la cannelle contre les spasmes digestifs.

L'aldéhyde cinnamique a également une action protectrice contre l'érosion gastrique pour des doses comprises entre 250 et 500 mg/kg en fonction du mode d'administration. L'aldéhyde cinnamique pour une dose de 500 mg/kg per os, augmente également la sécrétion biliaire. Constatons seulement que l'efficacité est bien faible en regard de la posologie (35).

## **4.2. Activité anti-infectieuse**

Depuis la nuit des temps, la cannelle est connue pour ses propriétés antiseptiques et anti-putrescibles. Cependant ce n'est qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle que la recherche débute. C'est Chamberland qui en 1887 étudia le pouvoir antiseptique des essences de plantes et notamment de la cannelle (4). Depuis, de nombreuses études ont été mises en œuvre, ce qui a conduit à considérer la cannelle de Ceylan comme une plante majeure dans le domaine infectieux aussi bien pour son huile essentielle d'écorce que pour celle de ses feuille.

Quand à L'huile essentielle de cannelle de Chine, elle présente le même type d'activité que l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan ; ces deux huiles essentielles étant très riches en aldéhyde cinnamique et pauvres en eugénol.

### **4.2.1. Des huiles essentielles d'écorce et de feuille de la cannelle de Ceylan**

Raharivelomanana, de l'Institut Pasteur de Madagascar (92) montre après un screening de plusieurs huiles essentielles issues de plantes malgaches, sur cinq bactéries et trois champignons, que l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan présente le spectre le plus large.

La différence de compositions entre les deux huiles essentielles de cannelle de Ceylan semble avoir une incidence sur l'activité :

	<i>Laurus nobilis</i>	<i>C.zeylanicum</i> écorce	<i>C. zeylanicum</i> feuilles	<i>C.camphora</i> écorce	<i>Ravensara anisata</i> écorce
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	-	-	+
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	-	-	+
<i>Sarcina lutea</i>	+	+	+	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	+	+	-	+
<i>Bordetella bronchisepta</i>	-	+	+	-	+
<i>Candida albicans</i>	-	+	+	-	+
<i>Candida parakrusei</i>	+	+	+	-	+
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	+	-	+

Tableau VI : Pouvoir inhibiteur de quelques huiles essentielles de la famille des Lauracées à la concentration de 0.500 mg/ml (92)

Raharivelomanana établit la concentration minimale inhibitrice (C.M.I.) de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan et de l'huile essentielle de feuille de cannellier sur les mêmes germes. La culture des bactéries est réalisée en milieu DIFCO sur gélose et les champignons sont cultivés en milieu Saboureaud liquide.

La différence d'activité des deux huiles essentielles semble due à la différence de composition : l'huile essentielle d'écorce dont le principal composé est l'aldéhyde cinnamique, est particulièrement active sur les agents fongiques alors que l'huile essentielle de feuille dont le composé majoritaire est l'eugénol à une activité moindre. L'eugénol est très actif sur les germes buccaux et le clou de girofle, très riche également, est utilisé pour l'hygiène bucco-dentaire.

	Huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan	Huile essentielle de feuilles de cannellier
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.186	1.000
<i>Bacillus subtilis</i>	0.091	1.000
<i>Sarcina lutea</i>	0.250	0.333
<i>Escherichia coli</i>	0.142	0.125
<i>Bordetella bronchisepta</i>	0.050	0.250
<i>Candida albicans</i>	0.020	0.250
<i>Candida parakrusei</i>	0.023	0.200
<i>Aspergillus niger</i>	0.025	0.142

Tableau VII : Pouvoir inhibiteur des huiles essentielles testées sur quelques souches bactériennes et fongiques ; C.M.I. exprimés en mg/ml. (92)

En 2002, une étude teste l'huile essentielle de feuille de cannelle de Ceylan sur plusieurs bactéries. Cette huile contient environ 85% d'eugénol et cette huile essentielle présente des concentrations minimum inhibitrices (CMI) et des zones inhibitrices assez intéressantes :

- Sur *Escherichia coli* la CMI est de 2000 ppm et une zone d'inhibition de 30 mm.
- Sur *Pseudomonas fluorescens* la CMI est de 5000 ppm et une zone d'inhibition de 22 mm.
- Sur *Staphylococcus aureus* la CMI est de 3500 ppm et une zone d'inhibition de 20 mm.

En comparaison, le sulfate de streptomycine présente des zones d'inhibitions respectivement de 15 ; 12 ; 12 mm sur les mêmes germes..

Cette activité semble due au fort taux d'eugénol (47).

#### 4.2.2. Activité antibactérienne de l'aldéhyde cinnamique

Pour montrer le pouvoir antibactérien de l'aldéhyde cinnamique l'équipe de Lens-Lisbonne compare l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan directement à l'aldéhyde

cinnamique seul et cherche à mettre au point une microméthode de détermination de la C.M.I.(65).

	Critère d'activité (mg/ml)	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus faecium</i>
Cannelle de Ceylan (H.E.)	CMIC	0.20	0.30	0.20	0.35
	CMIR	0.20	0.20	0.20	0.40
Aldéhyde cinnamique	CMIC	0.20	0.40	0.25	0.50
	CMIR	0.20	0.20	0.30	0.45

Tableau VIII : comparaison de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle(H.E.) d'écorce de cannelle de Ceylan et de l'aldéhyde cinnamique. (65)

CMIC : CMI conventionnelle et CMIR : CMI rapide

La CMI conventionnelle est déterminée sur une macrométhode en milieu liquide après 16 heures d'incubation à 37°C, alors que la microméthode se réalise sur microplaque avec de petits volumes. Cette technique est réalisable en 4 heures d'incubation à 37°C. On voit que les CMI sont relativement proches sauf pour le *P. aeruginosa* où il y a un grand écart plutôt lié à la méthode de détection rapide, la lecture photométrique des microméthodes étant plus fiable. Mais cette étude montre également que le *P. aeruginosa* semble sensible à l'huile essentielle de cannelle de Ceylan alors qu'il présente de nombreuses résistances aux antibiotiques.

#### 4.2.3. Activité antibactérienne de l'extrait hydroalcoolique

En 1999, l'équipe japonaise d'Azumi (8) a découvert dans l'écorce de cannelle, le premier inhibiteur végétal d'endotoxines bactériennes. Ces endotoxines sont des lipopolysaccharide (LPS) présentes dans la membrane externe des bactéries gram négatif, ce qui permet une résistance accrue aux antibiotiques. Dans une infection bactérienne, l'endotoxine joue un rôle principal dans la virulence de l'agent bactérien : elle est responsable de modifications sévères

de la pathogénicité notamment la fièvre, l'hypotension, les chocs, la coagulation intravasculaire disséminée, l'atteinte de divers organes. Actuellement, 20 à 60% des septicémies mortelles sont liées à la présence d'une endotoxine. Le seul antibiotique qui agisse sur les endotoxines est la polymixine B qui est un polypeptide cyclique.

Pour tester cette activité inhibitrice les chercheurs ont employé un lysat d'amoebocyte de limule : les amoebocytes sont des cellules sanguines d'un petit mollusque, la limule, ayant la propriété de coaguler les endotoxines bactériennes. Cette propriété est utilisée comme test. En mettant en contact la solution de lysat de limule et les endotoxines, on obtient un coagulât gélatineux. La vitesse de la réaction est dépendante de la concentration en endotoxines plus il y a d'endotoxine plus le coagulât est important. Cette réaction est qualitative et semi-quantitative (87).

L'inhibiteur est extrait de l'écorce de cannelle par une solution hydroalcoolique à 67% d'alcool. Deux fractions semblent actives. Elles sont nommées W-EI et G-EI et vont être testées sur l'endotoxine de *Salmonella minnesota* à diverses concentrations.

Concentration d'inhibiteur en mg/kg		Concentration d'endotoxine en µg/ml					
		0.01	0.1	1	10	100	1000
W-EI	100				> 90	> 90	50
	10			> 90	74	23	
	1	> 90	60	39			
G-EI	10				> 90	> 90	> 90
	1	> 90	> 90	> 90	53	22	
	0.1	> 90	39				

Tableau IX : Action inhibitrice en %, de W-EI et de G-EI sur l'activité de l'endotoxine (8)

Pour une concentration de 1 µg/ml d'endotoxine, l'extrait d'écorce de cannelle présente une inhibition de 90% pour une concentration de 10mg/kg.

En présence d'un inhibiteur d'endotoxine, la réaction de coagulation avec le lysat de limule ne se fait pas.

L'activité inhibitrice est dose dépendante et il semble que la fraction G-EI soit la plus efficace

Cette même équipe teste ensuite cette fraction G-EI à une concentration de 1mg/ml sur diverses endotoxines(LPS) à diverses concentrations. Le 506 est une endotoxine synthétique de *E. coli*. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	Concentration d'endotoxines en µg/ml			
	0.1	1	10	100
<i>E. coli</i> LPS	> 90	> 90	54	15
<i>Comamonas testosteroni</i> LPS		> 90	> 90	36
506	> 90	> 90	90	49

Tableau X : Action inhibitrice de G-EI en % contre diverses endotoxines (8)

L'effet inhibiteur est actif sur plusieurs sortes d'endotoxines. Cette inhibition est significative au bout de 30 min d'incubation et au-delà de 24 heures, l'activité de l'endotoxine est abolie. La structure de cet inhibiteur n'est pas connue à ce jour. En effet, les molécules bien connues de la cannelle comme l'aldéhyde cinnamique et l'eugénol, se sont avérés inactifs sur les endotoxines cependant l'espèce de cannelle utilisée n'a pas été communiquée.

L'activité antibactérienne des cannelles est à ce jour bien connu. L'équipe française du Dr Malhuret (68), en 1983, à l'hôpital de Clermont-Ferrand, a testé diverses huiles essentielles sur divers patients atteints d'infections urinaires ou d'escarres. C'est l'huile essentielle de cannelle de Ceylan qui est sortie du lot et qui a permis la meilleure évolution favorable.

#### 4.2.4. Activité antifongique

Comme pour l'activité antibactérienne, l'activité antifongique des deux cannelles( bien qu'il y ai peu d'étude sur la cannelle de Chine) n'est plus à démontrer. Cette activité semble attribuable à l'aldéhyde cinnamique.

Les champignons microscopiques comme les *Aspergillus* peuvent produire des mycotoxines comme l'aflatoxine qui peut être responsable de carcinome hépatique chez l'homme comme chez les animaux. Or la contamination des denrées alimentaires et notamment des céréales par ces agents fongiques peut arriver. Une équipe Egyptienne teste plusieurs huiles essentielles dont celle de la Cannelle de Ceylan sur divers agents et sur leurs mycotoxines (106).

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

HE cannelle ppm	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus parasiticus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Fusarium moniliforme</i>
0.0	62.4	58.1	54.1	56.7
500	4.0	11.0	6.0	3.0
1000	0.0	0.0	0.0	0.0

Tableau XI : surface de croissance des divers agents fongiques en fonction de la quantité d'huile essentielle (HE) de cannelle de Ceylan. (106)

La cannelle de Ceylan est une des deux plantes médicinales à agir dès 500 ppm et à 1000 ppm l'inhibition est complète. Ce résultat n'est pas surprenant, de nombreuses autres études ont déjà mis en évidence des résultats similaires et les molécules sont le cinnamaldéhyde et le *O*-methoxycinnamaldéhyde.

Cette même équipe teste les plantes les plus efficace sur du blé contaminés par des agents fongiques. Ils mesurent la production de mycotoxines au cours du temps et peuvent ainsi montrer l'efficacité en terme de protection lors du stockage du blé. C'est une façon naturelle de conserver les céréales et qui mérite d'être approfondie. C'est un bon espoir en terme de



coût pour assurer une bonne conservation des céréales dans les pays en voie de développement et qui produisent des huiles essentielles.

Les résultats concernant l'huile essentielle de cannelle de Ceylan sont exposé dans le tableau suivant :

HE cannelle	Nombre de semaines	Aflatoxine	Ochratoxine A	Fumonisine
0 %	2	27.73	21.46	115.75
	4	27.52	20.98	117.98
	8	26.98	21.35	115.55
0.1 %	2	2.67	1.91	22.68
	4	6.26	5.02	51.00
	8	7.51	9.97	62.60
0.5 %	2	Traces	Traces	Traces
	4	5.45	2.31	28.81
	8	2.57	4.63	31.70
1.0 %	2	Traces	Non détectée	Traces
	4	Traces	Traces	12.78
	8	1.87	Traces	17.00
2.0 %	2	Non détectée	Non détectée	Non détectée
	4	Non détectée	Non détectée	Traces
	8	Non détectée	Non détectée	Traces

Tableau XII : effet de HE de cannelle sur la production de mycotoxine en ng/g de blé contaminé. (106)

En 1999, l'équipe française de Ferhout (25) présente une étude où il compare l'action de la cannelle de Ceylan et du thym sur deux agents fongiques responsables de nombreuses pathologies cutanées mais également d'affections plus sévères lors de déficits immunitaires. Il

s'agit de *Malassezia furfur* et de *Candida albicans*. Or depuis quelques années, on observe une émergence de résistances aux antifongiques classiques.

Les huiles essentielles d'écorce de cannelle de Ceylan et de thym de chémotype carvacrol sont particulièrement actives ; la première surtout sur *M. furfur* et la seconde sur *C. albicans*. Il a également testé les composés principaux des huiles essentielles : le carvacrol et l'aldéhyde cinnamique.

La seconde partie de l'étude teste l'huile essentielle de cannelle de Ceylan, l'aldéhyde cinnamique, ainsi que l'huile essentielle de thym à carvacrol et le carvacrol à diverses concentrations : de 1µg/ml jusqu'à 1000 µg/ml.

Dès 100µg/ml d'huile essentielle de cannelle l'inhibition complète de la croissance de *M. furfur* dure 3 jours. A la même posologie, l'aldéhyde cinnamique permet une inhibition complète qui dure au-delà de 8 jours. Les résultats concernant le thym et *C. albicans* sont similaires.

Huiles essentielles Concentration en mg/ml		<i>Malassezia furfur</i>	<i>Candida albicans</i>
Thym carvacrol	0.5	> 300	69
	1	128	0
	5	0	0
Cannelle	0.5	25	300
	1	0	0
	5	0	0
Carvacrol	0.5	> 300	94
	1	31	0
	5	0	0
Aldéhyde cinnamique	0.5	118	190
	1	0	0
	5	0	0

Tableau XIII : nombre de colonies fongiques formées en présence d'huiles essentielles (25)

On peut ainsi supposer que l'activité fongique de l'huile essentielle d'écorce de cannelle est liée à son constituant majoritaire

Les C.M.I. établies sont :

- Pour *M. furfur* : 200 µg/ml concernant l'huile essentielle de cannelle et 100 µg/ml pour l'aldéhyde cinnamique
- Pour *C. albicans* : 350 µg/ml concernant l'huile essentielle de cannelle et 150 µg/ml pour l'aldéhyde cinnamique

Les patients infectés par le virus HIV, développent fréquemment des infections fongiques, notamment des candidoses oropharyngées qui sont traitées par les azolés comme le kétoconazole, l'itraconazole et le fluconazole. Cependant des résistances apparaissent, obligeant les médecins à employer l'amphotéricine B injectable avec toutes les conséquences que cela peut entraîner.

De nombreuses équipes de chercheurs tentent de trouver une alternative aux azolés. En 1996, l'équipe américaine de Quale (91), teste la cannelle de Ceylan sur des prélèvements issus de patients HIV positifs et résistants aux traitements classiques.

Il établit ainsi les CMI des agents traditionnels de la cannelle, de ces principaux composants et de divers chewing gum et sucreries à la cannelle (ces friandises étant très prisées des américains). Ces résultats se trouvent dans le tableau suivant.

	Prélèvements cliniques							
	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ca 4	Ca 5	Ca 6	Ca 7	Cg1
Fluconazole	> 32	> 32	> 32	4	0.50	0.25	> 32	> 32
Kétoconazole	1	32	4	2	0.50	0.12	0.50	4
itraconazole	0.25	0.12	0.25	0.25	0.50	0.12	0.25	1
Amphotéricine B	1	2	1	> 4	1	2	1	> 4
Cannelle en écorce	3.7	3.7	7.5	< 0.5	7.5	30	7.5	15
Acide cinnamique	> 1	> 1	> 1	1	> 1	1	> 1	> 1
Aldéhyde methoxycinnamique	0.06	0.06	0.06	0.12	0.03	0.5	0.25	0.5
eugénol	0.25	0.25	0.25	0.50	0.5	1	1	1
Aldéhyde cinnamique trans	0.03	0.06	0.06	0.03	0.06	0.25	0.12	0.25
Chewing gum	50	50	25	100	50	25	50	100

Tableau XIV : CMI en mg/ml d'agents antifongiques et de produits issus de la cannelle de Ceylan. Ca 1-7 représente 7 prélèvements de *C. albicans* et Cg représente *C. glabrata* (91)

Quale montre ainsi que les produits issus de la cannelle sont une alternative aux traitements dit classiques (91). Il va ensuite tester la cannelle directement sur les patients. Il emploie un traitement de pastilles à la cannelle à raison de 8 pastilles / jour pendant 7 jours sans autre traitement antifongiques. Dans la plus part des cas la candidose régresse.

D'autres champignons sont responsables d'infections sévères chez le patient immunodéprimé. Ainsi le *Cryptococcus neoformans* est un champignon opportuniste. En 1994, l'équipe française de Viollon et Chaumont (118) teste diverses huiles essentielles sur cet agent pathogène. L'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan présente une des meilleures CMI : 100 µg/l, c'est une des huiles essentielles les plus actives avec celles de géranium, de thym et de clou de girofle. Ces diverses huiles essentielles ainsi que les composants actifs

constituent une alternative aux thérapeutiques conventionnelles et sont des terrains de recherche importants qui pourraient déboucher sur de nouveaux traitements.

### **4.3. Activités sur le système digestif**

#### **4.3.1. Activité hépatique**

L'incidence du cholestérol dans les maladies cardio-vasculaire étant importante, de nombreux chercheurs tentent de découvrir de nouvelles molécules actives sur la fonction hépatique dans les épices.

Ainsi en 1989 une équipe indienne a testé diverses épices en tant que stimulant des cytochromes hépatiques arylhydroxylase dépendant. C'est le cas de la cannelle de Ceylan, mais les résultats sont bien peu intéressants par rapport à d'autres épices tels que le fenugrec, le cumin ou le gingembre (102).

En 1991, cette même équipe recherche dans les épices une activité hypocholestérolémiante sur des rats. Là encore les résultats concernant la cannelle de Ceylan ne sont pas au rendez-vous : la cannelle semble n'avoir aucune action sur le cholestérol, les phospholipides ni sur les triglycérides (101).

Cependant en 2003, une étude comparative entre un cinnamate (rien de précisé dans l'étude) et la lovastatine, est publiée. La lovastatine est un inhibiteur de l'enzyme clé de la biosynthèse du cholestérol au niveau du foie, L'HMG-Co-A réductase qui fait partie de la classe thérapeutique des « statines » (63).

Une population de rats est nourrie pendant 6 semaines avec une alimentation riche en cholestérol avec soit de la lovastatine soit du cinnamate. Ici les résultats sont particulièrement intéressants :

Le taux sanguin de cholestérol total et celui des triglycérides ne présentent pas de différences significatives, cependant le taux de HDL-cholestérol ou « bon cholestérol » est augmenté en présence de cinnamate :

- Le groupe placebo présente un taux de HDL-cholestérol de 0.98 mmol/l
- Le groupe lovastatine présente un taux de HDL-cholestérol de 1.03 mmol/l
- Le groupe cinnamate présente un taux de HDL-cholestérol de 1.34 mmol/l

Parallèlement la quantité de cholestérol au niveau du foie est diminuée de façon significative : 0.72 mmol/l pour le contrôle et 0.53 mmol/l pour le cinnamate. Au niveau du foie le cinnamate est également actif sur les triglycérides : 0.27 mmol/l pour le contrôle et 0.21 mmol/l pour le cinnamate.

Sur le plan histologique, il n'y a pas d'accumulation de gouttelettes lipidiques au niveau du foie comme c'est le cas avec le groupe témoin.

Enfin le test du cinnamate testé sur les deux enzymes importantes dans la régulation du cholestérol est également intéressant :

- Le cinnamate inhibe de façon importante l'HMG-Co-A réductase.
- Le cinnamate n'a aucune action sur l'acyl-Co-A cholestérol acyl transférase, enzyme qui catalyse la formation d'ester de cholestérol alimentaire et donc la formation du LDL-cholestérol ou « mauvais cholestérol » ; si on l'inhibe, on diminue l'absorption du cholestérol alimentaire. Les chercheurs tentent de découvrir des molécules agissant sur cette enzyme et donc de trouver une nouvelle classe thérapeutique

Le domaine de recherche semble prometteur (63).

L'étude clinique américaine concernant l'effet de la cannelle sur le taux de glucose présente également un résultat sur le bilan lipidique intéressant : une diminution sur les triglycérides de 23 à 30%, une diminution de 7 à 27% du LDL cholestérol et une diminution de 12 à 26% sur le cholestérol total sont également observés. Le groupe recevant le placebo n'a eu aucune modification significative (53).

### **4.3.2. Activité antiulcéreuse**

L'ulcération de la paroi gastrique apparaît comme le résultat d'une interaction d'une composante génétique et de facteurs environnementaux comme l'alimentation : l'alcool, le café stimulent la sécrétion gastrique, les plats épicés ; mais aussi le tabac, les médicaments (anti-inflammatoire, aspirine), le stress. Depuis quelques années, une bactérie est mise en cause dans l'ulcère : *Helicobacter pylori* (21).

La cannelle agit à la fois comme protecteur de la muqueuse et comme antibactérien sur *H. pylori* .

#### **4.3.2.1. Prévention de l'ulcère**

L'activité de la cannelle entraîne une diminution des sécrétions et une augmentation des facteurs de protection.

Déjà en 1975, Harada (35) avait montré que la cannelle de Chine avait une action sur le système digestif.

En 1986, Akira et Tanaka (2), vont tester un extrait aqueux d'écorce de cannelle de Chine sur des rats, chez qui un ulcère est déclenché, soit par immersion dans de l'eau, soit par un séjour au froid, ce qui représente un ulcère de stress. On peut également provoquer une ulcération par une injection sous-cutanée de sérotonine responsable d'une vasoconstriction qui induit une ischémie locale. Il compare les résultats obtenus avec la cannelle de Chine à un agent anti-ulcéreux de référence, la cimétidine.

L'extrait de cannelle prévient les différents types d'ulcère à des doses dépendantes. Elle semble aussi efficace que la cimétidine à une posologie de 100mg /kg intra-péritonéale ; et semble encore plus efficace contre l'ulcère induit par la sérotonine, la cimétidine aggravant l'ulcération dans ce cas.

ulcérogène	Traitement par voie intra-péritonéale	Dose mg/kg	Inhibition en %
Stress au froid	Sérum physiologique		0
	Cannelle	25	51.80
		50	87.10
		100	100
	cimétidine	25	58.80
		50	69.4
		100	100
sérotonine	Sérum physiologique		0
	Cannelle	25	-9.3
		50	58.9
		100	100
	cimétidine	50	-116.7
		100	-23.1

Tableau XV : Activité d'un extrait aqueux de cannelle contre une ulcération au stress et à la sérotonine (2)

Puis, ils ont mesuré la sécrétion gastrique (l'acide chlorhydrique est protéolytique et la concentration en ions H<sup>+</sup> augmente l'ulcération), l'activité de la pepsine (enzyme protéolytique qui peut attaquer la paroi de l'estomac et le mucus), la quantité de mucus protecteur et le flux sanguin au niveau de la muqueuse gastrique.

traitement	Sécrétion gastrique ml	Acide gastrique mEq	Pepsine en mg de tyrosine
Sérum physiologique	9.50	0.77	118.40
cannelle	5.10	0.49	66.30

Tableau XVI : effet de l'extrait aqueux de cannelle sur les diverses sécrétions gastriques (2)



La sécrétion gastrique diminue de façon significative notamment pour la pepsine et moins sensiblement pour l'acide chlorhydrique. On observe également une augmentation de la sécrétion de mucus dans le fundus et encore plus dans l'antrum ainsi qu'une augmentation du flux sanguin muqueux ; ces deux derniers paramètres étant des protecteurs de la muqueuse gastrique.

En effet, une diminution de ce flux sanguin entraîne une diminution du pH intra-muqueux liée à la réduction des apports de bicarbonates plasmatiques. De plus, il entraîne une hypoxie des cellules épithéliales de surface, hypoxie qui engendre une chute des réserves énergétiques des cellules et une inhibition des systèmes de transports actifs des ions à travers les membranes cellulaires (transport qui s'oppose à l'acidification des cellules épithéliales de surfaces) (21). La prévention de l'ulcère serait liée à l'amélioration de la micro-circulation par augmentation du flux sanguin. Il semble que l'aldéhyde cinnamique inhibe l'ulcération par une action centrale, et l'extrait aqueux semble plus efficace que l'huile essentielle.

En 1989, la même équipe de chercheurs (110), identifie 2 composés de l'écorce, particulièrement actifs :

- L'acide 3 (2 hydroxy phenyl) propanoïque
- L'acide 3 (2 O-β glycosyl phenyl) propanoïque

Ces deux composés sont actifs à faible dose :

- le premier induit une inhibition de 54% pour une posologie de 40µg/kg
- le deuxième induit une inhibition de 42% pour une posologie de 8µg/kg

Et ils obtiennent des résultats similaires avec les produits synthétiques.

Cependant l'activité est en forme de cloche ce qui serait le signe d'une auto-inhibition non compétitive sur 2 récepteurs inter-dépendants.

Parallèlement ils ont testé le pouvoir inhibiteur du premier composé sur le pouvoir ulcérogène de quelques anti-inflammatoires et sur l'éthanol.

ulcérogène	traitement	Posologie en mg/kg	Inhibition en %
Phénybutazone	Sérum physiologique		0
	Composé 1	0.04	46.5
Ethanol 50°	Sérum physiologique		0
	Composé 1	0.04	52.7
Aspirine	Sérum physiologique		0
	Composé 1	0.04	22.5
Indométacine	Sérum physiologique		0
	Composé 1	0.04	-25.1

Tableau XVII : effet du 3(2 hydroxy phenyl) propanoïque issu de la cannelle de Chine, sur divers agents ulcérogènes (110).

L'efficacité de l'extrait de cannelle de Chine n'est significative que pour l'éthanol et la phénybutazone. Parallèlement, le composé 1 montre une augmentation significative du flux sanguin mais pas de diminution de la sécrétion gastrique comme lors des tests sur l'extrait aqueux de cannelle de leur première publication. Ils en déduisent que d'autres molécules restent à découvrir.

L'effet anti-ulcère de la cannelle serait attribué à une atténuation des facteurs agressifs et une stimulation des facteurs protecteurs.

Un autre domaine semble prometteur, c'est la stimulation de la biogenèse par la cannelle de prostaglandines E2 qui a un effet cytoprotecteur.

#### 4.3.2.2. Action contre *Helicobacter. pylori*

*H. pylori* est une bactérie impliquée dans un certain nombre de processus ulcéreux. C'est une bactérie flagellée ce qui lui permet, au niveau stomacal de traverser le mucus et de s'attacher à la muqueuse grâce à une enzyme protéolytique.

En parallèle, elle sécrète une autre enzyme, une uréase qui dégrade l'urée en ammoniaque et en bicarbonate, créant ainsi un milieu alcalin permettant la survie dans ce milieu acide. De

plus l'ammoniaque est particulièrement agressive surtout pour la paroi gastrique habituée au milieu acide (26, 27)

L'activité antimicrobienne de la cannelle est connue depuis longtemps. Il semble que dans ce cas, la cannelle soit active par diminution de la croissance et également par diminution du facteur de virulence, l'uréase de *H. pylori* (108)

Le traitement classique repose sur une association d'inhibiteur de pompe à proton (oméprazole) et d'une mono ou bi-antibiothérapie (amoxicilline, tétracycline ou métronidazole).

Dans cette étude, Tabak teste deux extraits d'écorce de cannelle de Chine (108) :

- Un extrait éthanolique
- Un extrait au dichlorométhane

Il teste ces deux extraits à diverses concentrations, grâce à une méthode de diffusion sur disque, à la fois sur l'inhibition de la bactérie *H. pylori* et à la fois sur l'inhibition du facteur de virulence, l'uréase.

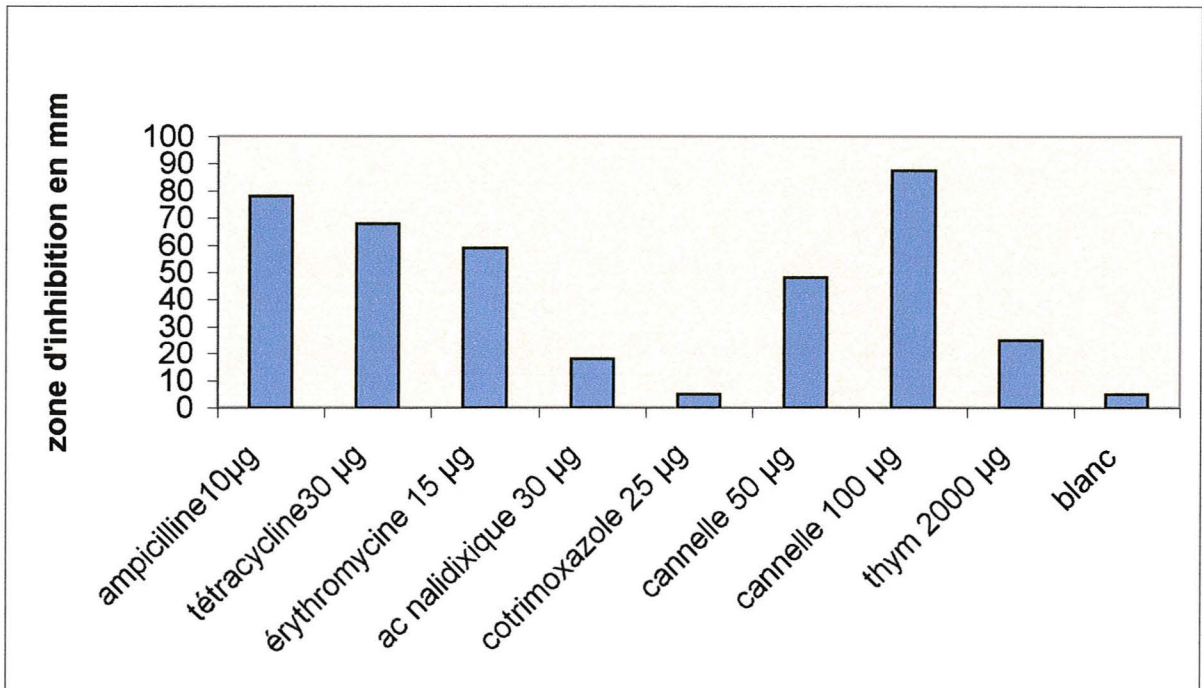
Concernant l'inhibition de *H. pylori* : l'extrait au dichlorométhane de cannelle de Chine est plus actif que l'extrait éthanolique. On obtient une inhibition maximum :

- 100µg/disk pour le dichlorométhane
- 800µg/disk pour l'éthanol

Concernant l'inhibition de l'activité de l'uréase, il se passe l'inverse ; on a une inhibition quasi totale (>95%) pour 4 mg :ml de solution éthanolique alors qu'à cette même posologie l'inhibition ne représente que 20% pour la solution de dichlorométhane.

Cette différence entre les deux extraits pourrait être liée à la différence de polarité entre l'éthanol et le dichlorométhane ; l'éthanol ayant une affinité pour les inhibiteurs de protéines et le chlorhydrate de méthylène plutôt pour les aldéhydes.

Dans cette même étude Tabak compare également la cannelle par rapport aux antibiotiques classiquement utilisés.



Graphique II : comparaison de l'inhibition d'*H. pylori* par différents antibiotiques, la cannelle et le thym. (108)

100 µg de cannelle correspond à l'activité de 10 µg d'ampicilline.

Enfin Tabak a réalisé un test sur des prélèvements de sept patients infectés (81). Il a testé l'extrait de dichlorométhane sur ces divers isolats bactériens : pour 4 de ces patients la concentration minimum inhibitrice est de 25µg/ml, et pour les 3 autres patients elle est de 50µg/ml.

L'inhibition bactérienne semble liée au cinnamaldéhyde, puis à l'eugénol et au carvacrol ; en revanche le lien semble bien moins évident concernant le produit responsable de l'inhibition de l'uréase.

En 2000, cette même équipe a réalisé une étude in vivo sur un groupe de patients infectés par *H. pylori*. 15 patients (11 femmes et 4 hommes), âgés de 17 à 65 ans, ont reçu un extrait alcoolique de cannelle à une posologie de 40mg deux fois par jour pendant 4 semaines. La quantité de colonie de *H. pylori* est déterminée en mesurant la quantité d'urée C<sup>13</sup> expirée par le patient.

Malheureusement, la cannelle seule ne semble pas assez efficace, car sur les 15 patients traités, huit seulement présentent une légère diminution de la colonisation ; diminution peu significative. Peut être qu'une association avec des antibiotiques pourrait être plus utile.

Ces résultats encourageant de la cannelle pourraient à plus ou moins long terme être une alternative aux traitements antibiotiques, et ainsi amoindrir le développement de résistances ; d'autant plus que seulement 5 patients sur 15 se sont plaints d'effets indésirables mineurs n'ayant pas entraîné l'arrêt du traitement, les autres l'ayant très bien supporté (81).

#### **4.4. Activité insulinique**

Les épices sont souvent employées dans l'alimentation comme exhausteur de goût et d'arôme. Mais il semble que certaines épices et notamment la cannelle de Chine jouent un rôle sur le métabolisme du glucose.

Dans une première étude une équipe américaine montre que la cannelle présente la plus importante activité de potentialisation de l'insuline par rapport aux autres épices. Ils ont en premier lieu, pensé que le taux de chrome contenu dans les épices jouait un rôle important dans la stimulation de l'activité de l'insuline ; cependant, la cannelle présente le taux de chrome le plus bas alors qu'elle présente une forte activité. Ils vont donc par la suite rechercher la ou les molécules et le mécanisme d'action de la cannelle, dans le processus de stimulation de l'insuline (52).

En 1992, ils montrent que la cannelle présente un double effet : à la fois elle potentialise l'activité de l'insuline, mais elle possède sa propre activité « insuline like », c'est à dire qu'elle potentialise l'utilisation du glucose sans la présence d'insuline. Cependant la présence d'albumine diminue l'activité de la cannelle de façon dose dépendante. Cette diminution d'activité semble liée à une liaison entre l'albumine et la cannelle comme c'est le cas avec d'autres produits ( 12).

En 1998, toujours intéressés par l'action de la cannelle sur l'activité de l'insuline, ils réalisent une nouvelle étude cherchant à mettre en évidence le mécanisme d'action.

Lors d'un fonctionnement normal, il y a un système de phosphorylation-déphosphorylation au niveau du récepteur de l'insuline : La PI 3'kinase se fixe sur le récepteur de l'insuline et

permet une autophosphorylation qui permet une activation de ce dernier, il peut recevoir l'insuline. Le site devient inactif lorsqu'il y a déphosphorylation par une protéine tyrosine phosphatase PTPase 1 $\beta$ .

Dans des pathologies comme l'obésité ou le diabète non insulino dépendant de type 2, il semble qu'un trop grand nombre de récepteurs à l'insuline soit inactivé donc déphosphorylé ; cette déphosphorylation pourrait être liée à une activité trop importante de la PTPase 1 $\beta$ .

Cliniquement on observe une insulino-résistance, qui se manifeste progressivement par :

- Un défaut de la consommation du glucose à concentration normale en insuline
- Une baisse de la stimulation de la synthèse de glycogène au niveau du muscle
- L'activité de la glycogène synthétase est défectueuse

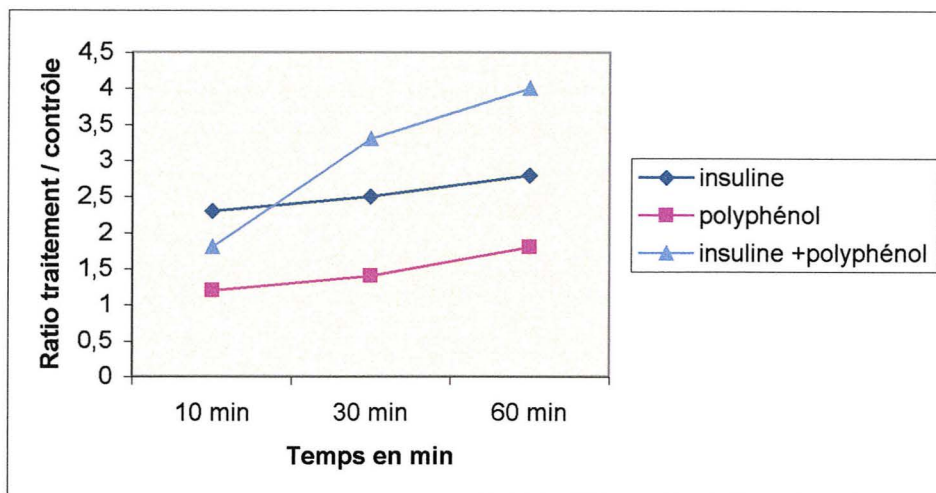
Cette déphosphorylation serait liée à des facteurs génétiques combinés à des facteurs environnementaux.

Le ou les composés de la cannelle inhibent la PTPase 1 $\beta$  et active la PI 3' kinase, ce qui permet de maintenir le récepteur de l'insuline activé (38, 90).

A partir de 2001, ils isolent la molécule active ; ils pensent en premier à une chalcone : La méthylhydroxychalcone de cannelle, qui serait responsable de l'inhibition de la tyrosine phosphatase (42).

En 2004, la molécule est découverte est ce n'est pas une chalcone mais un polymère de polyphénol de type A (3).

Le polyphénol est bien le composé actif de la cannelle ; l'étude de 2001 présente des résultats très intéressants :



Graphique III : Effets de l'insuline ou du polyphénol sur la stimulation de la consommation de glucose. (42)

Le polyphénol présente bien sa propre activité de façon plus faible, mais présente également une synergie avec l'insuline très intéressante.

Ce polyphénol se comporte comme un mimétique de l'insuline en déclenchant la même chaîne de réaction biochimique. De plus, il y a une action synergique avec l'insuline qui provient du rôle sur les enzymes responsables de la phosphorylation-déphosphorylation des récepteurs de l'insuline au niveau des tissus utilisateurs de glucose.

Enfin, il stimule la synthèse du glycogène à un taux similaire à celui de l'insuline et agit également en synergie (42).

Entre temps en 2003, ils réalisent une étude clinique sur 60 patients atteints de diabète de type 2 ; Ces 60 patients sont randomisés en 6 groupes :

- Le premier groupe reçoit 1g de cannelle/jour
- Le second groupe reçoit 3g de cannelle/jour
- Le troisième groupe reçoit 6g de cannelle/jour
- Les trois groupes suivants sont reçoivent du placebo

La consommation de cannelle a duré pendant 40 jours puis il y a eu un Wash-out de 20 jours. Tous les patients recevant de la cannelle ont réduit leur glycémie de 18 à 29%. De plus ces patients ont également présenté un bilan lipidique amélioré (53).

Ainsi, la cannelle pourrait jouer un rôle intéressant pour réduire les facteurs de risques associés au diabète et aux maladies cardiovasculaires. Il pourrait être utile d'envisager une introduction plus fréquente et régulière dans l'alimentation.

#### **4.5. Activité antioxydante**

Dans les années 90, des chercheurs s'intéressent au pouvoir antioxydant de la cannelle de Ceylan.

Les phénomènes d'oxydation sur les aliments provoquent des changements qui affectent la saveur, la couleur, l'odeur et donc la qualité nutritionnelle de ces produits.

Cette oxydation s'effectue sur les lipides par une chaîne de réaction radicalaire. Des radicaux libres se forment en présence d'oxygène. Il y a production d'un radical superoxyde  $O_2^-$ , capable d'attaquer les molécules lipidiques ce qui entraîne la formation d'hydroperoxyde et d'un nouveau radical libre.

Ces hydroperoxydes sont instables et sont rapidement réduits en divers sous produits comme des époxydes, des cétones et des aldéhydes ; la qualité des produits alimentaires n'est plus assurée.

La peroxydation des acides gras peut être prévenu par l'addition d'antioxydants. Ces antioxydants sont des composants qui vont interférer avec les radicaux libres et subir la dégradation à la place des acides gras :

- Soit en réagissant directement avec les radicaux libres
- Soit en le chélatant avec les métaux catalytiques
- Soit en ayant un rôle nécrophage (appelé souvent scavenger)

De nombreux antioxydants de synthèse sont utilisés pour contrôler l'oxydation lipidique tels que le butylhydroxytoluène (BHT), le butylhydroxyanisole (BHA), le propylgalate (PG) et le butylhydroquinone (TBHQ). Mais cet aspect chimique ainsi que leurs effets néfastes possibles les rendent impopulaires.



De nombreuses recherches sont mises en routes pour leur trouver des équivalents d'origine naturelle.

La cannelle de Ceylan présente une activité superoxyde dismutase « like ». Le radical superoxyde  $O_2^-$  est connu pour être extrêmement nuisible et pouvant engendrer des processus d'oxydations pathogènes telles que l'inflammation, la mutagénicité, la carcinogénicité ainsi qu'un rôle dans les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer.

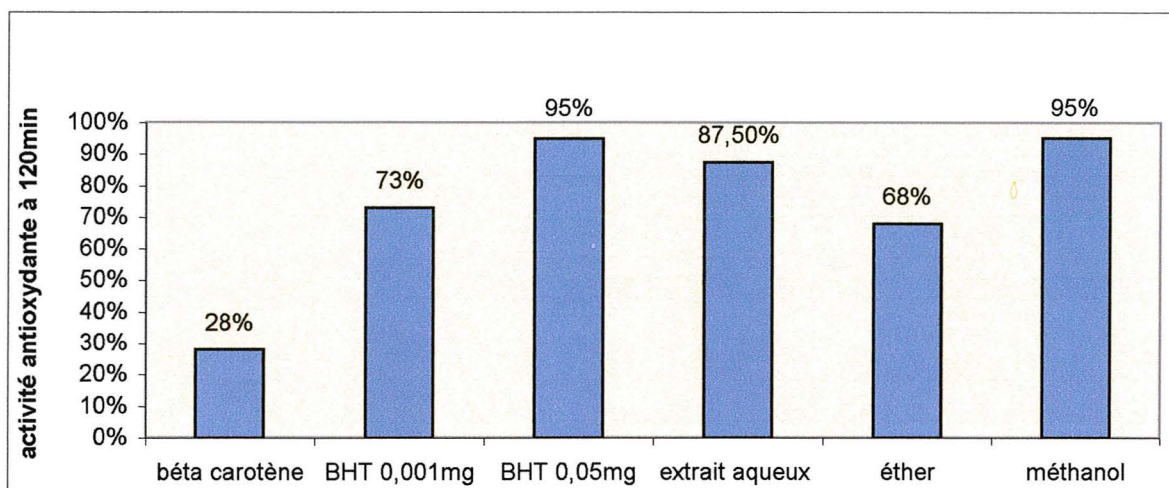
Pour palier ces phénomènes oxydatifs, il existe une enzyme, la superoxyde dismutase (SOD) qui est capable de combattre ce radical libre.

En 1995, Kim, va réaliser une expérience pour évaluer le pouvoir « superoxyde dismutase like » de plusieurs antioxydants naturels. Le but final étant de pouvoir suppléer la SOD afin d'améliorer la santé et de prolonger la durée de vie.

Il a testé l'huile essentielle de cannelle qui a présenté une activité SOD like de 38%. En mesurant l'inhibition de l'auto oxydation du pyrogallol catalysé par le radical superoxyde. Malheureusement les molécules actives ne sont pas connues à ce jour (54).

Mancini, en 1998 (70), va à partir de poudre de cannelles de Ceylan réaliser trois extractions : avec de l'eau, avec de l'éther, avec du méthanol.

Pour mesurer l'activité antioxydante de ces extraits, il utilise une méthode de spectrométrie qui va déterminer l'oxydation du  $\beta$ carotène couplé à un acide gras, l'acide linoléique. Il compare l'extrait aqueux à 0.44mg, l'extrait étheré à 0.69 mg et l'extrait méthanolique à 0.88 mg ainsi que le BHT à diverses concentrations.



Graphique IV : comparaison de l'activité antioxydante des extraits de cannelle de Ceylan par rapport au BHT. (70)

L'extrait aqueux semble donc le plus actif du fait de sa concentration deux fois plus importante que l'extrait méthanolique.

Des composés phénoliques ont été mis en évidence dans l'extrait aqueux par une chromatographie sur couche mince (CCM) avec du  $\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  comme révélateur. Malheureusement à ce jour la composition des diverses fractions n'a pas été élucidée (70).

L'équipe américaine de Lee en 2002, recherche le potentiel antioxydant dans les extraits volatiles de diverses plantes. Elle réalise une extraction à l'eau puis une distillation sur de l'écorce de cannelle de Chine et teste le produit obtenu. Malheureusement la cannelle présente un très faible pouvoir antioxydant par rapport au BHT. Les molécules antioxydantes de la cannelle ne sont peut être pas présents chez toutes les espèces de cannelles et peut être que ces molécules ne sont pas volatiles (64).

Il semble cependant que les résultats soit très dépendant des méthodes utilisées pour déterminer le pouvoir antioxydant ; une autre études présente des résultats également contrastés.

#### 4.6. Activité antitumorale

Depuis quelques années, une course poursuite est entreprise pour trouver de nouvelles substances anticancéreuses.

Dans les années 90 les chercheurs mettent en évidence des propriétés intéressantes chez les cannelles.

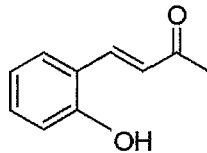
En 1995 Okuyama de l'Université de Tokyo teste trois extraits d'écorce de cannelle de Ceylan : hexanique, à l'acétate d'éthyle, et méthanolique (84).

Ces trois extraits montrent une action significative comme anti promoteur tumoral vis à vis d'une induction à l'acétate de tétradécanoyl phorbol (TPA). Ce TPA a le pouvoir d'induire des oedèmes prolifératifs de l'oreille chez les souris. Les extraits de cannelle permettent d'inhiber l'action du TPA à raison de 72% pour les extraits au méthanol et à l'acétate d'éthyl et 86% pour l'extrait à l'hexane. Malheureusement aucunes molécules à l'époque n'ont pus être mises en évidence.

L'équipe coréenne de Kwon publie plusieurs travaux concernant cette fois les propriétés de la cannelle de Chine contre les processus cancéreux (57).

En 1996, Kwon isole le 2'hydroxycinnamaldehyde de l'écorce de cannelle de Chine. Cette molécule inhibe la farnésyl protéine transférase (FPTase), enzyme qui catalyse le transfert du groupement farnésyl sur la protéine Ras. Ce groupement permet l'encrage dans la membrane plasmatique. La protéine Ras entraîne le déclenchement de la division cellulaire ce qui permet la croissance ; puis cette protéine redevient inactive par hydrolyse du groupement farnésyl. Si on est en présence d'une protéine mutante produite par une cellule maligne, la protéine Ras est perpétuellement activée et on est en présence d'une très forte division cellulaire, ce qui entraîne la formation d'une tumeur.

Cette molécule permettrait de prévenir le développement d'une tumeur car cela empêche la fixation de la protéine au niveau des membranes :



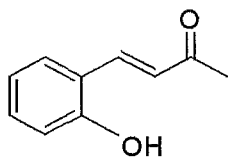
2'hydroxycinnamaldehyde

la concentration inhibitrice  $_{50}$  ( $CI_{50}$ ) est de 22  $\mu\text{g/ml}$  en comparaison la gliotoxine, inhibiteur de référence de cette enzyme, à une  $CI_{50}$  de 2  $\mu\text{g/ml}$ .

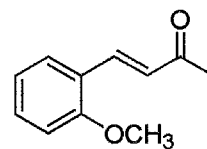
En 1997, il teste plusieurs dérivés du cinnamaldéhyde obtenus par hémisynthèse, dont le 2'hydroxycinnamaldéhyde, sur le processus d'angiogénèse (58).

L'angiogénèse est un phénomène qui permet la formation de nouveaux vaisseaux impliqués dans de nombreuses pathologies dont la rétinopathie diabétique, l'arthrose rhumatoïde, et le cancer. En effet la néovascularisation favoriserait la croissance des tumeurs et la formation de métastases solides.

Il isole deux composés de la cannelle :



2'hydroxycinnamaldehyde



2'methoxycinnamaldehyde

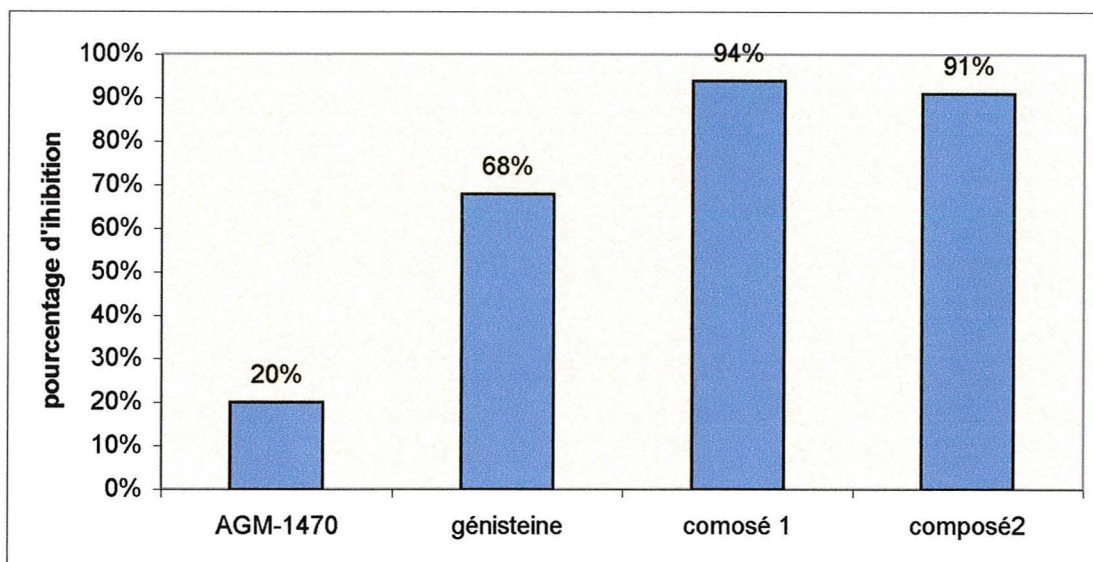
Et à partir de ces deux molécules, il réalise des hémisynthèses, en jouant sur la double liaison de la chaîne latérale ou en substituant des groupements sur l'hydroxyl.

Il compare ces divers produits à deux inhibiteurs de référence, le AGM-1470 et la génistéine.

Il mesure la surface de la zone non vascularisée sur des œufs après expositions aux divers produits.

Sur les dérivés du cinnamaldéhyde, deux produits sortent du lot pour leur efficacité, les autres molécules ayant une activité moins significative.

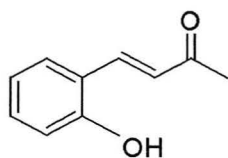
Les résultats sont présentés dans le graphique suivant :



Graphique V : comparaison de molécules inhibitrices de l'angiogénèse. (58)

Les deux composés de la cannelle sont testés à 10 $\mu$ g/ml.

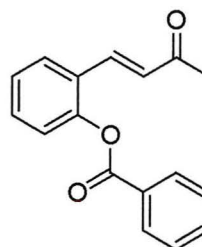
composé 1



HCA

2'hydroxycinnamaldehyde

composé 2



BCA

2'benzoyloxycinnamaldehyde

C'est donc bien la première molécule isolée qui est la plus active ainsi que l'un de ses dérivés ; la seconde molécule isolée est quasiment inactive. L'effet biologique semble bien être attribuable au groupement hydroxyl ainsi que la présence du groupement propyl. Cette efficacité est dose dépendante (58).

En 1998, la même équipe teste 19 dérivés de l'acide cinnamique sur des cellules tumorales expérimentales de cancer solide humain( 59) :

- Cancer du poumon non à petites cellules (A-549)
- Cancer des ovaires (SK-OV-3)
- Cancer de la peau (SK-MEL-2)
- Cancer du système nerveux central (XF-498)
- Cancer du colon (HCT-15)

Elle emploie comme cytotoxique de référence le cis-platine.

Pour résumer, sur ces 19 dérivés, seulement quelques-uns présentent un intérêt : on voit ainsi que la présence du groupement hydroxyl en position 2' est plus efficace que en position 3'(4a-4b). Le groupement chlore (4c) n'apporte rien en terme d'efficacité ; on peut voir également, que selon le type de groupement en 2', on a une efficacité différente selon le type de tumeur (4a, 4b, 5c). Aucune molécule n'est efficace sur la tumeur du cancer du poumon A-549.

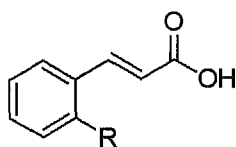
Le cis-platine a cependant une activité assez constante sur tous les types de cellules cancéreuses.

Voici les formules de ces 19 dérivés ainsi que leurs activités par rapport au cis-platine.

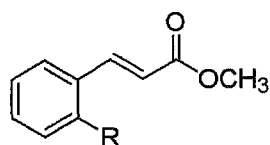
L'activité est exprimée en dose efficace 50 (DE<sub>50</sub> en µg/ml.)

Se référer au tableau pour le groupement R.

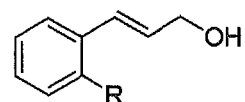
Composé 1



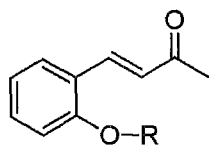
composé 2



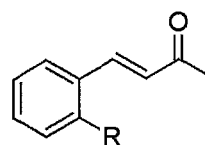
composé 3



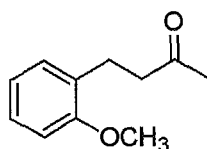
Composé 5



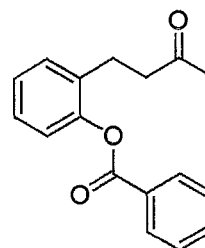
composé 4



Composé 7



composé 9



composés		Dose efficace 50 DE <sub>50</sub> enµg/ml				
		A549	SK-OV-3	SK-MEL-2	XF498	HCT15
1	R=2'-OH	>20	>20	>20	>20	>20
2	R=2'-OH	>20	>20	>20	>20	>20
3	R=2'-OH	>20	>20	>20	>20	>20
4a	R=2'-OH	>20	1.82	1.63	3.03	0.63
4b	R=3'-OH	>20	9.17	3.28	6.11	3.40
4c	R=2'-Cl	>20	4.85	3.12	3.97	3.03
5a	R=2'-CH <sub>3</sub>	>20	14.17	7.83	5.41	8.06
5b	R=2'-OC(O)CH <sub>3</sub>	>20	3.28	0.93	3.27	1.31
5c	R=2'-C(O)Ph	>20	3.12	1.49	3.54	1.44
5d	R=2'-OC(O)CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	>20	6.27	2.58	13.97	13.08
5e	R=2'-C(O)OCH <sub>3</sub>	>20	3.28	0.93	3.27	1.44
5f	R=2'-OCH <sub>2</sub> Ph	>20	8.02	4.72	14.29	6.05
5g	R=2'-OCH <sub>2</sub> PH-4-OCH <sub>3</sub>	17.20	5.77	2.62	8.84	2.43
5h	R=2'-OCH <sub>2</sub> PH-4-CH <sub>3</sub>	16.64	4.42	2.35	11.21	3.16
5i	R=2'-OCH <sub>2</sub> PH-4-Cl	>20	5.43	4.50	12.86	4.17
5j	R=2'-OCH <sub>2</sub> PH-4-NO <sub>2</sub>	>20	8.70	4.86	14.92	5.62
5k	R=2'-OS(O) <sub>2</sub> Ph	15.20	4.06	1.67	1.71	1.09
7	R=2'-OCH <sub>3</sub>	>20	>20	>20	9.24	>20
9	R=2'-OC(O)Ph	>20	>20	5.06	5.11	3.34
<b>Cis-Platine</b>		1.25	0.83	0.79	0.88	2.13

Tableau XVIII :Cytotoxicité du cinnamaldéhyde et des composés associés contre des cellules de tumeur humaine. (59)

La réduction de la double liaison diminue l'efficacité (5c- 9) et ( 5a-7). Quand au soufre il semble apporter quelques choses en terme d'efficacité (5k).

Cette étude confirme que le groupement propyl joue un rôle essentiel de même que la position 2' et le type de groupement présent en 2' (hydroxyl libre ou non) (59).



Enfin en 1999, la même équipe coréenne a testé le HCA et le BCA in vitro sur 29 sortes de cancer humain et à chaque fois ils présentent une forte activité. Elle teste également, in vivo sur une souris, les 2 molécules sur une tumeur du colon (greffé) (61).

Les 2 molécules sont testées à 30mg/kg et 10mg/kg avec comme témoin l'adriamycine. Le HCA est plus actif que le BCA ; Le HCA à une posologie de 100mg/kg a quasiment la même efficacité que l'adriamycine à 18 jours. Les autres dosages et autres molécules n'ont pas une aussi bonne efficacité. De plus, le HCA et le BCA ne présentent apparemment aucune toxicité évidente. On a donc une bonne tolérance et une absence de perte de poids contrairement à l'adriamycine.

Cette activité semble être due à une action inhibitrice sur l'adhérence des cellules mais également sur une action déjà découverte, l'anti angiogénèse (61).

#### **4.7. propriétés anti-inflammatoires**

La cannelle de Chine est depuis très longtemps présente dans les mélanges de plantes chinoises à visées anti douleur et antipyrétique.

La cannelle de Ceylan, d'après une étude réalisée en 1998 par Atta de l'Université de Jordanie, présente des propriétés anti-inflammatoire et antalgique ; en effet la cannelle présente une action contre un stimulus thermique (d'origine périphérique) et contre une douleur d'action centrale induite par de l'acide acétique. Elle présente également une action anti-inflammatoire sur des phénomènes prolifératifs (propriété également décrite par Kwon précédemment).

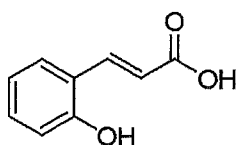
Aucune molécule n'est mise en évidence (6).

De même une étude japonaise réalisée par Kurokawa en 1998 met en évidence une propriété anti-pyrétique de la cannelle de Chine notamment sur celle induite par le virus de la grippe. L'infection au virus de la grippe induit une production d'interféron puis d'interleukine  $\alpha$  ainsi qu'une élévation de l'activité des cyclooxygénases entraînant la production de prostaglandines  $E_2$ , le tout entraînant de la fièvre. Les anti-inflammatoires classiques (tel que

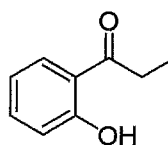
l'aspirine) inhibent les cyclooxygénases La cannelle de Chine quand à elle inhibe la production d'interleukine 1 $\alpha$  grâce à six dérivés du cinnamyl, dont voici les formules (56).

Molécules antipyrétiques :

acide 2-hydroxycinnamique

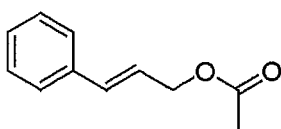


2-hydroxyacetophene

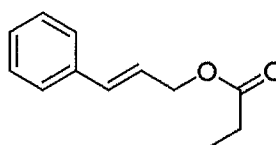


Molécules antipyrétique et inhibitrices des interleukines 1 $\alpha$  :

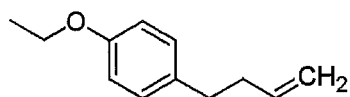
Acide cinnamylesteracétique



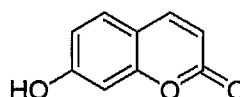
Acide ethylestercinnamique



4-Allylanisole



7-hydroxycoumarine



En 2002, une équipe a testé diverses molécules issues de plantes, en tant qu' inhibiteurs de l'enzyme cyclooxygénase 2 (COX 2) responsables de la production de prostaglandines E<sub>2</sub> , prostaglandines qui sont largement associées au processus inflammatoire. Cette étude montre que 2 composés de la cannelle de Ceylan, de la classe des phénylpropanes présentent une bonne activité (37) :

- Le cinnamaldéhyde inhibe la COX 2 à 45% et avec une concentration inhibitrice<sub>50</sub> de 245 µM
- L'eugénol inhibe la COX 2 à 40% et avec une concentration inhibitrice<sub>50</sub> de 129 µM

#### 4.8. Activité hématologique

Une équipe japonaise, réalise une étude en 1987, d'un extrait méthanolique à 70% d'écorce de cannelle de Chine (CMe) sur la coagulation et la fibrinolyse. Cette équipe se base sur l'activité anti thrombose d'un mélange d'herbes chinoises dont le principal composant est la cannelle de Chine. L'étude consiste à voir l'efficacité contre la coagulation intravasculaire disséminée (CID) induite par des endotoxines chez le rat ; ainsi que l'agrégation plaquettaire et la conversion du fibrinogène en fibrine.

Score concernant	3	2	1	0
La CID induite				
Contrôle	6 rats	5 rats	2 rats	2 rats
CMe 200mg/kg	3 rats	2 rats	5 rats	5 rats
CMe 500mg/kg	1 rat	2 rats	4 rats	8 rats

#### Légende score de la

#### CID :

- 3 : sévère
- 2 : modéré
- 1 : faible

Tableau XIX : Effet de l'extrait de cannelle de Chine sur une coagulation intravasculaire disséminée (CID) induite (72)

On voit bien que l'extrait de cannelle de Chine est efficace contre la CID.

En ce qui concerne l'agrégation plaquettaire, l'étude est réalisée en comparaison avec l'aspirine :

- CMe 100 µg/ml a un pouvoir inhibiteur de 29.2 %
- L'aldéhyde cinnamique 1mM a un pouvoir inhibiteur de 83.3 %
- Aspirine 0.2mM a un pouvoir inhibiteur de 76.9 %

Bien que l'aspirine soit active à une concentration plus faible l'efficacité de l'aldéhyde cinnamique contre l'agrégation plaquettaire est significative.

De même, si on compare l'aldéhyde cinnamique, le CMe et l'héparine dans l'augmentation du temps de saignement on a des résultats similaires :

- Contrôle présente un temps de saignement (TS) de 150 s
- CMe 100µg/ml présente un TS de 175 s
- L'aldéhyde cinnamique 1mM présente un TS de 181 s
- L'héparine 10UI/ml présente un TS de 189 s

Il semble bien que l'aldéhyde cinnamique soit le principe actif de la cannelle de Chine responsable de l'action anti thrombose (72).

Cependant aucune équipe ne s'est préoccupée du risque d'interaction médicamenteuse avec les antiagrégants plaquettaires lors d'une consommation importante de cannelle.

En 1996, une équipe jordanienne teste plusieurs plantes contre l'activité hémolytique du venin de la vipère du désert *Cerastes cerastes* présente en grand nombre sur leur territoire, ainsi que sur le venin d'un scorpion *Leiurus quinquesteiartus*. L'activité hémolytique est déterminée par la mesure de la quantité d'hémoglobine libérée par les érythrocytes. De nombreuses plantes montrent leur efficacité cependant la cannelle de Ceylan aggrave l'activité hémolytique des deux venins ; ce qui rejoint l'étude précédente (100).

#### **4.9. Activité immunologique**

L'équipe coréenne qui a mis en évidence l'activité anti-tumorale des deux dérivés du cinnamaldéhyde, le HCA et le BCA étudie maintenant leurs effets immunomodulateurs. En 1996, ils ont mis en évidence l'inactivation de la protéine Ras par l'inhibition de la FPTase ; or l'activation de cette protéine est connue également pour son activation des cellules immunitaires.

Ainsi le HCA et le BCA induisent la suppression de la prolifération lymphocytaire que se soit les T ou les B, de façon dose dépendante. Il semble que cela agisse très tôt dans le processus

de prolifération car le HCA et le BCA stimulent la différenciation des lymphocytes T déjà produits en CD<sub>4</sub> et CD<sub>8</sub> (lymphocytes matures).

De plus ils montrent que les deux molécules n'ont aucun effet sur les interleukines 2 mais bloquent la transmission de signaux à destination des interférons  $\gamma$  (55).

## **5. TOXICOLOGIE**

Depuis le début du siècle, on sait que les épices et leurs huiles essentielles sont responsables de dermatites de contact. C'est le cas pour la cannelle qui est très utilisée dans l'agroalimentaire, dans les cosmétiques et les parfums.

### **5.1. Toxicité de la drogue**

Cette toxicité se rencontre principalement chez les travailleurs qui sont exposés à la cannelle en poudre, notamment dans les plantations où est présent un atelier de transformation, producteur de poussière de cannelle. Mais aussi chez les grossistes d'épices et dans la restauration.

Une étude réalisée au Sri Lanka en 1984 met en évidence une forte toxicité, dans une entreprise qui produit notamment de la poudre de cannelle et qui emploie 40 personnes. Ces 40 employés ont en moyenne cinq ans de service au sein de l'entreprise.

Sur ces 40 employées, 35 présentent des symptômes :

- 50% présentent une irritation cutanée peu sévère
- 37.5% ont eu une perte de cheveux
- 22.5% présentent une irritation oculaire
- 65% ont perdu du poids
- 22.5% présentent de l'asthme
- 42.8% toussent

En ce qui concerne l'asthme des 9 employés, sept présentaient la maladie avant l'embauche mais lorsque cesse l'exposition aux poussières de cannelle, les symptômes régressent. Par rapport aux autres industries du Sri Lanka, l'asthme est bien plus présent dans l'industrie de la cannelle. Il est de 25% contre 6.4% chez les travailleurs de thé par exemple (112).

### **5.2. Toxicité de l'huile essentielle de cannelle et d'autres extraits**

La toxicité de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan semble principalement liée au cinnamaldéhyde et à l'eugénol. De plus le cinnamaldéhyde est métabolisé en acide

cinnamique puis dégradé en acide benzoïque ; ce qui diversifie le risque toxique. Cependant les esters, les alcools et les aldéhydes sont plus toxiques que l'acide cinnamique (29).

### 5.2.1. Toxicité aiguë

Entre 1988 et 1989, 32 garçons âgés de 11 à 16 ans ont utilisé de l'huile essentielle de cannelle à des fins adictives dans la région de Pittsburgh aux USA. Ils ont utilisé l'huile essentielle de cannelle de Chine en la suçant sur des bâtonnets, sur des sucres ou encore directement sur leurs doigts.

Les 32 adolescents ont tous présenté des symptômes ; 29 ont eu une exposition orale et 4 ont eu une exposition à la fois orale et externe (cutanée ou oculaire) :

- 22/29 présentent des brûlures orales
- 8/29 présentent des douleurs abdominales
- 6/29 présentent un érythème facial
- 1/29 a des nausées
- 1 /4 a des brûlures au visage et aux mains suite à des éclaboussures
- 2/4 présentent des brûlures oculaires

L'effet recherché par les adolescents est une sensation de chaleur soudaine, accompagné d'un flush facial, de brûlures orales. Heureusement aucun effets systémiques tel que maux de tête, dépression du système nerveux, érosion du tube digestif, vomissement, dépression du système respiratoire n'est à déplorer (86).

Un cas d'ingestion massive est connu : un enfant de 7 ans a bu 60ml d'huile essentielle de cannelle et a ressenti immédiatement une brûlure au niveau de la gorge et de l'estomac, sa vision est devenue trouble, sa peau est devenue chaude. Les médecins ont noté la présence de symptômes généraux de type somnolence et vertiges avec une élévation de la fréquence cardiaque (13, 89).

En 1998, une équipe d'Arabie Saoudite, a réalisée une étude de toxicité aiguë d'extrait éthanolique de cannelle de Ceylan sur des souris.

L'extrait a été testé à trois concentrations différentes : 0.5 g/kg, 1 g/kg, 3 g/kg.

Aucune mortalité significative n'est observée ; une légère baisse de l'activité locomotrice est observée à 3 g/l. Les effets narcotiques à fortes doses sont d'ailleurs rapportés dans la littérature (104).

Le RIFM (institut de recherche sur les matériaux pour la parfumerie) indique des valeurs pour la toxicité aiguë de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan :

- la DL50 chez le rat est de 3.4ml/kg
- la DL50 chez le lapin en usage dermique est de 0.69ml/kg

De faibles effets phototoxiques ont été rapportés mais ne sont pas significatifs.

L'huile essentielle de cannelle de Ceylan possède le statut GRAS (reconnu comme inoffensif) par la FEMA (association des fabricants d'extraits et de parfums) et la FDA (federal drug administration) pour les USA : il en est de même pour l'huile essentielle de cannelle de Chine.

### **5.2.2. Toxicité chronique**

L'équipe saoudienne a également réalisé une série de tests pour évaluer la toxicité chronique.

L'étude a été menée pendant 90 jours à une posologie de 100mg/kg/jour.

Les résultats sont les suivants :

- La mortalité n'est pas significative
- Le groupe recevant l'extrait de cannelle a gardé un poids stable entre le début et la fin de l'essai ; cependant le groupe placebo lui a pris du poids
- Le poids des viscères est semblable à ceux du groupe contrôle sauf pour le foie qui diminue.
- Sur le plan hématologique, on observe une baisse significative de l'hémoglobine et une baisse du nombre de globule blanc peu significative qui est peut être attribuée à l'action cytotoxique de la cannelle.
- Sur le plan de la spermatogenèse, on observe une augmentation de poids des testicules et des cellules séminales la quantité de sperme est augmentée ainsi que la mobilité des spermatozoïdes. Il n'y a aucune spermatotoxicité (les spermatozoïdes ne présentent pas d'anomalies). Ces résultats pourraient être



approfondis. C'est peut être aussi de la que vient la réputation d'aphrodisiaque de la cannelle.

La toxicité per os de la cannelle de Ceylan semble peu importante, son pouvoir allergisant par contact semble plus répandu (104).

### **5.3. Toxicité de contact**

#### **5.3.1. Dermatitis de contact**

La littérature médicale recense principalement des cas d'allergie et d'effets irritants locaux. Ces effets irritant peuvent être plus ou moins violents ; c'est pourquoi l'IFRA (association internationale de la parfumerie recommande dans son code de bonnes pratiques de ne pas utiliser l'essence de cannelle de Ceylan comme matière première pour la parfumerie à plus de 1% dans une composition (29).

Une exposition chronique à la cannelle avec des produits d'hygiène peut entraîner diverses pathologies de contact :

- Urticaire de contact
- Dépigmentation de la peau
- Eczéma
- Hyperkératose

Les lésions sont développées au niveau du site d'exposition aux produits de la cannelle.

Il faut dire que depuis quelques années, il y a une augmentation de l'exposition aux produits contenant de la cannelle ; la tendance étant aux produits cosmétiques naturels contenant notamment des huiles essentielles.

### 5.3.2. Affections buccales

Les irritations au niveau de la bouche, de type allergie, sont particulièrement fréquentes dans les pays anglo-saxons, très friands de sucreries et chewing gum à la cannelle. Ils sont également de grand utilisateur de dentifrices et de bains de bouche aux extraits de cannelle (pour ces vertus antiseptiques).

Aux Etats Unis une étude recense 14 cas de troubles buccaux durant depuis plusieurs mois, troubles qui disparaissent lorsque l'exposition aux extraits de cannelle cesse également.

Le tableau clinique peut présenter plusieurs types de lésion :

- Douleur
- Brûlure
- Vésicules inflammatoires
- Ulcérations rouges ou blanches
- Fissures
- Chérites
- Aphtes

Ces symptômes ressemblent au lupus érythémateux et du lichen ou muguet buccal.

Il semble difficile de savoir si c'est une sensibilisation très fréquente car le nombre de cas recensé est faible par rapport au nombre d'exposition, mais il est possible que les personnes cessent d'eux même le produit sans consultation d'un médecin. Il semble également que la localisation des lésions ne soit pas due au hasard ; en effet les types de tissus ne sont pas tous au même degré de sensibilisation aux agents contenant de la cannelle (75).

En 1998, un cas de carcinome des cellules squameuses de la langue à été décrit ; et dans ce cas, la forte consommation de sucreries à la cannelle pourrait être un facteur déclenchant.

(120)

## 6. UTILISATIONS

### 6.1. Utilisations médicales

Depuis déjà de nombreux siècles, la cannelle est utilisée pour ces propriétés thérapeutiques. En effet, pendant l'Antiquité, on se servait d'elle comme antiseptique et pour lutter contre les états grippaux, les douleurs et les fièvres.

Actuellement, bien que la cannelle de Ceylan et la cannelle de Chine soient très semblables, les différences de composition semblent avoir une légère influence sur les effets biologiques. En médecine traditionnelle chinoise, la cannelle de Chine est un des « simples » majeurs ; on la trouve associée à d'autres plantes et épices pour traiter diverses pathologies comme stimulant de l'immunité, pour lutter contre les douleurs, la fièvre, les palpitations. (121) on la trouve dans un mélange du nom de « Kwei-chih-fu-ling-wan » qui est utilisé en gynécologie pour le traitement des hyperménorrhées, des dysménorrhées et de la stérilité (99).

Chaque pays producteur se sert de l'espèce endémique dans sa médecine traditionnelle.

#### 6.1.1. L'aromathérapie et la phytothérapie

Après avoir vécu dans l'ombre de la chimie de synthèse, l'aromathérapie retrouve ses lettres de noblesse grâce à de nombreux travaux scientifiques. L'intérêt retrouvé des huiles essentielles implique une maîtrise de la qualité, de la sécurité et de l'efficacité (d'où de nombreux travaux des pays producteurs sur la composition des huiles essentielles de canneliers). Il est indispensable que les huiles essentielles soient rigoureusement définies sur le plan physiologique et qu'il y ait une véritable traçabilité : en effet on est loin du mythe de la médecine douce bien que ce soit une médecine naturelle. De façon générale, une grande prudence est recommandée pour les jeunes enfants, les personnes âgées et les femmes enceintes (60).

L'huile essentielle de cannelle de Ceylan est utilisée principalement pour ces effets antibactériens notamment par quelques pédiatres en usage rectal pour les pathologies ORL récidivantes. Les prescriptions que j'ai rencontrées dans mon exercice professionnel sont de l'ordre de deux suppositoires par semaine pendant trois mois.

En 1983, à l'hôpital de Clermont-Ferrand, l'équipe du Dr Malhuret a réalisé des essais cliniques concernant l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan (68) :

- Traitement des infections urinaires : 56 cas d'infections urinaires dont 23 à *E coli*, mais également *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et des associations. L'huile essentielle de cannelle de Ceylan a été utilisée sous forme de gélules en gélatine gastrorésistante (les huiles essentielles ne la dissolvant pas) à raison de trois gélules par jour. Dans seulement deux cas des antibiotiques ont été nécessaires, cependant la stérilisation des urines n'a pu être obtenue.
- Traitement des escarres : un mélange d'huiles essentielles a été utilisé mais le suivi a été rendu impossible car la durée d'hospitalisation était trop courte compte tenu de la durée très longue du traitement des escarres.

En 1984, le Dr Belaiche expose son utilisation de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan en temps qu'agent anti-infectieux (10). Il l'utilise dans les cystites, les prostatites par voie orale à 120mg/jour ; pour les troubles digestifs par voie orale à 40mg 2/jours ; en ORL par voie orale à 120mg/jour ; en application cutanée dans les mycoses des ongles, dans les infections cutanées, et les pédiculoses.

Il utilise des silices colloïdales (Tixocil®, Aérocil®) qui servent de transporteur pour l'huile essentielle et permet son conditionnement en gélule gastrorésistante. Il regrette simplement que cette huile essentielle soit irritante pour la peau et les muqueuses et limite donc son emploi.

Dans l'ouvrage de Mrs Duraffourd et Lapraz, outre les indications déjà citées, l'huile essentielle de cannelle de Ceylan est utilisée pour la désinfection en ovule gynécologique à raison de 3 gouttes par ovule et un ovule par jour (22).

L'ouvrage du Dr Valnet propose un certain nombre de formules contenant de la cannelle de Ceylan sous diverses formes (114). Les principales indications sont l'asthénie notamment grippale, les infections urinaires les troubles digestifs de type colites spasmodiques, les

métrorragies, les règles insuffisantes, l'impuissance ainsi que des indications en usages externes dans les pédiculoses, la gale, les piqûres d'insectes et morsures de serpents et dans les mycoses des ongles. Cependant, seulement trois indications sont retenues aux Cahiers de l'Agence : traitement symptomatique des troubles digestifs, asthénie fonctionnelle et prise de poids (ces deux dernières indications ne sont confirmées par aucune étude)

On peut voir qu'un certain nombre de formules n'a qu'un intérêt historique et certaines concernent des apéritifs et liqueurs.

Voici quelques formules :

#### Mélange contre les dyspepsies

- Feuilles de cassis 10g
- Cannelle de Ceylan 1g
- Clou de girofle 1g

En infusion pour un litre d'eau ; boire une tasse après les repas

#### Potion pour les métrorragies

- Teinture de cannelles 25g
- Hydrolat de cannelle 150g
- Ether acétique 5g
- Sirop d'écorce d'orange amère 30g

A prendre dans les 24 heures.

#### En usage externe comme mélange pour inhalations ORL et contre la pédiculose et la gale

- Essence de thym 2.5g
- Essence de cannelle 2.5g
- Essence de romarin 2.5g
- Essence de pin 2.5g
- Solution de sulfocinate de soude à 30% 90g

### Potion cordiale du codex

- Teinture de cannelle 10g
- Banyuls 150g
- Sirop 40g

2 cuillères à soupe 3 fois par jour

En rajoutant de l'alcoolat de mélisse à la potion cordiale on peut préparer le vin de cannelle composé (formule des Hôpitaux de Paris de 1821).

### Teinture d'arnica aromatique

- Fleurs d'arnica 50g
- Girofle 10g
- Cannelle 10g
- Gingembre 10g
- Anis 100g
- Alcool 1litre

Faire macérer 8 jours. A utiliser dilué per os pour les contusions et les douleurs dentaires

### Vin aphrodisiaque

- Gousses de vanille 30g
- Cannelle 30g
- Ginseng 30g
- Rhubarbe 30g
- Vin de Malaga ou vieux Chablis 1litre

Faire macérer 15 jours, filtrer, et ajouter 15 gouttes de teinture d'ambre

Grogs pour coups de froid : un demi-citron, une bonne cuillère de miel, de l'eau chaude dans laquelle on aura fait bouillir un bâton de cannelle et un clou de girofle pendant 3 minutes, puis laisser infuser 15 minutes.

Remarquons que l'on trouve de la cannelle dans l'élixir des Carmes®, dans l'Eau de Botot®, Quitonine® dans la potion de Todd, et dans l'élixir de la Grande Chartreuse.

### 6.1.2. L'homéopathie

La souche homéopathique *Cinnamomum zeylanicum* existe. Son emploi se limite à quelques cas (source Boiron) :

- Les crises nerveuses hystérimiformes : provoquées par l'excitation d'une conversation ou par le toucher des régions sexuelles ; améliorées par les éructations, les vomissements,...
- Les hémorragies (surtout utérines) de sang rouge brillant provoquées ou aggravées par l'effort ou les règles hémorragiques.
- Troubles digestifs avec nausée, douleurs crampoïdes et tendance à la diarrhée.
- Nausées en voyage se calmant dès que le véhicule s'arrête

Pour ces indications les dilutions utilisées sont faibles (5-7 CH).

### 6.1.3. Activité anti-poux

L'huile essentielle de feuille de cannelier lorsqu'elle est utilisée en solution alcoolique présente une action insecticide contre les poux de tête *Pediculus humanus capitis*.

L'application dure 24 heures et est suivie d'un rinçage le lendemain avec un mélange d'huile essentielle, de vinaigre et d'eau. C'est peut être une alternative aux traitements qui sont de moins en moins efficaces (115).

### 6.1.4. Activité cicatrisante

L'équipe indienne de Kamath, teste le pouvoir cicatrisant de l'écorce de *C. zeylanicum* (50). Ils ont réalisé des incisions et des excisions sur des rats et leur ont administré un extrait alcoolique de cannelle de Ceylan soit à 250mg/kg soit à 500mg/kg par voie orale. Dans les deux cas, la cicatrisation a été plus rapide de trois jours. Ils attribuent cette action au pouvoir antioxydant de la cannelle qui pourrait améliorer l'épithélisation (le stress oxydatif entraînant

des dommages sur les tissus de croissance et de réparation). Cependant, la posologie utilisée pour cette expérience est peu exploitable.

#### **6.1.5. Compléments alimentaires**

Les compléments alimentaires par rapport aux médicaments apportent uniquement la preuve de leur innocuité, pas de leur efficacité.

Certaines formules se basent sur les dernières recherches : on trouve ainsi des compléments pour lutter contre le diabète, contre le cholestérol, comme anti-acides, contre la mauvaise haleine, des formules anti-âge (propriété anti-oxydante ?).

On trouve également une multitude de compléments alimentaires qui se base sur des croyances thérapeutiques : il existe ainsi des formules pour l'impuissance masculine et féminine, pour la stimulation de la croissance des cheveux, pour les performances intellectuelles et la fatigue, comme activateur de bronzage, pour le stress, pour les troubles de la circulation sanguine, pour se désaccoutumer du tabac, pour les peaux grasses dites à problèmes, ...

#### **6.1.6. Utilisation en usage externe**

Des brevets ont été déposés concernant des traitements du vitiligo, les traitements des mycoses ( pied d'athlète), comme désinfectant de lésion, dans des emplâtres...

### **6.2. Utilisations cosmétiques**

La cannelle est un agent de choix en parfumerie : elle entre dans de nombreuses compositions dites orientale. Elle est également de plus en plus utilisée par les laboratoires de cosmétologie qui mettent sur le marché des composition dites « naturelles ». On la trouve pour ces soit-disant propriétés tonifiante, hydratante et son effet chauffant dans des produits comme : le gel douche stimulant d' Origins®, le Démaquillant visage et yeux Spa White d' Uriage®, le



beaume pour lèvres abîmées de Decléor®. Concernant ce dernier produit le bénéfice peut provenir de son rôle dans la cicatrisation

En étudiant les brevets, on trouve de la cannelle dans de nombreux autres produits et notamment dans les soins pour cheveux, pour les soins de la bouche (dentifrice, bains de bouche, chewing gum post-repas), dans les produits d'hygiène corporelle comme des déodorants (pour le coté anti-bactériens et pour le parfum ?).

Signalons enfin une formule anti-acariens et des détergents anti-bactériens.

### **6.2.1. Activité anti-solaire**

En 1996, une équipe brésilienne teste le spectre d'absorption UV de plusieurs extraits végétaux en vue de leur possible utilisation comme filtre solaire.

La cannelle de Ceylan présente un spectre d'absorption UVB compris entre 290-320nm, compatible pour la protection cutanée.

Indices de protection de la cannelle de Ceylan

- Extrait fluide à 3% : 1
- Extrait fluide à 10% : 1
- Extrait fluide à 40% : 2
- Extrait sec à 10% : 4

L'extrait sec est plus actif que l'extrait fluide.

Si on ajoute à l'extrait présentant l'indice de protection le plus important à 2% de filtre solaire synthétique, il y a une potentialisation.

Avec l'extrait sec à 10%+2% de solution d'octylméthoxycinnamate on obtient un indice de protection de 7, le filtre synthétique ayant un indice seul de 4 (95).

### 6.3. Utilisations phytosanitaires

#### 6.3.1. Utilisation comme insecticide et anti-rongeurs

En étudiant les brevets, on peut constater que certains concernent des produits insecticides. Il faut dire que de plus en plus de molécules sont interdites et les fabricants doivent trouver des alternatives. Un certain nombre d'études met en évidence le pouvoir des plantes et des huiles essentielles. Ainsi en 1998, une équipe italienne (79) montre que les huiles essentielles de *C. zeylanicum* et celle de *Thymus herba-barona* sont particulièrement actives contre un insecte responsable de dommages importants dans les cultures fruitières, *Ceratitidis capitata*. Ils nourrissent une population de ces insectes avec de la levure de bière qui contient une émulsion H/E avec l'huile essentielle. Deux dosages sont testés : 2.5% et 5%.

On observe une mortalité de 39.5% au dosage le plus faible et de 97% au plus élevé. Les insectes qui ont été empoisonnés, ont une perte évidente de coordination motrice et des difficultés à voler, de plus ils présentent une altération des intestins, qui sont méconnaissables au microscope. Cette activité semble attribuable au cinnamaldéhyde, cependant une recherche des molécules n'a pas été réalisée. Il reste à voir quelle est la meilleure façon d'utiliser ces huiles essentielles et à voir si elles sont également toxiques sur des insectes non nuisibles comme les abeilles.

Cet insecte n'est pas le seul sensible à l'huile essentielle de cannelle de Ceylan, les cafards (*Periplaneta americana*) y sont également sensibles (1).

Une étude coréenne, en 1999, met en évidence une activité anti rongeurs (64). L'étude porte sur *C. cassia*, cependant, les molécules les plus répulsives sont le cinnamaldéhyde et l'alcool cinnamique que l'on trouve également dans la cannelle de Ceylan. Là encore, il reste à voir la mise en œuvre de ce type de produits pour la protection des denrées alimentaires par exemple.

#### 6.3.2. Utilisation lors du stockage de denrées alimentaires

De nombreuses études sont réalisées sur l'utilisation des huiles essentielles contre le développement de microorganismes responsables de la dégradation de denrées alimentaires

lors du stockage. L'huile essentielle de cannelle de Ceylan, semble particulièrement active sur les champignons tel que *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger* qui peuvent se développer lors du stockage de nombreuses céréales comme le maïs, le riz, les lentilles mais également l'arachide (78, 7, 94, 23).

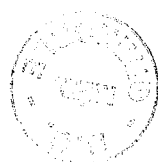
L'étude mexicaine, de 1998 (78) montre que l'huile essentielle de *C. zeylanicum* réduit la contamination du maïs. Le maïs est plongé dans une solution d'huile essentielle de cannelle de Ceylan à 6% avec comme solvant de l'hexane. A cette concentration, le développement de l'*Aspergillus* est nul après 5 jours d'incubation. cet effet se prolonge pendant 28 jours. Le O-méthoxycinnamaldéhyde semble être une des molécules actives en réduisant de 30,4% la contamination. L'huile essentielle est ensuite testée pour voir si elle possède une action phytotoxique, ce qui n'est pas le cas, car la germination d'une graine après exposition à l'huile essentielle intervient au bout de 5 jours et la croissance du pied de maïs se fait normalement. L'huile essentielle de cannelle de Ceylan semble prometteuse pour éviter le développement de moisissures.

#### **6.4. Utilisations agroalimentaires**

Au même titre que le stockage de céréales, des études portent sur l'utilisation des huiles essentielles comme agents conservateurs de produits alimentaires manufacturés.

L'huile essentielle de cannelle de Ceylan limite le développement de moisissures sur les feuilles de Brick marocaines (103). La cannelle seule empêche le développement pour une concentration de 80g/kg et une association avec de l'acide ascorbique à 0.75g/kg plus de la cannelle à 20g/kg présente les meilleurs résultats.

De même, une étude montre que la supplémentation en cannelle, d'un jus de pomme empêche le développement de *Listeria monocytogenes* (123).



On se rend compte que l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan prend une autre ampleur et apporte de bons espoirs pour l'industrie agroalimentaire, soucieuse de limiter les conservateurs chimiques en utilisant dans un avenir proche une épice.

En 1990, le marché français de la cannelle était estimé à 1100-1300 tonnes, les deux principaux pays fournisseurs étant Madagascar et le Sri Lanka : le Sri Lanka a un quasi monopole sur les huiles essentielle de feuilles et d'écorce de *C. zeylanicum*, avec un volume d'exportation vers la France de 10-50 tonnes par an pour celle de feuilles et de 500kg par an de celle d'écorce en 1990 (97). Quand à Madagascar, elle exporte vers la France, l'Allemagne, Le Royaume Unis et les pays Bas 404 tonnes en 1996 et 481 tonnes 1997 (67). Cependant le marché est stagnant en terme de volume exporté par les pays producteurs et de valeur en particulier sur les produits à valeur ajoutée comme les huiles essentielles. Le département de l'agriculture du Sri Lanka déplore la baisse importante d'investissement des planteurs sur une production de cannelle de qualité et de façon générale une baisse globale de la production et des rendements concernant cette épice (19). L'Inde en revanche semble porter son attention sur une production de qualité compte tenu du nombre de publications sur la composition des huiles essentielles ces cinq dernières années.

# CONCLUSION

**THESE SOUTENUE PAR : Fabienne EDET**

**TITRE : La cannelle de Ceylan et ces activités biologiques**

## CONCLUSION

La cannelle de Ceylan, *Cinnamomum zeylanicum* (Blume), découverte depuis plus de trois millénaires, est associée à de grands moments de l'Histoire. Elle fait partie de ces épices grâce auxquelles de grands ports marchands ont connu leur essor comme Venise et Gène ; puis, les grandes nations se sont battues pour être les maîtres des lieux de production.

La cannelle est employée depuis longtemps à des fins thérapeutiques : Déjà, au temps des Egyptiens, la cannelle était connue pour ses propriétés digestives. De plus, elle servait durant le processus de momification.

De nos jours, son utilisation traditionnelle est recommandée par les Cahiers de l'Agence pour trois indications : traitement symptomatique des troubles digestifs, asthénie fonctionnelle, prise de poids.

Cette drogue fait également partie des « simples » majeurs de la médecine traditionnelle chinoise ; on la trouve dans de nombreux mélanges notamment à visée digestive, anti-infectieuse, circulatoire, et gynécologique.

L'huile essentielle a fait ses preuves comme agent anti-infectieux à la fois comme antiseptique, antibiotique, antifongique de façon tellement importante que les autres activités sont laissées au second plan. Elle présente un large spectre, agissant sur des germes particulièrement résistants aux traitements classiques comme *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Aspergillus flavus* et *Cryptococcus neoformans*. Ces deux derniers agents étant virulents chez les sujets immunodéprimés, cela peut être une alternative chez ces patients lourdement médicamenteux, compte tenu de la bonne tolérance de la cannelle. Ainsi, certains praticiens l'utilisent pour les candidoses buccales sous forme de pastilles.

Cette activité est attribuable au cinnamaldéhyde et à l'eugénol, composés majoritaires respectifs de l'huile essentielle d'écorce et de feuilles de cannelier. Cependant, ce ne sont pas les seules molécules actives, des recherches sont en cours.

La demande croissante, en nouveaux principes contre les pathologies du monde occidental, stimule la recherche. Depuis une dizaine d'années, des études prometteuses sont publiées concernant notamment l'inflammation, le diabète, le cholestérol, et la cancérologie. Le cinnamaldéhyde et l'eugénol, présentent tous les deux un bon pouvoir inhibiteur sur la cyclooxygénase 2 (COX 2), responsable de phénomènes inflammatoires. Un polyphénol trimère de procyanidine, issu de la cannelle de Ceylan est significativement actif sur le diabète de type II ; parallèlement un essai clinique à base de cannelle en poudre présente des résultats encourageants sur la baisse des taux de lipides circulants.

Comme beaucoup d'autres plantes, elle a été testée sur des cellules cancéreuses expérimentales avec plus ou moins d'efficacité, et des molécules issues de l'hémisynthèse sont à l'étude.

Dans le domaine agroalimentaire, la cannelle et ses extraits sont testés comme agents conservateurs : On l'utilise pour inactiver le développement de champignons du genre *Aspergillus* et celui de bactéries tel que la *Listeria* dans les céréales et les produits alimentaires industriels. Ce rôle de conservateur s'appuie sur les propriétés anti-infectieuses, et anti-oxydantes. Des essais sont également réalisés concernant le pouvoir répulsif, et quelques brevets sont déposés concernant des insecticides naturels.

Le cannelier est une ressource abondante et facilement exploitable. En 1990, les besoins nationaux en cannelle étaient estimés entre 1100 et 1300 tonnes/an et ceux des huiles essentielles entre 0.5 et 50 tonnes/an selon l'espèce et l'organe producteur.

Les principaux domaines d'utilisation sont actuellement la parfumerie (pour l'huile essentielle de feuille), et l'utilisation alimentaire en pâtisseries, confiseries et aromatisation. Les nouvelles perspectives thérapeutiques sont un espoir pour les pays producteurs en voie de développement. On remarque ainsi que l'Inde semble s'intéresser à la composition quantitative et qualitative des huiles essentielles de cannelier de Ceylan ( écorce et feuilles) en fonction des zones de productions.

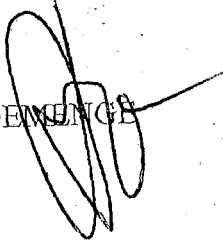
L'intérêt pour la cannelle et plus généralement pour les produits dit naturels, est d'actualité en atteste le nombre croissant de brevets déposés. Si les résultats se poursuivent, la cannelle pourrait être un fournisseur de nouvelles molécules actives et être appréciée, enfin, pour d'autres critères que sa saveur et son odeur.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble le 21 juillet 2004

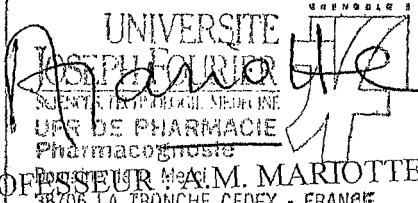
LE DOYEN

P. DEMENGE



LE PRESIDENT DE THESE

UNIVERSITE GRENOBLE 1  
JOSEPH FOURIER  
SCIENTIF. EXP. PHARMAC. NEUROLOGIE  
UFR DE PHARMACIE  
Pharmacognosie  
PROFESSEUR HONOR. M. MARIOTTE  
38706 LA TRONCHE CEDEX - FRANCE





## **BIBLIOGRAPHIE**

1. AHMAD F, MACKEEN M, ALI A, MASHIRUN S, YAACOB M. Repellency of essential oils against the domiciliary cockroach, *Periplaneta americana*. *Insect Sci. Its Appl.* 1995, **16**:391-393.
2. AKIRA T, TANAKA S., TABATA M. Pharmacological studies on the antiulcerogenic activity of Chinese Cinnamon. *Planta Med.* 1986, **52**: 440-443
3. ANDERSON RA, BROADURST CL, POLANSKY MM, SCHMIDT WF, KHAN A, et al. Isolation and characterisation of polyphenol type-A polymers from Cinnamon with insulin-like biological activity. *J. Agric. Food Chem.* 2004, **52**: 65-70.
4. ANDRE G. *Cinnamomum zeylanicum* Nees, la cannelle de Ceylan et son application dans la thérapeutique moderne Thèse de doctorat en Pharmacie Bordeaux 1990
5. ANGMOR JE, DICKS DM, EVANS WC, SANTRA DK. Studies on *Cinnamomum zeylanicum*: Part I. The essential oil components of *C. Zeylanicum* Nees grown in Ghana. *Planta med.* 1972, **21**: 416-420.
6. ATTA AH, ALKOFABI A. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of some Jordanian medicinal plant extracts. *J. Ethnopharmacol.* 1998, **60**: 117-124
7. AWUAH RT, KPODO KA. High incidence of *Aspergillus flavus* and aflatoxins in stored groundnut in Ghana and the use of a microbial assay to assess the inhibitory effects of plant extracts on aflatoxin synthesis. *Mycopathologia.* 1996, **134**:109-114.
8. AZUMI S., TANIMURA A., TANAMOTO K. a novel inhibitor of bacterial endotoxin derived from cinnamon bark *Biochem. Biophys. Res. Com.* 1997 **234**: 506-510
9. BARATTA MT, DORMAN HJD, DEANS ST, FIGUEIREDO AC, BARROSO JG. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour Frag. J.* 1998, **13** : 235-244.
10. BELAICHE P. La Cannelle de Ceylan en aromathérapie. *Phytother.* 1984, **11** : 29-36.
11. BERNARD T, PERINEAU F, DELMAS M, GASSET A. Extraction of essential oils by refining of plant materials. II. Processind of products in dry state: *Illicium verum* Hooker (fruit) and *Cinnamomum zeylanicum* Nees (bark). *Flavour Frag. J.* 1989, **4**: 85-90.

12. BERRIO LF, POLANSKY MM, ANDERSON RA. Insulin activity: stimulatory effects of cinnamon and brewer's yeast as influenced by albumin. *Horm Res* 1992, **37**: 225-229.
13. BRUNETON J. *Plantes toxiques : Végétaux dangereux pour l'Homme et les animaux* 2<sup>ème</sup> édition Tec & doc 2001 Paris
14. BRUNETON J., *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales* 3<sup>ème</sup> édition Tec & doc 1999 Paris
15. BUTANI D.K. Spices and pest problems-2 : cinnamon *Pesticides* 1983, **17** : 32-33
16. CHALCHAT JC, VALADE I. Plantes à huiles essentielles d'origine malgache : composition chimique des huiles essentielles de *Cinnamomum zeylanicum*, *augustifolium*, *camphorata* et *fragrans*. *Rivista Italiana Eppos* 1998, **N spécial** : 729-740.
17. CHITRA S, CHANNE G. Structural features of a D-glucan from the stem bark of *Cinnamomum zeylanicum*. *Indian J. Chem.* 1988,**27**: 694-695.
18. DE MEDICI D, PIERETTI S, SALVATORE G, NICOLETTI M, RASOANAIVO P. Chemical analysis of essential oils of Malagasy medicinal plants by gas chromatography and NMR spectroscopy. *Flavour Frag. J.* 1992, **7** : 275-281.
19. DE ZOYSA M. La production de cannelle au Sri Lanka : tendances et problèmes, une étude de cas dans le district de Matara. In Conférence internationale sur les cultures pérenneées Yamoussoukro le 6 novembre 2001. : <http://peren-conf.2001.cirad.fr>.
20. DIDIER D., GUISSÉ C., MUZET-MICONNET C. *Ingrédients et additifs alimentaires* tome2 Afnor, Paris 1999
21. DIVE CH. La maladie ulcéreuse. Progrès en hépato-gastro-entérologie 5, Doin, Paris 1990
22. DURAFFOURD C, LAPRAZ JC. *Traité de phytothérapie clinique endogénie et médecine*. Masson, Paris 2002.
23. EL-MARAGHY SS. Effect of some spices as preservatives for storage of lentil (*Lens esculenta* L.) seeds. *Folia Microbiol.* 1995, **40**:490-492.
24. EVANS C., *Trease and Evans' pharmacognosy* 14<sup>ème</sup> édition Wb Saunders Company Ltd Londres 1996

25. FERHOUT H, BOHATIER J, GUILLOT J. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *Malassezia furfur* and *Candida albicans*. *J Essent Oil Res* 1999, **11** : 119-129
26. FLANDROIS JC, *Bactériologie médicale* Presses Universitaires de Lyon 1997
27. FRENDY J, RENAUD F, HANSEN W, BOLLET C. *Manuel de bactériologie clinique* 2<sup>ème</sup> édition volume 3. ELSEVIER Paris 1994
28. FRIDMANN F. *Flore des Seychelles* Orstom, Paris 1994
29. GARNERO J. La cannelle de Ceylan : son huile essentielle et ses produits d'extraction. *Phytother.* 1984, **11**: 5-15.
30. GOOGLE web site: bibliothèque de photos. <http://www.google.fr/>
31. GUANGYU W, XUBO S, HANGANG L, SUMIN Z, CHANGRONG L. Studies on the extraction of *Cinnamomum cassia* Blume by supercritical fluid CO<sub>2</sub>. *Xiangliao Xiangjing Huazhuangpin* 2003, **1** : 12-15.
32. HARADA M, OZAKI Y. Pharmacological studies on chinese cinnamon. I. Central effect of cinnamaldehyde. *Yakugaku Zasshi* 1972, **92** : 135-140
33. HARADA M., FUJII Y., KAMIYA J. Pharmacological studies on Chinese Cinnamon III. Electroencephalographic studies of cinnamaldehyde in the rabbit. *Chem. Pharm. Bull.* 1976, **24** :1784-1788
34. HARADA M., SAITO A. Pharmacological studies on Chinese Cinnamon IV effects of cinnamaldehyde on the isolated heart of guinea pigs and its catecholamine releasing effect from the adrenal gland of dogs. *J Pharm Dyn* 1978, **1** : 89-97
35. HARADA M., YANO S. Pharmacological studies on Chinese Cinnamon II effects of cinnamaldehyde on the cardiovascular and digestive systems. *Chem. Pharm. Bull.* 1975, **23** :941-947
36. HARADA M.,HIRAYAMA Y, YAMAZAKI R. Pharmacological studies on Chinese Cinnamon V catecholamine releasing effect of cinnamaldehyde in dogs. *J Pharm Dyn* 1982, **5** : 539-546
37. HUSS U, RINGBOM T, PERERA P, BOHLIN L, VASANGE M. Screening of ubiquitous plant constituents for COX-2 inhibition with a scintillation proximity based assay. *J. Nat. Prod.* 2002, **65**: 1517-1521.

38. IMPARL-RADOSEVICH J, DEAS S, POLANSKY MM, BAEDKE DE, INGEBRITSEN TS, et al. Regulation of PTP-1 and insulin receptor kinase by fractions from cinnamon: implications for Cinnamon regulation of insulin signalling. *Horm Res* 1998, **50**: 177-182.
39. ISOGAI A, SUSUKI A, TAMURA S, OHASHI Y, SASADA Y. Chemistry and biological activities of cinnzeylanine and cinnzeylanol, new insecticidal substances from *Cinnamomum zeylanicum*. *Agric. biol. chem.* 1977, **41** : 1779-1784.
40. ISOGAI A, SUSUKI A, TAMURA S, OHASHI Y, SASADA Y. Cinnzeylanine, a new pentacyclic diterpene acetate from *Cinnamomum zeylanicum*. *Acta Cryst. section B.* 1977, **33** : 623-626.
41. IYENGAR MA, GHOSH TK, NAYAK SGK. Leaf of *Cinnamomum zeylanicum* var benzyl benzoate. A good source for mannitol. *Coll. Pharm. Sci., Kasturba Med. Coll., Manipal, India.* 1994, **31**: 166-167.
42. JARVILL-TAYLOR KJ, ANDERSON RA, GRAVES DJ. A hydroxychalcone derived from cinnamon functions as a mimetic for insulin in 3T3-L1 adipocytes. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001, **20**: 327-336.
43. JAYAPRAKASHA GK, JAGANMOHAN-RAO L, SAKARIA KK. Chemical composition of the flower oil of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. *J. Agric. Food Chem.* 2000, **48**: 4294-4295.
44. JAYAPRAKASHA GK, JAGANMOHAN-RAO L, SAKARIA KK. Chemical composition of volatile oil from *Cinnamomum zeylanicum* Buds. *Z. Naturforsch* 2002, **57c**: 990-993.
45. JAYAPRAKASHA GK, JAGANMOHAN-RAO L, SAKARIA KK. Chemical composition of volatile oil from the fruits of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. *Flavour Frag. J.* 1997, **12**: 331-333.
46. JAYAPRAKASHA GK, JAGANMOHAN-RAO L, SAKARIA KK. Volatile constituents from *Cinnamomum zeylanicum* fruit stalks and their antioxidant activities. *J. Agric. Food Chem.* 2003, **51**: 344-4348.
47. JIROVETZ L, BUCHBAUER G, NGASSOUM MB, ESSIA-NGANG JJ, TATSADJIEU LN, ADJOUDJI O. Chemical composition and antibacterial activities of

- the essential oils of *Plectranthus glandulosus* and *Cinnamomum zeylanicum* from Cameroon. *Scientia Pharmaceutica*. 2002, **70**: 93-99.
48. JIROVETZ L, BUCHBAUER G, RUZICKA J, SHAFI MP, ROSAMMA MK. Analysis of *Cinnamomum zeylanicum* Blume leaf oil from south India. *J. Essent. Oil. Res.* 2001, **13**: 442-443.
49. JOY P.P., THOMAS J., SAMUEL M. Cinnamon (*Cinnamomum verum Presl*) for flavour and fragrance *Parfai journal*, 1998, **20** : 37-42
50. KAMATH JV, RANA AC, CHOWDHURY AR. Pro-healing effect of *Cinnamomum zeylanicum* bark. *Phytother. Res.* 2003, **17**: 970-972.
51. KAUL PN, BHATTACHARYA AK, RAJESWARA RAO BR, SYAMASUNDAR KV, RAMESH S. Volatile constituents of essential oils isolated from different parts of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume). *J. Sci. Food Agric.* 2003, **83**: 53-55.
52. KHAN A, BRYDEN NA, POLANSKY MM, ANDERSON RA. Insulin potentializing factor and chromium content of selected food and spices. *Biol. Trace Elem. Res.* 1990, **24**: 183-188.
53. KHAN A, SAFDAR M, ALI KHAN MM, KHATTAK KN, ANDERSON RA. Cinnamon improve glucose and lipids of people with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2003, **26**: 3215-3218.
54. KIM SJ, HAN D, MOON KD, RHEE JS. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Bisci Biothech biochem* 1995, **59**: 822-826.
55. KOH WS, YOON SY, KWON BM, JEONG TC, NAM KS, HAN MY. Cinnamaldehyde inhibits lymphocyte proliferation and modulates T cell differentiation. *Int. J. Immunopharmacol.* 1998, **20** : 643-660.
56. KUROKAWA M, KUMEDA CA, YAMAMURA JI, KAMIYAMA T, SHIRAKI K. Antipyretic activity of cinnamyl derivatives and related compounds in influenza virus infected mice. *Eur. J. Pharmacol.* 1998, **348**: 45-51
57. KWON BM, CHO BY, LEE SH, NAM JY, BOK SH, et al. 2'-hydroxycinnamaldehyde from stem bark of *Cinnamomum cassia*. *Planta Med.* 1996, **62**: 183-184

58. KWON BM, LEE SH, CHO BY, BOK SH. Synthesis and biological activity of cinnamaldehyde as angiogenesis inhibitors. *Bioorg. Med. Chem. letters* 1997, **19**: 2473-2476
59. KWON BM, LEE SH, CHOI SU, PARK SH, LEE CO, et al. Synthesis and in vitro cytotoxicity of cinnamaldehydes to human solid tumour cells. *Arch. Pharm. Res.* 1998, **21**: 147-152
60. LE MONITEUR DES PHARMACIES cahier I du numéro 2396 du 28 avril 2001.
61. LEE CH, HONG DH, HAN SB, PARK SH, KWON BM, et al. Inhibition of human tumor growth by 2'-hydroxy- and 2'-benzoyl-oxycinnamaldehydes. *Planta Med.* 1999, **65**: 263-266
62. LEE HK, LEE HS, AHN YJ. Antignawing factor derived from *cinnamomum cassia* bark against mice. *J. Chem. Ecol.* 1999, **25**: 1131-1139.
63. LEE JS, JEON SM, PARK EM, HUH TL, KWON OS, LEE MK, CHOI MS. Cinnamate supplementation enhances hepatic lipid metabolism and antioxidant defense systems in high cholesterol-fed rats. *J. Med. Food.* 2003, **3**: 183-191.
64. LEE KG, SHIBAMOTO T. Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *J. Agric. Food Chem.* 2002, **50**: 4947-4952.
65. LENS-LISBONNE C., CREMIEUX A., MAILLARD C., BALANSARD G. méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles : application aux essences de thym et de cannelle. *J. pharm belg.* 1987 **42** : 297-302
66. MABBERLEY DJ. *The plant-book*. Cambridge University Press, Cambridge 1993.
67. Madagascar-contact web site. <http://www.madagascar-contact.com>
68. MALHURET R, BASTIDE P, JOLY B. Essai d'utilisation pratique d'huiles essentielles en milieu hospitalier. *Phytother.* 1983, **11** : 17-27
69. MALLAVARAPU GR, RAMESH S. Essential oil of the fruits of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. *J. Essent. Oil Res.* 2000, **12**: 628-630.
70. MANCINI-FILHO J, VAN-KOIJ A, MANCINI DAP, COZZOLINO FF, TORRES RP. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Breyne) extracts. *Boll. Chim. Farmaceutico* 1998, **11**: 443-447

71. MARESHIGE K, KOGO K, KAZUYA Y, SETSUKO S, MOTOYOSH S, OSAMU L. Genetic identification of cinnamon (*cinnamomum* spp) based on the *trnL-trnF* chloroplast DNA. *Planta Med.* 2002, **68**: 94-96.
72. MATSUDA H, MATSUDA R, FUKUDA S, SHIOMOTO H, KUBO M. Anti-thrombic actions of 70% methanolic extract and cinnamic aldehyde from cinnamomi cortex. *Chem. Pharm. Bull.* 1987, **35**:1275-1280.
73. MENNHART E. *Le voyage des épices* Publications de l'Ecole Moderne Française, Mouans-Sartoux France 1999
74. MILLER KG, POOLE CF, PAWLOWSKI TM. Classification of the botanical origin of cinnamon by solid-phase microextraction and gas chromatography. *Chromatographia* 1996, **42**: 639-646.
75. MILLER RL, GOULD AR, BERNSTEIN ML. Cinnamon-induced stomatitis venenata. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992; **73** : 708-716.
76. MINO Y, OTA N. Inorganic chemical approaches to pharmacognosy V. X-ray fluorescence spectrometric studies on the inorganic constituents of crude drugs. On the cinnamomi cortex. *Chem. Pharm. Bull.* 1990,**38**: 709-713.
77. MOLLENBECKS, KONIG P, SCHWAB W, RAJAONARIVONY J, RANARIVELO L. Chemical composition and analyses of enantiomers of essential oils from Madagascar. *Flavour Frag. J.* 1997, **12** : 63-69.
78. MONTE-BELMONT R., CARVAJAL M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. *J. Food Prot.* 1998, **61**: 616-619.
79. MORETTI MDL, BAZZONI E, PASSINO GS, PROTA R. Antifeedant effects of some essential oils on *Ceratitis capitata* Wied. (diptera, tephritidae). *J. Essent. Oil Res.* 1998,**10**: 405-412.
80. NATH CS, PATHAK MG, BARUAH A. Benzyl benzoate the major component of the leaf and stem bark oil of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. *J. Essent. Oil Res.* 1996, **8** : 327-328.
81. NIR Y, POTASMAN I, STERMER E, TABAK M, NEEMAN I. Controlled trial of effect of cinnamon extract on *Helicobacter pylori*. *Helicobacter* 2000, **5**: 94-97.



82. NONAKA GI, MORIMOTO S, NISHIOKA I. Tannins and related compound. Part 13. Isolation and structures of trimeric, tetrameric and pentameric proanthocyanidins from cinnamon. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.* 1983, **I**: 2139-2145.
83. NORMAN J. *Les épices leur emploi dans la cuisine d'aujourd'hui* Hatier, Paris 1991
84. OKUYAMA T, MATSUDA M, MASUDA Y, BABA M, ADACHI M, et al. Studies on cancer bio-chemoprevention of natural resources.X+. Inhibitory effect of spices on TPA-enhanced choline H3 incorporation in phospholipids of C3H10T1/2 cells and on TPA-induced mouse ear edema. *Chin. Pharm. J.* 1995, **47**: 421-430
85. PAVIA F. *L'univers des parfums* Solar Espagne 1995
86. PERRY PA, DEAN BS, KRENZELOK EP. Cinnamon oil abuse by adolescents. *Vet. Hum. Toxicol.* 1990, **32**: 162-164.
87. Pharmacopée Européenne IV<sup>ème</sup> édition 2002
88. PICAUD A., MANSAU S. *Histoire en parfums* Garde- temps, Paris 1999
89. PILAPIL VR. Toxic manifestations of cinnamon oil ingestion in a child. *Clin Pediatr.* 1989, **28**: 276.
90. QIN B, NAGASAKI M, REN M, BAJOTTO G, OSHIDA Y, SATO Y. Cinnamon extract (traditional herb) potentiates in vivo insulin-regulated glucose utilisation via enhancing insulin signalling in rats. *Diab. Res. Clin. Pract.* 2003, **62**: 139-148.
91. QUALE JM, LANDMAN D, ZAMAN MM, BURNEY S, SATHE SS. In vitro activity of *Cinnamomum zeylanicum* against azole resistant and sensitive *Candida* species and a pilot study of cinnamon for oral candidiasis. *Amer. J. Chin. Med.* 1996, **24** : 103-109
92. RAHARIVELOMANANA P.J., TERROM G.P., BIANCHINI J.P., COULANGES P. contribution à l'étude de l'action antimicrobienne de quelques huiles essentielles extraites de plantes malgaches. II : les lauracées. *Arch. Inst. Pasteur Madagascar.* 1989, **56** : 261-271
93. RAINA VK, SRIVASTAVA SK, AGGORWAL KK, RAMESH S, KUMAR S. Essential oil composition of *Cinnamomum zeylanicum* Blume leaves from little Andaman, India. *Flavour Frag. J.* 2001, **16** : 374-376.

94. RAMESH T. Fungitoxicity of volatile constituents of some higher plants against predominant storage fungi. *Indian Phytopathol.* 1997, **50**: 548-551.
95. RAMOS MFS, SANTOS EP, BIZARRI CHB, MATTOS HA. Preliminary studies towards utilization of various plant extracts as antisolar agents. *Int. J. Cosm. Sci.* 1996, **18**: 87-101.
96. RAO YR, PAUL SC, DUTTA PK. Major constituents of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*. *Indian perfumer.* 1988, **32** : 86-89.
97. RICHARD H. *Epices et aromates*. Tec & Doc –Lavoisier, Paris 1992.
98. ROMBI M 100 *Plantes médicinales : composition, mode d'action et intérêt thérapeutique* Romart 1991 Nice
99. SAKAMOTO M, YOSHINO H, SHIRAHATA Y, SHIMODAIRO K, OKAMOTO R. Pharmacotherapeutic effects of Kwei-Chih-Fu-Ling-Wan on human uterine myomas. *Amer. J. Chin. Med.* 1992, **20** : 313-317
100. SALLAL AKJ, ALKOFABI A. Inhibition of haemolytic activities of snake and scorpion venoms *in vitro* with plant extracts. *Biomed. Lett.* 1996, **53**: 211-215.
101. SAMBAIAH K, SRINIVASAN K. Effect of cumin, cinnamon, ginger, mustard and tamarind in induced hypercholesterolemic rats. *Die Nahrung* 1991, **35**: 47-51.
102. SAMBAIAH K, SRINIVASAN K. Influence of spices and spice principles on hepatic mixed function oxygenase system in rats. *Indian J. Biochem. Biophys* 1989, **26**: 254-258.
103. SEBTI F, TANTAOUI-ELARAKI A. *In vitro* inhibition of fungi isolated from « pastilla » papers by organic acids and cinnamon. *Lebensm. Wiss. U; Technol.* 1994, **27**: 370-374.
104. SHAH AH, AL-SHZREEF AH, AGEEL AM, QURESHI S. Toxicity studies in mice of common spices, *Cinnamomum zeylanicum* bark and *Piper longum* fruits. *Plant Foods Hum. Nutr.* 1998, **52**: 231-239.
105. SIGALLI S., DEROCHE D., MARCHISIO G., OZOG C., MARIN C. Contribution à l'étude d'authenticité des huiles essentielles d'écorces de cannelle type *Cinnamomum zeylanicum*. *Ann. Fals. Exp. Chim.* 1998, **91** : 23-40

106. SOLIMAN KM, BADEAA RI. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food Chem. Toxicol.* 2002, **40**: 1669-1675.
107. STELLA A. *Le livre des épices* Flammarion, Paris 1998
108. TABAK M, ARMON R, NEEMAN I. Cinnamon extracts' inhibitory effect on *Helicobacter pylori*. *J. Ethnopharmacol.* 1999, **67**: 269-277
109. TABER DF, WEISS AJ. Cinnamaldehyde by stem distillation of cinnamon. *J. Chem. Ed.* 1998, **75**: 633.
110. TANAKA S., YOON Y., FUKUI H., *et al* antiulcerogenic compounds isolated from Chinese Cinnamon *Planta Med.* 1989, **55**: 245-248
111. TATEO F, CHIZZINI F. The composition and quality of supercritical CO<sub>2</sub> extracted cinnamon. *J. Ess. Oil Res.* 1989, **1** : 165-168.
112. URAGODAC CG. Asthma and other symptoms in cinnamon workers. *Br. J. Ind. Med.* 1984, **41**: 224-227.
113. VALNET J. *AROMATHERAPIE Traitement des maladies par les essences des plantes. 11<sup>ème</sup> édition.* Maloine, Paris 1990.
114. VARIYAR PS, BANDYOPADHYAY C. On some chemical aspects of *Cinnamomum zeylanicum*. *Pafai Journal* 1989, **11** : 35-38.
115. VEAL L. The potential effectiveness of essential oils as a treatment for headlice, *Pediculus humanus capitis*. *Complement Ther Nurs Midwifery.* 1996, **2**: 97-101.
116. VEERAKUMARI K., MOHANRAJ P. Insect pests of cinnamon (*Cinnamomum verum* Brecht & Presl) in the Andaman and Nicobar islands *J. Plant. Crops* 1993, **21**: 67-69
117. VILAREM G, DUMONT V, GASET A. Extraction assistée par ultrasons. *OCL.* 1997, **4** : 42-45.
118. VIOLLON C, CHAUMONT JP. Antifungal properties of essential oils and their main components upon *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathol.* 1994, **128** : 151-153
119. WENLI M, SHUHUA Q, CHANGXIANG C, GAOFEN W. Flavonoids from *Cinnamomum zeylanicum*. *Yunnan Zhiwu Yanjiu.* 2001, **23**: 394-396.

120. WESTRA WH, MCMURRAY JS, CALIFANO J, FLINT PW, CORIO RL. Squamous cell carcinoma of the tongue associated with cinnamon gum use: a case report. *Head Neck*. 1998, **20**: 430-433.
121. WICHTL M., ANTON R. *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. 4<sup>ème</sup> édition. Tec & Doc et Editons médicales internationales, Paris 2003
122. WIJESEKERA R.O.B. The chemistry and technology of cinnamon *CRC critical reviews in food science and nutrition* 1978, 10: 1 –30
123. YUSTE J, FUNG DYC. Inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A 49594 in apple juice supplemented with cinnamon. *J. Food Prot.* 2002, **65**: 1663-1666.

# ANNEXES

ANNEXE 1

FA042797

ISSN 0335-3931

norme française

NF ISO 6539

Avril 1998

Indice de classement : V 32-115

ICS : 67.220.10

**Cannelle type Sri Lanka,  
type Seychelles et type Madagascar  
(*Cinnamomum zeylanicum* Blume)**

**Spécifications**

- E : Cinnamon, Sri Lankan type, Seychelles type and Madagascan type  
(*Cinnamomum zeylanicum* Blume) — Specification  
D : Zimt, Sorte Sri Lanka, Seychelles und Madagascar  
(*Cinnamomum zeylanicum* Blume) — Lieferbedingungen

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 mars 1998 pour prendre effet le 20 avril 1998.

Remplace la norme homologuée NF V 32-115, de mars 1982.

**Correspondance**

Le présent document reproduit intégralement la norme internationale ISO 6539:1997.

**Analyse**

Le présent document fait partie d'un ensemble de normes décrivant les spécifications des épices.

En raison de la diversité des parties de plantes utilisées en tant qu'épices (fruits, graines, fleurs, tiges, etc.), il est primordial de disposer d'un éventail correspondant de normes pour contrôler leur qualité.

Ce document décrit les spécifications de la cannelle type Sri Lanka, type Seychelles et type Madagascar sous ses diverses formes de présentation.

**Descripteurs**

Thésaurus International Technique : épice, plante aromatique, cannelle, spécification, classification, essai, propriété organoleptique, caractéristique chimique, emballage, marquage.

**Modifications**

Par rapport au document remplacé, révision rédactionnelle et technique portant en particulier sur la teneur en eau et en huiles essentielles.

**Corrections**

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex  
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

© AFNOR 1998

AFNOR 1998

1<sup>er</sup> tirage 98-04



**Membres de la commission de normalisation**

Président : M SCHOUVEY

Secrétariat : MME DIDIER — AFNOR

M	BALITOUT	SODELEG
M	BARBIN	MARTIN BAUER FRANCE
M	BELLENOT	LABORATOIRE ITEIPMAI
M	BITON	CTCPA
M	CABALOU	PROTINA SA
M	CARUANA	LARA — TOULOUSE
MME	CLAIR	FACULTE DE PHARMACIE — PARIS
M	COLONAT	DUCROS SA
M	DE FEYTER	SOCIETE DES LABORATOIRES JP PAUL
M	DECLERCO	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF DE MASSY
M	DERBESY	ECOLE SUPERIEURE DE CHIMIE DE MARSEILLE
MLLE	DEVY	LABORATOIRES CHEFARO ARDEVAL
M	GOEFFERT	CHARABOT ET CIE SA
M	GUERERE	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF DE MARSEILLE
MME	LAÏ	CERVAC
MLLE	LE SCAO	LIEBIG MAILLE AMORA
M	MARCHAL	CIRAD FLHOR
M	MARTIN	EUROFINS SA
M	MORINI	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF — PARIS
M	N'GUYEN	MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION — DIRECTION GENERALE DE L'ALIMENTATION (DGAL)
M	PARIS	FACULTE DE PHARMACIE DE CHATENAY-MALABRY
M	PITOT	NESTLE FRANCE
M	QUEYROI	MOGUNTIA EST ESPICES
M	RIBEYRON-MONTMARTIN	SNPE
M	SCHOUVEY	DUCROS SA
M	THIERCELIN	TRADIMPEX SA J.M THIERCELIN
M	TOUCHE	INGENIEUR CONSEIL
M	VIGNERON	MEDEOL

**Avant-propos national**

**Références aux normes françaises**

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 927	: NF V 03-401
ISO 928	: NF ISO 928 (indice de classement : V 03-403) <sup>1)</sup>
ISO 930	: NF ISO 930 (indice de classement : V 03-405) <sup>1)</sup>
ISO 939	: NF V 03-402

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises de même domaine d'application mais non identiques est la suivante :

ISO 948	: NF V 03-400
ISO 1208	: NF V 03-410
ISO 6571	: NF V 03-409

Les autres normes mentionnées à l'article «Références normatives» n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises : elles peuvent être obtenues auprès de l'AFNOR.

1) En préparation.

### Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6539 a été élaborée par l'ISO/TC 34, *Produits agricoles alimentaires*, sous-comité SC 7 *Épices*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6539:1983), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.



## Cannelle type Sri Lanka, type Seychelles et type Madagascar (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) — Spécifications

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe les spécifications de la cannelle type Sri Lanka, type Seychelles et type Madagascar entière ou en poudre, constituée par l'écorce de l'arbre ou de l'arbuste *Cinnamomum zeylanicum* Blume.

Des recommandations relatives aux conditions d'entreposage et de transport sont données en annexe A.

NOTE — Les spécifications de la cannelle type Chine, type Indonésie et type Viêt-nam sont données dans l'ISO 6538<sup>1)</sup>.

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 927:1982, *Épices — Détermination de la teneur en matières étrangères.*

ISO 928:—<sup>2)</sup>, *Épices — Détermination des cendres totales.*

ISO 930:—<sup>3)</sup>, *Épices — Détermination des cendres insolubles dans l'acide.*

ISO 939:1980, *Épices — Détermination de la teneur en eau — Méthode par entraînement.*

ISO 948:1980, *Épices — Échantillonnage.*

ISO 1208:1982, *Épices — Détermination des impuretés.*

ISO 2825:1981, *Épices — Préparation d'un échantillon moulu en vue de l'analyse.*

ISO 6571:1984, *Épices, aromates et herbes — Détermination de la teneur en huiles essentielles.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

1) ISO 6538:1997, *Cannelle type Chine, type Indonésie et type Viêt-nam [Cinnamomum aromaticum Nees syn. Cinnamomum cassia (Nees) ex Blume et Cinnamomum burmanii (C.G. Nees) Blume et Cinnamomum loureirii Nees] — Spécifications.*

2) A publier (Révision de l'ISO 928:1980)

3) A publier (Révision de l'ISO 930:1980)

**3.1 tuyaux entiers de cannelle**

Épiderme gratté de l'écorce interne des pousses de cannellier arrivées à maturité, les couches s'emboîtant les unes dans les autres et s'enroulant en un tuyau rempli de petits morceaux de la même écorce, et séché ensuite au soleil et en plein air.

**3.2 tuyaux brisés de cannelle**

Morceaux brisés et débris de différentes tailles de toutes les catégories de tuyaux de cannelle.

**3.3 morceaux de cannelle**

Morceaux d'écorce interne obtenus par pelage et/ou grattage de l'écorce des petites branches et des tiges des plantations de cannelliers et pouvant comprendre une certaine quantité de copeaux.

**3.4 copeaux de cannelle**

Écorce séchée ne pouvant pas être pelée de cannellier, y compris l'écorce externe, et obtenue par grattage ou battage des pousses.

**3.5 cannelle en poudre**

Poudre obtenue par broyage de tous les types de cannelle considérés dans la présente Norme internationale, à l'exclusion de tout additif.

**3.6 cannelle entière**

Toutes les formes commerciales de cannelle, à l'exception de la cannelle en poudre.

**3.7 cannelle dite "foxée" ou tachetée**

Cannelle ayant des taches brun rougeâtre sur la surface des tuyaux, celles-ci pouvant devenir brun foncé avec le temps.

**3.8 balle**

Emballage de n'importe quelle catégorie de tuyaux emballés dans des matériaux appropriés pour l'exportation.

**4 Types et classification****4.1 Types****4.1.1 Cannelle type Sri Lanka**

Il s'agit de l'écorce séchée des variétés cultivées de l'espèce *Cinnamomum zeylanicum* Blume de la famille des Lauraceae.

La cannelle type Sri Lanka est commercialisée sous quatre formes:

- a) tuyaux entiers (voir 3.1);
- b) tuyaux brisés (voir 3.2),
- c) morceaux (voir 3.3);
- d) copeaux (voir 3.4)

**4.1.2 Cannelle type Seychelles**

Il s'agit de l'écorce des troncs ou des branches de *Cinnamomum zeylanicum* Blume, ces arbres étant cultivés aux Seychelles.

La cannelle type Seychelles est commercialisée sous trois formes:

- a) écorce de cannelle brute, consistant en fragments petits ou moyens, irréguliers, allongés, légèrement recourbés d'écorce brute entière non grattée;
- b) écorce de cannelle grattée, obtenue à partir des jeunes pousses des arbustes des mêmes espèces; les pousses sont grattées avec un couteau courbe avant de détacher l'écorce du bois;
- c) tuyaux entiers et brisés, obtenus et préparés à partir des jeunes pousses des arbustes, et de la même façon que celle utilisée pour la cannelle type Sri Lanka.

#### 4.1.3 Cannelle type Madagascar

Il s'agit de l'écorce des troncs ou des branches de *Cinnamomum zeylanicum* Blume, ces arbres poussant spontanément à Madagascar. Elle est produite soit:

- a) sous la forme de tubes creux simples d'écorce grattée ou non grattée, d'apparence plutôt grossière, d'environ 30 cm de longueur, coupés à partir des plus petites branches avec un couteau; soit, le plus souvent
- b) sous la forme de morceaux d'écorce grattée ou non grattée, provenant des branches les plus grosses et des troncs, enlevés avec le plat d'une hachette.

### 4.2 Catégories commerciales

#### 4.2.1 Cannelle type Sri Lanka

##### 4.2.1.1 Tuyaux entiers

Pour la classification, voir le tableau 1.

##### 4.2.1.2 Tuyaux brisés

Les tuyaux brisés peuvent contenir jusqu'à 3 % (*m/m*) de morceaux et de copeaux.

##### 4.2.1.3 Morceaux

Les morceaux peuvent contenir jusqu'à 5 % (*m/m*) de copeaux.

##### 4.2.1.4 Copeaux

Les copeaux doivent être constitués d'écorce de cannellier bien séchée et ne pouvant pas être pelée.

#### 4.2.2 Cannelle type Seychelles et type Madagascar

Pour la classification, voir le tableau 2.

### 5 Cannelle en poudre

La cannelle en poudre doit consister uniquement en cannelle des types décrits dans l'article 4.

NOTE — Si l'origine est indiquée, il convient que la poudre soit préparée exclusivement à partir des écorces concernées.

Tableau 1 — Classification de la cannelle type Sri Lanka en tuyaux entiers

Désignation commerciale des catégories et qualités	Diamètre des tuyaux		Étendue de cannelle tachetée <sup>1)</sup>	Longueur minimale des tuyaux dans une balle	Morceaux de tuyaux et brisures de même qualité par balle
	max. mm	min. par kg			
Alba	6	45	Aucune	200	1
<b>Continental</b>					
C 00000 spéciale	6	35	10	200	1
C 00000	10	31	10		
C 0000	13	24	10		
C 000	16	22	15		
C 00	17	20	20		
C 0	19	18	25		
<b>Mexican</b>					
M 00000 spéciale	16	22	50	200	2
M 00000	16	22	60		
M 0000	19	18	60		
<b>Hamburg</b>					
H 1	23	11	25	150	3
H 2	25	9	40		
H 3	38	7	65		
<p>1) Ces taches peuvent être :</p> <p>a) superficielles ("malkorahedi"); ou</p> <p>b) profondes ("korahedi").</p> <p>Cette subdivision est basée sur la profondeur des taches.</p> <p>2) L'étendue est déterminée par examen visuel.</p>					

Tableau 2 — Classification de la cannelle type Seychelles et type Madagascar

Désignation commerciale de la catégorie	Caractéristiques physiques de l'écorce
1 Tuyaux entiers	Tuyaux d'environ 15 cm de longueur, l'écorce pouvant avoir jusqu'à 1 mm d'épaisseur.
2 Morceaux d'écorce grattée	Morceaux brisés rugueux et rainurés d'écorce grattée pouvant avoir jusqu'à 2 mm d'épaisseur.
3 Morceaux d'écorce non grattée	Morceaux brisés rugueux et rainurés ayant jusqu'à environ 3 cm de largeur et 20 cm de longueur. L'écorce peut avoir jusqu'à 5 mm d'épaisseur.
4 Copeaux, lamelles d'écorce non grattée.	Petits morceaux d'écorce non grattée provenant des pousses de cannellier.

## 6 Exigences

### 6.1 Odeur et flaveur

L'odeur et la flaveur doivent être fraîches et caractéristiques de la cannelle de l'origine concernée. Elles doivent être exemptes de flaveurs étrangères, y compris d'odeur de moisi.

### 6.2 Couleur

La cannelle en poudre doit avoir une couleur allant du brun jaunâtre au brun rougeâtre.

### 6.3 Absence de moisissures, insectes, etc.

La cannelle entière doit être exempte d'insectes vivants, de croissance de moisissures, d'acariens et de restes d'insectes, par exemple de cocons, et pratiquement exempte d'insectes morts, de fragments d'insectes et de contamination par les rongeurs visibles à l'œil nu (corrigé, si nécessaire, dans le cas d'une vision anormale) ou avec le grossissement pouvant s'avérer nécessaire dans certains cas particuliers. Si le grossissement est supérieur à  $\times 10$ , mention doit en être faite dans le rapport d'essai.

En cas de litige, la contamination de la cannelle en poudre doit être déterminée selon la méthode décrite dans l'ISO 1208.

### 6.4 Matières étrangères

Les matières étrangères comprennent les feuilles, les tiges, la menue paille et autres matières végétales, ainsi que le sable, la terre et la poussière.

La proportion de matières étrangères dans la cannelle entière, déterminée selon la méthode décrite dans l'ISO 927, ne doit pas être supérieure à 1 % (*m/m*).

Dans le cas de cannelle en tuyaux entiers type Sri Lanka, prélever environ 110 g de tuyaux par balle de catégorie Continental, et 230 g de tuyaux par balle de catégorie Mexican ou Hamburg, les broyer et examiner l'intérieur. Il ne doit pas y avoir d'écorce interne non grattée, de raclures, de matières étrangères, ni d'écorce de cannelle sauvage et d'autres genres.

### 6.5 Spécifications chimiques

La cannelle entière et en poudre doit satisfaire aux spécifications données dans le tableau 3.

## 7 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être réalisé selon la méthode décrite dans l'ISO 948.

## 8 Méthodes d'essai

8.1 Les échantillons doivent être analysés pour s'assurer de leur conformité aux exigences de la présente Norme internationale, selon les méthodes d'essai physiques et chimiques spécifiées en 6.3, 6.4 et dans le tableau 3.

8.2 Pour préparer l'échantillon moulu en vue de l'analyse, broyer grossièrement la cannelle, jusqu'à obtention de particules d'environ 5 mm ou moins, et appliquer ensuite la méthode générale décrite dans l'ISO 2825.

Tableau 3 — Spécifications chimiques

Caractéristique	Spécifications		Méthode d'essai
	Cannelle type Sri Lanka	Cannelle type Seychelles et type Madagascar	
Teneur en eau, % (m/m) max. - cannelle entière - cannelle en poudre	14 12	15 14	ISO 939
Cendres totales, % (m/m) sur sec, max.	5	7	ISO 928
Cendres insolubles dans l'acide, % (m/m) sur sec, max.	1	2	ISO 930
Teneur en huiles essentielles, ml/100 g sur sec, min. - cannelle entière - cannelle en poudre	1,0 0,7	0,7 0,3	ISO 6571

## 9 Emballage et marquage

### 9.1 Emballage

La cannelle entière doit être emballée dans des récipients propres, sains et secs, fabriqués en un matériau qui n'a pas d'action sur le produit ou sa flaveur, et le protège contre une reprise d'humidité ou une perte en matières volatiles.

Les emballages doivent être conformes aux législations nationales concernant la protection de l'environnement.

### 9.2 Marquage

Les indications particulières suivantes doivent être inscrites directement sur chaque emballage ou inscrites sur une étiquette attachée à chaque emballage:

- a) nom du produit;
- b) nom commercial ou, le cas échéant, marque;
- c) nom et adresse du producteur ou de l'emballer;
- d) code ou numéro de lot;
- e) masse nette;
- f) catégorie du produit;
- g) pays de production;
- h) tout autre renseignement demandé par l'acheteur, tel que l'année de récolte et la date de l'emballage (si elles sont connues);
- i) référence à la présente Norme internationale.

## Annexe A (informative)

### Recommandations relatives aux conditions d'entreposage et de transport

- A.1 Il convient que les emballages de cannelle soient entreposés dans des locaux couverts, bien protégés du soleil, de la pluie et d'une chaleur excessive.
- A.2 Il convient que l'entrepôt soit sec, exempt d'odeurs désagréables, et protégé contre l'entrée d'insectes et de vermine. Il convient de régler la ventilation de manière à assurer une bonne ventilation en période sèche et à être entièrement arrêtée en période humide. Il convient de prendre des dispositions appropriées pour permettre la fumigation dans l'entrepôt.
- A.3 Il convient de manipuler et de transporter les emballages de manière qu'ils soient protégés de la pluie, du soleil ou d'autres sources de chaleur excessive, des odeurs désagréables et de toute contamination, en particulier dans les cales des navires.

## norme française

NF ISO 6538

Avril 1998

Indice de classement : V 32-116

ICS : 67.220.10

**Cannelle type Chine, type Indonésie et  
type Viêt-nam [*Cinnamomum aromaticum*  
(Nees) syn. *Cinnamomum cassia* (Nees) ex  
Blume, *Cinnamomum burmanii* (C.G. Nees)  
Blume et *Cinnamomum loureirii* Nees]**

**Spécifications**

- E : Cassia, Chinese type, Indonesian type and Vietnamese type [*Cinnamomum aromaticum* (Nees) syn. *Cinnamomum cassia* (Nees) ex Blume, *Cinnamomum burmanii* (C.G. Nees) Blume and *Cinnamomum loureirii* Nees] — Specification
- D : Zimt, Sorte China, Indonesien und Vietnam [*Cinnamomum aromaticum* (Nees) syn. *Cinnamomum cassia* (Nees) ex Blume, *Cinnamomum burmanii* (C.G. Nees) Blume und *Cinnamomum loureirii* Nees] — Lieferbedingungen.

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 mars 1998 pour prendre effet le 20 avril 1998.

Remplace la norme homologuée NF V 32-116, de mai 1983.

**Correspondance**

Le présent document reproduit intégralement la norme internationale ISO 6538:1997.

**Analyse**

Le présent document fait partie d'un ensemble de normes décrivant les spécifications des épices.

En raison de la diversité des parties de plantes utilisées en tant qu'épices (fruits, graines, fleurs, tiges, etc.), il est primordial de disposer d'un éventail correspondant de normes pour contrôler leur qualité.

Ce document décrit les spécifications de la cannelle type Chine, type Indonésie et type Viêt-nam sous ses diverses formes de présentation.

**Descripteurs**

Thésaurus International Technique : épice, plante aromatique, cannelle de Chine, spécification, classification, essai, propriété organoleptique, caractéristique chimique, emballage, marquage.

**Modifications**

Par rapport au document remplacé, révision rédactionnelle et technique portant en particulier sur la teneur en eau et en huiles essentielles.

**Corrections**

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex  
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55





## Membres de la commission de normalisation

Président : M SCHOUVEY

Secrétariat : MME DIDIER — AFNOR

M	BALITOUT	SODELEG
M	BARBIN	MARTIN BAUER FRANCE
M	BELLENOT	LABORATOIRE ITEIPMAI
M	BITON	CTCPA
M	CABALOU	PROTINA SA
M	CARUANA	LARA — TOULOUSE
MME	CLAIR	FACULTE DE PHARMACIE — PARIS
M	COLONAT	DUCROS SA
M	DE FEYTER	SOCIETE DES LABORATOIRES JP PAUL
M	DECLERCO	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF DE MASSY
M	DERBESY	ECOLE SUPERIEURE DE CHIMIE DE MARSEILLE
M	DEVY	LABORATOIRES CHEFARO ARDEVAL
M	GOEPFERT	CHARABOT ET CIE SA
M	GUERERE	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF DE MARSEILLE
MME	LAÏ	CERVAC
M	LE SCAO	LIEBIG MAILLE AMORA
M	MARCHAL	CIRAD FLHOR
M	MARTIN	EUROFINS SA
M	MORINI	MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES — DGCCRF — PARIS
M	N'GUYEN	MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION — DIRECTION GENERALE DE L'ALIMENTATION (DGAL)
M	PARIS	FACULTE DE PHARMACIE DE CHATENAY-MALABRY
M	PITOT	NESTLE FRANCE
M	QUEYROI	MOGUNTIA EST ESPICES
M	RIBEYRON-MONTMARTIN	SNPE
M	SCHOUVEY	DUCROS SA
M	THIERCELIN	TRADIMPEX SA J.M THIERCELIN
M	TOUCHE	INGENIEUR CONSEIL
M	VIGNERON	MEDEOL

*Avant-propos national**Références aux normes françaises*

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 927	: NF V 03-401
ISO 928	: NF ISO 928 (indice de classement : V 03-403) <sup>1)</sup>
ISO 930	: NF ISO 930 (indice de classement : V 03-405) <sup>1)</sup>
ISO 939	: NF V 03-402

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises de même domaine d'application mais non identiques est la suivante :

ISO 948	: NF V 03-400
ISO 1208	: NF V 03-410
ISO 6571	: NF V 03-409

Les autres normes mentionnées à l'article «Références normatives» n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises : elles peuvent être obtenues auprès de l'AFNOR.

1) En préparation.

### Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6538 a été élaborée par l'ISO/TC 34, *Produits agricoles alimentaires*, sous-comité SC 7, *Épices*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6538:1982), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

**Cannelle type Chine, type Indonésie et type Viêt-nam**  
[*Cinnamomum aromaticum* (Nees) syn. *Cinnamomum cassia*  
(Nees) ex Blume, *Cinnamomum burmanii* (C.G. Nees) Blume et  
*Cinnamomum loureirii* Nees] — Spécifications

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe les spécifications de la cannelle type Chine, type Indonésie et type Viêt-nam, en tuyaux, entière ou en poudre, constituée par l'écorce de l'arbre *Cinnamomum aromaticum* (Nees) syn. *Cinnamomum cassia* (Nees) ex Blume, *Cinnamomum burmanii* (C.G. Nees) Blume et *Cinnamomum loureirii* Nees.

Des recommandations relatives aux conditions d'entreposage et de transport sont données en annexe A.

NOTE — Les spécifications de la cannelle type Sri Lanka, type Seychelles et type Madagascar sont données dans ISO 6539 <sup>1)</sup>.

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 927:1982, *Épices — Détermination de la teneur en matières étrangères.*

ISO 928:— <sup>2)</sup>, *Épices — Détermination des cendres totales.*

ISO 930:— <sup>3)</sup>, *Épices — Détermination des cendres insolubles dans l'acide.*

ISO 939:1980, *Épices — Détermination de la teneur en eau — Méthode par entraînement.*

ISO 948:1980, *Épices — Échantillonnage.*

ISO 1208:1982, *Épices — Détermination des impuretés.*

ISO 2825:1981, *Épices — Préparation d'un échantillon moulu en vue de l'analyse.*

ISO 6571:1984, *Épices, aromates et herbes — Détermination de la teneur en huiles essentielles.*

<sup>1)</sup> ISO 6539:1997, *Cannelle type Sri Lanka, type Seychelles et type Madagascar (Cinnamomum zeylanicum Blume) — Spécifications.*

<sup>2)</sup> À publier. (Révision de l'ISO 928:1980)

<sup>3)</sup> À publier. (Révision de l'ISO 930:1980)

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

#### 3.1 tuyaux entiers

Épiderme gratté de l'écorce interne des pousses de cannellier arrivées à maturité, s'enroulant en un tuyau simple ou double. Les tuyaux sont lavés et séchés.

#### 3.2 écorce grattée

Écorce obtenue à partir des jeunes pousses des cannelliers cultivés, grattée avec un couteau courbe avant de détacher l'écorce du bois.

#### 3.3 écorce non grattée

Écorce obtenue à partir des jeunes pousses des cannelliers cultivés, mais non grattée.

#### 3.4 morceaux

Produit résultant de la taille, du triage, de la manipulation et de l'emballage des tuyaux, qui peut être de dimensions diverses, gratté ou non gratté.

#### 3.5 cannelle en poudre

Poudre obtenue par broyage de tous les types de cannelles considérés dans la présente Norme internationale à l'exclusion de tout additif.

## 4 Types et classification

### 4.1 Types

#### 4.1.1 Cannelle type Chine (*Cassia lignea*)

Il s'agit de l'écorce des branches de *Cinnamomum cassia* (Nees) ex Blume de la famille des Lauraceae. Elle consiste en écorce enroulée en tuyaux simples ou doubles imbriqués.

#### 4.1.2 Cannelle type Indonésie (*Java cassia*, *Korintje cassia*, *cassia vera*)

Il s'agit de l'écorce des troncs de *Cinnamomum burmannii* (C.G. Nees) de la famille des Lauraceae. Elle consiste en tuyaux grattés simples ou doubles, plus ou moins fins et de couleur brun rougeâtre.

#### 4.1.3 Cannelle type Viêt-nam

Il s'agit de l'écorce, principalement des petites branches de *Cinnamomum loureirii* Nees de la famille des Lauraceae. Elle consiste en tuyaux simples ou doubles.

### 4.2 Catégories commerciales

#### 4.2.1 Cannelle type Chine

La cannelle type Chine se présente en morceaux de différentes longueurs variant d'environ 250 mm à 380 mm, leur diamètre étant d'environ 20 mm. Elle peut être grattée ou non grattée, a généralement une épaisseur d'environ 3 mm, mais celle-ci peut aller jusqu'à 6 mm. Elle a une saveur douce et aromatique, quelquefois astringente.

La cannelle type Chine est classée selon trois catégories (voir le tableau 1).

Tableau 1 — Classification de la cannelle type Chine

Désignation commerciale de la catégorie	Caractéristiques physiques de l'écorce
1 Kwantung (également connue sous le nom de "tuyaux de Chine" ou "tuyaux de Canton")	Les tuyaux peuvent être grattés ou non grattés. La couleur externe de l'écorce non grattée est gris brunâtre avec des taches grises; la surface est rugueuse et irrégulière, grossière en apparence.  La flaveur est quelque peu faible. L'écorce grattée est brun rougeâtre clair avec quelquefois des taches de gris et est lisse ou presque lisse.
2 Kwangsi	Les tuyaux, entiers ou brisés, peuvent être grattés ou non grattés; les tuyaux ne sont pas si rugueux que ceux de la catégorie Kwantung, ni si grossiers, et ont une flaveur plus forte et meilleure.
3 Morceaux brisés (brisures des catégories 1 et 2)	Petits morceaux, grattés ou non grattés, résultant de la taille, du triage, de la manipulation et de l'emballage des tuyaux.

## 4.2.2 Cannelle type Indonésie

La cannelle type Indonésie se présente en tuyaux cylindriques simples ou doubles, rugueux, d'environ 1 m de longueur, constitués de bandes d'écorce de 50 mm à 100 mm de largeur; l'épaisseur de l'écorce varie de 1 mm à 5 mm.

La cannelle type Indonésie est classée selon quatre catégories (voir le tableau 2).

Tableau 2 — Classification de la cannelle type Indonésie

Désignation commerciale de la catégorie	Caractéristiques physiques de l'écorce
1 AA (prima selected)	Écorce entièrement grattée avec des tuyaux ayant un diamètre de 5 mm à 15 mm. De couleur jaune à brun jaunâtre, sans taches. Flaveur douce et épicée caractéristique de la cannelle indonésienne.
2 A (prima), Java cassia, Korintje cassia ou Indonesian cassia	Écorce grattée, de couleur jaune à jaune brunâtre, ayant une flaveur douce et épicée caractéristique de la cannelle indonésienne.
3 B (secunda); Java cassia, Korintje cassia ou Indonesian cassia	Écorce grattée ou partiellement grattée. Brune à gris brunâtre, de surface rugueuse ayant une flaveur douce et épicée caractéristique de la cannelle indonésienne.
4 C (tertia), brisures	Petits morceaux, grattés ou non grattés; résultant de la taille, du triage, de la manipulation et de l'emballage des tuyaux.

#### 4.2.3 Cannelle type Viêt-nam

La cannelle type Viêt-nam se présente sous forme d'écorce brun grisâtre en tuyaux simples ou doubles, de diverses longueurs d'environ 150 mm à 300 mm, d'environ 10 mm à 38 mm de diamètre, et d'épaisseur allant jusqu'à 6 mm.

La cannelle type Viêt-nam est classée selon quatre catégories (voir le tableau 3).

Tableau 3 — Classification de la cannelle type Viêt-nam

Désignation commerciale de la catégorie	Caractéristiques physiques de l'écorce
Tuyaux entiers	
1 Fins	Jusqu'à 1,5 mm d'épaisseur. L'écorce fine est légèrement rugueuse, de couleur brun foncé et présente des sillons onduleux longitudinaux, des aspérités ou cicatrices, et de petites protubérances ressemblant à des verrues.
2 Moyens	De 1,5 mm à 3,0 mm d'épaisseur.
3 Épais	De 3,0 mm à environ 6,0 mm d'épaisseur. L'écorce épaisse est plus claire et plus grise, très rugueuse, et ne présente pas de sillons onduleux.
4 Morceaux brisés	Petits morceaux résultant de la taille, du triage, de la manipulation et de l'emballage des tuyaux.

## 5 Cannelle en poudre

La cannelle en poudre consiste en cannelle des types décrits en 4.1 sous forme moulue, à l'exclusion de tout additif.

NOTE — Si l'origine est indiquée, il convient que la poudre soit préparée exclusivement à partir des écorces concernées.

## 6 Exigences

### 6.1 Odeur et flaveur

L'odeur et la flaveur doivent être fraîches et caractéristiques de la cannelle de l'origine concernée. Elles doivent être exemptes de flaveurs étrangères, y compris d'odeur de moisi.

### 6.2 Couleur

La cannelle en poudre doit avoir une couleur allant du brun jaunâtre au brun rougeâtre. La couleur de la cannelle entière doit être celle qui est décrite en 4.2.

### 6.3 Absence de moisissures, insectes, etc.

La cannelle entière doit être exempte d'insectes vivants, et pratiquement exempte de croissance de moisissures, d'insectes morts, de fragments d'insectes et de contamination par les rongeurs visibles à l'œil nu (corrige. si nécessaire, dans le cas d'une vision anormale) ou avec le grossissement pouvant s'avérer nécessaire dans certains cas particuliers. Si le grossissement est supérieur à  $\times 10$ , mention doit en être faite dans le rapport d'essai.

En cas de litige, la contamination de la cannelle en poudre doit être déterminée selon la méthode décrite dans l'ISO 1208.

## 6.4 Matières étrangères

Les matières étrangères comprennent les feuilles, les tiges, la menue paille et autres matières végétales, ainsi que le sable, la terre et la poussière.

La proportion de matières étrangères dans la cannelle, déterminée selon la méthode décrite dans l'ISO 927, ne doit pas être supérieure à 1 % (m/m).

## 6.5 Spécifications chimiques

La cannelle en tuyaux entiers ou brisés, écorce entière ou en poudre, doit satisfaire aux exigences données dans le tableau 4.

Tableau 4 — Spécifications chimiques

Caractéristique	Spécifications			Méthode d'essai
	Cannelle type Chine	Cannelle type Indonésie	Cannelle type Viêt-nam	
Teneur en eau, % (m/m) max. - cannelle entière - cannelle en poudre	15 14	15 14	15 14	ISO 939
Cendres totales, % (m/m) sur sec, max.	4,0	5,0	4,5	ISO 928
Cendres insolubles dans l'acide, % (m/m) sur sec, max.	0,8	1,0	2,0	ISO 930
Teneur en huiles essentielles, ml/100 g sur sec, min. - cannelle entière - cannelle en poudre	1,5 1,1	1,0 0,8	3,0 3,0	ISO 6571

## 7 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être réalisé selon la méthode décrite dans l'ISO 948.

## 8 Méthodes d'essai

8.1 Les échantillons doivent être analysés pour s'assurer de leur conformité aux exigences de la présente Norme internationale, selon les méthodes d'essai physiques et chimiques spécifiées en 6.3, 6.4 et dans le tableau 4.

8.2 Pour préparer l'échantillon moulu en vue de l'analyse, broyer grossièrement la cannelle, jusqu'à obtention de particules de 5 mm, et appliquer ensuite la méthode générale décrite dans l'ISO 2825.

## 9 Emballage et marquage

### 9.1 Emballage

La cannelle entière ou en poudre doit être emballée dans des récipients propres, sains et secs, fabriqués en un matériau qui n'a pas d'action sur le produit ou sa flaveur, et le protège contre une reprise d'humidité ou une perte en matières volatiles.

Les emballages doivent être conformes aux législations nationales concernant la protection de l'environnement.

## 9.2 Marquage

Les indications particulières suivantes doivent être inscrites directement sur chaque emballage ou inscrites sur une étiquette attachée à chaque emballage:

- a) nom du produit;
- b) nom commercial ou, le cas échéant, marque;
- c) nom et adresse du producteur ou de l'emballleur;
- d) code ou numéro de lot;
- e) masse nette;
- f) catégorie du produit;
- g) pays de production;
- h) tout autre renseignement demandé par l'acheteur, tel que l'année de récolte et la date de l'emballage (si elles sont connues);
- i) référence à la présente Norme Internationale.



**Annexe A**  
(informative)

**Recommandations relatives aux conditions d'entreposage et de transport**

A.1 Il convient que les emballages de cannelle soient entreposés dans des locaux couverts, bien protégés du soleil, de la pluie et d'une chaleur excessive.

A.2 Il convient que l'entrepôt soit sec, exempt d'odeurs désagréables, et protégés contre l'entrée d'insectes et de vermine. Il convient de régler la ventilation de manière à assurer une bonne ventilation en période sèche et à être entièrement arrêtée en période humide. Il convient de prendre des dispositions appropriées pour permettre la fumigation dans l'entrepôt.

A.3 Il convient de manipuler et de transporter les emballages de manière qu'ils soient protégé de la pluie, du soleil ou d'autres sources de chaleur excessive, des odeurs désagréables et de toute contamination, en particulier dans les cales des navires.

## ANNEXE 3

*Développement* : sur un parcours de 15 cm.

*Séchage* : à l'air.

*Détection* : pulvérisez de la solution d'aldéhyde anisique R. Examinez à la lumière du jour en chauffant la plaque pendant 5-10 min à 100-105 °C.

*Résultats* : les bandes obtenues avec la solution à examiner sont semblables quant à leur position et leur coloration à celles du chromatogramme obtenu avec la solution témoin. La bande correspondant à l'aldéhyde trans-cinnamique peut être très faible ou absente.

B. Examinez les chromatogrammes obtenus dans l'essai du profil chromatographique.

*Résultats* : les pics caractéristiques du chromatogramme obtenu avec la solution à examiner sont semblables quant à leur temps de rétention aux pics du chromatogramme obtenu avec la solution témoin. Les pics du cinéole, du safrole, de l'aldéhyde trans-cinnamique, de l'acétate de cinnamyle et de la coumarine peuvent être absents dans le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner.

## ESSAI

*Densité* (2.2.5) : 1,030 à 1,059.

*Indice de réfraction* (2.2.6) : 1,527 à 1,540.

*Angle de rotation optique* (2.2.7) : - 2,5° à + 2,0°.

*Profil chromatographique*. Chromatographie en phase gazeuse (2.2.28) : utilisez le procédé de normalisation.

*Solution à examiner*. La substance à examiner.

*Solution témoin*. Dissolvez 10 µl de cinéole R, 10 µl de linalol R, 10 µl de β-caryophyllène R, 10 µl de safrole R, 10 µl d'aldéhyde trans-cinnamique R, 10 µl d'acétate de cinnamyle R, 100 µl d'eugénol R et 10 mg de coumarine R dans 1 ml d'acétone R.

*Colonne* :

– *matériau* : silice fondue,

– *dimensions* : l = 60 m, Ø = 0,25 mm,

– *phase stationnaire* : macrogol 20 000 R.

*Gaz vecteur* : hélium pour chromatographie R.

*Débit* : 1,5 ml/min.

*Rapport de division* : 1/100.

*Température* :

	Intervalle (min)	Température (°C)
Colonne	0 - 10	45
	10 - 78	45 → 180
	78 - 88	180
Chambre à injection		200
Détecteur		240

*Détection* : ionisation de flamme.

*Injection* : 0,2 µl.

*Ordre d'éluion* : ordre donné pour la préparation de la solution témoin. Enregistrez les temps de rétention de ces substances.

*Conformité du système* : solution témoin :

– *résolution* : au minimum 1,5 entre les pics dus au linalol et au β-caryophyllène.

A l'aide des temps de rétention déterminés à partir du chromatogramme obtenu avec la solution témoin, localisez sur le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner les composants de la solution témoin.

01/2002:1608

## CANNELIER DIT DE CEYLAN (FEUILLE DE) (HUILE ESSENTIELLE DE)

Cinnamomi zeylanici folii aetheroleum

### DÉFINITION

Huile essentielle obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des feuilles de *Cinnamomum verum* J.S. Presl.

### CARACTÈRES

Liquide mobile, limpide, brun-rouge à brun foncé, d'odeur caractéristique rappelant celle de l'eugénol.

### IDENTIFICATION

*Première identification* : B.

*Seconde identification* : A.

A. Chromatographie sur couche mince (2.2.27).

*Solution à examiner*. Diluez 1 ml de substance à examiner dans de l'acétone R et complétez à 10 ml avec le même solvant.

*Solution témoin*. Diluez environ 50 µl d'aldéhyde trans-cinnamique R, 10 µl d'eugénol R, 10 µl de linalol R et 10 µl de β-caryophyllène R dans de l'alcool R et complétez à 10 ml avec le même solvant.

*Plaque* : plaque au gel de silice pour CCM R.

*Phase mobile* : méthanol R, toluène R (10:90 V/V)

*Dépôt* : 10 µl, en bandes.

Le chromatogramme suivant est publié à titre d'information.

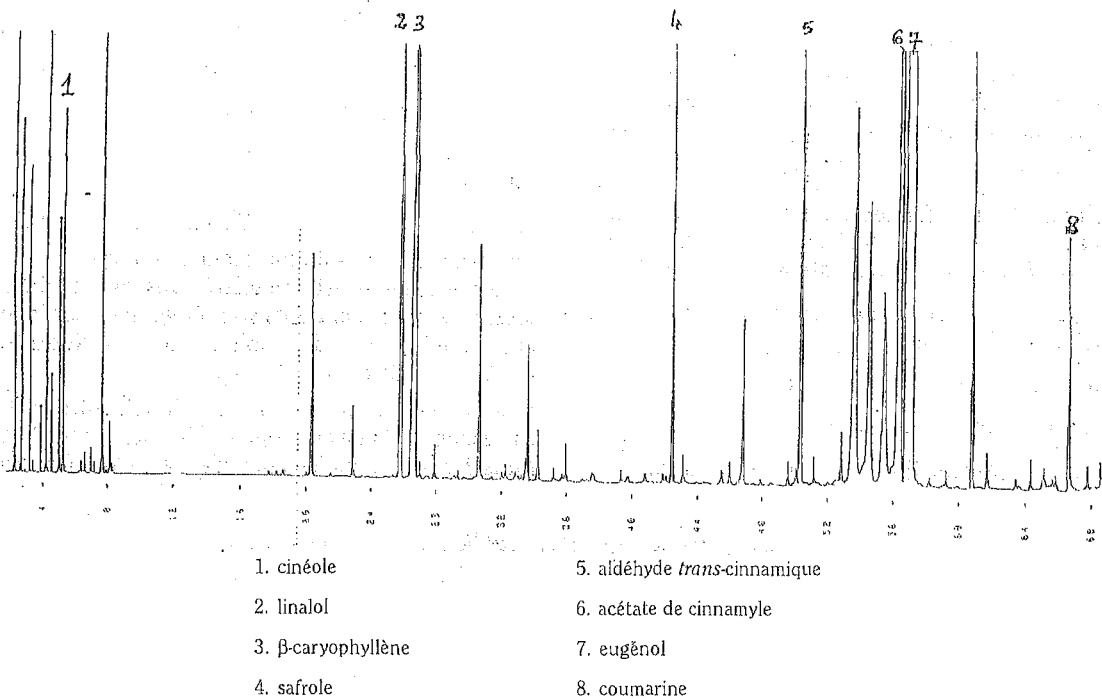


Figure 1608-1. – Chromatogramme de l'huile essentielle de feuille de cannelier dit de Ceylan.

Déterminez la teneur pour cent de chacun de ces composants.

Ces pourcentages sont compris entre les valeurs suivantes :

- + cinéole : inférieur à 1,0 pour cent
- + linalol : 1,5 pour cent à 3,5 pour cent
- + β-caryophyllène : 1,5 pour cent à 7,0 pour cent
- + safrole : inférieur à 3,0 pour cent
- + aldéhyde *trans*-cinnamique : inférieur à 3,0 pour cent
- + acétate de cinnamyle : inférieur à 2,0 pour cent
- + eugénol : 70 pour cent à 85 pour cent
- + coumarine : inférieur à 1,0 pour cent

#### CONSERVATION

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et de la chaleur.

01/2002:1496

## CANNELIER (HUILE ESSENTIELLE DE)

### Cinnamomi cassiae aetheroleum

#### DÉFINITION

L'huile essentielle de cannelier est obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des feuilles et jeunes rameaux de *Cinnamomum cassia* Blume (*C. aromaticum* Nees).

#### CARACTÈRES

Liquide mobile, limpide, jaune à brun-rouge, d'odeur caractéristique rappelant celle de l'aldéhyde cinnamique.

#### IDENTIFICATION

Première identification : B.

Seconde identification : A.

A. Opérez par chromatographie sur couche mince (2.2.27) en utilisant une plaque au gel de silice pour CCM R.

*Solution à examiner.* Dissolvez 0,5 ml d'huile essentielle de cannelier dans de l'acétone R et complétez à 10 ml avec le même solvant.

*Solution témoin.* Dissolvez 50 µl d'aldéhyde *trans*-cinnamique R, 10 µl d'eugénol R et 50 mg de coumarine R dans de l'acétone R et complétez à 10 ml avec le même solvant.

Déposez sur la plaque, en bandes, 10 µl de chacune des solutions. Développez sur un parcours de 15 cm avec un mélange de 10 volumes de méthanol R et de 90 volumes de toluène R. Laissez sécher la plaque à l'air et examinez en lumière ultraviolette à 365 nm. La bande de fluorescence bleue du chromatogramme obtenu avec la solution à examiner est semblable quant à sa position et sa coloration à la bande du chromatogramme obtenu avec la solution témoin (coumarine). Pulvérisez de la solution d'aldéhyde anisique R. Examinez à la lumière du jour en chauffant à 100-105 °C pendant 5-10 min. Le chromatogramme obtenu avec la solution témoin présente dans sa partie supérieure une bande violacée (eugénol) et au-dessus de cette bande une bande bleu-vert (aldéhyde *trans*-cinnamique). Le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner présente une bande semblable quant à sa position et sa coloration à la bande de l'aldéhyde *trans*-cinnamique dans le chromatogramme obtenu avec la solution témoin et peut présenter une bande de très faible intensité correspondant à l'eugénol. D'autres bandes de faible coloration sont présentes.

B. Examinez les chromatogrammes obtenus dans l'essai de profil chromatographique. Les pics principaux du chromatogramme obtenu avec la solution à examiner sont semblables quant à leur temps de rétention aux pics du chromatogramme obtenu avec la solution témoin. L'eugénol peut être absent dans le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner.

#### ESSAI

Densité (2.2.5) : 1,052 à 1,070.

Indice de réfraction (2.2.6) : 1,600 à 1,614.

Angle de rotation optique (2.2.7) : -1° à +1°.

Profil chromatographique. Opérez par chromatographie en phase gazeuse (2.2.28).

*Solution à examiner.* Huile essentielle de cannellier à examiner.

*Solution témoin.* Dissolvez 100 µl d'aldéhyde *trans-cinnamique R*, 10 µl d'acétate de cinnamyle *R*, 10 µl d'eugénol *R*, 20 mg de coumarine *R* et 10 µl de *trans-2-méthoxycinnamaldéhyde R* dans 1 ml d'acétone *R*.

La chromatographie peut être réalisée en utilisant :

- une colonne de silice fondue d'une longueur de 60 m et d'un diamètre intérieur de 0,25 mm environ recouverte de *macrogol 20 000 R* à phase greffée,
- comme gaz vecteur, de l'hélium pour chromatographie *R* à un débit de 1,5 ml/min,
- un détecteur à ionisation de flamme,
- un rapport de division de 1:100,

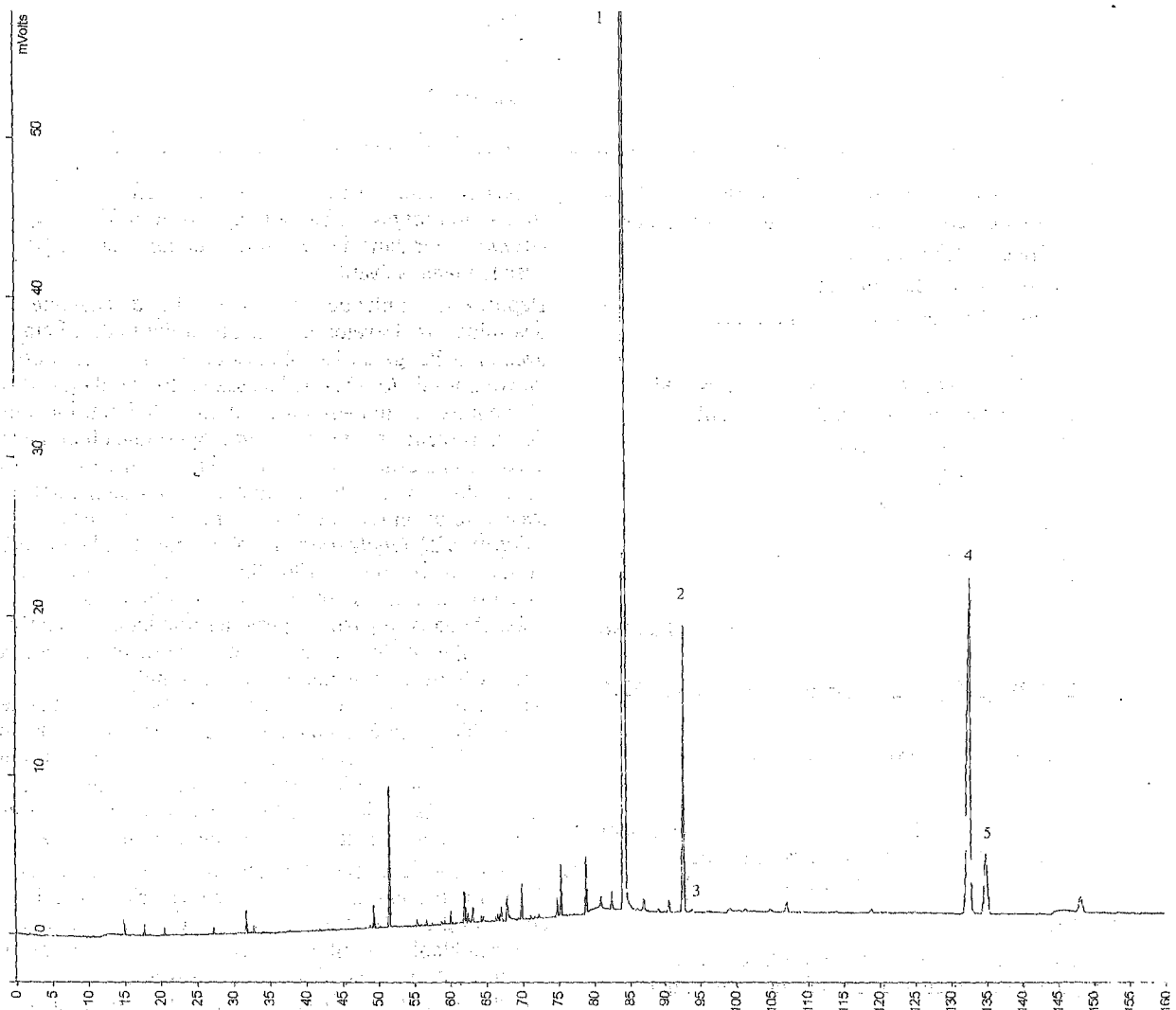
en utilisant la programmation de température suivante :

	Intervalle (min)	Température (°C)	Vitesse (°C/min)	Commentaire
Colonne	0 - 10	60	-	isotherme
	10 - 75	60 → 190	2	gradient linéaire
	75 - 160	190		isotherme
Chambre à injection		200		
Détecteur		240		

Injectez 0,2 µl de solution témoin. Lorsque le chromatogramme est enregistré dans les conditions prescrites, les composants sont élués dans l'ordre donné pour la préparation de la solution témoin. Notez les temps de rétention de ces substances.

L'essai n'est valable que si la résolution entre les pics correspondant respectivement à la coumarine et au *trans-2-méthoxycinnamaldéhyde* n'est pas inférieure à 1,5.

Le chromatogramme suivant est publié à titre d'information.



- |                                     |                                         |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. aldéhyde <i>trans-cinnamique</i> | 4. <i>trans-2-méthoxycinnamaldéhyde</i> |
| 2. acétate de cinnamyle             | 5. coumarine                            |
| 3. eugénol                          |                                         |

Selon les conditions opératoires et l'état de la colonne, la coumarine peut éluer avant ou après le *trans-2-méthoxycinnamaldéhyde*.

Figure 1496.-1. - Profil chromatographique de l'huile essentielle de cannellier.

Injectez 0,2 µl de solution à examiner. A l'aide des temps de rétention déterminés à partir du chromatogramme obtenu avec la solution témoin, localisez les composants de la solution témoin sur le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner. Déterminez la teneur pour cent de chacun de ces composants par le procédé de normalisation.

Ces pourcentages sont compris entre les valeurs suivantes :

- aldéhyde *trans*-cinnamique : 70 pour cent à 90 pour cent
- acétate de cinnamyle : 1,0 pour cent à 6,0 pour cent
- eugénol : inférieur à 0,5 pour cent
- coumarine : 1,5 pour cent à 4,0 pour cent
- *trans*-2-méthoxycinnamaldéhyde : 3,0 pour cent à 15 pour cent

#### CONSERVATION

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et de la chaleur.

01/2002:0387

## CANNELLE DITE DE CEYLAN

### Cinnamomi cortex

#### DÉFINITION

La cannelle dite de Ceylan est constituée par l'écorce desséchée, privée du liège externe et du parenchyme sous-jacent, des rejets développés sur les souches taillées de *Cinnamomum zeylanicum* Nees. Elle contient au minimum 12 ml/kg d'huile essentielle.

#### CARACTÈRES

La cannelle dite de Ceylan a une odeur aromatique caractéristique.

Elle présente les caractères macroscopiques et microscopiques décrits aux identifications A et B.

#### IDENTIFICATION

- A. L'écorce, d'une épaisseur de 0,2 mm à 0,8 mm environ, se présente en tuyaux isolés ou emboîtés les uns dans les autres. La face externe est lisse, de couleur brun-jaune, faiblement marquée de cicatrices correspondant aux insertions de feuilles et des bourgeons axillaires, avec de fines stries, longitudinales, blanchâtres et sinuées. La face interne est un peu plus sombre et également pourvue de stries longitudinales. La cassure est courte et esquilleuse.
- B. Réduisez la drogue à examiner en poudre (355). La poudre est jaunâtre à brun-rouge. Examinez au microscope en utilisant de la *solution d'hydrate de chloral R*. La poudre présente les éléments suivants : des groupes de cellules scléreuses arrondies, à parois ponctuées, canaliculées et d'épaisseur modérée ; de nombreuses fibres incolores isolées, souvent entières, à lumen étroit et à parois épaisses, lignifiées et légèrement ponctuées ; de petits cristaux aciculaires d'oxalate de calcium. Les fragments de suber sont absents ou très rares. Examinez au microscope en utilisant une solution de *glycérol R* à 50 pour cent V/V. La poudre présente d'abondants grains d'amidon.
- C. Opérez par chromatographie sur couche mince (2.2.27) en utilisant une plaque recouverte de *gel de silice GF<sub>254</sub> R*. *Solution à examiner*. Agitez 0,1 g de drogue pulvérisée (500) avec 2 ml de *chlorure de méthylène R* pendant 15 min. Filtrez et évaporez prudemment le filtrat au bain-marie presque à siccité. Reprenez le résidu par 0,4 ml de *toluène R*.

*Solution témoin*. Dissolvez 50 µl d'*aldéhyde cinnamique R* et 10 µl d'*eugénol R* dans du *toluène R* et complétez à 10 ml avec le même solvant.

Déposez séparément sur la plaque, en bandes de 20 mm sur 3 mm, 10 µl de chaque solution. Développez sur un parcours de 10 cm avec du *chlorure de méthylène R*. Laissez sécher la plaque à l'air. Examinez les chromatogrammes en lumière ultraviolette à 254 nm et marquez les bandes d'atténuation de fluorescence. Examinez ensuite en lumière ultraviolette à 365 nm et marquez les bandes fluorescentes. Examinés en lumière ultraviolette à 254 nm, les chromatogrammes obtenus respectivement avec la solution à examiner et la solution témoin présentent en leur milieu une bande d'atténuation de fluorescence (aldéhyde cinnamique) et, immédiatement au-dessus, une bande d'atténuation de fluorescence moins prononcée (eugénol). Examiné en lumière ultraviolette à 365 nm, le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner présente, immédiatement au-dessous de la bande correspondant à l'aldéhyde cinnamique, une bande de fluorescence bleu clair (aldéhyde *o*-méthoxycinnamique). Pulvérisez de la *solution de phloroglucine R*. La bande correspondant à l'aldéhyde cinnamique se colore en brun-jaune et la bande correspondant à l'aldéhyde *o*-méthoxycinnamique en violet.

#### ESSAI

**Cendres totales (2.4.16)**. Le taux des cendres totales n'est pas supérieur à 6,0 pour cent.

#### DOSAGE

Effectuez la détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales (2.8.12). Utilisez un ballon de 500 ml et 200 ml d'*acide chlorhydrique 0,1 M* comme liquide d'entraînement. Introduisez 0,50 ml de *xylène R* dans le tube gradué. Réduisez la cannelle en poudre (710). Procédez immédiatement à la détermination sur 20,0 g de la drogue en poudre en distillant à un débit de 2,5-3,5 ml/min pendant 3 h.

#### CONSERVATION

A l'abri de la lumière.

01/2002:1501

## CANNELLE DITE DE CEYLAN (HUILE ESSENTIELLE DE)

### Cinnamomi zeylanicii corticis aetheroleum

#### DÉFINITION

L'huile essentielle de cannelle dite de Ceylan est obtenue par entraînement à la vapeur d'eau de l'écorce de jeunes tiges de *Cinnamomum zeylanicum* Nees (*C. Verum* J.S. Presl).

#### CARACTÈRES

Liquide mobile, limpide, jaune clair mais devenant rougeâtre en vieillissant, d'odeur caractéristique rappelant celle de l'aldéhyde cinnamique.

#### IDENTIFICATION

*Première identification* : B.

*Seconde identification* : A.

- A. Opérez par chromatographie sur couche mince (2.2.27) en utilisant une *plaque au gel de silice pour CCM R*. *Solution à examiner*. Dissolvez 1 ml de substance à examiner dans de l'*acétone R* et complétez à 10 ml avec le même solvant.

**Solution témoin.** Dissolvez 50 µl d'aldéhyde *trans-cinnamique R*, 10 µl d'eugéno*l R*, 10 µl de linalol *R* et 10 µl de β-caryophyllène *R* dans de l'alcool *R* et complétez à 10 ml avec le même solvant.

Déposez sur la plaque, en bandes, 10 µl de chaque solution. Développez sur un parcours de 15 cm avec un mélange de 10 volumes de méthanol *R* et de 90 volumes de toluène *R*. Laissez sécher la plaque à l'air. Pulvériser de la solution d'aldéhyde anisique *R*. Examinez à la lumière du jour en chauffant à 100-105 °C pendant 5-10 min. Le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner présente des bandes semblables quant à leur position et leur coloration à celles du chromatogramme obtenu avec la solution témoin.

- B. Examinez les chromatogrammes obtenus dans l'essai de profil chromatographique. Les pics principaux du chromatogramme obtenu avec la solution à examiner sont semblables quant à leur temps de rétention aux pics du chromatogramme obtenu avec la solution témoin. Le safrole, la coumarine et le cinéole peuvent être absents dans le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner.

**ESSAI**

**Densité (2.2.5) :** 1,000 à 1,030.

**Indice de réfraction (2.2.6) :** 1,572 à 1,591.

**Angle de rotation optique (2.2.7) :** - 2° à + 1°.

**Profil chromatographique.** Opérez par chromatographie en phase gazeuse (2.2.28).

**Solution à examiner.** Substance à examiner.

**Solution témoin.** Dissolvez 10 µl de cinéole *R*, 10 µl de linalol *R*, 10 µl de β-caryophyllène *R*, 10 µl de safrole *R*, 100 µl d'aldéhyde *trans-cinnamique R*, 10 µl d'eugéno*l R*, 20 mg de coumarine *R*, 10 µl de *trans-2-méthoxycinnamaldéhyde R* et 10 µl de benzoate de benzyle *R* dans 1 ml d'acétone *R*.

La chromatographie peut être réalisée en utilisant :

- une colonne de silice fondue d'une longueur de 60 m et d'un diamètre intérieur de 0,25 mm environ, recouverte de *macrogol 20 000 R* en phase greffée,
- comme gaz vecteur, de l'hélium pour chromatographie *R* à un débit de 1,5 ml/min,
- un détecteur à ionisation de flamme,

- un rapport de division de 1:100, en utilisant la programmation de température suivante :

	Intervalle (min)	Température (°C)	Vitesse (°C/min)	Commentaire
Colonne	0 - 10	60	-	isotherme
	10 - 75	60 → 190	2	gradient linéaire
	75 - 200	190	-	isotherme
Chambre à injection		200		
Détecteur		240		

Injectez 0,2 µl de solution témoin. Lorsque le chromatogramme est enregistré dans les conditions prescrites, les composants sont élués dans l'ordre donné pour la préparation de la solution témoin. Notez les temps de rétention de ces substances.

L'essai n'est valable que si la résolution entre les pics correspondant respectivement au linalol et au β-caryophyllène n'est pas inférieure à 1,5.

Injectez 0,2 µl de solution à examiner. A l'aide des temps de rétention déterminés à partir du chromatogramme obtenu avec la solution témoin, localisez les composants de la solution témoin sur le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner. Déterminez la teneur pour cent de chacun de ces composants par le procédé de normalisation.

Ces pourcentages sont compris entre les valeurs suivantes :

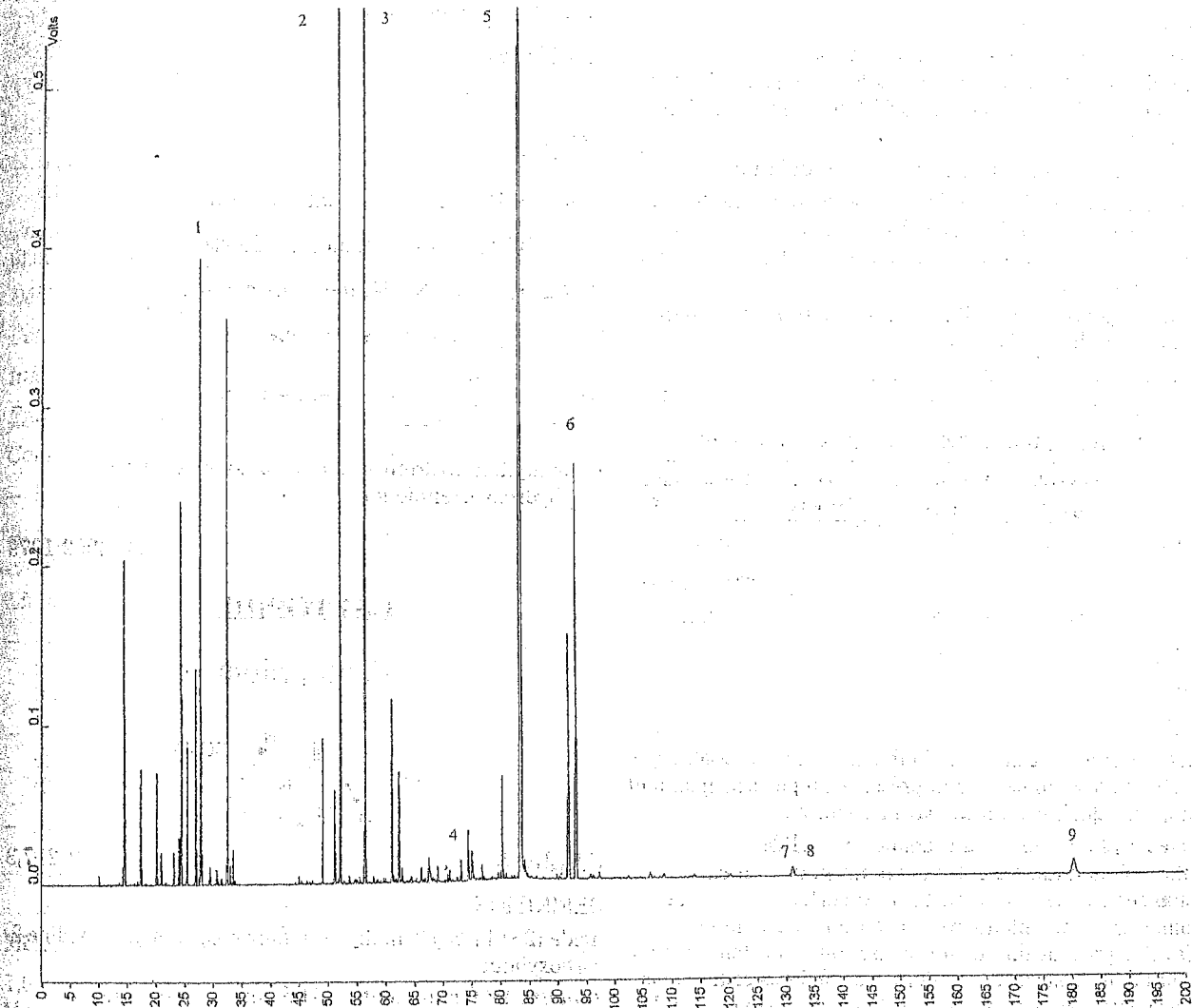
- cinéole : inférieur à 3,0 pour cent
- linalol : 1,0 pour cent à 6,0 pour cent
- β-caryophyllène : 1,0 pour cent à 4,0 pour cent
- safrole : inférieur à 0,5 pour cent
- aldéhyde *trans-cinnamique* : 55 pour cent à 75 pour cent
- eugéno*l* : inférieur à 7,5 pour cent
- coumarine : inférieur à 0,5 pour cent
- *trans-2-méthoxycinnamaldéhyde* : 0,1 pour cent à 1,0 pour cent
- benzoate de benzyle : inférieur à 1,0 pour cent

**CONSERVATION**

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Monographies A-C

Le chromatogramme suivant est publié à titre d'information.



- |                           |                                      |                                          |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. cinéole                | 4. safrole                           | 7. <i>trans</i> -2-méthoxycinnamaldéhyde |
| 2. linalol                | 5. aldéhyde <i>trans</i> -cinnamique | 8. coumarine                             |
| 3. $\beta$ -caryophyllène | 6. eugénol                           | 9. benzoate de benzyle                   |

Sélon les conditions opératoires et l'état de la colonne, la coumarine peut éluer avant ou après le *trans*-2-méthoxycinnamaldéhyde.

Figure 1501.1. - Profil chromatographique de l'huile essentielle de cannelle dite de Ceylan.

## ANNEXE 4

## Composition d'une huile essentielle de cannelle de Ceylan et d'une huile essentielle de cannelle de chine (105)

	Cannelle de Ceylan	Cannelle de Chine
$\delta$ 2 carène	0.020%	
$\delta$ 3 carène	0.079%	Tr
$\alpha$ bisabolol		0.488%
$\alpha$ cubébène		0.003%
$\gamma$ muurolène		0.311%
$\alpha$ muurolène		0.485%
$\beta$ phellandrène époxyde	0.028%	
$\alpha$ phellandrène époxyde	0.096%	
$\alpha$ phellandrène	1.855%	0.001%
$\beta$ phellandrène	3.079%	
$\beta$ pipène	0.195%	0.004%
$\alpha$ pipène	0.855%	0.005%
$\gamma$ terpinène	0.63%	0.001%
$\alpha$ terpinène	1.231%	Tr
$\alpha$ terpinol	1.180%	0.098%
$\alpha$ thujone	Tr	
$\alpha$ -humulène	0.256%	0.014%
2 méthoxy phényl acétone	0.031%	0.197%
2 méthyl benzofuranne	0.033%	0.046%
3-méthyl benzofuranne	0.072%	
acétate de phényl propyle	0.295%	
acétophénone	0.011%	0.135%
acide acétique	0.002%	0.009%
acide benzoïque		0.006%
acide caprique	Tr	
acide caproïque	0.004%	0.009%
acide laurique	0.023%	0.039%
acide myristique	0.004%	0.008%
acide n C14		0.002%
acide palmitique	0.087%	0.078%
acide phényl propionique		0.005%
acide pentadécanoïque	0.003%	
alcool benzyique	0.004%	0.019%
alcool cinnamique trans	0.236%	0.637%
alcool cuminique	0.009%	
alcool phényl éthylique	0.0002%	0.250%
aldéhyde benzoïque	0.422%	1.415%
aldéhyde curcumique	0.010%	
aldéhyde n C14 (myristique)	0.023%	0.276%
aldéhyde phényl propylique	1.186%	2.034%
aldéhyde salicylique	0.001%	0.054%
allocymène	0.006%	



benzoate phényl éthyle	0.016%	0.008%
benzyle acétate	Tr	
benzyle benzoate	1.141%	0.040%
benzyle isovalérate	0.004%	
benzyle salicylate	0.007%	
bornéol	0.022%	0.487%
bornyle acétate	0.001%	0.397%
butyle méthyl 2 butyrate	0.011%	
cadinènes	0.001%	
cadinols	0.103%	0.312%
calamène		0.249%
camphène	0.340%	0.005%
camphre	0	0.022%
carvacrol	0.056%	
carvéol	0.005%	
carvone	0.046%	
caryophyllène	1.038	0.204%
chavicol	0.019%	
cinéole 1,8 (eucalyptol)	0	0.011%
cinnamyle cinnamate	0.006%	
cis $\beta$ -ocimène	0.108%	
cis acetate d'ortho méthoxy cinnamyles	0.010%	
cis cinnamaldéhyde	0.425%	1.016%
cis piperitol	0.045%	
cis-o-méthoxy cinnamaldéhyde	0.003%	0.095%
copaène	0.037%	0.717%
coumarine		0.953%
cuparène		0.147%
décanal	0.020%	
déhydroparacymène	0.042%	0.001%
élémicine	0.001%	
époxyde 2,8 para-menthène 6	0.002%	0.003%
époxyde de linalol pyranique	0.002%	
estragole	0.113%	
eugénol	3.309%	0.006%
farnesène		0.034%
farnésols	0.003%	0.017%
fenchol	0.024%	
furfural	0.001%	0.024%
gaiacol		0.013%
géraniol	0.005%	0.001%
géraniol	0.046%	Tr
géranyle acétate	0.010%	
heptanal	0	0.001%
isoamyle benzoate	0.002%	
isobornéol ?	0.001%	0.001%
isobutyle isobutylate	0.004%	
isoeugénol	Tr	0.089%
iterpinolène	0.260%	0.002%
limonène	0.841%	0.018%

Linalol	2.896%	0.008%
menthol	0.001%	
méthoxyeugénol	0.041%	
Méthyl 2 butène 3 ol 2	0.002%	
méthyl 3 butène 2 ol 4	0.001%	0.002%
Méthyl eugénol	0.003%	
myrcène	0.208%	Tr
myristcine	Tr	
n hexanol	0.001%	
N-butyle benzoate	0.004%	
néral	0.025%	0.005%
nérol	0.020%	
neryle acetate	Tr	
n-hexanal	0	0.002%
N-octyle acétate	0.007%	
nonanal	0.004%	0.007%
n-propyle méthyl2 butyrate	0.013%	
octanal	0.037%	0.003%
octène 1 ol 3	0.002%	Tr
ortho méthyl acétophénone	0.001%	0.236%
oxyde de caryophyllène	0.032%	0.075%
oxyde de linalol furanique cis	0.021%	0.004%
oxyde de linalol furanique trans	0.031%	0.003ù
para cymène	1.411%	0.017%
para cymène-8-ol	0.071%	0.004%
para menthadiène 1,5 ol 8	Tr	
para menthène 2 ol 1 trans	0.108%	
para méthoxy benzaldéhyde	0.011%	0.026%
paraenthène 2 ol 1 cis	0.145%	
paramenthatriène 1,3,8	0.004%	
paramenthatriène 1,4,8	0.008%	
périllène	Tr	
phellandral	0.036%	
phényl éthyle acétate	0.008%	
phényl propyle benzoate	Tr	
phényl vinyl carbinol	0.233%	0.041%
piperitone	Tr	
safrole	0.036%	0.002%
spathulenol	0.023%	0.201%
styrolène	0.012%	0.082%
terpinène 1 ol 4	0.909%	0.151%
thymol	0.014%	
trans β-ocimène	0	0.001%
trans 2 octenal	0.002%	
trans 2 trans 4 decadienal		0.008%
trans acide cinnamique	Tr	0.247%
trans anéthol	0.276%	0.001%
trans décène 2 al 1 ?	0.006%	0.032%
trans piperitol	0.055%	0.001%
trans-2-hepten-1-al	0.001%	

Trans-cinnamaldéhyde	61.152%	83.213%
trans-cinnamyle acétate	11.305%	0.010%
trans-éthyle cinnamate	Tr	
trans-méthyle cinnamate	Tr	Tr
trans-o-méthoxy cinnamaldéhyd	0.370%	1.592%
viridiflorol		0.091%



# Serment des Apothicaires

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



## RESUME

La cannelle de Ceylan, *Cinnamomum zeylanicum* (Blume) fait partie intégrante de l'histoire : de l'essor du commerce au Moyen Orient et des grands ports marchands, aux conquêtes des lieux de production.

De tout temps, la cannelle fut employée à des fins thérapeutiques : déjà dans l'antiquité, la cannelle était utilisée pour ses propriétés digestives. Aujourd'hui le pouvoir anti-infectieux de son huile essentielle n'est plus à démontrer.

Des études élargissent le champ d'action de la cannelle dans des domaines tels que l'inflammation, le diabète, le cholestérol, et la cancérologie.

Nous avons mis en évidence l'étendue de son spectre anti-infectieux et ces diverses autres propriétés ; puis, de les associer dans le plus de cas possible à une ou plusieurs molécules.

L'abondance de cette ressource laisse espérer qu'elle pourrait devenir un fournisseur de nouvelles molécules actives et être appréciée, enfin, pour d'autres critères que sa saveur et son odeur . . .

Mots clés : *Cinnamomum zeylanicum* (Blume), *Cinnamomum cassia* (Nees), cannelle, huile essentielle.