



HAL
open science

La cardamome : de l'Inde à l'officine

Christine Poirel

► **To cite this version:**

Christine Poirel. La cardamome : de l'Inde à l'officine. Sciences pharmaceutiques. 2017. hal-01947060

HAL Id: hal-01947060

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01947060v1>

Submitted on 9 Jan 2020

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 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 : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.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/V2/leg/leg_droi.php

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

UNIVERSITÉ DE LORRAINE 2017

FACULTÉ DE PHARMACIE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement

le 27 juin 2017, sur un sujet dédié à :

LA CARDAMOME : DE L'INDE À L'OFFICINE

pour obtenir

le Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie

par M^{me} Christine POIREL

née le 30 décembre 1963, à Dompaire (88)

Membres du Jury

Président : M^{me} Béatrice FAIVRE,

Professeur des Universités

Directeur : M^{me} Marie-Paule SAUDER,

Maître de Conférences des Universités

Juges : M. Jean-Claude SONNTAG,

Docteur en Pharmacie

M^{me} Fabienne VERECCHIA,

Docteur en Pharmacie

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année universitaire 2016-2017

DOYEN

Francine PAULUS

Vice-Doyen

Béatrice FAIVRE

Directeur des Études

Virginie PICHON

Conseil de la Pédagogie

Président, Brigitte LEININGER-MULLER

Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier

Président, Béatrice DEMORE

Commission Prospective Facultaire

Président, Christophe GANTZER

Vice-Président, Jean-Louis MERLIN

Commission de la Recherche

Président, Raphaël DUVAL

Responsable de la filière Officine

Responsables de la filière Industrie

Responsable de la filière Hôpital

Responsable Pharma Plus ENSIC

Responsable Pharma Plus ENSAIA

Responsable Pharma Plus ENSGSI

Responsable de la Communication

**Responsable de la Cellule de Formation Continue
et individuelle**

**Responsable de la Commission d'agrément
des maîtres de stage**

Responsable ERASMUS

Béatrice FAIVRE

Isabelle LARTAUD,

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Béatrice DEMORE

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Raphaël DUVAL

Igor CLAROT

Marie-Paule SAUDER

Béatrice FAIVRE

Béatrice FAIVRE

Mihayl VARBANOV

DOYENS HONORAIRES

Chantal FINANCE

Claude VIGNERON

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Jeffrey ATKINSON

Jean-Claude BLOCK

Max HENRY

Alain MARSURA

Claude VIGNERON

PROFESSEURS HONORAIRES

Pierre DIXNEUF

Marie-Madeleine GALTEAU

Thérèse GIRARD

Michel JACQUE

Pierre LABRUDE

Vincent LOPPINET

Janine SCHWARTZBROD

Louis SCHWARTZBROD

MAITRES DE CONFÉRENCES HONORAIRES

Monique ALBERT

Mariette BEAUD

Gérald CATAU

Jean-Claude CHEVIN

Jocelyne COLLOMB

Bernard DANGIEN

Marie-Claude FUZELLIER

Françoise HINZELIN

ASSISTANTS HONORAIRES

Marie-Catherine BERTHE
Annie PAVIS

Marie-Hélène LIVERTOUX
Bernard MIGNOT
Jean-Louis MONAL
Blandine MOREAU
Dominique NOTTER
Christine PERDICAKIS
Marie-France POCHON
Anne ROVEL
Gabriel TROCKLE
Maria WELLMAN-ROUSSEAU
Colette ZINUTTI

ENSEIGNANTS

Section CNU*

Discipline d'enseignement

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ	82	Thérapie cellulaire
Jean-Louis MERLIN	82	Biologie cellulaire
Alain NICOLAS	80	Chimie analytique et Bromatologie
Jean-Michel SIMON	81	Économie de la santé, Législation pharmaceutique
Nathalie THILLY	81	Santé publique et Épidémiologie

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

Christine CAPDEVILLE-ATKINSON	86	Pharmacologie
Igor CLAROT	85	Chimie analytique
Joël DUCOURNEAU	85	Biophysique, Acoustique, Audioprothèse
Raphaël DUVAL	87	Microbiologie clinique
Béatrice FAIVRE	87	Biologie cellulaire, Hématologie
Luc FERRARI	86	Toxicologie
Pascale FRIANT-MICHEL	85	Mathématiques, Physique
Christophe GANTZER	87	Microbiologie
Frédéric JORAND	87	Eau, Santé, Environnement
Isabelle LARTAUD	86	Pharmacologie
Dominique LAURAIN-MATTAR	86	Pharmacognosie
Brigitte LEININGER-MULLER	87	Biochimie
Pierre LEROY	85	Chimie physique
Philippe MAINCENT	85	Pharmacie galénique
Patrick MENU	86	Physiologie
Jean-Bernard REGNOUF de VAINS	86	Chimie thérapeutique
Bertrand RIHN	87	Biochimie, Biologie moléculaire

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Béatrice DEMORE	81	Pharmacie clinique
Alexandre HARLE	82	Biologie cellulaire oncologique
Julien PERRIN	82	Hématologie biologique
Marie SOCHA	81	Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique

MAITRES DE CONFÉRENCES

Sandrine BANAS	87	Parasitologie
Xavier BELLANGER	87	Parasitologie, Mycologie médicale
Emmanuelle BENOIT	86	Communication et Santé
Isabelle BERTRAND	87	Microbiologie
Michel BOISBRUN	86	Chimie thérapeutique
François BONNEAUX	86	Chimie thérapeutique

Ariane BOUDIER	85	Chimie Physique
Cédric BOURA	86	Physiologie
Joël COULON	87	Biochimie
Sébastien DADE	85	Bio-informatique
Dominique DECOLIN	85	Chimie analytique
Roudayna DIAB	85	Pharmacie galénique
Natacha DREUMONT	87	Biochimie générale, Biochimie clinique
Florence DUMARCAY	86	Chimie thérapeutique
François DUPUIS	86	Pharmacologie
Adil FAIZ	85	Biophysique, Acoustique
Anthony GANDIN	87	Mycologie, Botanique
Caroline GAUCHER	86	Chimie physique, Pharmacologie
Stéphane GIBAUD	86	Pharmacie clinique
Thierry HUMBERT	86	Chimie organique
Olivier JOUBERT	86	Toxicologie, Sécurité sanitaire

ENSEIGNANTS (suite)

Section CNU* Discipline d'enseignement

Alexandrine LAMBERT	85	Informatique, Biostatistiques
Julie LEONHARD	86/01	Droit en Santé
Christophe MERLIN	87	Microbiologie environnementale
Maxime MOURER	86	Chimie organique
Coumba NDIAYE	86	Épidémiologie et Santé publique
Marianne PARENT	85	Pharmacie galénique
Francine PAULUS	85	Informatique
Caroline PERRIN-SARRADO	86	Pharmacologie
Virginie PICHON	85	Biophysique
Sophie PINEL	85	Informatique en Santé (e-santé)
Anne SAPIN-MINET	85	Pharmacie galénique
Marie-Paule SAUDER	87	Mycologie, Botanique
Guillaume SAUTREY	85	Chimie analytique
Rosella SPINA	86	Pharmacognosie
Sabrina TOUCHET	86	Pharmacochimie
Mihayl VARBANOV	87	Immuno-Virologie
Marie-Noëlle VAULTIER	87	Mycologie, Botanique
Emilie VELOT	86	Physiologie-Physiopathologie humaines
Mohamed ZAIYOU	87	Biochimie et Biologie moléculaire

PROFESSEUR ASSOCIÉ

Anne MAHEUT-BOSSER	86	Sémiologie
--------------------	----	------------

PROFESSEUR AGRÉGÉ

Christophe COCHAUD	11	Anglais
--------------------	----	---------

⌘ En attente de nomination

***Disciplines du Conseil National des Universités :**

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

11 : Professeur agrégé de lettres et sciences humaines en langues et littératures anglaises et anglo-saxonnes

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.



« LA FACULTÉ N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION, NI IMPROBATION AUX OPINIONS ÉMISES DANS LES THÈSES, CES OPINIONS DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME PROPRES À LEUR AUTEUR ».

REMERCIEMENTS

À Madame Sauder

Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger ce sujet. Je vous remercie de l'aide pour la réalisation de cette thèse. Veuillez recevoir en cet instant l'expression de mon plus profond respect et de ma sincère reconnaissance.

À Madame Faivre

Merci de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury. Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect et de mes respectueuses considérations.

À Monsieur Sonntag

Merci de l'intérêt porté à ce travail et de m'avoir fait l'honneur d'accepter de le juger. Veuillez recevoir l'expression de ma gratitude et de mes sincères remerciements.

À Fabienne

Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer. Merci pour ton soutien sans faille, ton amitié et ta présence à cette soutenance. Trouve ici l'expression de mes sentiments les plus sincères.

À maman

Merci pour ton amour, ta présence au quotidien et tes encouragements.

Une pensée particulière pour papa qui aurait été si heureux d'être là aujourd'hui, tout comme Thérèse, ma marraine.

À Domi, Laurie, Marine et Robert

Avec toute mon affection. Je pense fort à vous où que vous soyez.

À Noëlle et Sonia

Merci pour votre aide précieuse et vos conseils toujours avisés.

À mes cousins et cousines “préférés” Denis, Martine, Philippe, Aline, Édouard, Camille, Philippe, Monique, Jean-Loup, Michèle

Merci pour tous les bons moments passés ensemble ainsi que ceux à venir. Merci pour vos encouragements et votre soutien.

À Diex, Kitty, Lulu, Maïkiki, Marodile, Michèle, Nanouchou, Sissi, Tchiko

En souvenir de toutes ces années de travail à vos côtés. Merci pour tout, l’amitié, la complicité, les fous rires et le partage. Ces moments resteront inoubliables.

À tous mes amis

Pour tous les moments de complicité passés sur les chemins de randonnée, en voyage ou ailleurs et pour tous ceux qui suivront.

À ma famille

Merci d’être là.

À mes anciens collègues

« Prends soin de ton corps pour que ton âme ait envie d'y rester. »

Proverbe indien

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX	6
LISTE DES ABRÉVIATIONS	7
INTRODUCTION	9
1 Étude historique	10
1.1 <i>Linguistique</i>	10
1.1.1 Étymologie et orthographe	10
1.1.2 Noms vernaculaires et synonymes	10
1.2 <i>Histoire</i>	12
1.2.1 En Europe	12
1.2.1.1 Durant l'Antiquité	12
1.2.1.2 Au Moyen Âge	14
1.2.1.3 Durant la Renaissance et les Grandes découvertes	16
1.2.1.4 Du XIX ^e siècle à nos jours	17
1.2.2 Dans le monde	20
1.2.2.1 En Égypte ancienne	20
1.2.2.2 En Inde	20
1.2.2.3 En Chine	21
1.2.2.4 En Asie centrale	21
1.3 <i>Légendes</i>	22
1.3.1 Pouvoir magique	22
1.3.2 Pouvoir aphrodisiaque	22
2 Étude botanique	23
2.1 <i>Classifications</i>	23
2.1.1 Classification de Cronquist	23
2.1.2 Classification phylogénétique APG IV	24
2.1.3 Quelques caractéristiques de la famille des Zingibéracées	25
2.2 <i>Description de la plante <i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton</i>	26
2.2.1 Allure générale	26
2.2.2 Appareil végétatif	28
2.2.3 Appareil reproducteur	28
2.2.3.1 Fleurs	28
2.2.3.2 Floraison et pollinisation	29
2.2.3.3 Fruit	31
2.3 <i>Autres cardamomes</i>	32
2.3.1 Variétés botaniques	32
2.3.2 Différents cultivars	33
2.3.3 Confusions avec d'autres cardamomes	35

3	Étude de l'épice.....	38
3.1	<i>Géographie et commerce de la cardamome dans le monde</i>	38
3.1.1	Origine géographique	38
3.1.2	Commerce mondial.....	40
3.1.2.1	Production	40
3.1.2.2	Exportations	42
3.1.2.3	Quelques chiffres	43
3.1.3	Formes commerciales et normes	44
3.1.3.1	Les capsules	44
3.1.3.2	Les graines.....	49
3.2	<i>Culture de la cardamome</i>	50
3.2.1	Modes de propagation	50
3.2.2	Habitat.....	50
3.2.3	Pratique de la culture.....	51
3.2.3.1	Soins et entretien des plantations.....	51
3.2.3.2	Les ennemis de la cardamome.....	52
3.2.4	Récolte.....	55
3.2.5	Séchage et traitements.....	56
3.2.6	Conditionnement et stockage	57
3.3	<i>La drogue végétale.....</i>	58
3.3.1	Caractéristiques	58
3.3.1.1	Caractères organoleptiques	58
3.3.1.2	Caractères macroscopiques	58
3.3.1.3	Caractères microscopiques.....	59
3.3.1.4	Composition chimique des graines	63
3.3.2	Contrôles et falsifications.....	64
3.3.2.1	Falsifications de la cardamome entière et des graines.....	64
3.3.2.2	Falsifications de la poudre de cardamome	65
4	Étude chimique, pharmacologique et toxicologique	66
4.1	<i>Composition chimique de l'huile essentielle.....</i>	66
4.1.1	Aspect réglementaire	66
4.1.1.1	Liste A des plantes médicinales et huile essentielle.....	66
4.1.1.2	Contrôles de qualité et essais	66
4.1.2	Mode d'obtention de l'huile essentielle	69
4.1.3	Principaux composants de l'huile essentielle	71
4.1.3.1	Esters	72
4.1.3.2	Oxydes terpéniques	73
4.1.3.3	Monoterpénols	74
4.1.3.4	Monoterpènes	75
4.1.3.5	Composants minoritaires	75
4.2	<i>Propriétés pharmacologiques.....</i>	77
4.2.1	Antifongique et antibactérien	77
4.2.2	Propriétés digestives	78
4.2.2.1	Antiulcéreux et antidyspeptique	78
4.2.2.2	Antispasmodique.....	78
4.2.3	Anti-inflammatoire et analgésique	79
4.2.4	Sédatif et antistress	79
4.2.5	Hypotenseur et diurétique.....	80
4.2.6	Prévention de l'infarctus du myocarde.....	81

4.2.6.1	Hypocholestérolémiant.....	81
4.2.6.2	Antiagrégant plaquettaire.....	81
4.2.6.3	Action sur le cœur.....	81
4.2.7	Action sur les bronches.....	82
4.2.8	Action antioxydante et anticancéreuse.....	83
4.3	<i>Toxicité</i>	84
5	Étude pratique : les emplois de la cardamome	86
5.1	<i>Dans le domaine médical</i>	86
5.1.1	Médecine ayurvédique.....	86
5.1.1.1	Des origines à nos jours.....	86
5.1.1.2	Notions de base pour comprendre l'Ayurveda.....	87
5.1.1.3	Place de la cardamome dans l'Ayurveda.....	92
5.1.2	Médecine occidentale.....	95
5.1.2.1	Homéopathie.....	95
5.1.2.2	Phytothérapie.....	96
5.1.2.3	Aromathérapie.....	97
5.1.3	Olfactothérapie.....	102
5.2	<i>Dans le domaine non médical, alimentaire</i>	103
5.2.1	Usages culinaires, les plats.....	103
5.2.2	Usages culinaires, les boissons.....	104
5.2.2.1	Le thé indien et le café turc.....	104
5.2.2.2	Les tisanes et autres boissons.....	105
5.3	<i>Dans d'autres domaines</i>	106
5.3.1	Les masticatoires.....	106
5.3.1.1	Le <i>Pan masala</i>	106
5.3.1.2	Le bétel et le <i>Paan</i>	107
5.3.2	Parfumerie et cosmétiques.....	109
5.3.2.1	Parfums anciens.....	109
5.3.2.2	Parfums modernes.....	110
5.3.2.3	Parfums d'ambiance.....	110
5.3.2.4	Cosmétiques.....	111
5.3.3	Ornement.....	111
	CONCLUSION	112
	RÉFÉRENCES	113
	GLOSSAIRE DES TERMES INDIENS	119
	LISTE DES ANNEXES	121

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Reconstitution d'une pharmacie à Venise	14
Figure 2 : Pot à Thériaque du XVIII ^e siècle (Hospices de Beaune, Côte-d'Or)	17
Figure 3 : Cladogramme des Monocotylédones (d'après l'APG modifié)	24
Figure 4 : Plant de cardamome, allure générale	26
Figure 5 : Représentation de la plante entière	26
Figure 6 : Cardamome, planche botanique	27
Figure 7 : Fleurs de cardamome	29
Figure 8 : Pollinisation des fleurs de cardamome par les abeilles	30
Figure 9 : Capsules de cardamome	31
Figure 10 : Capsules et graines de cardamome	31
Figure 11 : Quelques cardamomes reconnues comme épices	37
Figure 12 : Zones de culture de la cardamome en Inde du sud	38
Figure 13 : Production de cardamome en Inde et au Guatemala	40
Figure 14 : Production de cardamome en Inde de 2006 à 2016	41
Figure 15 : Production et culture de la cardamome en Inde	41
Figure 16 : Production de cardamome dans les trois états indiens en 2015/2016	42
Figure 17 : Surface cultivée de cardamome dans les trois états indiens en 2015/2016	42
Figure 18 : Exportations annuelles de cardamome indienne	43
Figure 19 : Principaux pays importateurs de cardamome indienne en 2013/2014	43
Figure 20 : Structure microscopique du péricarpe, coupe transversale	59
Figure 21 : Structure microscopique de l'enveloppe de la graine, coupe transversale	60
Figure 22 : Graine de cardamome, coupe longitudinale et transversale	60
Figure 23 : Caractéristiques microscopiques de la poudre de graines de cardamome	62
Figure 24 : Distillation des huiles essentielles à la vapeur d'eau	69
Figure 25 : Composition chimique d'une huile essentielle de cardamome	71
Figure 26 : Formule de l'acétate d' α -terpényle	72
Figure 27 : Formule de l'acétate de linalyle	72

Figure 28 : Formule du 1,8-cinéole (eucalyptol)	73
Figure 29 : Formule du linalol	74
Figure 30 : Formule du sabinène	75
Figure 31 : Formule du limonène	75
Figure 32 : Action de la cardamome dans l'infarctus du myocarde	82
Figure 33 : Représentation des trois <i>Doshas</i>	88
Figure 34 : Représentation des deux constitutions <i>Prakriti</i> et <i>Vikriti</i>	89
Figure 35 : Caractéristiques des ongles selon les <i>Doshas</i>	89
Figure 36 : Représentation de <i>Agni</i> , le Feu digestif	90
Figure 37 : Les bases du traitement intégratif en Ayurvédâ	91
Figure 38 : Élixir du Suédois® (St Benoît, Dr Theiss) et Herbes du Suédois® (Herbalgem)	96
Figure 39 : Huile de massage pour le ventre®, PuresSENTIEL	99
Figure 40 : Huile de massage bébé®, Weleda	99
Figure 41 : Dida®, Équilibre de la flore intestinale, New Nordic	99
Figure 42 : Quantique olfactif®, H & T	102
Figure 43 : Préparation du <i>chai</i> , Kerala	104
Figure 44 : Infusions “plaisir” à base de cardamome	105
Figure 45 : <i>Pan masala</i> , mixture digestive proposée dans les restaurants indiens	106
Figure 46 : Feuilles de bétel sur un marché en Inde	107
Figure 47 : Parfum Wanted®, Azzaro	110
Figure 48 : Parfum Alien®, Thierry Mugler	110
Figure 49 : Bougie parfumée Mimosa & Cardamom® Jo Malone	110
Figure 50 : Crème visage aux 7 épices® La Sultane de Saba	111
Figure 51 : Crème pour le corps Mimosa & Cardamom® Jo Malone	111
Figure 52 : Feuilles ornementales de cardamome	111

Les photographies des figures 2, 4, 7, 10 et 52 sont mises à disposition selon les termes de la licence “Creative Commons paternité” et disponibles sur : <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil> [24].

Les photographies des figures 1, 9, 43, 45 et 46 sont des photographies personnelles.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques des deux espèces d' <i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton	32
Tableau II : Caractéristiques de différents cultivars de la vraie cardamome en Inde.....	33
Tableau III : Cardamomes du genre <i>Aframomum</i> , reconnues comme épices	35
Tableau IV : Cardamomes du genre <i>Amomum</i> , reconnues comme épices	36
Tableau V : Répartition géographique des cultures en Inde	39
Tableau VI : Spécifications chimiques des capsules de cardamome	45
Tableau VII : Désignations des catégories de capsules de cardamome en Inde	46
Tableau VIII : Spécifications des capsules de cardamome, qualités <i>Allepey Green</i> , en Inde	47
Tableau IX : Spécifications des capsules de cardamome, qualités <i>Coorg Green</i> , en Inde	48
Tableau X : Désignations des catégories et spécifications des graines de cardamome en Inde	49
Tableau XI : Quelques chiffres de rendement dans les plantations du Kerala	51
Tableau XII : Calendrier des récoltes de la cardamome en Inde	55
Tableau XIII : Norme ISO 4733, spécifications	67
Tableau XIV : Norme ISO 4733, profil chromatographique	68
Tableau XV : Chromatographie en phase gazeuse, résultats	76
Tableau XVI : Qualités ayurvédiques de la cardamome	94
Tableau XVII : Propriétés et indications de l'huile essentielle de cardamome	97
Tableau XVIII : Spécialités pharmaceutiques du laboratoire Pranarôm	100

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AFNOR : Association française de normalisation

AGB : *Alleppey Green Bold*

AGEB : *Alleppey Green Extra Bold*

AGL : *Alleppey Green Light*

AGS : *Alleppey Green Superior*

AGS1, 2 : *Alleppey Green Shipment*

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament

APG : *Angiosperm Phylogeny Group*

AYUSH : Ayurvéda Yoga Unani Siddah Homéopathie

BL : *Bleached cardamom*

BW : *Bleachable white*

CCM : Chromatographie sur couche mince

CG1 : *Coorg Green Superior*

CG2 : *Coorg Green Mota*

CG3 : *Coorg Green Shipment*

CGB : *Coorg Green Bold*

CGEB : *Coorg Green Extra Bold*

CGL : *Coorg Green Light*

CH : Centésimale hahnemanienne

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

CPK : Créatine phosphokinase

CT : Chémotype

Cv : Cultivar

DIFF : Diffusion

DL50 : Dose létale médiane

HA : Hydrolat aromatique

HE : Huile essentielle

HV : Huile vierge

HECT : Huile essentielle chémotypée
ISO : *International Organization for Standardization*
IUPAC : *International Union of Pure and Applied Chemistry*
K : dilution korsakovienne
LDL : *Low Density Lipoprotein*
MB : *Mixed bold*
MEB : *Mixed extra bold*
ML : *Mixed light*
MS : *Mixed superior*
MS1, 2 : *Mixed shipment 1, 2*
OMS : Organisation mondiale de la santé
SM : Spectrométrie de masse
TM : Teinture mère
TLFi : Trésor de la Langue Française informatisé
UE : Usage externe
UI : Usage interne
VC : Voie cutanée
VO : Voie orale
VR : Voie respiratoire

INTRODUCTION

Elettaria cardamomum est une plante de la famille des Zingibéracées répondant au nom français de cardamome. Son fruit est depuis longtemps utilisé en Inde, son pays d'origine, dans l'alimentation et la médecine traditionnelle.

Les épices font la renommée de tout le sous-continent indien et ont un rôle prépondérant dans la cuisine. La cardamome, citée dans les plus anciens traités médicaux, libère tous ses arômes dans le *chai*, variante locale et épicée du thé. Ses graines entrent dans la composition de divers remèdes, notamment contre les affections de l'appareil digestif et trouvent ainsi une place dans la thérapeutique de l'Ayurvéda.

À l'heure actuelle, encore peu connue du grand public, son usage demeure restreint même si, actuellement, son huile essentielle se vend dans nos officines. Elle ne semble pas avoir trouvé sa place dans nos cuisines et armoires à pharmacie et mérite à nos yeux, une plus grande reconnaissance.

Nous commencerons par étudier son riche passé historique, en Europe et dans le monde, depuis l'Antiquité jusqu'à aujourd'hui.

Une deuxième partie sera consacrée à la description botanique de la plante et aux variétés cultivées.

Nous reviendrons ensuite sur l'épice en examinant en détail son commerce et sa culture, tout en précisant quelques caractéristiques incontournables de la drogue végétale.

Puis, l'étude chimique, pharmacologique et toxicologique nous permettra de décrire l'huile essentielle et d'en détailler les constituants. Nous rapporterons les conclusions de différents travaux de recherche, réalisés en vue de mettre en évidence ses propriétés biologiques, avec des résultats qui pourraient bien ouvrir des perspectives d'avenir prometteuses.

Pour finir, nous traiterons ses utilisations variées, médicales ou alimentaires. Avant d'aborder son usage dans la médecine occidentale, une large partie sera consacrée à l'Ayurvéda, médecine traditionnelle indienne.

1 Étude historique

Nous avons découvert la cardamome à l'occasion de voyages en Inde. Omniprésente dans ce pays, cette épice y est largement utilisée pour ses vertus culinaires et médicinales. Dans cette première partie, nous mettons en valeur son histoire millénaire remontant à l'Antiquité, ainsi que quelques légendes s'y rapportant.

1.1 Linguistique

1.1.1 Étymologie et orthographe

Le mot cardamome vient du latin *cardamomum*, lui-même issu du grec *kardamômon* (*καρδάμομον*). L'origine du mot grec fait l'objet de débats. Pour certains étymologistes, ce serait la juxtaposition de *κάρδαμο* (cresson) et *αμομον* (exquis ou amome). Pour d'autres, le nom pourrait provenir du terme arabe *hahmama*, lui-même dérivé d'une racine indienne. Pour Henri Leclerc, il est plus probable qu'il vienne de *cordumeni*, nom de la cardamome chez les Arabes [1,2].

Le nom actuel du genre *Elettaria* est dérivé de *Elettari*, nom local indien. La cardamome était déjà dénommée *êlâ* dans l'ancienne littérature indienne [3].

Souvent écrit avec un *n*, l'orthographe correcte est cardamome. Le substantif est majoritairement féminin, sauf dans les écrits du Moyen Âge ou, en 1929, dans l'ouvrage sur les épices de Henri Leclerc. Actuellement, le Trésor de la Langue Française informatisé (TLFi) le classifie comme masculin. L'origine de la transition du masculin vers le féminin n'est pas sûre [4].

1.1.2 Noms vernaculaires et synonymes

On retrouve une racine commune dans les dénominations internationales du mot cardamome :

- En allemand : *kardamom* ;
- En anglais : *cardamom* ;
- En espagnol : *cardamomo* ;
- En italien : *cardamomo* ;
- En portugais : *cardamomo* ;
- En grec : *kárdamo* ;
- En latin : *amomum* ;
- En Inde : *ilaayachee*, *elaichi*, *elettari*, *chhoti elaichi* ;
- En sanscrit : *êlâ*, *bâhula*, *truti*, *vayastha*, *chandravâlâ*.

Le terme de “cardamome” [4] désigne également deux montagnes :

- Les monts des Cardamomes en Inde du sud ;
- La chaîne des Cardamomes au Cambodge (ou monts Krâvanh). C’est une chaîne de montagnes sauvages qui s’étend sur environ 300 km, dans le quart nord-est du Cambodge.

La cardamome a beaucoup d’autres noms vernaculaires qui la décrivent [3], tels que :

- La “reine des épices” ;
- La “graine des anges” ;
- Les “graines du paradis” ;
- L’amome ;
- La cardamome de Malabar, de Mysore, de Ceylan, du Cambodge ;
- La “petite” ou la “grande” cardamome ;
- La “vraie” ou la “fausse” cardamome ;
- La cardamome verte, brune, aromatique.

Tous ces termes génériques regroupent en fait des genres, espèces et variétés différentes d’un point de vue botanique. La plus connue, *Elettaria cardamomum* (L.) Maton fait l’objet de notre étude.

Il existe également quelques synonymes comme :

- *Elettaria cardamomum zeylanicum* J. Pereira ;
- *Elettaria cardamomum* var. *minor* Watt;
- *Elettaria ensal* (Gaertn.) Abeyw ;
- *Amomum cardamomum* (L.) ;
- *Alpinia cardamomum* (L.) Roxb.

Cette liste n’est pas exhaustive [5]. Actuellement, ces noms ne sont plus ni utilisés, ni reconnus officiellement.

1.2 Histoire

1.2.1 En Europe

De l'Antiquité à nos jours, des médecins, des savants et des philosophes ont rédigé, commenté, traduit voire interprété les connaissances médicales autour de la cardamome. Si certains sont restés dans l'anonymat, d'autres sont devenus plus célèbres.

1.2.1.1 Durant l'Antiquité

Très appréciée, la cardamome arrivait dans la Grèce et la Rome antique par caravanes entières. Considérée comme une épice majeure, elle est citée dans de nombreux textes, et ce par de multiples auteurs. Faisaient-ils cependant référence à la véritable cardamome *E. cardamomum*, ou à une autre plante, appartenant au genre *Amomum* ? Sans description précise de l'époque, le doute persiste.

➤ Dans la Grèce antique

Hippocrate [460 av. J.-C. - v. 370 av. J.-C.], prêtre médecin quasi mythique est considéré comme le "père de la médecine clinique". Il mentionne la cardamome et conseille son usage contre « *les complications des lochies et contre les dyspnées lors des accouchements* » dans son ouvrage *De la nature de la femme* [6].

Théophraste [371 av. J.-C. - 288 av. J.-C.], philosophe, élève d'Aristote, botaniste et naturaliste, a écrit plusieurs ouvrages de référence dont *Histoire des plantes*. Il a étudié plus de mille espèces et cite la cardamome dans son atlas de botanique. À cette époque, il nous précise que l'on avait coutume d'ajouter au vin de la myrrhe, de la cannelle, de la cassie, de l'iris, de la cardamome, de la rose, de la menthe [7,8].

Dioscoride [v. 20 et 40 apr. J.-C. - v. 90 apr. J.-C.], médecin grec militaire, est l'auteur du traité *À propos de la matière médicale* rédigé en grec et plus connu sous son nom latin *De Materia medica*. Ce livre a inspiré les prescriptions médicales jusqu'à la Renaissance. Une traduction dite moderne, datant de 1559, *Les six livres de Pedacion Dioscoride d'Anazarbe de la Matière médicinale*, évoque la cardamome. La traduction du latin en français parle de son parfum « *si puissant qu'il suffirait qu'une femme enceinte le respirât pour tuer l'enfant qu'elle portait* » [9].

Galien [v. 130 apr. J.-C. - v. 200 apr. J.-C.], le plus illustre médecin de l'Antiquité après Hippocrate est aussi considéré comme le "père de la pharmacie galénique". Il est l'un des derniers à avoir participé aux reformulations successives de la Thériaque au fil des siècles. Dans ses *Œuvres anatomiques, physiologiques et médicales* ou dans *De antidotis*, la cardamome est régulièrement citée [10].

➤ Sous l'Empire romain

Les Romains, grands amateurs d'essences parfumées, les utilisaient sous forme de bains aromatiques, souvent associées à l'usage de l'eau chaude. Pour aider la digestion, ils ajoutaient la cardamome aux plats lors de leurs banquets très copieux [11]. Pour illustrer cette époque, nous citerons deux personnages.

Apicius [25 av. J.-C. - 37 apr. J.-C.] est un riche amateur de gastronomie. Dans son ouvrage *De re coquinaria* ou *L'Art culinaire*, il rédige une « *Liste des épices indispensables dans une maison afin de pourvoir à tous les assaisonnements* » et y classe la cardamome comme une épice majeure. Sa description suggère d'ailleurs que la cardamome était l'une de ses épices préférées. Dans l'*oxygarum*, sauce très appréciée de l'époque, on retrouve du *garum*, un condiment salé associé à du vinaigre, du miel, de la menthe et des épices comme la cardamome, le cumin, et le poivre [8,12].

Pline l'Ancien [23 apr. J.-C. - 79 apr. J.-C.], le "Naturaliste", est l'auteur d'une *Histoire naturelle* en 37 volumes où il compile les données de plus de 2000 ouvrages. Il y présente de nombreuses plantes utilisées dans la pharmacopée [13]. Dans le livre XII traitant des arbres, chapitre XXIX, il décrit ainsi la cardamome :

« À ces substances ressemble le **cardamome** et par le nom et par l'arbrisseau dont il provient ; la graine en est oblongue. On le récolte de la même manière dans l'Arabie que dans l'Inde Il y en a quatre espèces celui qui est très vert, onctueux, à angles aigus, difficile à casser, est le plus estimé ; vient ensuite celui qui est d'un blanc tirant sur le roux ; en troisième lieu est celui qui est plus court et plus noir. Le plus mauvais est celui qui est de couleur variée, friable et de petite odeur. Le **cardamome** non falsifié doit se rapprocher du *costus* » [14].

1.2.1.2 Au Moyen Âge

Au fil du temps, deux sortes de médecines cohabitent et se différencient : une médecine "populaire", à base de plantes cultivées par les moines, et une médecine "savante", utilisant des ingrédients complexes. Ainsi, si la majeure partie de la population continue à se soigner avec des remèdes simples, les remèdes plus élaborés sont exclusivement réservés aux plus fortunés. Dès la fin du XI^e siècle, l'apport d'ingrédients nouveaux et coûteux comme la cardamome creuse d'autant plus cet écart. Souvent, deux versions d'une recette coexistent, et les épices, trop chères, sont exclues pour une grande majorité de la population [15].

En Europe, l'une des premières utilisations connues de la cardamome date de cette période. Réservée aux riches patients, elle figure toujours dans la pharmacopée, mais sous une forme qui évolue. On se dirige alors vers une notion de panacée ou traitement miracle, capable de tout guérir, avec des formules de plus en plus longues et complexes comme les électuaires, les élixirs et l'hypocras [16].

➤ Les électuaires

Ces préparations complexes représentent le summum de l'art dans la préparation des plantes plus ou moins agréables à avaler. D'usage interne, à consistance de pâte molle, ces médicaments sont composés d'un mélange de poudres et de sirop, de miel ou de résines liquides. Ils ont par la suite été abandonnés [16].

La Thériaque, célèbre contrepoison, confectionnée à partir d'un mélange de composants végétaux, minéraux et animaux, et préconisée par Galien et Avicenne, était alors supposée guérir de très nombreuses maladies et même maintenir en forme ceux qui n'étaient pas malades ! Préparée par les apothicaires, sa composition a beaucoup varié selon les époques et les lieux [17].



Très réputé, l'électuaire thériacal de Venise contenait « 80 g de semences de *petit cardamome* » et se préparait une fois l'an, en public, au cours de grandes cérémonies, sous le strict contrôle du Doge de Venise. Cette panacée devait la majeure partie de son action à l'extrait d'opium qu'elle renfermait. Parmi ses multiples ingrédients, la cardamome devait probablement avoir une action mineure sur la digestion [17].

Figure 1 : Reconstitution d'une pharmacie à Venise

Un autre électuaire connu, *Electuarium Plinis arcoticon*, était alors destiné à « combattre la mélancolie, les pâmoisons, l'épilepsie et à rendre la mémoire ». Il est composé notamment de : cannelle, girofle, noix de muscade, aloès, galanga, rose, violette et cardamome [16].

➤ Les élixirs

Ce sont des macérations de plantes dans un liquide alcoolisé à 20° au minimum. On peut les considérer comme des teintures composées. Par exemple, l'élixir du Palais Royal agit sur l'état général et améliore la fonction de nombreux organes (respiration, circulation, digestion). On l'appelle aussi élixir de "longue vie" ou de "bonne santé" ou de "bonheur". Sa formule est trop longue pour être ici retranscrite, retenons juste qu'il contenait « 0,5 g de semences de cardamome » parmi ses multiples ingrédients [17].

Un élixir aromatique pris après le repas à raison d'une cuillère à café dans un verre d'eau, sucrée ou non, facilite la digestion, tonifie le corps et l'esprit [17]. En voici la formule :

- Écorces de citron frais.....40 g
- Racines d'acore.....30 g
- Racines de galanga.....30 g
- Écorces de cannelle.....30 g
- Feuilles de menthe poivrée.....30 g
- Racines de gingembre.....7 g
- Semences de **cardamome**.....7 g
- Eau-de-vie à 42° ou rhum.....1,5 l

Faire macérer les plantes dans l'alcool pendant 10 jours puis filtrer.

➤ L'hypocras

Selon Hippocrate, « *Le vin est une chose merveilleusement adaptée à l'homme* ». Au Moyen Âge, il est beaucoup consommé et entre dans la composition de nombreux remèdes. La cardamome se retrouve dans le mélange d'épices qui participe à la transformation du vin rouge, difficile à conserver, en hypocras [15].

1.2.1.3 Durant la Renaissance et les Grandes découvertes

La Renaissance est une période d'ouverture au monde, avec la découverte de nouvelles techniques, de nouvelles voies maritimes de commerce, et de nouvelles terres. La Route des Indes permet l'introduction des épices, dont la cardamome, en Europe. Elle sera importée de façon régulière à partir du XVII^e siècle [18].

Plusieurs explorateurs ont participé à cette aventure. En 1497, Vasco de Gama [1460 - 1524] quitte Lisbonne. Il contourne l'Afrique et atteint les côtes de Malabar en Inde. En ouvrant cette route maritime, il favorise l'importation de la cardamome [19]. Peu après, en 1514, le navigateur portugais Duarte Barbosa [1480 - 1521] découvre la réelle origine de la cardamome sur la côte de Malabar [20]. En 1563, Garcia da Orta [1501 - 1568], médecin botaniste portugais, distingue nettement la vraie cardamome d'Inde d'autres amomes du Sri Lanka dans son ouvrage *Colloques des simples et des drogues de l'Inde*, que Charles de l'Écluse traduira plus tard en 1572 [21].

Quelques médecins et botanistes ont répertorié les propriétés de la cardamome. En 1588, l'allemand Jacob Theodor Tabernaemontanus [1522 - 1590] lui attribue « *des vertus digestives* » dans son *Nouveau livre des épices* [22]. Le flamand Charles de l'Écluse, [1526 - 1609] rapporte de ses nombreux voyages beaucoup de dessins et d'observations de plantes nouvelles. En 1610, il décrit la cardamome comme « *rare et précieuse* » [20].

1.2.1.4 Du XIX^e siècle à nos jours

C'est à partir de ce siècle que les savants commencent à extraire et isoler les principes actifs des plantes, permettant ainsi leur utilisation spécifique. Les épices, comme la cardamome, deviennent moins rares et moins onéreuses [11,20].

Le premier *Codex* français, paru en 1818, reprend la formule légale de la Thériaque conformément à celle de Galien avec « 80 g de fruits du petit cardamome » [23].



Figure 2 : Pot à Thériaque du XVIII^e siècle (Hospices de Beaune, Côte-d'Or) [24]

Les écrits se rapportant à la cardamome sont toujours nombreux et suggèrent son rôle substantiel dans la pharmacopée et la médecine.

Désiré Bois [1856 - 1946], botaniste, horticulteur et agronome français, a dirigé la chaire d'Agriculture coloniale. En 1927, il évoque les « *puissantes propriétés carnivores de la cardamome et son aptitude à masquer l'odeur de l'ail* » dans son ouvrage *Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges*. La cardamome est alors rarement employée comme condiment, mais plutôt comme plante médicinale [25,26].

Henri Leclerc [1870 - 1955], médecin militaire à l'origine de la phytothérapie moderne, devient l'un des plus ardents défenseurs de la médecine par les plantes. Étayant ses démonstrations sur les nombreux et spectaculaires résultats obtenus pendant la Première Guerre mondiale, il démontre l'efficacité des plantes en médecine d'urgence [27]. En 1929, dans l'un de ses livres intitulé *Les épices*, il consacre trois pages à la cardamome et la maniguette [2]. Voici son introduction :

*« Je ne crois ni me rendre coupable d'un jugement téméraire, ni faire injure aux connaissances botaniques de mes lecteurs en supposant que la plupart d'entre eux, si on leur présentait un fruit de **cardamome**, ne feraient nulle difficulté de le prendre pour un pépin d'orange ou de citron. Cependant, s'il en a à peu près la forme, la couleur et les dimensions, la confusion n'est plus possible dès qu'on prend garde que son péricarpe, mince, parcheminé et ridé de stries longitudinales, se laisse, à la moindre pression, diviser en trois valves qui mettent à nu trois loges dans lesquelles s'empilent de petites semences brunes et granuleuses dont le parfum, la saveur et les propriétés ont valu au **cardamome** son antique réputation ».*

Après un bref historique de ces utilisations passées, il revient sur ses nombreuses propriétés médicinales :

*« De ces panégyriques il faut retenir que le **cardamome** doit à son essence, composée de limonène, de terpinéol et de 5 p. 100 de cinéol, des propriétés qui en font un des meilleurs carminatifs de la matière médicale : à ce titre, il peut rendre de réels services chez les malades présentant des troubles cardiaques liés à une névropathie dyspeptique, (...). J'ai vu des crises de palpitations avec extrasystoles, angoisse précordiale, céder à l'absorption d'une infusion de semences de **cardamome** à 3 p. 100 ou de XV à XX gouttes de teinture dans un peu d'eau. D'un goût très fin, cette teinture peut être employée pour les soins de la bouche. Je recommande particulièrement un élixir dentifrice ainsi composé :*

- Teinture de Mastic en larmes 2 g
- Teinture de Benoîte 25 g
- Teinture de **Cardamome** 30 g
- Essence de Badiane X gouttes

*Rarement employée comme condiments, la graine du **cardamome** peut se prêter aux mêmes usages culinaires que le gingembre sur lequel elle a l'avantage d'être moins irritante : elle trouve particulièrement sa place dans le pain d'épices auquel elle communique un arôme très pénétrant et très délicat : c'est, en outre, la substance qui, lorsqu'on la mâche, parvient le mieux à masquer et même à neutraliser l'odeur si tenace de l'ail » [2].*

Le monde de la parfumerie évolue, et l'aromathérapie débute en France avec le travail de René Maurice Gattefossé, pharmacien, et de Jean Valnet, médecin. La cardamome en sera l'un des atouts.

Le maître parfumeur Edmond Roudnitska [1905 - 1996] a créé, au cours de sa carrière, plusieurs parfums de renommée internationale [28]. En 1990, il publie *Le Parfum*, ouvrage dont voici un court extrait :

*« De l'Orient, après avoir transité par l'Égypte, les drogues parfumées arrivèrent en Grèce, puis à Rome. Encens, myrrhe, styrax, santal, musc, ambre, girofle, poivre, muscade, **cardamome**, gingembre, ainsi qu'avec la vanille, ce qui explique peut-être la relation... entre la parfumerie et la gastronomie » [29].*

En 1928, le terme "aromathérapie" apparaît et désigne l'art de soigner par les huiles essentielles (HE). On doit cette appellation à René Maurice Gattefossé [1881 - 1950] chimiste français spécialiste des cosmétiques, après sa découverte des propriétés analgésiques et antiseptiques de certaines HE, propriétés supérieures à celles des médicaments de synthèse utilisés jusqu'alors. Pour l'anecdote, après s'être brûlé la main, il la plongea dans de l'essence de lavande et guérit rapidement, sans infection ni cicatrice [11,30].

Le médecin militaire Jean Valnet, [1920 - 1995] est considéré comme le "fondateur de la phyto-aromathérapie moderne". Même si, actuellement, le laboratoire Valnet ne commercialise pas d'HE de cardamome en pharmacie. Ce médecin a eu une influence majeure dans les progrès de l'aromathérapie. Dès 1948, il réhabilite les traitements naturels en s'attachant à définir de façon scientifique le pouvoir thérapeutique des HE. À une époque où les plantes et les essences sont oubliées, il codifie leurs propriétés, leurs indications et précise les posologies [31].

1.2.2 Dans le monde

1.2.2.1 En Égypte ancienne

Les Égyptiens de l'Antiquité connaissaient bien les plantes. Ils sont les premiers à avoir découvert leur pouvoir, et ce il y a plus de 4500 ans. Leur étude du système olfactif de l'homme décrit les essences comme des substances divines. Leur usage était courant et abondant dans la vie quotidienne, permettant de profiter de leurs propriétés antiseptiques, antivirales et antibactériennes. Ils s'en servaient aussi pour la conservation des aliments et l'embaumement des morts [11].

Les papyrus médicamenteux qui nous sont parvenus sont témoins de l'importance de leurs connaissances médicales. Ils mentionnent plus de 700 substances curatives, permettant de composer de très nombreux remèdes. Ils ont ainsi consigné les vertus de la cardamome sur le papyrus de Ebers, qui ne contient pas moins de 800 formules [15]. Par exemple, après avoir réduit les racines en pulpe, les Égyptiens fabriquaient des pastilles à croquer pour blanchir les dents et rafraichir l'haleine [17].

Sur un plan plus spirituel, les mélanges à base d'essences étaient utilisés par les prêtres au cours de cérémonies religieuses pour favoriser la méditation, et entrer dans un état de transe permettant d'ouvrir les portes de l'au-delà et de communiquer avec les divinités [11].

Le Kyphi est un célèbre encens contenant de la cardamome. Nous l'étudierons plus tard, dans une partie dédiée à la parfumerie, dans le cinquième chapitre de ce travail.

1.2.2.2 En Inde

Comme en témoignent les *Vedas* *, livres sacrés de l'hindouisme, les essences étaient déjà utilisées au moins 1600 ans avant J.-C. Depuis cette époque, la cardamome est citée dans ces textes sacrés. Les Indiens en connaissaient très bien les propriétés médicinales. Ils s'en servaient pour les soins médicaux et pour le bien-être du corps, le plus souvent en massage. Elle était recommandée pour lutter contre les hémorroïdes, la jaunisse [32] et faisait partie des épices que les femmes des harems fumaient pour se droguer, recherchant un effet stimulant et euphorisant [11].

Suite aux conquêtes d'Alexandre le Grand [356 av. J.-C. - 323 av. J.-C.], les échanges commerciaux s'intensifient, et, en revenant d'Inde, les soldats auraient introduit la cardamome en Europe [33]. Dans le cinquième chapitre de ce travail, nous reviendrons sur la place de la cardamome et son utilisation.

*Pour les termes du document suivis d'un astérisque, se reporter au GLOSSAIRE p. 119/120

1.2.2.3 En Chine

En Chine, le plus ancien traité médical connu date de plus de 2500 ans avant J.-C. et décrit environ 2000 plantes. Les Chinois, grands connaisseurs, ont répertorié les épices selon le type d'humeurs qu'elles inspirent à l'être humain. Ils ont aussi classé leurs remèdes selon la division de l'univers en principe féminin, le yin, et en principe masculin, le yang. Au cours de leur histoire, ils ont toujours fait usage des essences, en particulier pour rééquilibrer ces deux éléments chez les individus [11].

Les premiers écrits chinois sur la cardamome datent de l'an 720. La pharmacopée chinoise la considère comme une panacée pour traiter les maladies intestinales, les dysenteries et les diarrhées [3].

1.2.2.4 En Asie centrale

À la fin du premier millénaire, écrivains et médecins arabes citent souvent la cardamome dans leurs écrits. Ils l'utilisent en cuisine et en médecine, avant de la transmettre à l'occident moyenâgeux.

Ibn Al Jazzar [898 - 980], médecin pharmacien, a vécu à Kairouan. Fondateur de la "pharmacie arabe", il est l'un des premiers à avoir séparé l'acte médical de l'acte pharmaceutique. Ainsi, dans sa maison, la salle de consultation et la pharmacie étaient aménagées dans des pièces séparées. On retrouve de nombreuses formules dans son *Zad al-Mousafir*. Nous en mentionnerons une, un électuaire nommé « *Préventif des sinistres* » qui contient « *deux mithqals* » soit 8,24 g de cardamome [34,35].

Médecin et philosophe persan, Avicenne [980 - 1037], considéré comme "l'Aristote des Arabes", mentionne la cardamome dans le *Canon de la Médecine*. Le livre V, intitulé *Aqrabâdhin* (pharmacopée), comporte pas moins de 600 remèdes tels que : sirops, décoctions, poudres, suppositoires, tablettes sublinguales, et onguents. Les électuaires y figurent en grand nombre. À titre d'exemple, citons ici une formule avec de la cardamome : « *l'Électuaire digestif au coing* » à base de poivre, gingembre, cardamome, girofle, safran. Les ingrédients sont pulvérisés et tamisés, puis incorporés dans du coing cuit dans du vin. Cet électuaire peut être épaissi, desséché, solidifié, puis découpé en tablettes ensuite enveloppées dans des feuilles de cédrat. Elles sont indiquées pour les « *digestions difficiles, diarrhées, vomissements* » [36–38].

Dans *Les contes des Mille et Une nuits*, la cardamome est évoquée comme l'un des ingrédients utilisés pour préparer un élixir ayant permis à un marchand d'avoir un enfant. En voici un court extrait : « *Mohamed prit alors un grand vase dans lequel il mit de la cannelle, du girofle, de la cardamome, du gingembre, du poivre et quelques autres drogues* » [26].

1.3 Légendes

Pendant des millénaires, les hommes ont utilisé les plantes et les épices pour leurs pouvoirs magiques et aphrodisiaques, et ce bien avant la découverte de leurs propriétés thérapeutiques.

1.3.1 Pouvoir magique

Durant l'Antiquité, les arômes avaient le pouvoir de mettre en contact le monde des humains avec l'au-delà. On pensait que les divinités pouvaient se manifester grâce aux parfums que les hommes mettaient sur les statues de leurs dieux. Les épices étaient alors utilisées à des fins religieuses et sacrées. On pensait en effet que la fumée des épices brûlées montait vers les divinités, comme un passeport pour un autre monde, un outil de communication avec le divin. La cardamome, avec son parfum puissant, entrait souvent dans la composition de ces encens magiques [8,11].

On note qu'au Moyen Âge, la cardamome était censée protéger des morsures de serpent et des piqûres de scorpions. Dotée d'un étrange pouvoir, sa poudre permettait de voir en songe le visage de l'être aimé. On l'appelait alors la "graine des anges" [18].

Pour Hameed Kawa, tabliste* de Jaipur en Inde, si on croque une graine de cardamome après avoir mangé un régime de bananes, le régime se transforme en un verre d'eau. Dans ce pays, la cardamome est toujours utilisée pour communiquer avec les dieux et sert d'offrandes pendant les fêtes religieuses. Dans le temple hindou de Thanjove, des guirlandes de graines de cardamome sont déposées au pied des *mûrtis**. Les fiancés officialisent leur engagement par un don réciproque de bétel agrémenté de cardamome et de girofle [18].

1.3.2 Pouvoir aphrodisiaque

La cardamome servait à préparer des philtres d'amour. Une légende raconte que Sémiramis, la reine des jardins suspendus de Babylone, offrait du vin à la cardamome à ses amants épuisés. De même, Cléopâtre en parfumait son palais lors des visites de son amant Marc Antoine [18].

Une tradition issue du Moyen Âge assure que de la cardamome mêlée à un vin chaud « *conduit tout droit chez les filles* » [17].

Au Maroc, l'absorption de la poudre des fruits constituerait un remède à l'impuissance sexuelle [32].

2 Étude botanique

2.1 Classifications

D'après la nomenclature binomiale, chaque espèce, depuis Linné, est désignée par deux mots latins. Ce naturaliste suédois du XVIII^e siècle est l'auteur du système de classification botanique universel fondé sur l'étude des organes de reproduction des plantes et de leurs principaux caractères morphologiques [39].

Ainsi, la cardamome est désignée par : *Elettaria cardamomum* (L.) Maton, 1811.

Il existe deux variétés, considérées comme deux espèces à part entière :

- *E. cardamomum* (L.) Maton var. *minuscula* Burkill;
- *E. cardamomum* (L.) Maton var. *major* Thwaites.

2.1.1 Classification de Cronquist

La classification botanique de Cronquist de 1981 est une classification classique des Angiospermes basée sur des critères anatomiques, morphologiques et chimiques [39].

Selon elle, *E. cardamomum* (L.) Maton appartient à :

- Règne : *Plantæ* ;
- Embranchement : *Magnoliophyta* (Angiospermes) ;
- Classe : *Liliopsida* (Monocotylédones intermédiaires) ;
- Sous-classe : *Zingiberidæ* ;
- Ordre : Zingibérales ;
- Famille : *Zingiberaceæ* ;
- Genre : *Elettaria* ;
- Espèce : *Elettaria cardamomum*.

2.1.2 Classification phylogénétique APG IV

La classification phylogénétique APG IV est la quatrième version de la classification botanique des Angiospermes, établie par l'*Angiosperm Phylogeny Group* (APG) de Mark Chase, classification botanique la plus importante aujourd'hui [39].

Concernant *E. cardamomum*, il faut retenir qu'elle appartient à :

- Clade : Monocotylédones ;
- Clade : Commélinidées ;
- Ordre : Zingibérales ;
- Famille : Zingibéracées.

Les Monocotylédones ont un cotylédon unique, et un grain de pollen monoporé.

Les Commélinidées regroupent des Monocotylédones classiques, plus évoluées. C'est un ensemble de plus de 25 400 espèces caractérisées par un marqueur chimique, l'acide férulique, présent au niveau de la paroi pectocellulosique, ainsi que par des vaisseaux parfaits. Ce clade réunit cinq ordres dont celui des Zingibérales.

Les Zingibérales regroupent plus de 2000 espèces en huit familles. Ce sont des herbes caulescentes (pourvues d'une tige apparente) avec des feuilles de grande taille, et poussant dans les régions tropicales soumises à la mousson. Selon les familles, on dénote souvent des différences de taille et de morphologie assez importantes, avec des familles de plantes de grande taille, comme la famille des Musacées, et des familles de plantes plus petites, comme la famille des Zingibéracées (la plus importante de cet ordre). Les fleurs à périanthe coloré sont zygomorphes et sont les plus évoluées parmi les Monocotylédones (avec celles des Orchidacées).

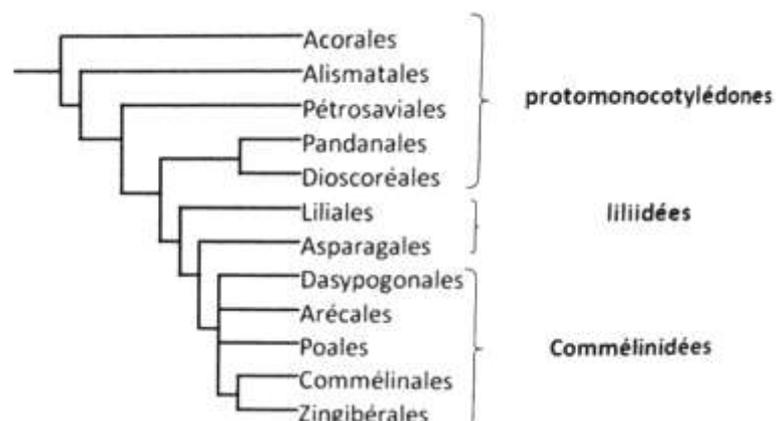


Figure 3 : Cladogramme des Monocotylédones (d'après l'APG modifié) [39]

2.1.3 Quelques caractéristiques de la famille des Zingibéracées

La famille des Zingibéracées est vaste et importante. Elle comprend plus de 1200 espèces spécifiques réparties en une cinquantaine de genres. Ce sont, pour la plupart, des plantes des régions tropicales, avec une prédominance asiatique, herbacées et vivaces avec un rhizome. La famille doit son nom au genre *Zingiber*, du latin *zingiber*, qui signifie gingembre [40]. Les genres les plus importants sont :

- *Alpinia*, 200 espèces ;
- *Amomum*, 90 espèces ;
- *Zingiber*, 60 espèces ;
- *Aframomum*, 50 espèces ;
- *Hedychium*, 50 espèces ;
- *Kæmpferia*, 50 espèces ;
- *Costus*, 42 espèces ;
- *Curcuma*, 40 espèces.

Quelques caractéristiques botaniques sont communes aux Zingibéracées. Elles ont une seule étamine fertile, à anthère biloculaire ; des staminodes soudés en labelle pétaloïde ; un limbe foliaire rigide et entier ; des fleurs zygomorphes à périanthe développé et des feuilles alternes, distiques, engainantes et ligulées [41].

La famille se divise en sous-familles, dont les *Alpinoïdæ*, qui comportent quatre tribus. *E. cardamomum* appartient à la tribu des *Alpinieæ* (ovaire triloculaire et feuilles perpendiculaires au rhizome) [41].

Plusieurs espèces de Zingibéracées sont utilisées comme épices et condiments : le gingembre, le curcuma, la cardamome, le galanga, le poivre de Guinée, la zédoaire. Ce sont souvent des plantes aromatiques productrices d'HE [42].

Onze espèces sont référencées sous le genre *Elettaria* [5] :

- *Elettaria brachycalyx* (2000) (Bornéo) ;
- *Elettaria cardamomum* (L.) Maton (1811), var. *minuscula* Burkill (cardamome cultivée, Inde) ;
- *Elettaria ensal* (1959) ou *Elettaria cardamomum* (L.) Maton (1811), var. *major* Thwaites (cardamome sauvage, Sri Lanka) ;
- *Elettaria kapitensis* (2000) (Bornéo) ;
- *Elettaria linearicrista* (2000) (Bornéo) ;
- *Elettaria longipilosa* (2000) (Bornéo) ;
- *Elettaria longituba* (1950) (Péninsule malaise, Sumatra) ;
- *Elettaria multiflora* (1986) (Bornéo) ;
- *Elettaria rubida* (1982) (Bornéo) ;
- *Elettaria stoloniflora* (2000) (Bornéo) ;
- *Elettaria surculosa* (1972) (Bornéo).

2.2 Description de la plante *Elettaria cardamomum* (L.) Maton

2.2.1 Allure générale

Comme la plupart des Zingibéracées, *E. cardamomum* est une plante herbacée vivace. Chaque année, son rhizome ramifié donne naissance à de nombreuses tiges de deux types : tiges aériennes feuillées et tiges à inflorescences.

Elle ressemble à un grand roseau pouvant atteindre 3 à 5 m de hauteur [43].



Figure 4 : Plant de cardamome, allure générale [24]



Figure 5 : Représentation de la plante entière [51]



Figure 6 : Cardamome, planche botanique [44]

(A) Rhizome (B) Tige feuillée (1) Fleur (2) Fleur, coupe longitudinale (3) Étamines (3^a) Pollen (4) Péricarpe, coupe longitudinale (5) Ovaire, coupe longitudinale (6) Ovaire, coupe transversale (7/8/9) Différentes formes de capsules, taille normale (10) Capsule, coupe transversale (11/12/13) Graine, taille normale et agrandie (14) Graine, taille agrandie, coupe longitudinale (15) Graine, taille agrandie, coupe transversale.

2.2.2 Appareil végétatif

La plante possède un rhizome épais, d'aspect noueux, et point de départ de racines superficielles et de nombreuses tiges de deux types. Les unes, stériles, portent les feuilles et peuvent mesurer jusqu'à 5 m. Les autres, longues de 1 m, portent les inflorescences, et se développent plus ou moins parallèlement au sol [43].

Les feuilles mesurent environ 50 cm de long sur 5 cm de large. Elles sont simples, alternes, distiques et sessiles. La base est engainante, surmontée d'une ligule membraneuse (petite lame saillante, à la jonction entre le limbe et la gaine, caractéristique de la famille des Zingibéracées). Le limbe entier, de couleur vert sombre, est fusiforme, acuminé et à nervation pennée [43].

2.2.3 Appareil reproducteur

L'inflorescence est une longue panicule issue du rhizome. Elle se forme à la base des tiges feuillées et se compose de nombreuses fleurs disposées en grappes alternes.

2.2.3.1 Fleurs

Les fleurs mesurent de 3 à 3,5 cm de long. De couleur blanche ou vert pâle, striées de violet ou de bleu, elles sont zygomorphes et construites sur le type trois [43]. On distingue successivement :

- Le calice, gamosépale, est formé de trois sépales persistants soudés. De couleur verdâtre, il forme une sorte de tube à trois dents ;
- La corolle, tubulaire à sa base, s'élargit au sommet. Elle comprend trois pétales fragiles de couleur blanc verdâtre, dont le postérieur est plus développé ;
- L'androcée se compose de six étamines : trois étamines stériles soudées entre elles et formant un labelle pétaloïde trilobé blanc tacheté de pourpre, deux staminodes et une seule étamine fertile (à anthère biloculaire, sans appendice connectif) ;
- Le gynécée est formé de trois carpelles soudés en un ovaire infère triloculaire. Chaque loge contient une double rangée d'ovules anatropes en placentation axile. L'ovaire possède à sa base des glandes nectarifères. Il est surmonté d'un style en forme d'entonnoir à son extrémité. Long et grêle, celui-ci passe entre les loges polliniques. Ainsi, cette proximité du style avec l'étamine fertile et la forme du labelle facilite la pollinisation entomophile, par les abeilles le plus souvent.



Figure 7 : Fleurs de cardamome [24]

2.2.3.2 Floraison et pollinisation

Si les fleurs sont hermaphrodites, les organes sexuels mâles et femelles ne sont pas fonctionnels au même moment (protandrie). La fécondation ne peut ainsi se faire que d'une fleur à l'autre. Le labelle coloré occupe le centre de la fleur, et forme une "aire d'atterrissage" pour les insectes pollinisateurs [1].

Trois chercheurs en écologie de Bangalore se sont intéressés aux changements qui ont accompagné la domestication de la cardamome. En étudiant plusieurs plantations, ils ont montré que les plants de cardamome sauvage sont nettement moins productifs que les plants cultivés. Ces derniers sont plus touffus, avec plus de tiges, plus d'inflorescences et une floraison plus longue. La fleur, plus grosse, produit une quantité plus importante de nectar, plus concentré en sucre. Ces caractères, sélectionnés par les cultivateurs, ont entraîné un changement de pollinisateurs [45].

En effet, il a été observé que la pollinisation des fleurs se fait, dans 92 % des cas, par des abeilles (et par des fourmis dans les autres cas). Il a donc été recommandé d'installer des ruches à proximité. Ainsi, avec la domestication, le pollinisateur a changé. La plante sauvage est pollinisée principalement par des abeilles solitaires, des genres *Megachile* et *Amegilla*. Par contre, les abeilles pollinisant les plants cultivés sont des abeilles sociales, telles les espèces *Apis dorsata*, *Apis cerana* et *Trigona iridipennis*.

Selon les auteurs, les gains de productivité seraient à l'origine de ce changement. En effet, les plants de cardamome cultivée fournissent un grand nombre de fleurs pendant de longues périodes, permettant ainsi l'entretien de colonies d'abeilles sociales, ce que ne permet pas la cardamome sauvage. Aucun phénomène de coévolution ne serait ici en cause.

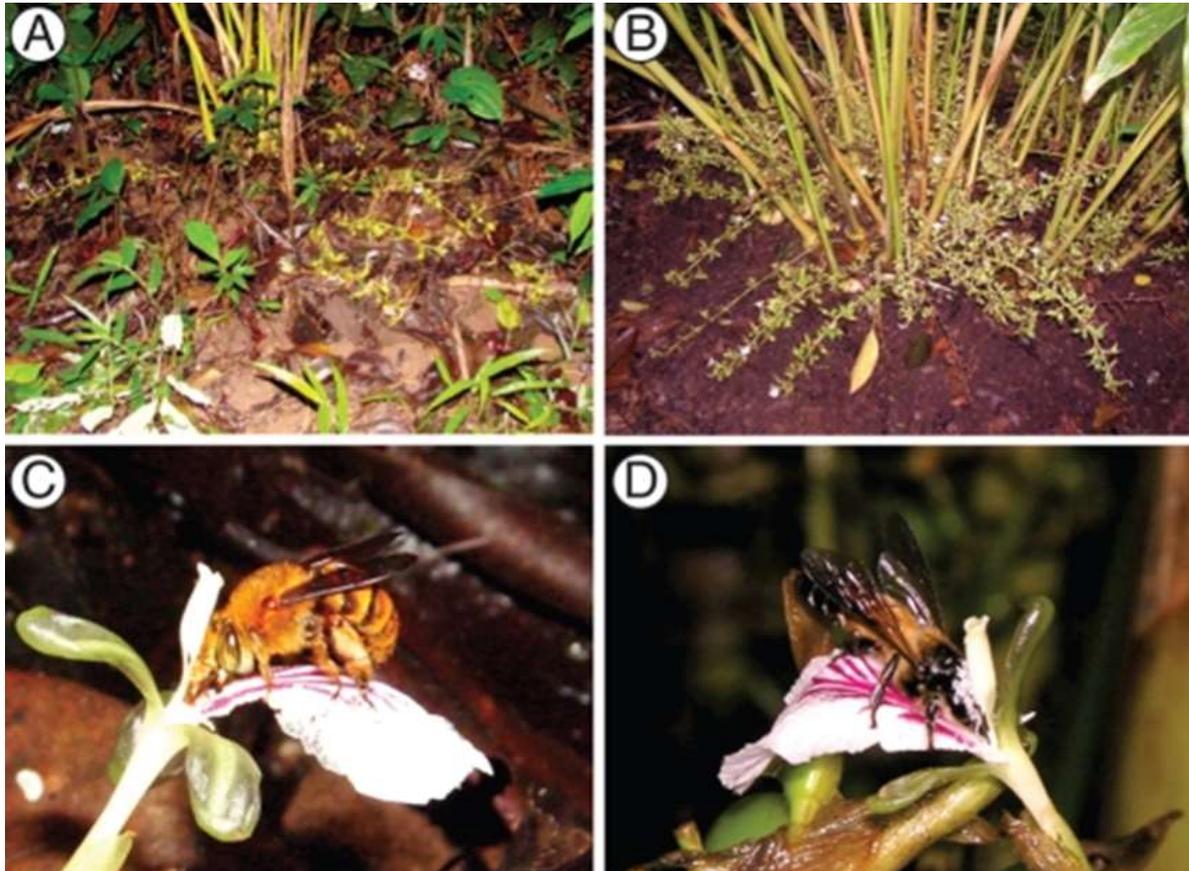


Figure 8 : Pollinisation des fleurs de cardamome par les abeilles [45]

(A) Partie basale d'une touffe dans une population sauvage.

(B) Cardamome cultivée, variété Njellani. Le nombre de tiges feuillées et d'inflorescences est beaucoup plus élevé par rapport à A.

(C) L'un des principaux pollinisateurs, *Megachila* sp, récoltant le nectar d'une fleur de cardamome sauvage.

(D) *Apis dorsata*, l'un des principaux pollinisateurs de la cardamome cultivée, récoltant le nectar.

2.2.3.3 Fruit

Le fruit est une capsule à déhiscence septicide. Sa forme est variable selon la provenance : ovoïde, plus ou moins allongée, ou presque ronde. Il a une consistance charnue quand il est vert. La capsule est trilobulaire, pointue à l'apex, de teinte verte jaunâtre à jaune brun. Elle mesure 1 à 2 cm de long sur 5 à 10 mm de large. Chaque loge, à paroi interne cotonneuse, s'ouvre par une valve et renferme de cinq à sept graines [43].



Figure 9 : Capsules de cardamome

Les graines sont de forme ovale ou conique, avec une base arrondie, et mesurent de 2 à 4 mm de long. Elles sont comprimées, irrégulières, anguleuses, avec une surface chagrinée et striée transversalement sur toute la longueur. Le tégument est de couleur orange pâle à brun rougeâtre, ou marron foncé, et devient noir au séchage [43].



Figure 10 : Capsules et graines de cardamome [24]

2.3 Autres cardamomes

2.3.1 Variétés botaniques

Deux variétés sont reconnues officiellement :

- Une cultivée en Inde : *E. cardamomum* (L.) Maton, var. *minuscula* Burkill. Cette cardamome est considérée comme la meilleure et la “vraie” ;
- Une, indigène au Sri Lanka : *E. cardamomum* (L.) Maton, var. *major* Thwaites, aussi connue sous le nom *Elettaria ensal* (Gaertn.) Abeyw. C’est la cardamome sauvage du Sri Lanka, ou “fausse” cardamome.

Ces deux variétés sont considérées comme des espèces à part entière. Elles se différencient principalement par la robustesse de l’espèce sri-lankaise, qui atteint une hauteur d’environ 4 à 5 m, avec des feuilles plus larges et des panicules droites. Les fruits sont aussi plus longs, plus minces et d’une couleur plus foncée quand ils sont secs. Les graines sont plus nombreuses, plus larges et ont une odeur moins aromatique.

L’espèce indienne est la plus répandue au niveau commercial et semble avoir évolué à partir de l’espèce sri-lankaise considérée comme plus primitive [20,40].

Tableau I : Caractéristiques des deux espèces d’*Elettaria cardamomum* (L.) Maton [40]

NOM BOTANIQUE SYNONYME	NOM COMMUN	LIEU DE CULTURE	ASPECT ET COULEUR a - Du fruit sec b - Des graines
<i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton var. <i>minuscula</i> Burkill	Petite cardamome Cardamome verte Vraie cardamome	Inde : Karnataka, Kerala, Tamil Nadu Sri Lanka Guatemala Tanzanie	a - 10 à 20 mm de long, rond à ovoïde, plus ou moins côtelé, plus ou moins vert jaunâtre b - 3 mm, brunâtre, sur- face fortement ridée avec des stries nettes
<i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton var. <i>major</i> Thwaites [= <i>Elettaria ensal</i> (Gaertn.) Abeyw.]	Cardamome sauvage du Sri Lanka Fausse cardamome	Sri Lanka	a - 30 mm de long, rond à ovoïde, marron grisâtre b - 3 mm, marron noir, rondes et lisses

2.3.2 Différents cultivars

Les variétés cultivées ont évolué sous l'effet d'hybridations naturelles, dues à des croisements polliniques importants. On peut noter des variations notables au niveau de la taille et de la forme de la plante. Ainsi, on reconnaît plusieurs variétés, appelées aussi "cultivars" (Cv) [40].

L'espèce indienne englobe trois Cv bien distincts : Malabar, Mysore et Vazhukka. Ils diffèrent principalement par la vigueur des touffes, leur hauteur, la nature de la surface des feuilles, les caractéristiques des panicules, la floraison, et secondairement par la forme, la taille, et la couleur des capsules. Les tiges à inflorescences sont soit rampantes (prostrées, elles s'étalent horizontalement sur le sol), soit droites ou demi-droites.

Le Cv Mysore est le plus robuste. C'est lui qui a été introduit au Guatemala au début du XX^e siècle. Il est aussi le plus cultivée au Sri Lanka, car l'environnement, l'altitude, la pluviosité et la nature du sol y sont plus proches de ceux existant dans l'état du Kerala *. Le Cv Vazhukka, hybride naturel très vigoureux, présente des caractéristiques intermédiaires aux deux autres, et est de plus en plus cultivé.

Tableau II : Caractéristiques de différents cultivars de la vraie cardamome en Inde
Elettaria cardamomum (L.) Maton, var. *minuscula* Burkill [40]

CULTIVAR	Hauteur de la plante	Feuilles	Panicules	Floraison	Capsules
Malabar	2 à 3 m	5 x 30/45 cm Glabres sur leur surface supérieure Pubescentes sur leur surface inférieure	Prostrées	Précoce Courte	10 à 20 mm Rondes ou oblongues Très côtelées Vert jaunâtre
Mysore	3 à 5 m	10 x 50 cm Glabres sur les 2 faces	Droites	Tardive Longue	20 mm Allongées, triangulaires Côtelées Bien vertes
Vazhukka	3 à 5 m	Intermédiaire	Partiellement prostrées	Tardive Longue	15 mm Rondes ou oblongues Côtelées Vert pâle

Depuis plusieurs années, afin d'améliorer les rendements et la résistance aux maladies, les planteurs et les chercheurs ont créé de nombreuses sélections locales. Issues des trois Cv, ces nouvelles variétés portent des noms divers comme : *Mudigere*, *Elarani*, *Njallani Green Gold*, (...), *Valy Green Bold*, *Kalarickal white*, *Elarajan*, *Thiruthali*, *Palakudy*, *Kaniparamban* (liste non exhaustive) [46].

Plus ou moins répandues selon les régions et les districts, chacune de ces sélections possède des caractéristiques propres telles que l'adaptation au terrain, le rendement moyen, la résistance aux ravageurs, et les caractères botaniques. Dans tous les cas, la différenciation par les panicules ne semble pas toujours facile, à moins d'examiner les plantes en début de floraison, car une panicule droite portant beaucoup de fruits peut se pencher ou se coucher sous l'effet de son poids.

À titre d'exemple, en créant la variété *Njallani Green Gold*, Mr. Rejimon Joseph Njallaniyil et son père ont presque révolutionné la culture de la cardamome en Inde. Issue du Cv Vazhukka, cette variété s'adapte bien aux terrains du Kerala et du Karnataka*. Elle représente maintenant 90 % de la surface cultivée au Kerala. Elle est particulièrement robuste, avec des tiges hautes. Les feuilles succulentes sont lancéolées, les panicules souples et robustes, les capsules épaisses, et de couleur vert foncé. Elle peut s'adapter à différentes conditions d'ombrage et pousser sur des zones inondables. En culture intensive, ses performances sont bonnes, avec un rendement moyen de 1500 kg par hectare.

Les rendements moyens potentiels de ces sélections s'élèvent jusqu'à 3500 kg de fruits par hectare, certaines pouvant fournir jusqu'à 3 à 4 kg par plant. De plus, ces travaux de sélection permettent d'extraire des graines des quantités d'HE plus importantes avec des teneurs atteignant, selon les qualités, de 6,4 à 10,45 %.

2.3.3 Confusions avec d'autres cardamomes

Des confusions entre espèces peuvent exister, soit pour des raisons de ressemblance morphologique, soit pour des raisons de nomenclature ambiguë (la cardamome a aussi porté le nom d'*Amomum cardamomum*). Ainsi, sous le terme de "cardamome", sont regroupées diverses espèces de la famille des Zingibéracées, appartenant aux genres *Elettaria*, *Amomum* et *Aframomum* [47].

La norme internationale ISO 676 dresse une liste non exhaustive des noms botaniques et des noms communs des plantes ou parties de plantes utilisées comme épices [48]. À ce titre, elle répertorie comme source d'épices pour la cardamome quatre espèces appartenant au genre *Aframomum* et cinq au genre *Amomum* [40]. Les tableaux III et IV nous résument leurs propriétés.

Tableau III : Cardamomes du genre *Aframomum*, reconnues comme épices [40,48]

NOM BOTANIQUE SYNONYME	NOM COMMUN	LIEU DE CULTURE	ASPECT ET COULEUR a - Du fruit sec b - Des graines
<i>Aframomum angustifolium</i> (Sonn.) K. Schum.	Cardamome de Madagascar	Afrique tropicale, ouest Madagascar Zanzibar Seychelles	a - < 50 mm de long, marron recouvert de sillons longitudinaux b - 3 mm, ovales, marron olive, brillantes
<i>Aframomum hanburyi</i> K. Schum.	Cardamome du Cameroun	Cameroun	a - 50 mm de long, oval, marron, recouvert de sillons longitudinaux b - 3 mm, ovales, marron olive, brillantes
<i>Aframomum korarima</i> (J. Pereira) Engl. <i>Aframomum corrorima</i> (A. Braun) P.C.M.	Cardamome d'Éthiopie Cardamome d'Abyssinie Cardamome muscade	Somalie Éthiopie	a - 50 mm de long, rouge oval en forme de figue b - 3 mm, rondes, marron clair, brillantes
<i>Aframomum melegueta</i> K. Schum. <i>Aframomum meleguetella</i> K. Schum.	Maniguette Graines de Guinée Graines de paradis	Afrique tropicale, ouest Zone littorale de l'Afrique tropicale et équatoriale de l'est	a - 70 mm de long sur 40 mm d'épaisseur, forme de poire, marron foncé, non ridé b - 4 mm sur 2 à 3 mm, marron rougeâtre, dures, brillantes

Tableau IV : Cardamomes du genre *Amomum*, reconnues comme épices [40,48]

NOM BOTANIQUE SYNONYME	NOM COMMUN	LIEU DE CULTURE	ASPECT ET COULEUR a - Du fruit sec b - Des graines
<i>Amomum aromaticum</i> Roxb. <i>Cardamomum aromaticum</i> (Roxb.) Kuntze	Cardamome du Bengale	Bangladesh Bengale Népal Sikkim	a - 25 mm de long, forme ovale à ronde, marron foncé b - 3 mm, marron noir, rondes, surface lisse
<i>Amomum compactum</i> Sol. ex Maton <i>Amomum kepulaga</i> Sprague & Burkill	Cardamome de Siam Cardamome ronde Cardamome en grappe	Cambodge Chine Java, ouest Sumatra	a - 15 mm de diamètre, globuleux, en grappe, jaune paille à jaune citron b - 3 mm, cunéiformes, brunes, surface chagrinée
<i>Amomum kravanh</i> Pierre ex. Gagnep (D)	Cardamome d'Indochine Cardamome du Cambodge	Cambodge Asie du Sud-Est	a - 15 mm, forme ronde, jaune à marron clair b - Id à cardamome de Malabar
<i>Amomum subulatum</i> Roxb. <i>Cardamomum subulatum</i> (Roxb.) Kuntze (G)	Cardamome du Népal Grande cardamome Cardamome brune ou noire Cardamome du Bengale	Inde, Bengale Chine Népal Bhoutan	a - 30 mm de long, forme ovale, rouge à marron foncé, strié avec des ailettes b - 3 mm, marron foncé, surface légèrement ridée (presque lisse), stries fines
<i>Amomum tsao-ko</i> Crevost & Lemarié (F)	Cardamome tsao-ko Cardamome rouge Caogo	Chine, Yunnan Indochine, nord	a - 50 mm de long, forme ovale presque ronde, mar- ron clair rougeâtre, strié b - 3 mm, rougeâtres avec des arêtes

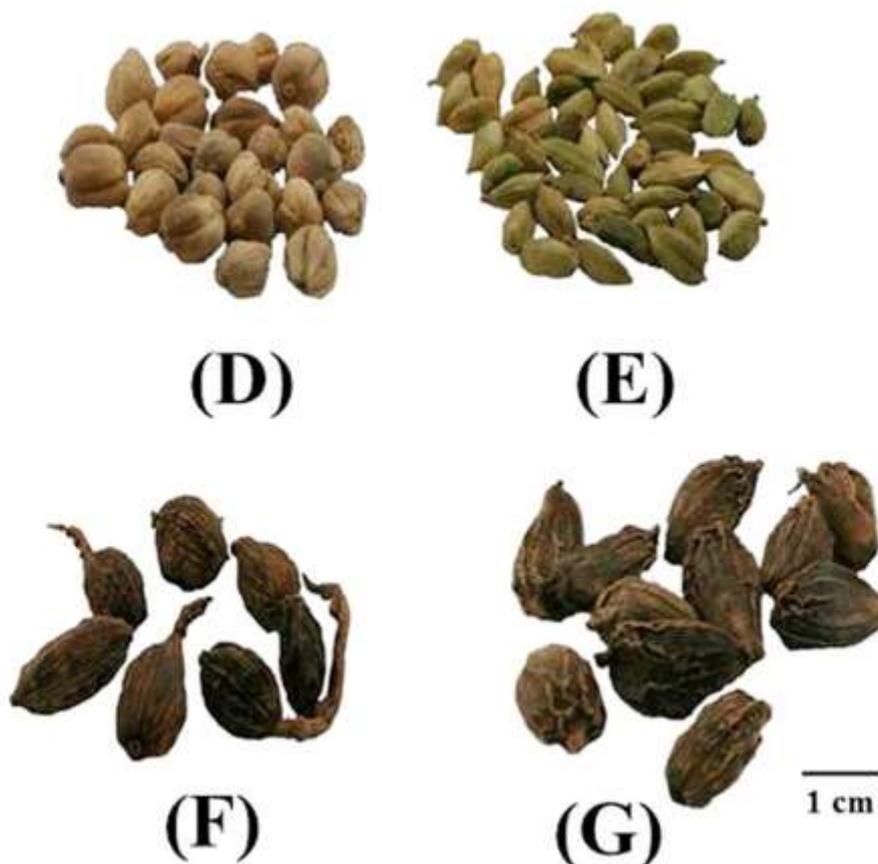


Figure 11 : Quelques cardamomes reconnues comme épices [49]

- (D) *Amomum kravanh* Pierre ex. Gagnep
- (E) *Elettaria cardamomum* (L.) Maton
- (F) *Amomum tsao-ko* Crevost & Lemarié
- (G) *Amomum subulatum* (Roxb.) Kuntze

La cardamome du Népal (G) provient d'une grande plante vivace de l'est de l'Himalaya. Ses capsules sont ovales et deux fois plus grosses que celles de la cardamome verte. De couleur brun rougeâtre, rugueuses en surface, elles ont un aspect plus grossier. Chacune contient de 40 à 50 graines brunes avec une odeur de terre et de camphre, ainsi qu'un goût fumé et âpre. Elle doit ce goût de fumée au séchage au-dessus d'un feu. Elle est fréquemment utilisée dans la cuisine indienne pour le *garam masala**, de même que la cardamome d'Indochine (D), dont les fruits ronds contiennent des graines de forme et de saveur similaires à celles de la cardamome de Malabar [40].

Toutes les autres épices sont également largement utilisées dans diverses cuisines, asiatiques ou africaines [20].

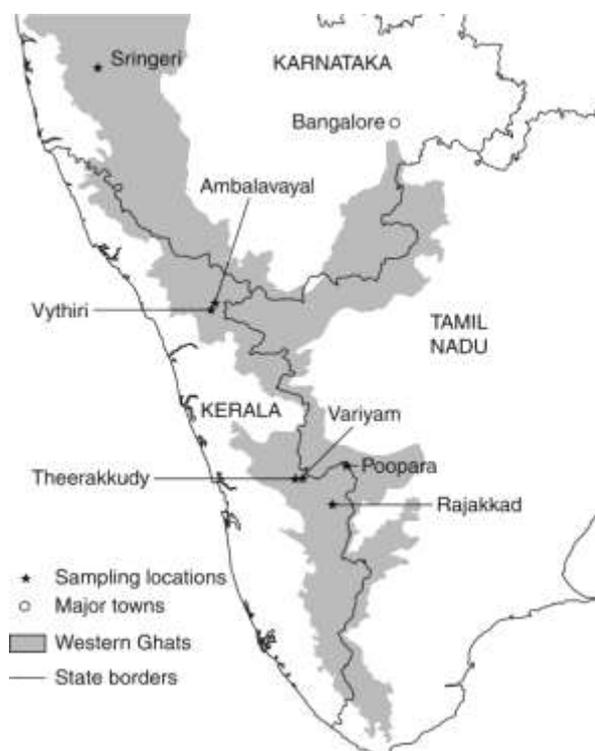
3 Étude de l'épice

Les épices sont des « *produits végétaux ou mélangés de ceux-ci, exempts de matières étrangères, utilisés pour donner de la saveur, de l'arôme, et pour assaisonner les aliments* ». Ce terme est applicable à la fois au produit entier et au produit en poudre [48]. La cardamome représente beaucoup plus à nos yeux. Sa couleur, son odeur et sa saveur si particulières sollicitent nos sens et notre mémoire olfactive. Typique de la cuisine indienne, elle donne de l'âme aux plats, et nous fait voyager dans ce pays à la découverte de sa culture et de sa médecine.

3.1 Géographie et commerce de la cardamome dans le monde

En raison de son coût de production et de sa conservation délicate, la cardamome est l'une des épices les plus onéreuses, après le safran et la vanille. À l'échelle internationale, elle est commercialisée principalement sous forme de fruits et, dans une moindre mesure, sous forme des graines décortiquées et de poudre [50].

3.1.1 Origine géographique



La cardamome est originaire des forêts montagneuses de l'Inde du sud et du Sri Lanka, où elle pousse encore à l'état sauvage dans quelques zones éparses. Elle a été domestiquée à partir de ces souches sauvages [1].

Aujourd'hui, la production commerciale vient essentiellement de l'Asie tropicale, notamment l'Inde du sud, le Sri Lanka, le Cambodge, le Laos, la Thaïlande, l'Indonésie, la Chine, ainsi que l'Afrique (Tanzanie) et l'Amérique centrale (Guatemala, Costa Rica, Salvador) [18].

En Inde du sud, la culture se pratique dans trois États : le Karnataka, le Kerala et le Tamil Nadu* [45].

Figure 12 : Zones de culture de la cardamome en Inde du sud [45]

Les divers Cv se distinguent par leur besoin en eau et leurs exigences vis-à-vis du sol. Ils sont caractéristiques de chaque région : on ne peut espérer les faire pousser de façon optimale en interchangeant les zones de culture. Singulièrement, le Cv adapté à la région de Mysore au Karnataka est appelé Malabar, et celui poussant dans la région du Kerala est appelé Mysore [40].

Le Cv Malabar est reconnu comme plus résistant à la sécheresse et mieux adapté aux basses altitudes. Il est surtout cultivé dans les régions montagneuses de faible pluviosité de l'état du Karnataka. On le considère également comme le plus résistant aux maladies.

Le Cv Mysore se développe mieux à des altitudes plus élevées, là où la pluviosité est accrue et mieux répartie. Il est cultivé de manière extensive dans les régions montagneuses du Kerala et du Tamil Nadu.

Le Cv Vazhukka est un hybride naturel très vigoureux qui s'adapte à des conditions climatiques diverses et est de plus en plus cultivé, principalement au Kerala.

Ces régions sont indiquées sur la carte présentée en figure 12.

Tableau V : Répartition géographique des cultures en Inde [46]

CULTIVAR	ÉTAT	ADAPTATION À L'ALTITUDE	TOLÉRANCE À LA SÈCHERESSE
Malabar	Karnataka	De 600 m à 1000 m	Faible pluviosité Résiste à de longues périodes de sécheresse (4 à 6 mois)
Mysore	Kerala Tamil Nadu	De 900 m à 1200 m	Pluviosité élevée
Vazhukka	Kerala	De 900 m à 1500 m	Pluviosité intermédiaire

3.1.2 Commerce mondial

Depuis la Route des Indes, le commerce des épices est devenu une source de revenus conséquente pour l'économie du pays. Sur le marché international, la part de la cardamome représente 0,65 % en volume et 2,7 % en valeur (2015/2016). Toutes les statistiques et données chiffrées présentées ici proviennent du Ministère indien du Commerce et de l'Industrie [50].

3.1.2.1 Production

Actuellement, la production mondiale de cardamome est en moyenne de 55 000 tonnes par an. Deux pays leaders se partagent le marché.

Jusque dans les années 80, l'Inde était le premier pays producteur, et dominait le marché. Elle a peu à peu été devancée par le Guatemala, où Oscar Majus Klöffer, planteur de café allemand, a introduit la cardamome (variété Mysore) en 1914.

Depuis, avec une production annuelle moyenne de 30 000 tonnes, ce pays est devenu aujourd'hui le premier producteur et exportateur mondial, l'Inde passant au deuxième rang, avec une production moyenne annuelle de 20 000 tonnes (Figure 13).

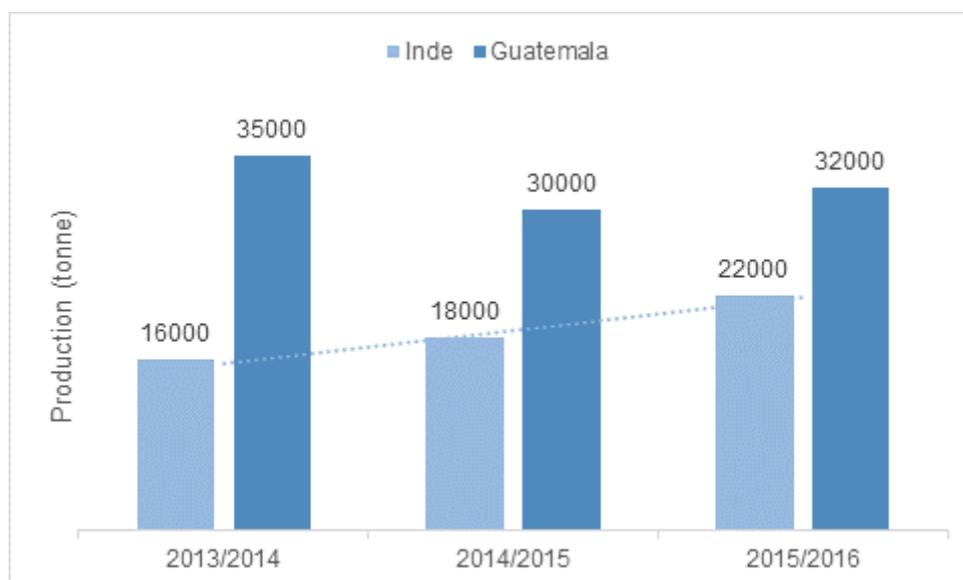


Figure 13 : Production de cardamome en Inde et au Guatemala [50]

Au cours des dix dernières années, la production annuelle de cardamome en Inde est passée de 10 000 à plus de 20 000 tonnes (Figure 14).

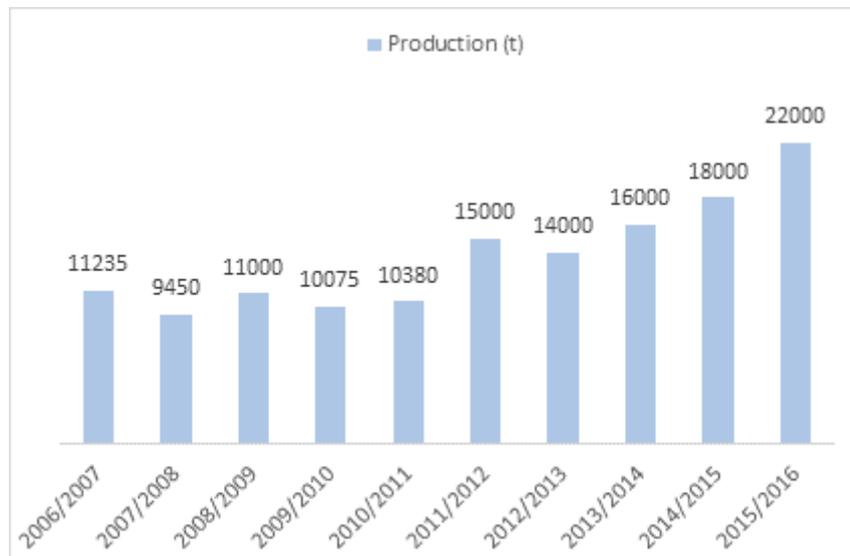


Figure 14 : Production de cardamome en Inde de 2006 à 2016 [50]

En prenant en compte le fait que la surface totale dédiée à la culture diffère de la surface réellement cultivée d'une année sur l'autre, on note que la productivité a augmenté au cours des trois dernières années (Figure 15).

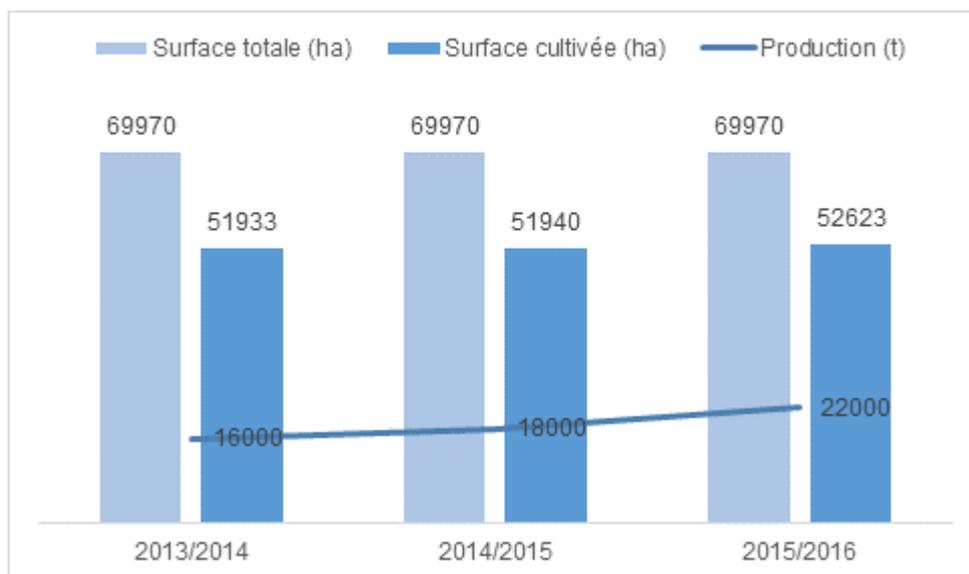


Figure 15 : Production et culture de la cardamome en Inde [50]

En 2015/2016, trois états, Kerala, Karnataka et Tamil Nadu, ont produit respectivement 89 %, 7 % et 4 % de la production indienne (Figure 16), pour des surfaces cultivées représentant 59 %, 34 % et 7 % de la surface dédiée à la culture de la cardamome dans le pays (Figure 17). Le district d'Idduki dans le Kerala est le plus productif, concentrant trois importants centres d'enchères.



Figure 16 : Production de cardamome dans les trois états indiens en 2015/2016 [50]

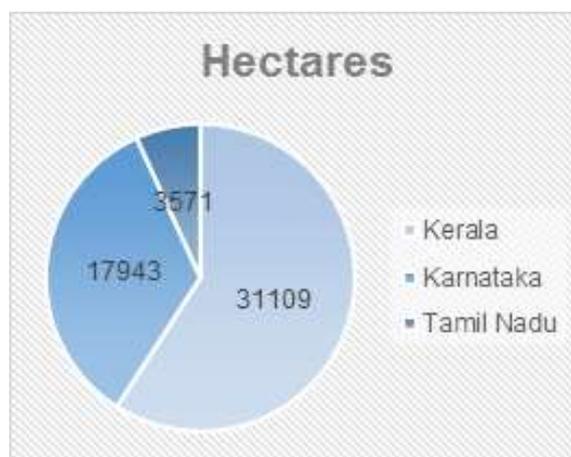


Figure 17 : Surface cultivée de cardamome dans les trois états indiens en 2015/2016 [50]

3.1.2.2 Exportations

Environ 60 % de la production mondiale de cardamome est exportée vers les pays arabes. Gros consommateurs de l'épice dans la préparation du café, ils attachent une grande importance à la couleur verte et à l'aspect brillant des capsules sèches.

Alors que le Guatemala exporte 95 % de sa production, en Inde, en raison de la demande locale importante, seule une petite partie de la production est exportée. Selon les années, les quantités exportées varient et représentent environ 20 % de la production indienne. L'année 2015/2016 a battu des records, avec une progression de 45 % des exports. À l'inverse, les estimations pour l'année en cours (2016 /2017) prévoient une baisse de l'exportation de cardamome (Figure 18).

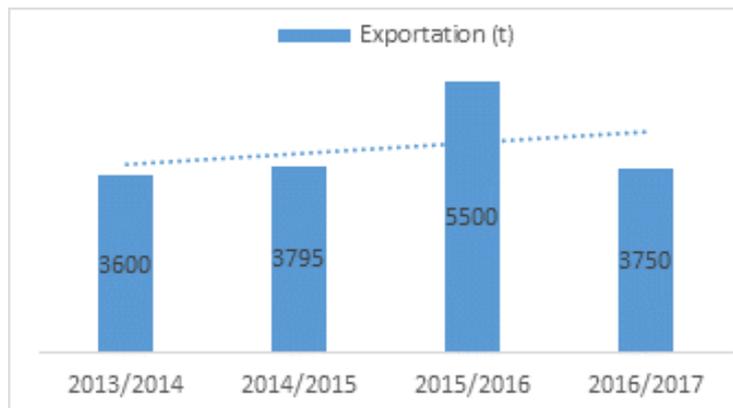


Figure 18 : Exportations annuelles de cardamome indienne [50]

Les principaux pays importateurs de cardamome indienne étaient en 2013/2014 : l'Arabie saoudite, l'Union des Émirats Arabes, le Koweït, les États-Unis et le Canada, le Qatar, et le Japon (Figure 19). Les autres pays englobent les pays de la Communauté Économique Européenne. Notons que, certaines années, l'Inde importe du Guatemala de la cardamome de qualité inférieure.

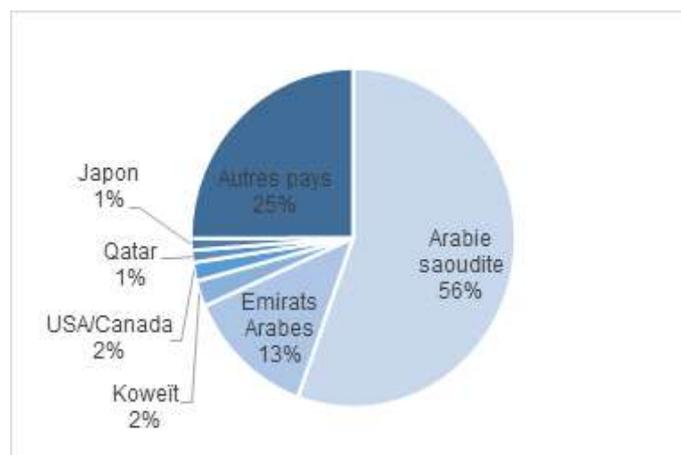


Figure 19 : Principaux pays importateurs de cardamome indienne en 2013/2014 [50]

3.1.2.3 Quelques chiffres

À titre d'exemple, au début du mois de mars 2017, le prix de 1 kg de cardamome, qualité *Allepey Green Extra Bold* (AGEB), destinée au marché de l'Arabie Saoudite, était de 22,27 \$ US.

Pour l'année en cours 2016/2017, la production estimée est de :

- 20 000 tonnes pour une surface cultivée moyenne de 70 000 hectares en Inde ;
- 30 000 tonnes pour une surface cultivée moyenne de 82 000 hectares au Guatemala.

3.1.3 Formes commerciales et normes

Sur le marché des épices, les capsules closes séchées sont la forme de cardamome la plus fréquemment commercialisée. Elles sont vendues entières ou broyées. On trouve également des graines entières ou pulvérisées. Il est préférable d'éviter la poudre, car elle s'évente rapidement, et peut être falsifiée comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur [47].

L'HE et l'oléorésine sont aussi commercialisées. La première sera étudiée dans la quatrième partie de ce manuscrit. La deuxième a des propriétés similaires à l'HE, mais est moins utilisée, et ne sera pas étudiée dans le cadre de ce travail.

La cardamome répond à des obligations strictes de qualité. En tant que produit commercial, elle doit répondre à des normes comme celles de l'*International Organization for Standardization* (ISO). Ainsi, deux normes ISO [51,52] fournissent les spécifications précises et détaillées pour les capsules entières et les graines.

3.1.3.1 Les capsules

- La norme ISO 882-1 :1993, Cardamome [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton var. *minuscula* Burkill] – Spécifications – Partie 1 : Capsules entières [51]

- Définitions

Pour les besoins de cette norme, les définitions suivantes s'appliquent :

- Les capsules vides et mal conformées n'ont pas ou pas suffisamment de graines ;
- Les capsules immatures et ridées ne sont pas suffisamment développées ;
- Les capsules noires ou "blacks" présentent une couleur noire à noirâtre ;
- Les capsules fendues ou "splits" sont ouvertes par les coins sur plus de la moitié de leur longueur ;
- Les capsules non rognées conservent des restes de pédicelles ;
- Les capsules blanchies et/ou semi-blanchies, bien développées, sont séchées puis blanchies et/ou semi-blanchies par l'anhydre sulfureux.

On distingue une épice de bonne qualité, avec des capsules closes, et une épice de qualité inférieure, avec des capsules ouvertes ayant perdu une partie des graines.

- Spécifications

- L'odeur et la flaveur doivent être caractéristiques et fraîches. Le produit doit être exempt d'odeurs ou de flaveurs étrangères, y compris de rance ou de moisi ;
- Les capsules doivent être exemptes d'insectes vivants, de moisissures, d'insectes morts, de fragments d'insectes et de contamination par les rongeurs (...)
- Elles doivent être exemptes de souillures et de poussières visibles. La proportion de morceaux de calices, de tiges et d'autres matières étrangères (déterminée selon la méthode de l'ISO 927), ne doit pas être supérieure à 5 % (m/m) ;

- La proportion de capsules vides et mal conformées ne doit pas être supérieure à 5 % en nombre ;
- La proportion de capsules immatures et ridées, déterminée après leur séparation selon la méthode de l'ISO 927, ne doit pas être supérieure à 7 % (m/m).

Les capsules doivent satisfaire aux spécifications chimiques indiquées dans le tableau suivant.

Tableau VI : Spécifications chimiques des capsules de cardamome [51]

Caractéristique	Spécification	Méthode d'essai
Teneur en eau % (m/m) max.	13	ISO 939
Teneur en HE % (ml/100g) sur sec, min.	3,5	ISO 6571
Cendres totales % (m/m) sur sec, max.	9,5	ISO 928

- Classification

Les capsules peuvent être classées en fonction de leur taille, de leur couleur, du rognage, de la proportion en matières étrangères, et du lieu de production. Selon leur couleur, on retrouve différentes qualités [40] :

- La cardamome verte ou “*green*”, la plus parfumée, considérée comme la meilleure. C’est aussi la plus utilisée. Récoltées à un stade immature, les capsules sont simplement séchées ;
- La cardamome de couleur jaune, jaune paille ou beige crème, aussi dénommée “*sundried*” ou “*yellow*”. Les capsules vertes récoltées à maturité sont séchées uniquement par exposition au soleil, sans décoloration chimique ;
- La cardamome blanche ou “*bleached*” correspond à la verte blanchie. Elle est de moindre qualité. Les graines sont plus claires. Certains consommateurs préfèrent cet aspect. Nous détaillerons les différents modes de blanchiment dans le paragraphe 3.2.5, consacré aux techniques de culture de la cardamome.

L’Inde produit essentiellement de la cardamome verte et un peu de blanche, le Guatemala et le Sri Lanka uniquement de la verte, et la Tanzanie essentiellement de la jaune.

➤ En Inde

En l'absence d'un système de classification international pour les capsules, la classification peut être effectuée, le cas échéant, conformément à une norme nationale appropriée, la norme indienne IS 1907 :1984.

Le Cv Mysore produit la qualité commerciale “*Allepey green*” et le Cv Malabar fournit la qualité “*Coorg green*”. En fonction de leurs spécifications, il existe plusieurs “grades” ou catégories [51].

Tableau VII : Désignations des catégories de capsules de cardamome en Inde [51]

Catégorie	Nom commercial
AGEB	<i>Allepey Green Extra Bold</i>
AGB	<i>Allepey Green Bold</i>
AGS	<i>Allepey Green Superior</i>
AGS1, 2	<i>Allepey Green Shipment 1, 2</i>
AGL	<i>Allepey Green Light</i>
CGEB	<i>Coorg Green Extra Bold</i>
CGB	<i>Coorg Green Bold</i>
CG1	<i>Coorg Green Superior</i>
CG2	<i>Coorg Green Mota</i>
CG3	<i>Coorg Green Shipment</i>
CG4	<i>Coorg Green Light</i>
BL1, 2, 3	<i>Bleached</i>
BW1, 2, 3	<i>Bleachable white</i>
MEB	<i>Mixed extra bold</i>
MB	<i>Mixed bold</i>
MS	<i>Mixed superior</i>
MS1, 2	<i>Mixed shipment 1, 2</i>
ML	<i>Mixed light</i>

Les qualités AGEB, AGB, AGS et AGL sont destinées à l'exportation. Le tableau VIII reprend leurs spécifications.

Tableau VIII : Spécifications des capsules de cardamome, qualités *Allepey Green*, en Inde [51]

Spécification	Nom commercial					
	AGEB	AGB	AGS	AGS1	AGS2	AGL
Matières étrangères % max.	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Capsules vides et mal conformées % max.	2	2	3	5	5	5
Capsules non rognées % max.	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Capsules immatures et ridées % max.	2	2	5	7	7	7
Capsules noires et fendues % max.	Néant	Néant	Néant	10	12	15
Densité (g/l) min.	435	415	385	350	320	260
Taille (mm)	≥ 7	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 4	≥ 3,5
Couleur	Vert foncé, vert ou vert clair					
Caractéristiques générales	Séchage au four, trois cornes, apparence côtelée					
Pays d'exportation	USA Japon Moyen Orient	Inde Bangladesh Pakistan Syrie Égypte Jordanie Turquie Iran Soudan Af. du Nord Europe	Europe USA			

Tableau IX : Spécifications des capsules de cardamome, qualités *Coorg Green*, en Inde [51]

Spécifications	Nom commercial					
	CGEB	CGB	CG1	CG2	CG3	CG4
Matières étrangères % max.	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Capsules vides et mal conformées % max.	Néant	2	3	5	5	5
Capsules non rognées % max.	Néant	Néant	Néant	3	5	5
Capsules immatures et ridées % max.	Néant	3	5	7	7	7
Capsules noires et fendues % max.	Néant	Néant	Néant	Néant	10	15
Densité (g/l) min.	450	435	415	385	350	280
Taille (mm)	≥ 8	≥ 7,5	≥ 6,5	≥ 6	≥ 5	≥ 3,5
Couleur	Doré à crème clair	Crème, verdâtre clair à verdâtre ou brunâtre, ou brun				
Caractéristiques générales	Forme arrondie, aspect côtelé ou lisse, pédicelles séparés					

Les capsules de catégorie "*Bleached*" sont blanchies, de couleur pâle crème ou blanc mat ; arrondies ou avec trois cornes ; d'apparence côtelée ou lisse.

Les capsules "*Bleachable white*" sont blanches, vert clair ou gris clair, et conviennent pour le blanchiment.

Les "*Mixed*" sont un mélange de capsules séchées de différentes variétés d'*Elettaria*.

3.1.3.2 Les graines

- La norme ISO 882-2 :1993, Cardamome [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton var. *minuscula* Burkill] – Spécifications – Partie 2 : Graines [52]

- Spécifications

- Les spécifications concernant l'odeur, la flaveur, l'absence d'insectes, de moisissures, (...), sont identiques à celles des capsules ;
- La proportion de matières étrangères ne doit pas être supérieure à 2 % (m/m) ;
- Les graines légères comprennent les graines brunes ou rouges, les graines cassées, immatures et ridées. Leur proportion ne doit pas dépasser 5 % (m/m).

Les graines doivent satisfaire aux mêmes spécifications chimiques que les capsules (Tableau VI).

- Classification

Les graines peuvent être classées en fonction de leur proportion de matières étrangères et de graines légères. Comme pour les capsules, cette classification se fait, en Inde, conformément à une norme propre au pays.

Tableau X : Désignations des catégories et spécifications des graines de cardamome en Inde [52]

Spécification	Catégorie / Nom commercial		
	CS1 / Prime	CS2 / Shipment	CS3 / Brokens
Matières étrangères % max.	0,5	1	2
Graines légères % max.	3	5	-
Densité (g/l) min.	675	660	-
Caractéristiques générales	Graines sèches et décortiquées de n'importe quelle variété d' <i>Elettaria cardamomum</i>		

3.2 Culture de la cardamome

3.2.1 Modes de propagation

Deux modes de propagation sont possibles pour la cardamome :

- La multiplication végétative par division du rhizome ;
- La multiplication sexuée par semis, à partir des graines.

Autrefois, et jusqu'aux années 50, on pratiquait la première. Cependant, la “mosaïque”, une maladie grave, a forcé à la pratique exclusive des semis dans les régions touchées par cette virose. En effet, le virus n'est pas présent dans les graines et se transmet uniquement lorsque la multiplication se fait par voie végétative [1].

Dans le cas de la multiplication végétative, les fragments de rhizome utilisés sont des tronçons, et doivent chacun porter au moins un bourgeon dormant. Ils sont plantés dans des trous peu profonds de 5 cm. Des essais ont montré que le rendement était d'autant plus élevé que les fragments initiaux étaient plus gros. Ces fragments sont issus de champs spéciaux, aux sols traités, indemnes de maladies. Ils sont récoltés six semaines avant leur utilisation, et traités juste avant plantation [43].

Dans le cas de la multiplication sexuée, l'emploi de graines nécessite un passage en serres et l'utilisation de graines les plus fraîches possible. En effet, le taux de germination baisse rapidement. De 75 % au moment de la récolte, il descend à 46 % après quinze jours, et tombe à 6 % seulement, trois mois plus tard. Les graines sont lavées et semées en tous sens, peu profondément, puis paillées. La germination débute un mois après les semis, et s'échelonne sur plusieurs mois. A un an, les pieds sont déplacés dans une nouvelle pépinière où ils resteront encore un an, avant d'être mis en place définitivement [53].

3.2.2 Habitat

À l'état sauvage, la cardamome pousse dans des zones humides et montagneuses. Elle se plaît à l'ombre et se développe particulièrement bien dans les clairières ou en lisière de forêts. Elle exige un climat chaud et humide avec un taux de précipitation annuel de 1800 mm au minimum et une température de 25° environ, ce qui représente l'archétype du climat tropical.

Elle pousse sur un sol argileux, avec un pH neutre, riche en humus, et humide (de préférence au bord d'un cours d'eau) mais bien drainé [1].

3.2.3 Pratique de la culture

3.2.3.1 Soins et entretien des plantations

On distingue plusieurs types d'exploitations produisant de la cardamome, selon les superficies, l'intensité de la culture, et les modes de financement. Ce sont des cultures dites "à haute valeur commerciale". À l'opposé des cultures vivrières, elles peuvent rapporter plus au paysan car elles sont hautement spécialisées et génèrent un marché spécifique. Elles peuvent aussi offrir une solution de rechange aux exportations de produits de base dont les cours sont en baisse, comme le café au Guatemala [1].

La culture se fait dans des zones défrichées de forêts humides, à une altitude comprise entre 600 et 1500 m. Pour un développement optimal de la plante, l'emplacement doit être à l'abri du vent, et ombragé par des grandes plantes à feuilles persistantes telles que les bananiers, souvent plantés dans ce but. La culture est presque toujours pure, non associée [43].

Des essais de plantations d'arbres d'ombrage ont suggéré que le bois d'ébène, et d'autres essences comme le jacquier et le badamier, seraient adéquats. Ces arbres contribuent également, par la chute de leurs feuilles, à la formation d'un mulch (paillis protecteur) sur le sol. Après nettoyage des débris végétaux, on réalise des trous de 30 à 45 cm dans tous les sens, puis on les comble de terre de surface plus riche en matière organique. Pour la fertilisation, les doses d'azote varient entre 30 et 50 kg par hectare. On recommande un épandage deux fois par an (mai-juin et septembre-octobre) [53].

Le cardamomier commence à fleurir trois ans après sa plantation. Le tableau XI indique les rendements et les délais moyens entre la plantation et le début de la production. Un plant peut être exploité de façon rentable pendant 15 à 20 ans.

Tableau XI : Quelques chiffres de rendement dans les plantations du Kerala [46]

Temps entre mise en place et première récolte	Temps entre mise en place et première bonne récolte	Durée moyenne de la plantation	Rendement par hectare
2 ans pour des plants issus du rhizome	4 ans	20 ans	200 à 1200 kg de capsules fraîches par hectare
3 ans pour des plants issus des graines	5 ans	20 ans	

3.2.3.2 Les ennemis de la cardamome

La cardamome peut être attaquée par des organismes vivants, parasites ou prédateurs, pouvant l'endommager à des degrés divers.

Ces ennemis se répartissent en plusieurs catégories et on distingue les dégâts provoqués par les bactéries, champignons, ou virus de ceux dus aux parasites, insectes ou autres animaux.

La plante peut être affectée à différentes étapes de son développement, et les récoltes peuvent être plus ou moins compromises [40,53].

➤ Maladies de la plante

- Bactéries

La bactérie *Corynebacterium* sp est responsable de la maladie appelée *Chenthal**. Les symptômes initiaux sont des lésions allongées sur la surface extérieure des jeunes feuilles qui progressent de la périphérie vers la nervure centrale. Peu à peu, le feuillage s'assombrit et des halos de couleur jaune pâle apparaissent.

Les plantations touchées présentent une apparence de zone brûlée.

- "Champignons"

Des micro-organismes classés parmi les oomycètes sont responsables de diverses maladies, considérées comme cryptogamiques même si l'espèce n'est pas un champignon à proprement parler.

Le *Pythium* spp. provoque la pourriture du rhizome, ainsi que le jaunissement et le dessèchement prématuré du feuillage.

La maladie *Azhukal**, pourriture due à *Phytophthora nicotianae*, touche les feuilles et les capsules. Les répercussions sur les plantations sont désastreuses et la lutte contre cette maladie est difficile. Si toutes les variétés peuvent être affectées, le Cv Mysore apparaît comme le moins sensible à l'infection.

- Virus

La “marbrure des jeunes feuilles” est la plus grave des maladies virales. De type “mosaïque”, on l’appelle *Katte** en Inde, où elle a été signalée dès 1945, et où elle cause des dégâts importants dans les plantations, et ce dans toutes les régions.

Elle est transmise principalement par l’intermédiaire d’un insecte, le puceron des bananes *Pentalonia nigronervosa* Coq. Une dizaine d’autres espèces de pucerons du groupe des aphides peuvent aussi la transmettre, comme *Pentalonia caladii* v.d. Goot, identifié dans la région du Karnataka.

Les premiers symptômes sont des marbrures apparaissant d’abord sur les jeunes feuilles, puis sur l’ensemble de tout le feuillage, qui se rabougrit. Les rhizomes se tassent et la taille des touffes diminue progressivement jusqu’à la mort.

Les plants anciens affectés peuvent survivre quelques années supplémentaires, alors que les plus jeunes se dessèchent avant de pouvoir produire des graines. L’infection ne se transmet pas par les graines, mais réduit de façon importante leur capacité de germination.

La lutte contre cette maladie consiste à arracher les plants malades et leurs rhizomes, y compris les plants sauvages, puis à les brûler. Dans des essais réalisés à l’université du Kerala, on a amélioré la technique en pulvérisant un insecticide. Il est conseillé d’attendre deux ans avant de replanter ces emplacements, avec des semis sains et non des produits clonés. Avec cette méthode, on arrive à maintenir le niveau d’infestation en dessous de 2 %.

En 1980, au Guatemala, une autre mosaïque, distincte du *Katte*, a été identifiée. Elle provoque des dégâts similaires.

- Traitements

Dans tous les cas, afin d’une part d’éviter la prolifération de ces maladies, et d’autre part de garantir les récoltes, les traitements essentiels comprennent : l’emploi d’antibiotiques ou de fongicides, le contrôle des vecteurs avec la pulvérisation d’insecticides, les mesures phytosanitaires, et la destruction des plantes infectées.

Les recherches s’orientent vers la sélection de nouvelles variétés plus résistantes. Certains planteurs commencent également à pratiquer une agriculture biologique plus respectueuse de l’environnement. Cette cardamome est encore trop peu produite mais, face à une demande croissante des consommateurs et des patients en quête de produits “bio”, est probablement amenée à se développer dans les années futures.

➤ Parasites de la plante

Un nématode du genre *Radopholus* peut causer des dégâts importants. Ces petits vers non segmentés, visibles seulement à la loupe, sont très répandus dans les sols tropicaux humides. Ils parasitent les rhizomes de la cardamome qu'ils déforment, ce qui provoque un ralentissement de la croissance, et favorise les mycoses.

Le *Dichocrocis punctiferalis* G. est un insecte ravageur entraînant un dessèchement complet de la plante. Son impact est particulièrement fort durant la saison des pluies. Ce papillon pond ses œufs sur les jeunes pousses et les boutons de fleurs ; les chenilles percent facilement ces endroits tendres, et creusent des galeries dans les fruits.

Toutes les variétés de cardamomes sont sensibles aux thrips. Différents genres peuvent dégrader la plante. L'un des plus nuisibles est le *Taeniothrips cardamomi* Ramkr. Ce tout petit insecte se nourrit des feuilles, des inflorescences et des capsules, provoquant ainsi un dessèchement complet de la plante. Lorsqu'il atteint les capsules mûres, il provoque la formation d'une croûte qui les défigure. Il sévit surtout avant et après les pluies, si l'ombre est trop importante.

D'autres insectes sont également nuisibles : le scarabée poilu creuse des trous dans les capsules et se nourrit des graines, les chenilles poilues mangent les feuilles.

Tous ces parasites affectent la production des fruits et le développement des graines, et par conséquent, leur valeur marchande. La pulvérisation de divers insecticides se révèle efficace mais la question se pose de savoir quelles peuvent en être les conséquences sur la santé. Actuellement, peu d'études abordent le sujet.

Depuis toujours, les indiens pensent que les grenouilles mangent les plants de cardamome et dégradent les cultures [54]. Cette idée est très répandue, surtout dans les petites plantations. La communauté agricole les considère comme un ennemi à abattre, responsable de pertes économiques importantes. Pour tenter de mieux comprendre cette situation, une étude a été menée dans des plantations abritant de nombreuses espèces menacées de batraciens. Cette enquête sur le terrain révèle une croyance sans aucun fondement. Pour venir à bout de ce mythe séculaire, les auteurs préconisent une campagne appropriée visant à sensibiliser le public au rôle positif des amphibiens.

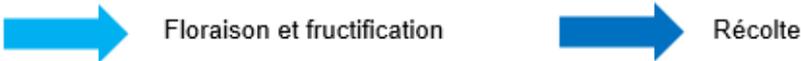
Les rats, les singes, les cochons sauvages et les oiseaux causent souvent des dommages.

3.2.4 Récolte

Les fruits atteignent leur maturité en l'espace de trois à quatre mois. Comme ils ne mûrissent pas tous simultanément, ils sont récoltés à intervalles réguliers. On dénombre en général sept à huit récoltes, espacées de 15 à 20 jours. Les cueillettes s'étalent donc sur plusieurs mois dans l'année (Tableau XII), avec des fruits plus abondants d'octobre à décembre. En Inde, cette récolte peut débuter plus ou moins tôt, selon l'arrivée de la saison des pluies.

Tableau XII : Calendrier des récoltes de la cardamome en Inde [46]

	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Inde												
Guatemala												



Les fruits de cardamome sont ramassés presque à maturité complète. Ne sont récoltées que les capsules mûres, mais non encore déhiscentes, afin d'éviter leur ouverture et la perte des graines. Les cueilleurs doivent les prélever délicatement une à une avec des ciseaux, pour ne pas abîmer les fleurs et les fruits immatures, tout en conservant une fraction du pédoncule. Cette opération demande de l'adresse et nécessite une main d'œuvre nombreuse, souvent féminine [1]. Une cueilleuse peut ainsi ramasser environ 5 kg de fruits par jour, ou plus s'ils sont collectés par grappes entières, méthode parfois pratiquée car plus rapide, même si la proportion de fruits immatures ramassés est alors plus importante, et signifie, au final, l'obtention de capsules séchées de moins bonne qualité. La récolte peut aussi se faire à l'aide de machines dans les exploitations plus importantes [46].

3.2.5 Séchage et traitements

Après leur récolte, les fruits sont lavés, puis souvent stockés quelques jours en tas pour parfaire leur mûrissement [43].

Ils sont ensuite lentement séchés, soit pendant cinq jours, en plein air, au soleil, sur des nattes, soit pendant deux jours, dans des séchoirs spéciaux à air chaud plus ou moins perfectionnés. Dans les deux cas, il faut éviter un séchage trop rapide, qui pourrait faire éclater les fruits. Quelquefois, les capsules sont ré-humidifiées et exposées davantage au soleil, mais ce traitement, qui les blanchit, augmente aussi la quantité de fruits fendus [1].

À l'heure actuelle, de plus en plus de producteurs adoptent un séchage contrôlé, dans des pièces où l'air chaud circule sur de fines couches de capsules, disposées sur des plateaux [46].

Après plusieurs bains dans une eau savonneuse mélangée avec une poudre blanchissante (poudre de fruits de *Sapindus*), les capsules sont égouttées puis placées sur des nattes pour favoriser un début de fermentation. Grâce à cette étape, elles gonflent et l'enveloppe s'assouplit, ce qui réduit le risque d'éclater pendant le séchage. Le blanchiment peut également être réalisé par l'action du dioxyde de soufre (SO_2) avec du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) [40].

Souvent, ces méthodes sont combinées entre elles et répétées deux à trois fois pour aboutir à la couleur souhaitée. Beaucoup de consommateurs indiens préfèrent une couleur crémeuse uniforme ou jaune doré. Pour l'obtenir, on recommande un traitement alternatif qui consiste à tremper les capsules séchées au soleil dans une solution contenant 4 à 6 % de H_2O_2 à un pH de 4 pendant 6 à 8 heures, puis de les laver et de les sécher en fines couches au soleil. Cette méthode présente l'avantage de ne pas laisser de SO_2 dans le produit fini, mais coûte plus cher [40].

Au Guatemala, un procédé permet de conserver la couleur verte des capsules en trempant les fruits pendant dix minutes dans une solution de bicarbonate de sodium à 2 % avant le séchage [46].

3.2.6 Conditionnement et stockage

Après une opération de nettoyage pour enlever les pédoncules en les frottant sur une toile de jute, la dernière étape est le triage et le calibrage des capsules à l'aide d'un tamis. Ce tri peut aussi être mécanique [1].

Si les fruits ont été blanchis au soufre, ils sont aérés à l'extérieur avant d'être conditionnés pour l'exportation. Le fait de conserver les graines à l'intérieur des capsules favorise leur conservation lors du transport et du stockage : extraites au fur et à mesure, elles garderont leur arôme plus longtemps [43].

Des recommandations précises, relatives aux conditions d'entreposage et de transport des capsules et des graines, sont données dans une annexe informative des normes ISO [51,52] :

- *Les emballages doivent être entreposés dans des locaux couverts, bien protégés du soleil, de la pluie, et d'une chaleur excessive ;*
- *L'entrepôt doit être sec, exempt d'odeurs désagréables, et protégé contre l'entrée d'insectes et autres déprédateurs. La ventilation doit être réglée de façon à assurer une bonne aération en période sèche, et à être entièrement arrêtée en période humide. Des dispositions appropriées doivent être prises pour permettre la fumigation de l'entrepôt ;*
- *Les emballages doivent être manipulés et transportés de manière à ce 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 ;*
- *Les capsules doivent être emballées dans des récipients en fer blanc propres, sains et secs, ou dans des caisses en bois ou des sacs en jute neufs, avec un doublage convenable, par exemple du papier imperméable, du papier kraft ou du plastique.*

Les indications particulières suivantes doivent être inscrites directement sur chaque emballage :

- *Nom botanique du produit et nom commercial ou, le cas échéant, marque ;*
- *Nom et adresse du producteur ou de l'emballleur ;*
- *Numéro de code ou de lot ;*
- *Masse nette ;*
- *Catégorie du produit (s'il est classé) selon la ou les norme(s) nationale(s) (à indiquer) ;*
- *Pays de production ;*
- *Année de récolte.*

À la maison, comme pour de nombreuses autres épices, la cardamome doit se garder de préférence au frais, dans un endroit sec, et dans un récipient hermétique (porcelaine ou métal), bien protégée de la lumière. La conservation des graines et de la poudre est encore plus délicate (voir p. 61) [3].

3.3 La drogue végétale

Que la cardamome soit utilisée en cuisine, ou sous forme de drogue, la partie de la plante utilisée correspond au fruit mûr et séché, aux graines ou à la poudre de graines.

3.3.1 Caractéristiques

3.3.1.1 Caractères organoleptiques

Le fruit fermé a une odeur faible, et la saveur des parois est plutôt insipide. Par contre, une fois extraites de la capsule, les graines ont une odeur caractéristique agréable, très aromatique, légèrement camphrée voire un peu poivrée. Cette odeur est volatile et disparaît rapidement. La saveur est spécifique, complexe et puissante : épicée, chaude, un peu citronnée et légèrement sucrée [1,3,43].

3.3.1.2 Caractères macroscopiques

L'aspect des fruits varie en fonction du Cv, de la région de culture, des traitements et des conditions de séchage (voir Tableau II). À la description botanique de la partie 2.2.3.3, nous ajoutons ici quelques précisions [1].

Le sommet du fruit se termine par un petit bec court de 1 à 2 mm de long pouvant porter des restes de périanthe, tandis que la base, arrondie, porte les restes du pédoncule. La surface est parcourue de stries longitudinales plus ou moins marquées. L'enveloppe externe, ou péricarpe, mesure 1 mm d'épaisseur.

Les trois loges sont séparées par de fines membranes, et renferment chacune une double rangée de graines en placentation axile, soit une vingtaine par capsule. Ces graines, décrites au paragraphe 2.2.3.3 sont agglomérées en masse et recouvertes d'un arille mince, incolore et membraneux. Elles peuvent représenter jusqu'à 70 % du poids total du fruit.

3.3.1.3 Caractères microscopiques

➤ Le fruit

Sur la figure 20, représentant la structure microscopique du péricarpe, nous pouvons observer de l'extérieur vers l'intérieur [1,40] :

1. L'épicarpe comprenant deux ou trois assises de cellules à paroi mince ;
2. Le mésocarpe, assise épaisse de fines cellules parenchymateuses ;

Des cellules de forme elliptique ou spiralée regroupées en faisceaux fibrovasculaires (a), des cellules ridées et des cellules à HE groupées en une masse brunâtre (b) sont dispersées dans le parenchyme. De plus, chaque cellule contient un ou plusieurs cristaux d'oxalate de calcium (CaC_2O_4) ;

3. L'endocarpe.

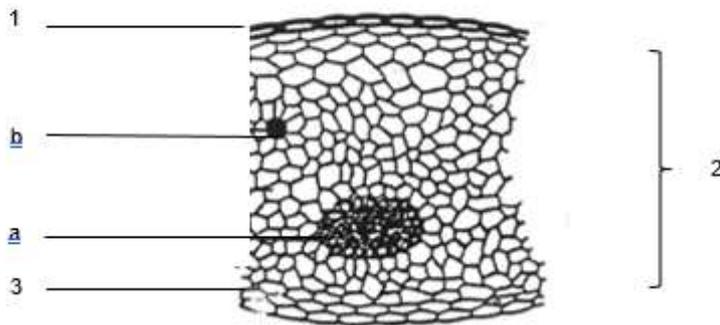


Figure 20 : Structure microscopique du péricarpe, coupe transversale [40]

➤ Les graines

L'observation précise des graines au microscope (Figures 21 et 22) nous permet de distinguer de l'extérieur vers l'intérieur [1,40] :

1. L'arille, recouvrant la graine, constitué de trois assises de cellules fines presque rectangulaires ;
2. La testa, enveloppe dure de couleur marron. Elle comprend :
 - a- Un épisperme, simple assise de cellules rectangulaires en section transversale et allongées en section longitudinale ;
 - b- Un parenchyme aplati formé de cellules transversales, certaines pigmentées de marron ;

- c- Une assise unique de larges cellules parenchymateuses étroitement serrées. Ces cellules polygonales à HE apparaissent carrées en section transversale et allongées en section longitudinale. Elles contiennent des globules huileux ;
 - d- Un sclérenchyme, assise de cellules scléreuses de couleur marron foncé qui donne sa couleur et sa dureté à la graine. Chaque cellule est coiffée d'un nodule de silice (Si).
3. Une couche épaisse, le périsperme, formé de cellules parenchymateuses polygonales de tailles variables, remplies de tout petits grains d'amidon de 2 à 4 μm de diamètre. Les grains d'amidon (Am.) forment des amas renfermant quelques cristaux de CaC_2O_4 ;

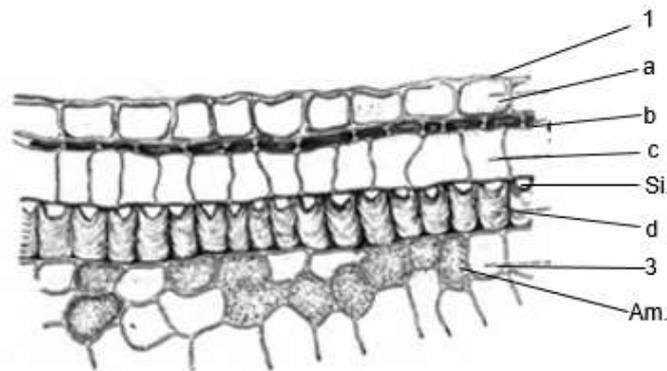


Figure 21 : Structure microscopique de l'enveloppe de la graine, coupe transversale [55]

- 4. Un albumen mince entourant l'embryon comme une gaine. Il est constitué de fines cellules polygonales remplies de protéines et de lipides ;
- 5. Un embryon de forme allongée composé de petites cellules remplies de grains d'aleurone et d'huile fixe.

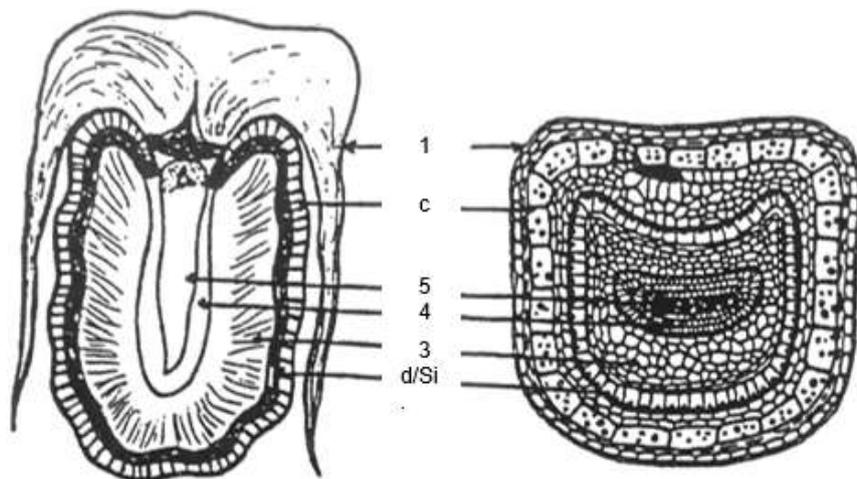


Figure 22 : Graine de cardamome, coupe longitudinale et transversale [56]

➤ La poudre de graines

La drogue pulvérisée a une texture cendreuse et une couleur marron clair plus ou moins grisâtre, avec des grains bruns plus foncés. Elle a l'odeur et la saveur aromatique caractéristique de la cardamome, quoique moins marquée que celle des graines.

La figure 23 détaille les éléments spécifiques permettant d'identifier la poudre de graines de cardamome. On trouve notamment [1,40] :

- Des fragments d'arille composés de cellules allongées à parois très minces, souvent associés à des fragments de l'épisperme ;
- De larges cellules polygonales contenant des globules huileux. Cette assise est habituellement associée aux cellules de l'épisperme ;
- Des cellules scléreuses à parois épaisses, foncées, marron rougeâtre. Elles appartiennent à l'enveloppe de la graine et contiennent des nodules de Si ;
- De nombreux grains d'amidon. La majorité sont en amas denses et remplissent les cellules à parois minces du périsperme. D'autres grains sont isolés et dispersés. Ce sont les plus petits des grains d'amidon de réserve connus (2 à 4 μm).

La poudre reste onéreuse et perd vite son odeur aromatique si agréable [20]. En effet, la saveur et les arômes sont souvent sensibles à l'humidité, à la chaleur, et à l'air ambiant. Pour cette raison, il est conseillé de l'acheter en petite quantité et la conserver dans des emballages hermétiques et bien refermés après chaque utilisation. En effet, dès que l'emballage d'un produit aromatique est ouvert, il perd environ 70 % de ses arômes [57].

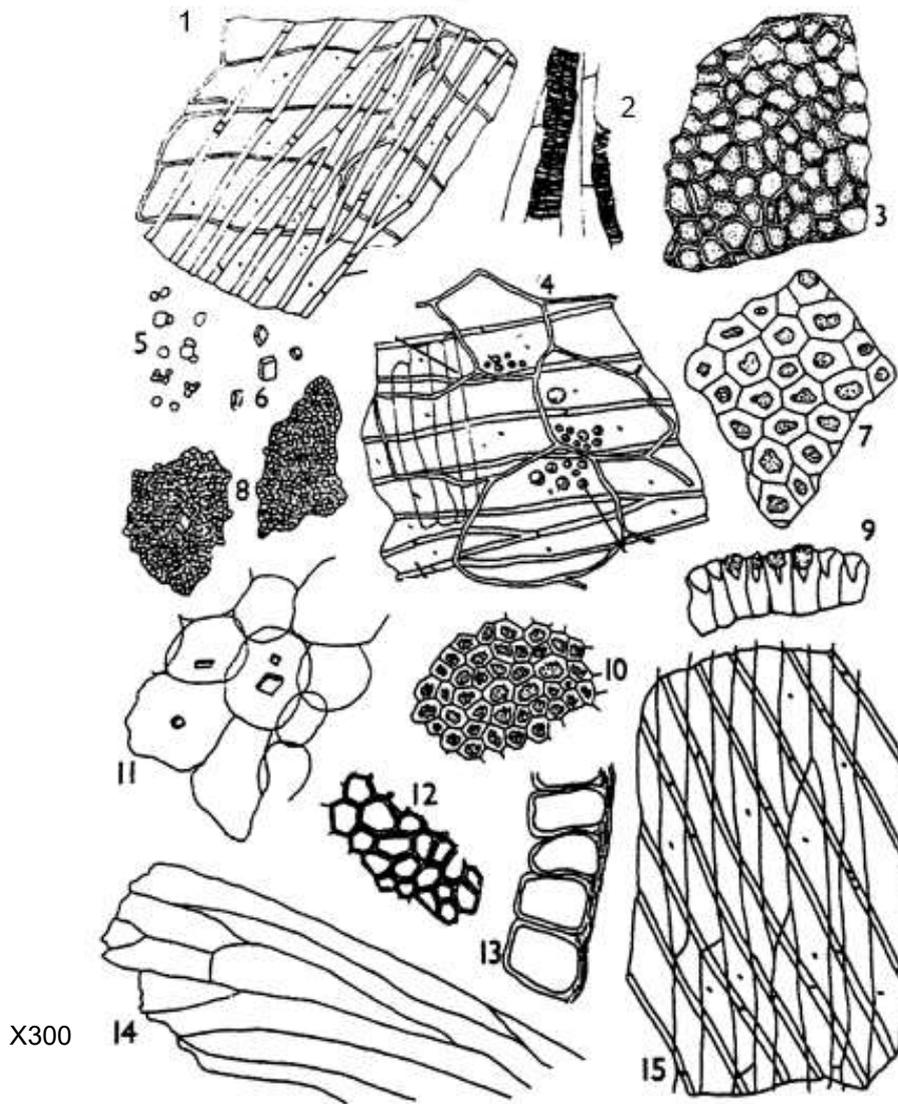


Figure 23 : Caractéristiques microscopiques de la poudre de graines de cardamome [58]

1. Testa : épisperme et cellules à HE (face)
2. Vaisseaux spiralés en paquet (face)
3. Testa : assise de cellules scléreuses avec nodules de Si (face supérieure)
4. Testa : cellules à HE contenant des globules huileux, assise de cellules parenchymateuses, épisperme (face)
5. Grains isolés d'amidon
6. Prismes de CaC_2O_4
7. Testa : assise de cellules scléreuses (face inférieure)
8. Périsperme : grains d'amidon en amas avec prismes de CaC_2O_4
9. Testa : id. à 3 (section transversale)
10. Testa : id. à 3, graine immature (face)
11. Périsperme : cellules parenchymateuses sans amidon, avec prismes de CaC_2O_4 (face)
12. Testa : assise de cellules parenchymateuses (face)
13. Testa : épisperme (coupe)
14. Arille (face)
15. Arille et épisperme (face)

3.3.1.4 Composition chimique des graines

Avec plus de 120 éléments identifiés, la graine possède la composition approximative suivante [1,40] :

- 11 % d'eau ;
- 15 % de protéines ;
- 22 % d'amidon ;
- 16 % de cellulose ;
- 2 à 3,5 % de lipides ;
- 7 à 13 % de fibres de cellulose ;
- Des minéraux ;
- 2,5 à 10 % d'essences.

Les glucides sont principalement représentés par l'amidon et la cellulose, ainsi que les pentosanes.

Au niveau des lipides, les principaux acides gras retrouvés sont : l'acide oléique (62,6 %), l'acide stéarique (18,3 %), l'acide linoléique (10,5 %), l'acide palmitique (8,4 %), l'acide caprylique et caproïque (0,3 %). L'extrait étheré non volatil, qui correspond à la partie liposoluble, c'est-à-dire l'huile fixe, les cires et les matières colorantes, varie de 2 à 3,5 %.

La teneur en fibres des graines et des capsules varie largement, de 7 à 13 % pour les graines, de 26 à 32 % pour le péricarpe, et de 12 à 20 % pour le fruit entier. Ces taux aident à identifier l'origine de la poudre de cardamome et à détecter d'éventuelles falsifications (voir paragraphe 3.3.2.2).

On note aussi la présence de matières minérales, surtout du potassium, du calcium, du fer et du zinc. Des traces de manganèse, de vitamine B et des dérivés d'acide hydroxycinnamique sont retrouvées.

Les graines fournissent, après extraction, entre 2,5 % et 10 % d'HE. Ce taux varie selon plusieurs paramètres (voir chapitre 4.1.2). La composition de l'HE sera étudiée ultérieurement, dans le quatrième chapitre de ce manuscrit.

3.3.2 Contrôles et falsifications

Le contrôle des plantes à HE est codifié par les pharmacopées. Il comprend un examen morphologique et microscopique classique, avec une mise en évidence des HE *in situ* à l'aide de colorants lipophiles. Il comporte aussi une étude par chromatographie en couche mince (CCM) d'un extrait ou de l'HE. Le dosage de l'HE est, avec le dosage de l'humidité résiduelle, la principale détermination quantitative. Il se fait par entraînement à la vapeur d'eau, avec un appareil spécial, décrit dans la *Pharmacopée européenne* (VI^e éd., 2008) [47].

La cardamome a autrefois bénéficié d'une monographie dans la *Pharmacopée française* (VII^e éd., 1950). Cette monographie n'apparaît plus dans la XI^e édition en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2012.

3.3.2.1 Falsifications de la cardamome entière et des graines

Dans le contexte de cette étude, la falsification est définie comme toute addition délibérée de matières étrangères à un lot de cardamome, dans le but d'augmenter son poids à des fins lucratives [40]. Elle s'accompagne obligatoirement d'une baisse de qualité.

Les falsifications des capsules sont possibles, notamment par la cardamome de Ceylan (*E. cardamomum* var. *major* Thwaites), cardamome brune au goût camphré plus prononcé. Cependant, il est difficile de falsifier la cardamome entière, excepté avec des cardamomes de qualité inférieure, car un examen soigneux des échantillons le détecte.

Les graines peuvent être falsifiées avec des graines de "vraie" cardamome de qualité inférieure, ou avec des graines de "fausse" cardamome de Ceylan, ou encore des graines de cardamomes du genre *Aframomum* et *Amomum*, d'aspect presque semblable. Cependant, un examen à la loupe révèle des différences plus ou moins marquées : la surface de la graine de la "vraie" cardamome présente des stries nettes, alors que la graine de la cardamome du Népal est presque lisse ; à l'inverse, les graines de la cardamome d'Indochine ont un aspect identique.

Les graines issues de ces "autres" cardamomes ont une teneur en HE plus faible, avec une composition différente et un arôme particulier. Ainsi, une falsification avec des graines de la grande cardamome montrera une concentration plus élevée en 1,8-cinéole, détectable par une chromatographie en phase gazeuse (CPG) ou une CCM. À l'inverse, des adultérations plus faibles, de l'ordre de 10 %, sont plus difficiles à détecter par ces méthodes, car les valeurs obtenues se situeront dans la fourchette des variations normales d'échantillons authentiques.

3.3.2.2 Falsifications de la poudre de cardamome

La falsification de la poudre de cardamome est possible avec pratiquement n'importe quel autre matériau réduit en poudre et de même granulométrie, comme des farines de céréales, de légumes secs ou des extraits de gingembre. On peut la détecter au microscope en observant les différences de taille et de structure des grains d'amidon, ceux de la cardamome étant plus petits que ceux des céréales [40].

La teneur en fibres aide à identifier l'origine de la poudre : attention à un taux anormalement élevé, suspect. La poudre de cardamome entière se distingue de la poudre de graines de cardamome par un examen au microscope. On peut reconnaître la première par sa couleur jaunâtre, l'abondance de fibres isolées, les vaisseaux spiralés des faisceaux fibrovasculaires, de nombreuses cellules parenchymateuses vides, et les masses brunâtres dispersées de cellules à HE.

4 Étude chimique, pharmacologique et toxicologique

4.1 Composition chimique de l'huile essentielle

4.1.1 Aspect réglementaire

4.1.1.1 Liste A des plantes médicinales et huile essentielle

La cardamome figure dans la liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement, établie par l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) lors de la dernière édition de *la Pharmacopée française* [59]. Au sein de cette liste, qui comprend plus de 500 plantes, un sous-groupe de 194 plantes, dont la cardamome, recense les plantes dites "libéralisées". Ces plantes ne sont pas soumises au monopole pharmaceutique, et peuvent être vendues sous différentes formes quel que soit le commerce. Dans ces circonstances, elles ne bénéficient pas d'indications thérapeutiques (plantes grisées dans la liste A).

Dans ses recommandations relatives aux critères de qualité des HE, l'ANSM retient la définition suivante : « *Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale, botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition.* »

4.1.1.2 Contrôles de qualité et essais

La détermination de la qualité des HE est primordiale. Ainsi, les pharmacopées prévoient différents essais tels que des mesures physiques et chimiques. Elles recommandent également une analyse par une technique chromatographique soit une CCM ou, de préférence, une CPG. Un second appareil couplé au chromatographe, le spectromètre de masse (SM), permet de quantifier les molécules aromatiques et de déterminer leurs proportions dans l'HE [47,60].

- Une norme ISO pour l'HE

Toutes ces analyses sont développées et mises en place par des commissions nationales et internationales d'experts telles que l'Association Française de Normalisation (AFNOR) ou l'ISO.

La norme internationale ISO 4733 :2004 spécifie certaines caractéristiques de l'HE d'*E. cardamomum* (L.) Maton [61].

Ces spécifications s'appliquent à l'HE de cardamome obtenue par distillation à la vapeur d'eau des fruits d'*E. cardamomum* (L.) Maton, de la famille des Zingiberacées, poussant principalement en Amérique centrale/Guatemala et en Inde/Sri Lanka.

Cette norme précise les caractères organoleptiques de l'HE, soit :

- Un aspect liquide ;
- Une couleur de l'incolore au jaune pâle ;
- Une odeur caractéristique, épicée et cinéolée.

Elle indique également certaines propriétés variables selon le pays d'origine (Tableau XIII).

Tableau XIII : Norme ISO 4733, spécifications [61]

Spécifications	Amérique centrale Guatemala	Inde Sri Lanka
Densité relative à 20 °C, d_{20}^{20}	De 0,920 à 0,940	De 0,919 à 0,936
Indice de réfraction à 20 °C	De 1,460 à 1,467	De 1,460 à 1,468
Pouvoir rotatoire à 20 °C	Compris entre + 24° et + 39°	Compris entre + 22° et + 41°
Miscibilité à l'éthanol à 70 % (fraction volumique) à 20 °C	Pour obtenir une solution limpide (parfois opalescente), il ne doit pas être nécessaire d'utiliser plus de 3 volumes d'éthanol à 70 % (fraction volumique) avec 1 volume d'HE.	
Indice d'acide	Maximum : 6	Maximum : 6
Indice d'ester	De 92 à 150	De 92 à 150
Point d'éclair (valeur obtenue avec un appareil "Grabner")	Valeur moyenne : + 59 °C	Valeur moyenne : + 59 °C

Pour obtenir un profil chromatographique, il faut réaliser l'analyse de l'HE par CPG et identifier, sur le chromatogramme obtenu, les constituants caractéristiques (voir tableau XIV). Le pourcentage de chacun de ces constituants doit se situer dans les limites figurant dans ce tableau. Ce profil est normatif et se différencie des chromatogrammes types donnés à titre d'information en annexe.

Tableau XIV : Norme ISO 4733, profil chromatographique [61]

Constituants	Amérique centrale/Guatemala		Inde/Sri Lanka	
	% Min.	% Max.	% Min.	% Max.
α -pinène	1	2	1	2
Sabinène	3	5	2	4
Myrcène	Traces	2,5	Traces	2,5
Limonène	2	3	3	7
1,8-cinéole	27	35	23	33
Linalol	3	6	3,5	7
Acétate de linalyle	4	6	4	9
Terpinène-4-ol	0,8	1,5	1	3
α -terpinéol	Traces	2,5	3	7
Acétate d' α -terpényle	35	45	32	42
<i>Trans</i> -nérolidol	0,5	1	1	2

➤ Bulletin d'analyse d'une HE

Une fiche d'analyse d'une HE d'*E. cardamomum*, commercialisée par le laboratoire Pranarôm et vendue en officine précise (voir Annexe 2) :

- Les caractéristiques physiques : aspect, couleur, odeur, densité à 20 °C, densité à 15 °C, indice de réfraction à 20 °C, pouvoir rotatoire à 20 °C, miscibilité à l'éthanol à 70 %, point d'éclair ;
- Les résultats d'analyse aux pesticides, organochlorés et organophosphorés ;
- Le profil chromatographique, avec la liste des constituants obtenus, ainsi que leur répartition.

4.1.2 Mode d'obtention de l'huile essentielle

Seuls les végétaux supérieurs peuvent sécréter des essences. Les espèces concernées, dont on peut extraire les HE, sont réparties dans un nombre limité de familles comme les Apiacées, les Astéracées, les Lamiacées, les Lauracées, (...) et les Zingibéracées, famille de la cardamome [47].

Les graines d'*E. cardamomum* renferment des sécrétions naturelles. Les éléments sécréteurs sont ici des cellules sécrétrices isolées ou en amas, retrouvées au niveau du péricarpe et de la testa [62].

Trois méthodes fondamentales, validées par la *Pharmacopée européenne*, permettent d'extraire ces essences pour obtenir les HE : l'extraction mécanique (ou expression à froid), réservée au genre *Citrus* ; la distillation à sec pour le bois et les matériaux très durs ; la distillation aqueuse, convenant à la majorité des plantes.

La distillation traditionnelle par entraînement à la vapeur d'eau sous basse pression est la méthode la plus employée. L'HE d'*E. cardamomum* s'extrait ainsi à partir des graines [63]. Le végétal n'est pas en contact direct avec l'eau, mais avec la vapeur d'eau saturée.

Ce processus nécessite l'emploi d'un alambic composé de trois parties (Figure 24). Les graines de cardamome sont placées dans le deuxième réservoir. La vapeur d'eau qui provient de la chaudière le traverse et entraîne avec elle les principes actifs. Par la suite, la vapeur refroidit en passant dans un long tube en forme de serpent, pour arriver dans la troisième cuve, où elle se condense. L'HE peut alors être séparée de l'eau car elle est plus légère et reste en surface. L'eau qui reste après la séparation contient encore une petite quantité de molécules et peut servir à la fabrication des hydrolats aromatiques (HA) [11].

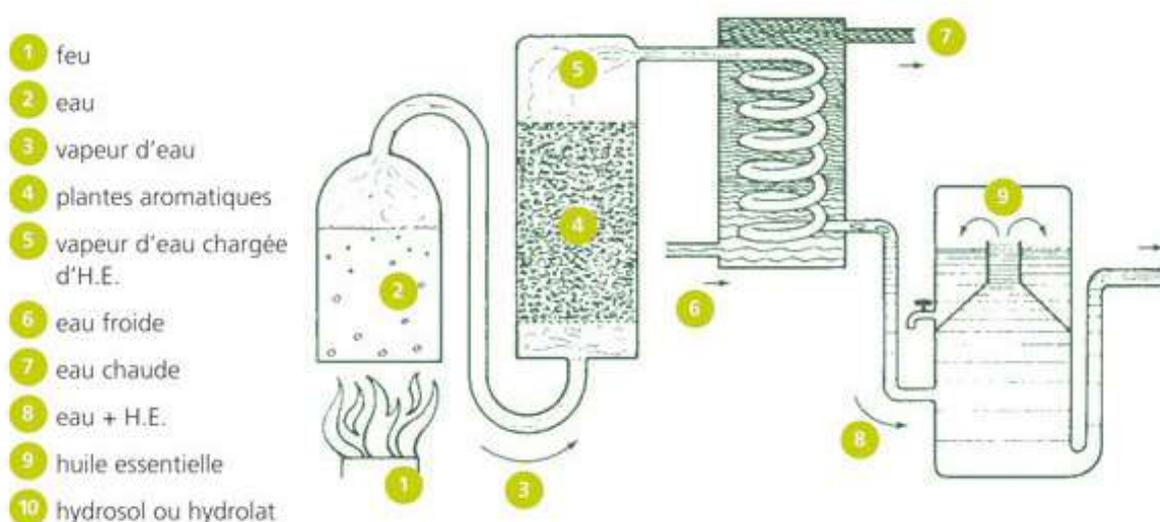


Figure 24 : Distillation des huiles essentielles à la vapeur d'eau [62]

Quantitativement, les rendements sont plutôt faibles, souvent inférieurs à 10 ml/kg. Dans le cas de la cardamome, et comme pour la plupart des HE issues de graines, les rendements réels obtenus sont plus importants : ils varient en règle générale entre 2 et 3 %, pour une durée de distillation de trois heures, et peuvent atteindre un taux de 10 %. Ainsi, 100 kg de graines de cardamome pourront donner jusqu'à 3 l d'HE, voire plus [63]. Il est à noter que ce taux varie selon plusieurs paramètres : variétés cultivées, degré de maturité des fruits au moment de la récolte, traitements, durée et conditions de séchage et de stockage. Ainsi, les capsules immatures, présentes en faible quantité dans toutes les récoltes, et en particulier dans la dernière récolte de l'année, sont moins productives que les vertes [40].

Récemment, d'autres méthodes innovantes ont été testées. Elles ne permettent pas de produire une HE conforme à la *Pharmacopée*. Par contre, elles permettent d'obtenir des produits intéressants pour l'industrie agro-alimentaire mais non utilisables en tant qu'HE en pharmacie [30]. L'extraction avec des solvants produit des extraits végétaux, substances solides ou semi solides (concrètes, absolus, résinoïdes, oléorésines).

L'extraction au dioxyde de carbone (CO₂) supercritique est un nouveau procédé récemment développé [64]. L'état supercritique d'un élément s'obtient en le soumettant à une forte pression ou à une température définie. Pour le CO₂, cet état est facile à obtenir : il suffit de le chauffer à une température égale à 31 °C, ou de le mettre sous une pression de 74 bars. Cette technique permet l'obtention d'une "HE" de bonne qualité et se rapproche de l'extraction par solvant. Le CO₂ supercritique a la même fonction qu'un solvant, mais, non nocif, il s'évapore entièrement et ne laisse aucune trace dans le produit final. Un autre avantage est qu'il n'y a pas de dégradation due à une élévation de la température. Cependant, le coût de la mise en œuvre au niveau industriel reste élevé.

En 2004, des chercheurs italiens ont réalisé une analyse comparative de l'HE de cardamome obtenue par différentes méthodes, dont l'extraction au CO₂ supercritique [64]. Avec ce procédé, ils ont testé plusieurs conditions d'extraction sur le rendement et la composition de l'HE. Ils ont ainsi obtenu un rendement maximal de 5,5 % contre 5 % pour l'HE obtenue par hydrodistillation, et ce, sans différence notable de composition. Par contre, l'HE obtenue à l'aide d'hexane, avec un rendement de 7,6 %, présente une composition altérée (par exemple, taux de limonène à 36,4 % pour une extraction avec hexane et 5,6 % pour une extraction au CO₂ supercritique).

4.1.3 Principaux composants de l'huile essentielle

La composition chimique de l'HE varie selon les régions de culture, les variétés cultivées et le stade de récolte des fruits. Les constituants responsables de son odeur épicée si particulière sont essentiellement les suivants : α -terpinéol, 1,8-cinéole, acétate de linalyle et linalol [3].

La CPG d'une HE d'*E. cardamomum* (Laboratoire Pranarôm, lot N° OF6674), précise sa composition chimique, présentée sur la figure 25. L'annexe 2 donne la liste détaillée d'une centaine de constituants détectés dans un autre lot. Sur 95 molécules décelées, six représentent plus de 80 % de l'HE. Certains éléments minoritaires décelés représentent entre 2 et 3 % chacun, voire moins.

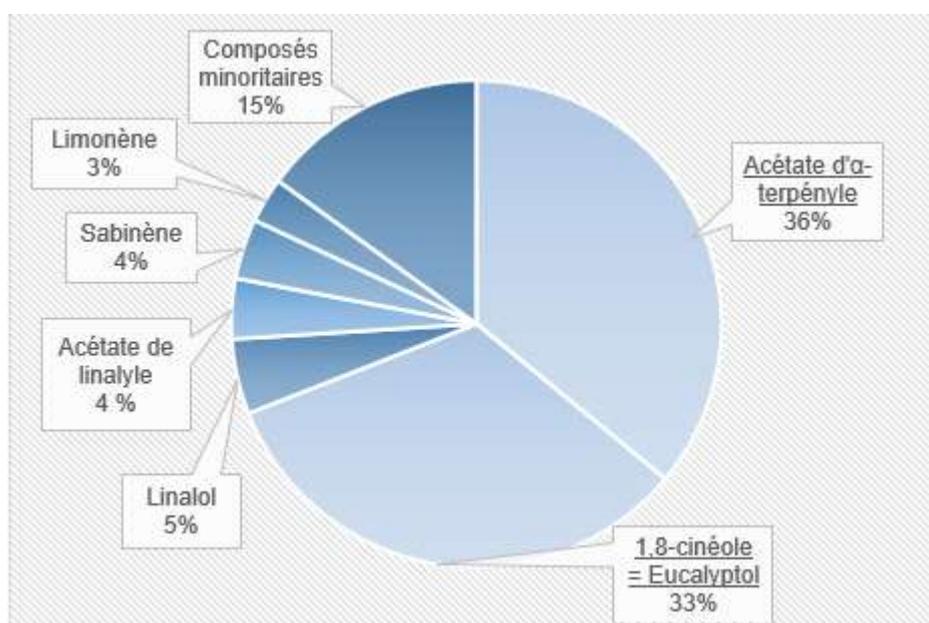


Figure 25 : Composition chimique d'une huile essentielle de cardamome [Pranarôm]

On a pu montrer l'existence de relations entre la structure chimique des molécules contenues dans les HE et leur activité biologique. Ceci permet ainsi d'expliquer et de prévoir en partie leur activité thérapeutique, même si l'ensemble des propriétés de l'HE ne saurait être réduite à son activité biochimique seule [65].

Dans le cas de la cardamome, seuls six composants sont étudiés, chacun représentant une famille biochimique bien précise. Selon leur répartition, tous ne sont pas actifs biologiquement. Pour chacun d'entre eux, nous donnons la formule brute de la molécule, le nom IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) et leurs propriétés biologiques générales.

4.1.3.1 Esters

Les esters ont des actions antispasmodiques, antalgiques, anti-inflammatoires et sédatives. L'usage cutané est possible sans aucun trouble ni irritation, et leur toxicité est très faible, voire nulle. L'aromathérapie en fait un large emploi dans les affections inflammatoires et nerveuses [65].

À eux seuls, ils représentent près de la moitié des composés de l'HE de cardamome. Celle-ci contient de 30 à 40 % d'acétate d' α -terpényle et 3,5 à 6,5 % d'acétate de linalyle.

➤ L'acétate d' α -terpényle

Formule brute : $C_{12}H_{20}O_2$

Nom IUPAC : 2-(4-méthylcyclohex-3-en-1-yl) propan-2-yl acétate



Figure 26 : Formule de l'acétate d' α -terpényle

➤ L'acétate de linalyle

Formule brute : $C_{12}H_{20}O_2$

Nom IUPAC : acétate de 3,7-diméthyl-1,6-diène-3-yl

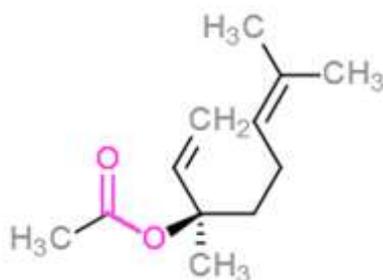


Figure 27 : Formule de l'acétate de linalyle

4.1.3.2 Oxydes terpéniques

Les oxydes terpéniques sont des molécules très courantes dans les HE. Ils ont de multiples fonctions : stimulants exocrines avec une action pulmonaire et digestive ; expectorants ; mucolytiques ; décongestionnants broncho-pulmonaires ; toniques circulatoires, via une amélioration des échanges vasculaires et énergétiques ; activateurs métaboliques ; anti-inflammatoires ; anti-infectieux (antibactériens moyens, antiviraux, antiparasitaires) et immunomodulants. Ils sont dans l'ensemble peu toxiques, sauf en cas d'emploi excessif (nausées, vomissements, vertiges) [65].

➤ Le 1,8-cinéole ou eucalyptol

Formule brute : $C_{10}H_{18}O$

Nom IUPAC : 1, 3,3-triméthyl-2-oxabicyclo [2,2,2] octane

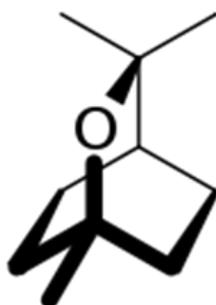


Figure 28 : Formule du 1,8-cinéole (eucalyptol)

C'est un composant caractéristique souvent rencontré dans de nombreuses HE.

L'HE de cardamome en contient de 20 à 35 %.

Identifié réellement depuis 1885, cet oxyde monoterpénique s'appelle aussi eucalyptol. Son action stimulante sur les glandes à mucine et sur l'activité ciliomotrice de la muqueuse bronchique en font un bon expectorant. De plus, il a des propriétés antibactériennes, est souvent actif sur *Staphylococcus aureus* et est immunomodulant, en augmentant les γ -globulines. Cependant, il est contre indiqué chez l'asthmatique [65].

4.1.3.3 Monoterpénols

Après les terpènes, les alcools sont les composés les plus abondants dans les HE. Ils comprennent les phénols et les terpénols (monoterpénols en C10 et sesquiterpénols en C15).

Anti-infectieux à large spectre (antibactériens, virucides, fongicides et antiparasitaires), ils agissent directement sur les germes pathogènes, en fonction de leur concentration minimale inhibitrice (CMI), qu'ils neutralisent par dénaturation des protéines et dissolution de la membrane lipidique. Ils agissent indirectement sur le terrain qu'ils corrigent et sont aussi des immunostimulants ou immunomodulants ainsi que de bons toniques et stimulants généraux. De plus, ils respectent la flore intestinale.

Moins puissants, mais aussi moins dermo et hépatotoxiques que les phénols, leur emploi est plus souple [65].

➤ Le linalol

C'est un alcool monoterpénique aliphatique. Astringent, tonique cutané, sédatif, cette molécule est très répandue. L'HE de cardamome en contient de 4 à 5 %.

Formule brute : $C_{10}H_{18}O$

Nom IUPAC : 3,7-diméthyl-octa-1,6-diène-3-ol

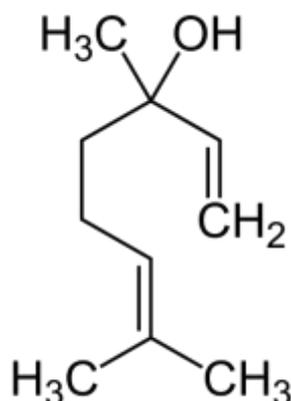


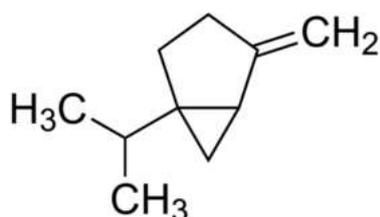
Figure 29 : Formule du linalol

4.1.3.4 Monoterpènes

Les terpènes font partie des molécules les plus répandues dans les HE. Les monoterpènes (C₁₀) sont toniques, stimulants généraux, antiseptiques atmosphériques, décongestionnants respiratoires, expectorants balsamiques, lymphotoniques et immunostimulants. Leur activité *cortison-like* est intéressante dans les états inflammatoires prolongés.

Appliqués à l'état pur sur la peau, ils peuvent entraîner une irritation ; les HE qui en contiennent majoritairement doivent être diluées, ce qui n'est pas nécessaire pour l'HE de cardamome qui en contient environ 10 %, dont 2,8 à 4,4 % de sabinène et 2,6 à 3,3 % de limonène [65].

➤ Le sabinène



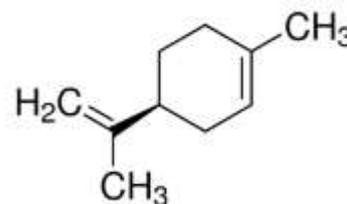
Formule brute : C₁₀H₁₆

Nom IUPAC : 4-méthylidène-1-propan-2-ylbicyclo [3.1.0] hexane

Figure 30 : Formule du sabinène

➤ Le limonène

Monocyclique di-insaturé, c'est un terpène largement répandu. Il stimule la microcirculation digestive.



Formule brute : C₁₀H₁₆

Nom IUPAC : 1-méthyl-4-prop-1-èn-2-yl-cyclohexène

Figure 31 : Formule du limonène

4.1.3.5 Composants minoritaires

On note la présence de quelques terpènes minoritaires tels que : α -pinène, β -myrcène, β -phellandrène. On retrouve aussi d'autres éléments à des concentrations variables, tels que : α -terpinéol, terpinène-4-ol, nérolidol (pour environ 1 %), accompagnés, en moindres proportions de terpénol, géraniol, (...), néral, gérional (pour moins de 1 %).

Selon le tableau XV, une autre CPG donne des résultats légèrement différents en pourcentage mais similaires en termes de proportions [66].

Tableau XV : Chromatographie en phase gazeuse, résultats [66]

Pics	Temps de rétention	Constituants	%
1	15,5	α -pinène	1,00
2	15,7	α -thuyène	0,16
3	21,4	β -pinène	0,34
4	22,4	<u>Sabinène</u>	2,82
5	25,4	β -myrcène	1,50
6	26,8	α -terpinène	0,23
7	28,4	<u>Limonène</u>	3,29
8	29,3	1,8-cinéole	30,27
9	30,9	Cis- β -ocimène	0,04
10	32,0	γ -terpinène	0,61
11	32,3	Trans- β -ocimène	0,06
12	34,0	p-cymène	0,30
13	34,9	Terpinolène	0,22
14	35,3	Octanal	0,06
15	39,0	6-méthyl-5-hepten-2-one	0,02
16	48,1	Trans-thuyanol	0,50
17	48,6	Terpénol	0,23
18	53,6	<u>Linalol</u>	3,95
19	54,1	Cis-thuyanol	0,32
20	54,6	<u>Acétate de linalyle</u>	6,12
21	58,1	Terpinène-4-ol	1,11
22	61,4	Acétate de δ -terpényle	0,27
23	62,5	δ -terpinéol	0,15
24	63,4	Néral	0,32
25	64,2	α -terpinéol	2,55
26	64,6	Acétate d'α-terpényle	39,48
27	66,5	β -sélinène	0,47
28	66,7	Géranial	0,63
29	67,7	Acétate de géranyle	0,56
30	68,2	Propionate d' α -terpényle	0,10
31	68,8	γ -cadinène	0,15
32	70,8	Ester aliphatique insaturé	0,12
33	73,0	Géraniol	0,88
34	84,0	Nérolidol	1,09
35	100,2	Farnésol	0,08
Total			100,00

4.2 Propriétés pharmacologiques

Après avoir détaillé les composants chimiques de la cardamome, nous étudions maintenant ses propriétés biologiques. Épice recherchée pour ses qualités culinaires en Asie, elle est aussi, depuis des siècles, reconnue pour ses vertus thérapeutiques, dues principalement à l'ester majoritaire, l'acétate d' α -terpényle, suivi de l'eucalyptol.

Des études pharmacologiques en cours depuis une vingtaine d'années confirment son potentiel antifongique et antibactérien, ainsi que ses propriétés ancestrales sur la digestion. D'autres mettent l'accent sur son action anti-inflammatoire et analgésique.

Plus récemment, de nouvelles propriétés ont été rapportées. Il semblerait en effet que la cardamome ait une action bénéfique sur le stress, l'hypertension artérielle et l'hypercholestérolémie, facteurs majeurs du risque cardiovasculaire. À ce titre, elle pourrait intervenir dans la prévention de l'infarctus du myocarde.

Enfin, un effet antioxydant et anticancéreux a récemment été observé. Si cette recherche est à confirmer, elle est néanmoins porteuse d'espoir : la cardamome n'a peut-être pas fini de faire parler d'elle !

4.2.1 Antifongique et antibactérien

L'HE de cardamome possède une activité antifongique sur plusieurs espèces de champignons microscopiques, activité due notamment à l'acétate d' α -terpényle [1].

En 2007, El Malti et al. [67] ont réalisé une étude afin d'évaluer l'effet antibactérien d'*E. cardamomum* sur divers agents pathogènes *in vitro*, et ce dans le but de l'utiliser comme additif antimicrobien dans les aliments. Des bactéries, pathogènes chez l'homme, et multi résistantes à plusieurs antibiotiques, ont été sélectionnées et testées. L'extrait de cardamome a été très efficace pour inhiber la croissance de toutes les souches, en particulier sur des bactéries à Gram positif (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*) et à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*).

Trois ans plus tard, des chercheurs indiens ont mené une étude similaire [68]. Ils ont testé l'effet de différents extraits de cardamome sur une série de bactéries, souvent incriminées dans diverses pathologies et ont évalué les CMI. Les bactéries à Gram positif ont été sensibles de façon variable à tous les extraits testés. Les auteurs de l'étude ont conclu que, globalement, la cardamome avait une activité antibactérienne significative, et pourrait devenir utile dans la recherche de nouveaux antibiotiques, grand défi du monde actuel.

4.2.2 Propriétés digestives

4.2.2.1 Antiulcéreux et antidyspeptique

En 1989, une étude japonaise a comparé l'activité antiulcéreuse de huit plantes appartenant à la famille des Zingibéracées (dont la cardamome) avec la cimétidine [69]. Cette étude a montré une diminution de 50 % de la sécrétion acide de l'estomac après administration d'un extrait aqueux de l'une de ces plantes.

D'autres expérimentations ont également permis de démontrer qu'une forte dose d'extrait (100 mg/kg d'un extrait acétonique concentré à sec) permet d'augmenter la sécrétion biliaire [3].

D'autre part, en 2006, l'activité antibactérienne d'un extrait méthanolique de cardamome a été démontrée vis-à-vis d'*Helicobacter pylori* [70]. Ceci tend à confirmer l'effet antiulcéreux de la cardamome et justifie son utilisation traditionnelle dans les troubles dyspeptiques, puisque *H. pylori* est considéré comme l'un des facteurs causant la dyspepsie.

4.2.2.2 Antispasmodique

En 1996, des chercheurs saoudiens ont étudié les propriétés pharmacologiques de l'HE sur des animaux, et réalisé des expériences *in vivo* sur des lapins [71]. Ils ont conclu que l'HE de cardamome possédait une activité antispasmodique marquée en atténuant les contractions intestinales induites par l'acétylcholine. Ces résultats suggèrent qu'elle intervient par une action sur les récepteurs muscariniques. La voie cholinergique joue un rôle physiologique important dans la régulation du péristaltisme intestinal, ce qui justifie l'usage de la cardamome comme spasmolytique.

Depuis, il a été prouvé que l'HE de cardamome contient également des composants de type antagoniste calcique, ce qui expliquerait son utilisation traditionnelle contre les spasmes [72].

4.2.3 Anti-inflammatoire et analgésique

Des expérimentations animales ont mis en valeur les effets anti-inflammatoires (comparables à ceux de l'indométacine) et analgésiques de l'HE à la dose de 250 µl/kg [71].

Diverses études ont souligné que l'HE de cardamome favorisait le passage transcutané de plusieurs anti-inflammatoires : piroxicam, indométacine, diclofénac [73].

Récemment, des tests *in vivo* ont confirmé ces résultats pour l'indométacine [74].

4.2.4 Sédatif et antistress

Il a été montré que l'extrait de cardamome provoquait un allongement du temps de sédation des souris induit par le pentobarbital, avec un effet similaire à celui du diazépam, sédatif de référence [72]. Cette action pourrait être un facteur justifiant l'utilisation de la cardamome dans la gestion de certaines épilepsies.

En effet, une étude récente a eu pour objectif d'examiner l'impact probable de l'HE et de l'extrait méthanolique de cardamome sur les crises d'épilepsie provoquées par des agents chimiques ou un électrochoc chez la souris [75]. L'HE a été efficace dans trois types de crise d'épilepsie, alors que l'extrait l'a été seulement sur un. Les auteurs précisent que les effets anticonvulsivants ont été négligeables sur l'ensemble des crises.

D'autre part, une équipe iranienne a récemment cherché à évaluer l'action d'un extrait méthanolique de cardamome sur le comportement anxieux de rats soumis à un stress post-traumatique [76]. Ce syndrome psychiatrique est une atteinte invalidante pouvant se développer chez 6 à 8 % de la population. Les traitements pharmacologiques actuels ne peuvent pas être utilisés largement, en raison de leurs effets secondaires. Les résultats ont montré que l'extrait, particulièrement à la dose de 400 mg/kg, avait amélioré de façon significative le comportement anxieux des rats. Néanmoins, d'autres essais seront nécessaires pour clarifier les mécanismes exacts impliqués.

Ces différentes études ouvrent des pistes de recherches à développer. On constate que les effets anticonvulsivants de la cardamome sont plutôt limités. Par contre, elle peut contribuer à une meilleure sédation ou relaxation.

4.2.5 Hypotenseur et diurétique

Lors d'une expérimentation, l'injection intraveineuse d'un extrait de cardamome à des rats anesthésiés a provoqué une chute dose-dépendante de la pression artérielle [72]. L'arrêt de la réponse hypotensive après ajout d'atropine suggère que la cardamome peut abaisser la pression artérielle grâce à la présence de composés antagonistes calciques et cholinergiques, composés aussi identifiés lors d'études sur l'intestin.

De plus, l'effet diurétique de la cardamome a été confirmé : elle entraîne une augmentation de la diurèse chez le rat, ainsi qu'une augmentation de l'excrétion urinaire du sodium et du potassium, et ce de façon comparable à l'effet du furosémide, diurétique de référence. Ceci renforce son effet hypotenseur [72].

Un an plus tard, une équipe du Rajasthan a essayé de préciser les propriétés cardiovasculaires de la cardamome [77]. Ainsi, des patients hypertendus ont reçu une dose de 3 g de poudre de cardamome par jour pendant 12 semaines. À la fin de ce traitement, la pression systolique et diastolique des patients avait diminué de façon significative. La fibrinolyse a également été améliorée au bout de la douzième semaine. D'autre part, un effet antioxydant de 95 % a été mesuré en 3 semaines. Par contre, il n'y a pas eu d'effet sur le fibrinogène et les lipides sériques. Aucun effet secondaire n'a été noté.

Les propriétés de la cardamome sur les viscères (intestin et cœur) ont été confirmées. Elle agit bien sur le système cholinergique et les antagonistes du calcium et abaisse ainsi la pression artérielle par ces deux mécanismes [78]. Par ailleurs, l'effet diurétique et sédatif participe à l'effet antihypertenseur.

4.2.6 Prévention de l'infarctus du myocarde

4.2.6.1 Hypocholestérolémiant

Des chercheurs indiens ont évalué l'action de l'épice sur le cholestérol [79]. Pour ce faire, ils ont administré à des rats de laboratoire différentes doses de poudre de cardamome et/ou d'HE. Les résultats ont montré une baisse de 31 % du taux sanguin de cholestérol total, de 44 % du taux de cholestérol *Low Density Lipoprotein* (LDL) et de 42 % du taux de triglycérides. La cardamome a donc réduit de façon significative l'indice d'athérogénicité, et cette étude expérimentale suggère un effet cardioprotecteur potentiel.

4.2.6.2 Antiagrégant plaquettaire

L'action d'un extrait de cardamome a été étudiée sur du plasma riche en plaquettes humaines, et plus précisément sur les membranes [80]. De ces résultats, les chercheurs ont déduit que l'extrait aqueux contenait des composés inhibant l'agrégation plaquettaire et capables de protéger les membranes de la peroxydation lipidique. Ils ont conclu que la cardamome avait bien une fonction antiagrégant plaquettaire en bloquant le transport du calcium au travers des membranes.

4.2.6.3 Action sur le cœur

En 2015, toujours en Inde, des chercheurs ont étudié les effets de la cardamome sur le cœur [81]. Ils ont observé son action sur les changements de structure hémodynamiques, biochimiques et tissulaires dans l'infarctus du myocarde induit par l'isoproterenol chez le rat. Dans le groupe de rats prétraités avec de la cardamome, les troubles cardiaques ont été améliorés, ainsi que les différents marqueurs et les structures pathologiques des tissus ; les cellules cardiaques ont été protégées des effets délétères de l'isoproterenol. Ces résultats démontrent que la cardamome protège bien le myocarde de façon significative, et exerce des effets cardioprotecteurs en piégeant les radicaux libres. La figure 32 reprend les différents modes d'action de la cardamome sur le cœur.

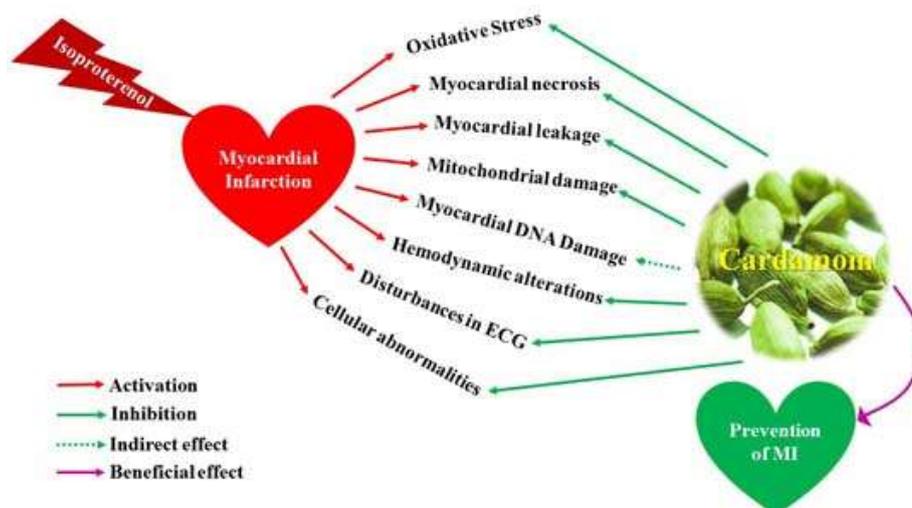


Figure 32 : Action de la cardamome dans l'infarctus du myocarde [81]

4.2.7 Action sur les bronches

Malgré son utilisation traditionnelle bien connue dans le traitement de l'asthme, aucune étude ne confirmait le rôle de la cardamome dans cette utilisation. En 2011, des chercheurs pakistanais ont testé son effet bronchodilatateur et tenté de mieux comprendre les bases pharmacologiques de son mécanisme d'action [82].

Pour ce faire, les auteurs ont administré un extrait brut de cardamome à des rats anesthésiés. Celui-ci inhibe le bronchospasme suscité par le carbachol¹. L'effet observé est dose-dépendant, et les réponses sont exprimées en pourcentage de réduction du bronchospasme, en comparaison avec l'effet du salbutamol, bronchodilatateur standard. De plus, cet extrait, étudié sur des tissus isolés de trachée de lapins, atténue les contractions provoquées par le carbachol et une kaliémie élevée, tout comme le Vérapamil² utilisé comme témoin.

Pour conclure, ces résultats indiquent que la cardamome possède un effet bronchodilatateur, et ce par l'intermédiaire d'un mécanisme antagoniste calcique, justifiant ainsi son utilisation dans le traitement de l'asthme.

L'analyse phytochimique a montré que la cardamome contient des alcaloïdes, des flavonoïdes, des saponines, des stérols et des tanins. Les flavonoïdes sont connus pour leur activité bronchodilatatrice, et leur présence dans la cardamome est susceptible de contribuer à son action bronchodilatatrice.

¹ Agoniste cholinergique, connu pour provoquer une bronchoconstriction via la stimulation des récepteurs muscariniques

² Inhibiteur calcique à visée cardiaque avec effet hypokaliémant

4.2.8 Action antioxydante et anticancéreuse

Depuis quelques années, des recherches visent à mettre en évidence le potentiel anticancéreux de la cardamome. Pour le mettre en lumière, nous avons choisi de détailler deux études ; la première concerne le cancer de la peau, et la deuxième le cancer de l'estomac.

D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'incidence du mélanome et des autres cancers cutanés a augmenté au cours des dernières décennies [83]. À l'heure actuelle, entre 2 et 3 millions de cancers cutanés non mélanocytaires et 132 000 mélanomes malins sont dépistés chaque année dans le monde. Un cancer diagnostiqué sur trois est un cancer de la peau.

Le cancer de l'estomac fait partie des affections malignes les plus courantes dans le monde [83]. Avec 870 000 cas par an et 650 000 décès, c'est le quatrième au niveau mondial en termes de fréquence, et le troisième pour la mortalité. Responsable de 10,4 % des décès par cancer, c'est l'un des plus mortels, même si, dans les 30 dernières années, son incidence a diminué dans les pays développés, notamment grâce à l'amélioration des conditions d'hygiène et de vie.

En 2012, des chercheurs ont évalué l'action de la cardamome sur un cancer de la peau induit par agent chimique chez la souris [84]. Une diminution significative des index de l'incidence tumorale, de la charge tumorale, de la croissance de la tumeur et du nombre total de papillomes a été observée chez les animaux traités par voie orale (VO) avec 0,5 mg de poudre de cardamome en suspension. Dans ce groupe, le poids moyen et le diamètre des tumeurs étaient comparativement plus faibles. Le traitement par VO pendant 15 jours avec une suspension de cardamome a entraîné une diminution significative du taux de peroxydation lipidique dans le foie, et un taux de glutathion significativement plus élevé. Ces résultats confirment le potentiel de la cardamome en tant qu'agent chimio préventif dans le cancer de la peau.

Trois ans plus tard, les mêmes auteurs ont étudié l'effet de la cardamome sur le cancer primaire de l'estomac à papillomavirus. Ils ont constaté que son administration chez des souris réduit l'incidence et la propagation de la tumeur de façon significative, respectivement de 41,67 % et 74,55 %, comparativement à un groupe témoin [85]. Des essais biochimiques ont aussi révélé une nette amélioration des activités enzymatiques dans le foie. D'autres marqueurs permettent d'affirmer qu'elle a bien une action antioxydante. Ainsi, cette seconde étude confirme les résultats précédents : la cardamome pourrait devenir un agent de chimio prévention majeur contre le cancer de l'estomac.

Dans les deux cas, ces résultats encourageants devront être confirmés. Les études épidémiologiques nous révèlent l'importance d'une alimentation saine ; le rôle du régime alimentaire dans la prévention du cancer est de nos jours largement admis et la cardamome, produit végétal alimentaire, s'intègre bien dans ce programme.

4.3 Toxicité

Comme nous l'avons vu, le profil biochimique de l'HE de cardamome se partage entre les molécules esters et oxydes de façon équilibrée. Sa toxicité, tant par voie orale (VO), voie cutanée (VC) ou voie respiratoire (VR) est négligeable aux doses physiologiques et thérapeutiques. Utilisée dans l'art culinaire de plusieurs cultures, elle figure parmi les HE à l'emploi sûr [63]. En France, d'après nos connaissances actuelles, aucune toxicité aiguë ou chronique n'a été signalée chez des personnes saines utilisant la cardamome en qualité d'épice aux doses usuelles [3].

En 1974, des tests de toxicité, par VO et VC, ont donné des valeurs de dose létale médiane (DL50) sur des rats et des lapins supérieures à 5 g/kg. Chez les humains, l'HE de cardamome ne provoque pas d'irritation en patchs fermés sur une durée de 48 heures, ni de réaction de sensibilisation avec 4 % d'HE diluée dans de la vaseline. De plus, aucun d'effet phototoxique n'a été démontré [86].

Depuis, les recherches scientifiques ont montré que de nombreuses plantes utilisées comme nourriture ou en médecine traditionnelle sont potentiellement toxiques, mutagènes et cancérogènes. Les travaux d'El Malti et al. [67] ont d'abord permis de déterminer l'effet antimicrobien de la cardamome, avant d'étudier son impact toxicologique. À notre connaissance, il s'agit du premier rapport signalant sa toxicité.

Un extrait éthanolique de cardamome a été administré quotidiennement pendant 7 jours, par VO, à des souris albinos, à la dose de 0,003 et de 0,3 mg/g. Différents marqueurs ont été évalués, les lésions histologiques mesurées, et les paramètres cliniques observés. L'analyse sanguine a révélé une augmentation importante (x1,21) du taux de créatine phosphokinase (CPK) à 0,3 mg/g. L'examen au microscope a montré des modifications morphologiques avec nécrose des cellules cardiaques et une inflammation dans le cerveau. Ces résultats montrent donc que la cardamome induit une toxicité chez l'animal à la dose de 0,3 mg/g, en affectant le métabolisme énergétique et le stress oxydatif [67].

Récemment, une étude a réévalué la toxicité de la cardamome : l'extrait et l'HE ont montré une neurotoxicité significative dans le test de Rotarod à des doses de 1,5 g/kg et 0,75 ml/kg, mais aucune mortalité n'a été observée jusqu'à des doses de 2 g/kg et 0,75 ml/kg. L'étude suggère ainsi que la cardamome ne provoque pas de létalité aiguë significative chez les souris [75].

Pour conclure, l'utilisation de l'épice ne devrait pas dépasser la dose de 0,003 mg/g, car cette quantité n'a provoqué aucun effet négatif. Chez l'homme, cela correspond à une dose moyenne de 1,8 g pour un poids de 60 kg, dose que nous conseillons de ne pas dépasser par sécurité, même si à l'heure actuelle, aucune étude clinique ne confirme ces résultats.

Pour finir, il est intéressant de signaler un effet secondaire, observé en 2011, en Inde, lorsqu'une petite fille, âgée de 5 ans, a été admise dans un service de pédiatrie pour une hématurie isolée [87]. Chez l'enfant, c'est une pathologie courante nécessitant une évaluation approfondie pour en trouver l'origine. Cette patiente n'avait eu, dans les mois précédant, ni fièvre, ni infections, ni traumatismes. Elle n'avait aucun antécédent familial de calculs urinaires ou de risques hémorragiques, et ne prenait aucun traitement. Son examen clinique était normal. L'hématurie a disparu spontanément en un jour. Après interrogatoire, il s'est avéré qu'elle avait consommé de la crème glacée à la cardamome au cours du dîner avant son admission. À la lumière de nos connaissances sur le potentiel antiagrégant plaquettaire à effet dose-dépendant de la cardamome [80], on peut supposer que l'enfant avait ingéré une quantité importante de cardamome dans sa glace, provoquant ainsi l'hématurie.

Compte tenu de ces constatations, il est raisonnable de penser que la consommation excessive de cardamome représente un facteur de risque de développement de troubles hémorragiques. D'autres essais sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse, et éviter le développement de possibles effets secondaires. Néanmoins, les prescriptions d'anticoagulants et/ou d'antiagrégants plaquettaires devraient s'accompagner d'une recommandation de restriction de la consommation de cardamome [87]. Cette recommandation est particulièrement pertinente en Inde, où la consommation est quotidienne et abondante.

5 Étude pratique : les emplois de la cardamome

5.1 Dans le domaine médical

5.1.1 Médecine ayurvédique

Pratiqué depuis 5000 ans en Inde, l'Ayurvéda* est une pratique de soin reconnue par l'OMS, et ancrée dans une profonde tradition indienne. Cette science repose sur une vision globale de l'être humain.

5.1.1.1 Des origines à nos jours

En sanscrit, *Ayu** signifie "la vie" et *Veda** la "connaissance" ou "la science". L'Ayurvéda est donc "la science de la vie", et remonte aux Vedas, textes sacrés de l'Inde antique (II^e millénaire av. J.-C.). Cette approche médicale holistique est toujours pratiquée aujourd'hui, en Inde et dans le reste du monde [88].

Avec plus de 1,26 milliard d'habitants en 2016, l'Inde est le deuxième pays le plus peuplé au monde. L'espérance de vie globale à la naissance y est de 65 ans (estimation OMS, 2015). Même si durant ces dernières années, le pays a connu une forte croissance économique, une grande partie de la population vit encore sous le seuil de pauvreté, dans des conditions sanitaires précaires [89]. Il existe des discriminations liées au sexe et à la classe sociale. L'accès aux soins médicaux est difficile pour une grande majorité pauvre de la population, et beaucoup s'orientent vers des soins moins onéreux. Aujourd'hui, l'Inde redécouvre les vertus des plantes et de la médecine ayurvédique, surtout en milieu rural. Selon l'OMS, l'apport de ces médecines traditionnelles représente un véritable enjeu pour permettre l'accès aux soins de santé primaire au plus grand nombre.

Dans ce contexte, le gouvernement indien a récemment entrepris des démarches de valorisation : en 2014, le premier ministre Narendra Modi a nommé un ministre des cinq médecines Ayurvéda, Yoga*, Unani*, Siddah*, Homéopathie (AYUSH) dans le but de les promouvoir et de leur donner une reconnaissance officielle [90].

Unani et Siddah sont deux médecines traditionnelles indiennes, variantes de l'Ayurvéda. D'origine musulmane, la première est enseignée en ourdou*. La deuxième se pratique principalement au Sri Lanka, Kerala et Tamil Nadu, états du sud de l'Inde, où pousse la cardamome. Considérée comme l'un des plus anciens systèmes thérapeutiques connus dans le monde, elle est enseignée en tamoul*. Plus spirituelle, elle soigne aussi bien le corps que l'âme et l'esprit.

Toutes ces pratiques sont officiellement réglementées et enseignées dans des facultés de médecine traditionnelle aboutissant, après un cursus de 7 ans, au diplôme de Docteur en médecine ayurvédique.

En occident, l'Ayurvéda est considéré comme une forme de médecine complémentaire. Cependant, les brevets concernant les médicaments liés à cette pratique, en attente de validation scientifique, ont été contestés par des institutions officielles comme l'Union Européenne [91]. Dans ces pays, l'Ayurvéda représente plutôt une médecine de prévention et du bien-être.

5.1.1.2 Notions de base pour comprendre l'Ayurvéda

Le but de l'Ayurvéda est triple : le maintien de la santé, la guérison des maladies, et la réalisation de soi. Dans les pays occidentaux, cette vision de la médecine suscite l'intérêt d'adeptes de plus en plus nombreux. Ils recherchent là une nouvelle façon de se soigner. Ainsi, et parallèlement au renouveau d'intérêt pour l'Ayurvéda en Inde, motivé par des raisons économiques, cette médecine devient une discipline en vogue dans de nombreux pays occidentaux. Cette approche, résolument globale et plus à l'écoute, compte sans doute pour beaucoup dans ce nouvel engouement [92].

Nous souhaitons présenter maintenant quelques grands principes de l'Ayurvéda, ainsi que la place et l'usage de la cardamome dans cette médecine.

➤ Les principes fondamentaux

L'Ayurvéda est une approche de la vie où sont liés le corps et l'esprit, le spirituel et le matériel, le mode d'alimentation et la médecine. Ainsi, l'alimentation est perçue comme un régulateur de tous les aspects de la vie [88]. Dans cette optique, c'est le malade qui est soigné, non pas sa maladie. Des pratiques diverses de soin et la création de rituels quotidiens permettent au patient de se sentir responsable et autonome sur le chemin de sa santé.

➤ Les cinq éléments

Dans la culture indienne, la nature et l'environnement sont intimement liés à la santé de l'être humain. Ici, les éléments ne sont pas au nombre de quatre, comme dans la culture occidentale, mais de cinq [88]. Tout objet présent dans l'univers serait ainsi composé de cinq éléments de base, en proportions variables :

- *Akasha** est l'Espace ou Éther, soit l'équivalent du vide, de la vacuité. Il est indispensable pour l'émergence des 4 éléments suivants ;
- *Vayu** est l'Air et représente tous les processus du mouvement. C'est l'air que nous respirons, mais aussi l'ensemble des mouvements qui prennent place dans notre corps (circulation sanguine, système nerveux, système lymphatique, pensées) ;
- *Agni** est le Feu et permet de transformer les aliments, les émotions, les expériences ;
- *Apas** est l'Eau, système de soutien et principe de cohésion. Il représente tout ce qui nourrit nos structures (les fluides corporels, le liquide céphalo-rachidien, les membranes synoviales) ;
- *Prithivi** est la Terre, la densité, la matière. Les os, cartilages et tendons sont la Terre de notre corps.

➤ Le concept des *Doshas*

Dans la philosophie ayurvédique [88], ces cinq éléments se combinent pour former les trois *Doshas** (Figure 33) :

- Des éléments Air et Éther va naître le *Dosha* de l'Air : *Vata** , l'énergie cinétique ;
- Des éléments Eau et Feu va naître le *Dosha* du Feu : *Pitta** , l'énergie de transformation ;
- Des éléments Eau et Terre va naître le *Dosha* de l'Eau, *Kapha** , l'énergie de cohésion.



Figure 33 : Représentation des trois *Doshas*

Cette doctrine des trois *Doshas* est primordiale. C'est l'équilibre de ces trois énergies fondamentales qui assure la santé. Ces forces sont présentes en chacun de nous, à des degrés différents : l'un de ces *Doshas* domine et détermine la morphologie, la personnalité mentale, les forces et les faiblesses de la personne [88].

La tâche du *Vaidā** est de déterminer cette nature, qu'en médecine occidentale on qualifierait de terrain. D'après ce concept, il peut établir un profil de la constitution de naissance de la personne, représenté par la proportion de ses 3 *Doshas*.

Cette constitution de base, appelée *Prakriti**, est la carte d'identité de naissance des ressources de la personne. Avec l'âge, le temps et les conditions de vie influencées par le stress, la personne peut souvent s'éloigner de sa constitution de naissance, et la maladie peut se déclarer sur ce terrain perturbé.

Le but du traitement est d'identifier la *Prakriti* ; de déterminer l'état des lieux actuels, la *Vikriti** (Figure 34), puis, en accord avec le type ayurvédique, de mettre en place les soins médicaux appropriés pour aider le patient à revenir à ses ressources originelles.

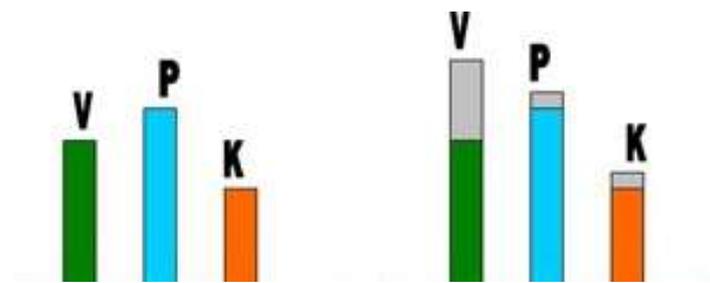


Figure 34 : Représentation des deux constitutions *Prakriti* et *Vikriti* [92]

Pour cela, le médecin procède à un interrogatoire très précis et à un examen clinique minutieux : pouls, examen de la langue, (...), des ongles (Figure 35). Chaque partie du corps parle à sa manière et témoigne des influences des différents *Doshas* au cours de sa vie. Le médecin apprend aussi au malade à s'auto-inspecter dans un rituel quotidien, afin qu'il puisse adapter ses actions en fonction de l'évolution de ses *Doshas*.

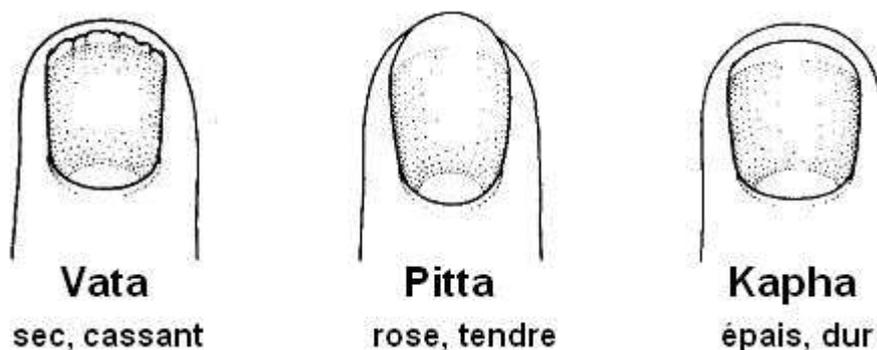


Figure 35 : Caractéristiques des ongles selon les *Doshas* [92]

➤ Le feu digestif



Figure 36 : Représentation de *Agni*, le Feu digestif [92]

Dans la tradition ayurvédique, le système digestif, appelé *Agni* ou Feu digestif (Figure 36), a un rôle majeur. Ce système est l'équivalent non seulement du tube digestif, mais il inclut aussi notre capacité à digérer les expériences du quotidien, rapportées par nos 5 sens [88].

En médecine occidentale, il représente l'ensemble du tube digestif, des glandes salivaires au rectum en passant par le microbiote intestinal.

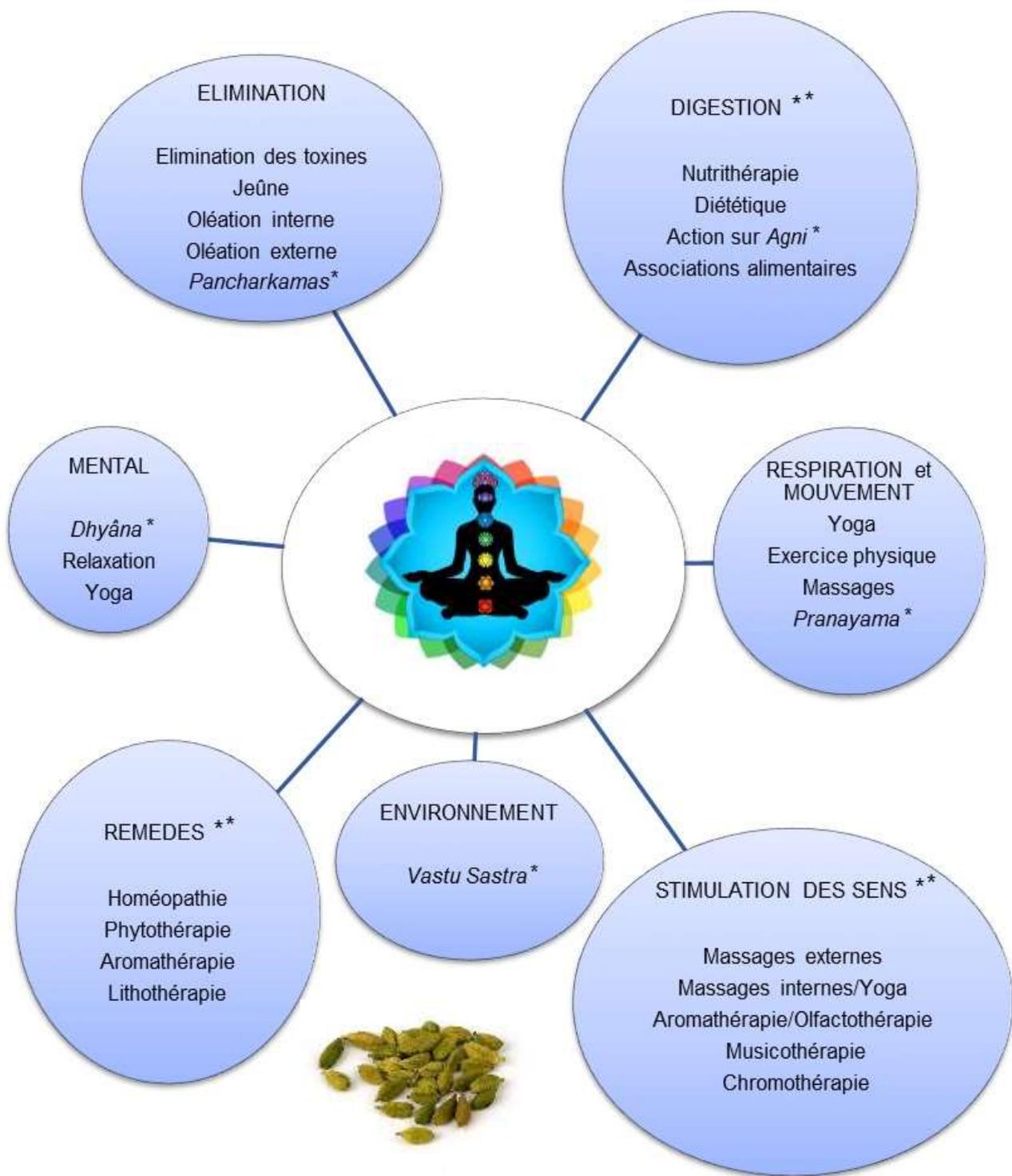
Il est intéressant de constater que les recherches scientifiques actuelles confirment que nos intestins constituent notre "deuxième cerveau" [93], ce que l'Ayurveda savait déjà depuis des millénaires.

Une des pistes thérapeutiques, autant dans une optique préventive que curative, consiste à faire l'état des lieux de ce Feu digestif, et le renforcer, si besoin, en complément d'un traitement classique [88]. En effet, les capacités d'autorégulation d'un malade ne fonctionnent pas si le Feu digestif est faible, rendant tout traitement classique inefficace. Un *Agni* puissant est le signe d'une bonne santé, et la cardamome peut sans doute y contribuer.

➤ Les traitements et remèdes

En fonction des besoins, tout un ensemble de techniques diverses et variées peuvent se mettre en place pour guider le patient vers la guérison (Figure 37).

La diététique ayurvédique reste dans une logique de prise en compte de tout le processus digestif : *Agni* doit être soutenu et avivé naturellement. La régulation des désordres alimentaires ne s'applique que si un *Dosha* est déficient. Certaines nourritures et épices sont conseillées afin de réharmoniser le ou les *Doshas* impliqués dans le déséquilibre [88]. La cardamome trouve alors une place parmi les différents traitements proposés.



** Intervention de la cardamome

Figure 37 : Les bases du traitement intégratif en Ayurvêda

5.1.1.3 Place de la cardamome dans l'Ayurvédā

Les richesses thérapeutiques des épices n'ont pas échappé à l'observation des érudits indiens. Toujours couramment utilisé, le *Rasavidya** est l'un des éléments clés des soins traditionnels préconisés par l'Ayurvédā. Cette médecine utilise ainsi les mêmes ingrédients que par le passé, et conseille de les mêler à l'alimentation [88].

Pour ce faire, on répertorie dans les matières médicales ayurvédiques 3000 plantes, dont 1000 environ sont toujours prescrites sous la forme de remèdes spécifiques, selon des modes préparatoires codifiés. Au sein de cette liste, cinq épices occupent une place de choix : les fruits du fenouil, du cumin, de la coriandre, les graines de cardamome et le gingembre frais [94]. L'Ayurvédā les recommande pour tous les troubles associés à la digestion dont les symptômes les plus courants sont les gaz, les ballonnements, l'indigestion, les aigreurs d'estomac, l'aérophagie, les douleurs abdominales, le syndrome de l'intestin irritable ou la diarrhée.

Bien que ces symptômes puissent paraître mineurs, ils sont révélateurs de déséquilibres, que l'Ayurvédā ne prend jamais à la légère. Même si peu d'enquêtes ont été menées à ce sujet, les spécialistes estiment que ces troubles touchent entre 50 et 75% de la population dans les pays occidentaux, les cas les plus graves pouvant entraîner des ulcères.

La cardamome, épice "chaude" réputée de la cuisine ayurvédique, aide à la digestion et intervient sur les trois *Doshas* [88]. Les traités ayurvédiques vantent sa capacité à rendre les aliments plus digestes et à améliorer leur goût. De plus, elle est particulièrement efficace pour atténuer la toxicité des mauvaises combinaisons nutritives, ou atténuer l'effet néfaste de la qualité de certains aliments. Ainsi, elle est utilisée pour neutraliser l'effet post digestif* des produits laitiers (crème aigre, crème glacée), des fruits (banane, mangue), des boissons (café, chocolat, alcool).

➤ Propriétés thérapeutiques

Selon Sylvie Verbois [88] :

« La cardamome apaise la sensibilité psychique et la sphère émotionnelle, vivifie la rate, stimule le cœur et l'esprit, clarifie la pensée. Tonifiante et défatigante, elle ravive la force vitale et l'intensifie. Elle réveille la sphère cérébrale et relance l'énergie de tous les organes. Elle ouvre le cœur, apporte de la clarté, éveille la joie ainsi que le sentiment d'amour, qu'elle renforce en apaisant les marées émotionnelles (...). Elle réchauffe le ventre, calme les nausées, élimine l'humidité et réchauffe tout en stimulant les zones proches du foie et des intestins. Elle réactive le feu digestif, accentue la force de l'âme et dissipe les tensions musculaires et cérébrales. Elle ramène la paix intérieure en dénouant les nouures mentales. »

Antiseptique, antispasmodique et digestive, la cardamome est conseillée en cas d'excès d'Eau et de Terre dans les sphères stomacale et pulmonaire, avec sensation de lourdeur et présence de glaires. Stimulante, c'est un excellent traitement anti-fermentation qui facilite la digestion gastrique et apaise les douleurs rénales.

Elle est aussi efficace en soins dermatologiques. Dans l'un des traités décrivant les remèdes, il faut procéder selon ce protocole :

« D'abord oindre le corps d'huile vierge avant de l'enduire de la poudre de graines de cardamome associée à d'autres épices et délayée avec du petit-lait ; ensuite le corps est frotté "dans le sens du poil", c'est-à-dire de l'épaule jusqu'à la cheville puis de l'épaule jusqu'à la main, puis on laisse sécher quelques instants avant d'ôter la poudre par frottements à "rebrousse-poil". »

➤ Principales indications

La cardamome est préconisée plus particulièrement dans les cas suivants [88] :

- Prurit, eczéma, leucodermie, furoncles ;
- Dans l'anorexie, en cas de perte de goût avec nausées ;
- En cas de vomissements ;
- Fatigue avec épuisement mental ;
- Faiblesse générale avec nausées et vomissements ;
- Troubles digestifs avec ballonnements ou coliques abdominales ;
- Maux de tête.

Avec la cannelle et le malobathre*, elle entre dans la composition du *Trijata**, principalement utilisé en rhumatologie ayurvédique, où l'on frictionne le patient de poudres astringentes.

➤ Mode d'utilisation et posologie

En règle générale, on utilise les capsules entières séchées et fendues, ou les graines, entières ou en poudre, ou même les rhizomes broyés ; soit en usage interne (UI) sous forme d'une infusion, d'une décoction légère ou d'une décoction de lait* ; soit en usage externe (UE) en association avec une huile de massage sur les zones sensibles [88].

Les infusions et les décoctions se font avec la poudre des graines. Le *churna** ou broyat peut être mélangé avec du beurre clarifié, de l'huile, du miel, du sucre non raffiné, du lait ou de l'eau. La préparation extemporanée, qui agit très rapidement, est plutôt utilisée dans les cas aigus.

La décoction de lait sert à raviver l'énergie. Les graines entières sont mises à cuire directement dans du lait frais entier. Nourriture privilégiée de l'âme, celui-ci n'est pas considéré comme toxique et, très utilisé en thérapeutique, permet d'intensifier l'action des plantes. Ses propriétés sont adoucissantes, apaisantes, sédatives et rafraîchissantes. C'est l'antidote de certains toxiques quand il est associé à des plantes de nature chaude et/ou piquante comme la cardamome.

Les principales qualités ayurvédiques de la cardamome et son usage selon la phytothérapie indienne sont détaillés dans le tableau XVI.

Tableau XVI : Qualités ayurvédiques de la cardamome [88]

Partie utilisée	Capsules séchées / Graines / Racines		
Lieu d'action	Poumon / Rate / Pancréas / Estomac / Rein / Gros intestin		
Principes actifs	Huile essentielle		
Énergie	Chauffante, tiède		
<i>Rasa</i> * (saveur)	Piquante, douce	<i>(Madhura rasa*)</i>	
<i>Dosha</i>	(1) <i>Vata, Kapha</i>	(2) <i>Vata/Kapha -</i>	<i>Pitta +</i>

(1) *Doshas* directement concernés par l'action de la plante

(2) Action énergétique touchant plus particulièrement un ou une combinaison de deux *Doshas* : soit l'action l'augmentera (+), soit elle l'apaisera, soit elle le diminuera (-)

5.1.2 Médecine occidentale

Nous retrouvons la cardamome dans les trois grandes approches que sont l'homéopathie, la phytothérapie et l'aromathérapie. Ces trois types de médecine se complètent : l'aromathérapie (thérapie par les HE de plantes) fait partie du terme plus générique de phytothérapie (thérapie par les plantes). D'ailleurs, on rencontre souvent le terme de phyto-aromathérapie, qui positionne nettement ces deux médecines comme inséparables.

L'Ayurvéda, étudié précédemment, intègre ces trois approches dans ses protocoles de soins.

5.1.2.1 Homéopathie

La cardamome peut être utilisée en homéopathie, suivant le principe des dilutions hahnemanniennes (CH) établi par le docteur Hahnemann à partir du XIX^e siècle, ainsi que des dilutions korsakoviennes (K). On la retrouve ainsi dans les rayons de pharmacie conditionnée en tube granule et dose globule (médicaments non remboursables par la Sécurité sociale).

Classiquement, les granules de basse dilution (4/5 CH) et de moyenne dilution (7/9 CH) permettent de soigner les pathologies aiguës à une posologie initiale de cinq granules au moins toutes les heures (selon les symptômes). En fonction de l'amélioration obtenue, les prises de granules peuvent s'espacer [95].

En cas de chronicité, des dilutions plus hautes (à partir de 15 CH), à raison de cinq granules deux fois par jour, permettent de traiter le terrain. Des dilutions très élevées (30 CH), administrées à raison d'une dose par semaine, voire une dose par mois, permettent d'agir sur l'aspect émotionnel [95].

5.1.2.2 Phytothérapie

On trouve également la cardamome sous forme de teinture mère (TM). Les TM de plantes sont en général des solutions alcooliques de plantes à 10 %, et conviennent parfaitement pour diluer quelques gouttes d'HE. Ainsi, elles ajoutent leurs propriétés spécifiques à celles des HE [60].

Pour réguler les troubles digestifs, la dose conseillée de TM est de 1 à 2 g par jour, soit 5 à 10 gouttes, diluées dans un peu d'eau, 3 fois par jour.

Connu depuis très longtemps, l'élixir du Suédois est formulé d'après une recette ancienne, remaniée de nombreuses fois. Cet "élixir de longue vie" est composé d'une soixantaine de plantes, dont la Thériaque de Venise qui, comme nous l'avons vu, contenait à l'origine des graines de cardamome [17].

Après Galien, le médecin suédois Jonathan Samst a modifié sa composition au XVIII^e siècle en l'adaptant aux maux de son siècle. La recette actuelle lui doit son nom. Oublié par la suite, l'Élixir du Suédois fut redécouvert et remis au goût du jour au XX^e siècle par Maria Treben, phytothérapeute autrichienne [17].

L'Élixir du Suédois, et ses nombreuses déclinaisons, renforce les défenses naturelles, favorise la digestion, détoxifie et tonifie l'organisme. Différents laboratoires le commercialisent tout prêt, ou en kit à réaliser soi-même [96].



Figure 38 : Élixir du Suédois® (St Benoît, Dr Theiss) et Herbes du Suédois® (Herbalgem)

Afin d'atténuer la mauvaise haleine et de faciliter la digestion, il est recommandé de croquer quelques graines de cardamome après le repas, la mastication des grains dégageant en bouche une saveur persistante [3].

Comme en Inde, on peut également réaliser des infusions ou des décoctions avec les capsules séchées ou les graines.

5.1.2.3 Aromathérapie

➤ Propriétés et indications de l'HE

Nombreux sont les ouvrages [11,97–99] et les sites Internet qui traitent de l'aromathérapie et du bon usage des HE. Ils transmettent toutes sortes d'informations, parfois erronées, et confèrent à l'HE de cardamome de nombreuses propriétés et pouvoirs parfois fantaisistes.

Nous avons donc tenté, parmi toutes ces allégations, de faire le tri dans un tableau récapitulatif, en retenant les trois actions principales de l'HE sur la digestion, la respiration et le tonus, avec pour chacune de ces catégories les indications possibles.

Tableau XVII : Propriétés et indications de l'huile essentielle de cardamome [11,96]

ACTIONS DE L'HE SUR	PROPRIÉTÉS DE L'HE	INDICATIONS DE L'HE
DIGESTION	Antispasmodique Carminative Digestive Stomachique	Aérophagie Ballonnements Colite spasmodique Diarrhées Dyspepsie Facilite le transit Halitose Nausées
RESPIRATION	Antibactérienne Anti-infectieuse Expectorante	Bronchite Grippe Rhume Sinusite Toux
TONUS	Échauffante Réconfortante Stimulante Tonifiante	Fatigue Somnolence

➤ Modes d'utilisation de l'HE et précautions d'emploi

À l'instar du tableau précédent, nous avons repris les trois propriétés majeures de l'HE pour en expliquer les modes d'utilisation les plus appropriés.

L'HE de cardamome peut être utilisée :

- Par voie orale (VO) : voie orale classique ou sublinguale ;
- Par voie cutanée (VC) : en massage ou en bain ;
- Par voie respiratoire (VR) : en diffusion dans l'atmosphère, en inhalations humides ou sèches.

Une HE ne se mélange pas à l'eau. Il faut donc toujours utiliser un dispersant adéquat en quantité quatre fois supérieure à la quantité d'HE à émulsionner.

- En cas d'affection pulmonaire

Verser une huile végétale neutre dans le creux de la main, puis incorporer cinq à dix gouttes d'HE et se masser le dos et le thorax. Il est aussi possible d'ouvrir le flacon et d'inspirer profondément trois ou quatre fois son parfum doux, chaud et épicé. En diffusion, elle purifie et assainit l'air, luttant contre les infections respiratoires [96].

- En cas d'aérophagie, de ballonnements, de spasmes ou de digestion difficile

Verser une huile végétale neutre dans le creux de la main, puis incorporer cinq à dix gouttes d'HE et se masser le ventre dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On peut aussi en diluer deux gouttes dans une cuillère à café de miel ou de sirop d'érable, ou dans une huile végétale neutre, ou même un comprimé neutre, à avaler de préférence après le repas, ou mélangé à une tisane [96].

- Elle peut être utilisée comme huile de bain tonifiante

Diluer 15 à 20 gouttes d'HE pure dans une base dispersante ou une huile végétale et ajouter à l'eau du bain [96].

- En bain de bouche

Elle est très efficace pour conserver une haleine fraîche et agréable : incorporer une à deux gouttes dans du miel puis diluer le tout dans de l'eau tiède ou une goutte directement sur la langue [99].

Il n'y a pas de contre-indication aux doses physiologiques et thérapeutiques [66]. Cependant, par mesure de précaution, il faut veiller à ne pas utiliser l'HE chez la femme enceinte ou allaitante ; chez les enfants de moins de trois ans ; les personnes allergiques ou ayant la peau sensible.

➤ Spécialités pharmaceutiques à base d'HE de cardamome

L'HE de cardamome entre dans la composition des spécialités pharmaceutiques suivantes :



Figure 39 : Huile de massage pour le ventre®, Puressentiel

L'huile de Massage pour le ventre® Puressentiel est composée de quinze HE aux propriétés toniques, carminatives, antispasmodiques et stimulantes de l'appareil digestif. Elle est indiquée pour améliorer le confort digestif en cas de ballonnements ou de spasmes [100].



Figure 40 : Huile de massage bébé®, Weleda

Actuellement, les massages des bébés sont recommandés et appréciés des mamans. Par le toucher ils facilitent le lien mère enfant et enrichissent leur relation.

Le laboratoire Weleda commercialise une Huile de massage pour le ventre de bébé®. À base d'huile d'amande douce, elle conjugue les effets de la marjolaine, de la camomille et de la cardamome, trois plantes traditionnellement utilisées pour favoriser la digestion. Elle est spécialement conçue pour le réconfort et le soulagement des nourrissons lors de la digestion [101].



Figure 41 : Dida®, Équilibre de la flore intestinale, New Nordic

Commercialisé en officine par le laboratoire New Nordic, Dida® est conseillé en cas de troubles digestifs. Une synergie de trois HE (cannelle, fenouil, menthe poivrée) ainsi que des extraits de plantes (cardamome, origan, thym) permettent de rétablir l'équilibre de la flore intestinale. La cardamome intégrée à la formule évite plus particulièrement les ballonnements et les douleurs [102].

Le laboratoire Pranarôm s'est forgé une place de leader dans le domaine de l'aromathérapie. C'est aujourd'hui une référence sérieuse en matière d'HE chémotypée. Il commercialise actuellement une HE et une spécialité, Digestarom®. Leurs propriétés sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau XVIII : Spécialités pharmaceutiques du laboratoire Pranarôm [103]

SPÉCIALITÉS	<p>Digestarom®</p> 	<p>L'huile essentielle®</p> 
PRÉSENTATION	30 capsules complexes	Flacon 5 ml
PROPRIÉTÉS	Digestion	<p>Digestion Respiration</p> <p>Purifiant Tonifiant</p> <p>Aromatisant</p>
VOIE D'ADMINISTRATION	VO	VO VC VR
COMPOSITION	<p>Aux HE 100% biologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Citron - Menthe poivrée - Cardamome - Carvi <p>+ Huile végétale de colza et gélatine marine</p>	<p>HE 100% pure et naturelle</p> <p>Label HECT</p> <p>Origine : Guatemala</p>
POSOLOGIE	<p>1 à 3 par jour</p> <p>Après les repas</p> <p>Pendant 5 à 7 jours</p>	<p>VO : 1 à 2 gouttes après les repas (sur un support)</p> <p>VC : 5 à 10 gouttes avec une huile de massage</p> <p>2 à 3 fois / jour</p>

➤ Préparations à base d'HE de cardamome, réalisées à l'officine

Le pharmacien pourra conseiller et réaliser des préparations contenant de l'HE de cardamome, adaptées à diverses pathologies. Nous en présentons ici quelques exemples.

- Dans le cas de colites spasmodiques [63]

Gouttes buvables (flacon de 5 ml)
HE <i>Chamæmelum nobile</i>1 ml
HE <i>Mentha x piperita</i>2 ml
HE <i>Elettaria cardamomum</i>2 ml
<u>Conseil</u> : 2 gouttes de la synergie après les principaux repas.

Voie transcutanée (flacon de 15 ml)
HE <i>Citrus aurantium</i> (fe).....1 ml
HE <i>Elettaria cardamomum</i>2 ml
HE <i>Lavandula angustifolia</i>1 ml
HE <i>Foeniculum vulgare</i>0, 5 ml
HE <i>Chamæmelum nobile</i>0, 5 ml
HV Noisette Qsp 15 ml
<u>Conseil</u> : 10 gouttes sur le bas ventre à répéter selon les besoins.

- Dans le cas de digestion difficile [63,99]

Gouttes buvables (flacon de 5 ml)
HE Genévrier1 ml
HE Coriandre1 ml
HE Menthe1 ml
HE Mandarine1 ml
HE Cardamome1 ml
<u>Conseil</u> : prendre une goutte de ce mélange sur un comprimé neutre à chaque repas.

Voie transcutanée (flacon de 15 ml)
HE <i>Elettaria cardamomum</i>1 ml
HE <i>Laurus nobilis</i>1 ml
HE <i>Artemisia dranunculus</i>1 ml
HE <i>Mentha x piperita</i>1 ml
HV NoisetteQsp 15 ml
<u>Conseil</u> : 6 à 8 gouttes sur l'abdomen à répéter selon les besoins.

5.1.3 Olfactothérapie

Nous savons maintenant que les HE peuvent pénétrer dans l'organisme par plusieurs voies d'administration : VO, VC, VR, ainsi que par les muqueuses rectales et vaginales. Bien qu'encore peu utilisée avec l'HE de cardamome, l'olfaction est une voie intéressante, qui mérite d'être étudiée.

Toutes les molécules aromatiques d'une HE sont captées par des milliers de chémorécepteurs au niveau de l'épithélium olfactif, puis transmises au centre de l'olfaction, au cœur du cerveau limbique. Là, chaque odeur perçue est comparée avec le vécu olfactif personnel du patient et, en fonction de cette mémoire, l'odeur est interprétée comme plaisante ou déplaisante, attirante ou repoussante [104].

L'olfaction est le seul de nos sens qui évite le passage par le néocortex : les actifs volatiles entrent en premier dans le cerveau limbique et provoquent une réaction indépendante de la volonté, ce qui pourrait permettre des modifications de comportement face à des addictions diverses. L'HE de cardamome, avec son parfum si puissant, pourrait trouver une place dans cette thérapeutique.

Le laboratoire Herbes et Traditions a élaboré, selon les principes de l'Ayurvéda, une gamme de Quantiques olfactifs®. Ce sont des synergies d'HE à respirer pour tenter d'agir directement sur les humeurs, le comportement, le tonus intellectuel et l'équilibre émotionnel. Le quantique "Décision" contient des HE de cardamome, d'épinette noire, de laurier noble et de gingembre. Il pacifie *Kapha/Vata* et se respire une à trois fois par jour pendant trois à cinq minutes selon les besoins. Pour les personnes indécises, il peut les aider à faire face, à décider, choisir et agir [105].



Figure 42 : Quantique olfactif®, H & T

5.2 Dans le domaine non médical, alimentaire

En France, la cardamome est une épice peu utilisée en cuisine. Par contre, elle est souvent employée dans le monde entier dans des recettes variées et se retrouve parfois dans des boissons comme le café et le thé.

5.2.1 Usages culinaires, les plats

Depuis des millénaires, cette épice, appréciée des gastronomes, parfume nombre de plats asiatiques et africains, aussi bien salés que sucrés. Il suffit d'ouvrir un livre de recettes de cuisine indienne [106] pour se rendre compte que, dans ce pays, si le poivre est "roi", la cardamome porte bien son titre de "reine des épices" !

Son usage est multiple. Les jeunes pousses peuvent être consommées crues, cuites à la vapeur ou rôties. Les feuilles sont utilisées pour envelopper et cuire des aliments en papillote ou, comme en Thaïlande, pour aromatiser des plats d'origine indienne.

La cardamome est généralement vendue sous forme de capsules sèches, de graines, ou de poudre. Pour ouvrir facilement les capsules et récupérer les graines, il suffit de les faire griller à sec à feu vif dans une poêle pendant une ou deux minutes : les capsules s'ouvrent alors d'elles-mêmes. On pile ensuite les graines au mortier afin de bénéficier au maximum de leur arôme. On peut aussi les faire revenir à feu doux dans de l'huile ou du *ghee* *[107].

L'épice a une saveur chaude, mais n'est pas très piquante. Son parfum est plutôt intense et il n'en faut que très peu pour parfumer un plat : une à deux gouttes d'HE, quelques graines écrasées, ou une pincée de poudre sont les doses généralement recommandées dans les recettes [96].

Elle est omniprésente dans la cuisine indienne. Le *masala* * ou *massala* * est un mélange d'épices et les *masalchi* * l'incorporent dans de nombreux plats à base de riz tels les currys ou biryanis. Le mélange *garam masala* est un savant mélange de cardamome, clous de girofle, cumin, curcuma et noix de muscade. En version sucrée, le *kheer* * fait l'unanimité pour conclure un repas : ce gâteau de riz à la cardamome et au safran s'agrément de fruits secs (amandes, pistaches, noix de cajou). Le *kulfi* * et les *lassis* * s'aromatisent aussi à la cardamome [106].

En Éthiopie ainsi qu'en Afrique du Nord, l'épice entre dans la composition du ras-el-hanout. Dans les pays occidentaux, elle est plutôt utilisée pour des usages bien spécifiques, notamment en pâtisserie pour les fêtes. Les Vikings l'ont ramenée au X^e siècle en Scandinavie et depuis, on la retrouve dans le pain d'épices, les viennoiseries, les sablés de Noël, les compotes et les confitures. En version salée, elle relève le hareng et se glisse dans les marinades et les charcuteries [107].

5.2.2 Usages culinaires, les boissons

La cardamome est très appréciée en décoction dans certaines boissons comme le thé indien, le café turc, les tisanes, et les liqueurs. Elle donne un coup de fouet en cas de somnolence, surtout après un repas copieux.

5.2.2.1 Le thé indien et le café turc

La cardamome entre dans la composition du thé indien, le fameux *chai*^{*}, thé noir mélangé dans une casserole avec le *masala* et du lait bouillant. On parle d'ailleurs de *masala chai*^{*}[108].

Chai, en langue hindi, est le terme employé dans le sous-continent indien pour désigner le thé. Ce mot trouve son origine dans le persan (*chay*), lui-même venant du mandarin (*chá*). On peut retrouver mention de cette boisson aux épices dans les anciens textes ayurvédiques.

Il n'y a pas de recette fixe [109]. La composition dépend des régions et de la recette secrète du *Chaiwallah*^{*}. Le *chai* est souvent servi sucré, voire très sucré. Le mélange d'épices peut contenir du gingembre, de la cannelle, de la cardamome, de l'anis étoilé, du fenouil, du poivre, des clous de girofle, de la coriandre, de la muscade, du cumin. Quelquefois s'y glissent des saveurs locales comme des éclats d'amande, du safran et des pétales de rose. Le thé est souvent un thé noir (Assam), afin que les épices et le sucre n'en altèrent pas trop le goût. Au Cachemire, on utilise également du thé vert *gunpowder*. La préparation diffère selon les influences : certains suivent la méthode sri-lankaise, dans laquelle le lait est tout d'abord bouilli séparément puis mélangé au thé épicé dans un shaker, juste avant d'être servi.



Figure 43 : Préparation du *chai*, Kerala

La méthode indienne orthodoxe réalise une décoction en faisant bouillir longuement les feuilles de thé, le sucre et les épices dans le lait, parfois mélangé avec de l'eau. Les résidus sont filtrés puis, au moment du service, le *chai* est vidé de la casserole à la verseuse en un long jet, pour refroidir mais également oxyder le breuvage.

Dans le monde arabe, le *gahwa*, café à la cardamome, est une tradition réputée. Les graines de cardamome fraîchement concassées sont mises à bouillir dans la cafetière avec le café. La cardamome neutralise les effets stimulants de la caféine. Ainsi, le café stimule le processus de digestion sans trop perturber le système nerveux.

5.2.2.2 Les tisanes et autres boissons

On peut préparer les tisanes à la cardamome en décoction pendant deux minutes, à raison de quatre ou cinq graines par tasse, une tasse après le repas. Une à deux gouttes d'HE préalablement diluées dans une cuillère à café de miel ou de lait suffisent pour parfumer une infusion [96].

On la retrouve également dans la composition de nombreuses infusions "plaisir" aux mélanges variés et parfumés telles que les sachets de "Café vert à la cardamome" d'Aromandise® qui contiennent 8 % de graines de cardamome, ou l'infusion "Digestion Yogi Tea, ayurvédique douce et apaisante" qui diminue *Vata*, est neutre sur *Pitta* et *Kapha* et contient 17 % de graines de cardamome [96].



Figure 44 : Infusions "plaisir" à base de cardamome

Le Thums Up® est une boisson gazeuse au cola vendue en Inde. Ce soda local est leader sur le marché car plus accessible financièrement, et plus adapté au goût des consommateurs. Il se distingue de son célèbre concurrent américain par un léger parfum de cardamome. Après une analyse chromatographique de la boisson, une thèse de Doctorat en pharmacie a suggéré que les graines de cardamome pourraient bien être l'un des ingrédients du Coca-Cola®, dont la formule d'origine demeure toujours secrète [110].

Comme nous l'avons déjà vu, au Moyen Âge, la cardamome entrain dans la composition de l'hypocras, vin enrichi d'épices, servi en apéritif, et toujours commercialisé de nos jours [15]. En 1989, une brasserie alsacienne a créé la "bière amoureuse" aromatisée avec du gingembre, de la cardamome et du myrte. Elle n'est plus produite actuellement [8]. L'HE sert également à aromatiser différentes boissons alcoolisées telles que l'aquavit, le whisky, l'hydromel, le gin, et certains bitters [3].

5.3 Dans d'autres domaines

5.3.1 Les masticatoires

Dans beaucoup de régions d'Asie, la cardamome constitue un ingrédient des masticatoires. Ces substances sont mâchées lentement, sans les avaler, pour activer la sécrétion de salive et parfumer la bouche. Consommées à la fois comme stimulant et digestif, elles sont particulièrement populaires dans ces pays.

5.3.1.1 Le *Pan masala*

Pour soigner ses convives, la tradition indienne veut que l'on offre en fin de repas une coupelle de *Pan Masala* *. C'est un mélange de graines à mâcher dans lequel on trouve du fenouil, parfois du cumin, de la cardamome ou de la coriandre, ainsi que des grains de sucre aromatisés à l'anis et à la menthe. Cette pratique, qui consiste à mastiquer des épices digestives en fin de repas, est courante en Inde [111].



Figure 45 : *Pan masala*, mixture digestive proposée dans les restaurants indiens

5.3.1.2 Le bétel et le Paan

Treize siècles avant J.-C., les Hindous mâchaient déjà le bétel. De nombreux pays asiatiques sont encore attachés à cette pratique, et ce malgré le risque important, démontré aujourd'hui, de lésions graves au niveau de la cavité bucco-dentaire et des bronches [112].

La chique de bétel est préparée à partir de trois ingrédients :

- Les feuilles d'une plante tropicale (*Piper betle*), qui apportent des tanins et des essences ;
- L'amande de noix d'arec (*Areca catechu*) concassée ou râpée, l'arec étant une variété de palmier ;
- La chaux éteinte, provenant de corail, d'huîtres ou de moules, et qui permet l'expression des alcaloïdes de la noix d'arec (arécoline) en agissant comme un catalyseur.

Les deux derniers ingrédients sont enroulés dans la feuille fraîche du bétel, selon un pliage précis. L'ensemble est tenu par un clou de girofle. La chique, de la taille d'une bouchée, ne se croque pas et se mâche longuement entre la joue et les molaires. L'hyper salivation provoquée est à l'origine des crachats qui teintent les trottoirs en rouge.



Figure 46 : Feuilles de bétel sur un marché en Inde

À l'heure actuelle, le bétel joue un rôle social et rituel important : pas une fête sans bétel ! La consommation est de nos jours en recrudescence chez les femmes et les jeunes dans certains pays comme l'Inde et la Thaïlande.

La composition chimique des chiques varie selon les pays. On peut y rajouter tabac, camphre, menthol, muscade, (...), girofle, sucre candi, sirop de pétales de rose. La version indienne contient de la cardamome et prend le nom de *Paan**. Le *paanwalla** la fabrique sur commande. C'est l'un des stimulants les moins chers du marché [111].

Cette pratique masticatoire aurait plusieurs vertus, comme couper la faim, la soif, et la fatigue. Elle fait toujours partie de la culture populaire, notamment dans les cérémonies religieuses. En médecine ayurvédique, les feuilles de *Piper betle* sont utilisées comme aphrodisiaque. D'ailleurs, mâcher du bétel est mentionné dans le Kama Sutra [8].

Cependant, depuis plus d'un siècle, la noix d'arec a été identifiée comme la cause de cancers buccaux. Des études épidémiologiques ont montré que la chique de bétel est en effet à l'origine de lésions précancéreuses buccales pouvant dégénérer dans 2 à 12 % des cas [112].

Plus récemment, des expérimentations animales ont évalué et confirmé sa toxicité sur les poumons. Deux chercheurs indiens ont étudié l'effet de la cardamome sur les dégâts provoqués par le *Paan* chez la souris [113]. Ils ont observé au microscope des changements profonds dans le tissu pulmonaire : le poumon du groupe traité [*Paan*] présente un adénocarcinome, un œdème et une inflammation avec une activité accrue de trois enzymes, alors que le groupe [*Paan* + cardamome] présente des effets délétères moindres, avec une activité enzymatique diminuée de façon significative. Ceci suggère donc que la cardamome permet d'atténuer les effets toxiques du *Paan*. Cette protection est effective quand elle est administrée seule ou associée au *Paan*.

En conclusion, la consommation de la chique de bétel est l'une des principales causes de cancers buccaux en Asie. Étant donné l'ancrage de cette coutume et les enjeux économiques, la prévention sanitaire reste difficile [112]. Au vu des résultats de l'étude précédente, la cardamome pourrait intervenir à ce niveau.

5.3.2 Parfumerie et cosmétiques

L'odeur de la cardamome est puissante et riche : ce n'est donc pas un hasard si elle entre dans la composition des parfums, et ce depuis le Métopion, parfum antique décrit par Pline, sans oublier l'encens des Égyptiens, le Kyphi. Aujourd'hui encore, elle reste un ingrédient très prisé dans de nombreux parfums, où elle apporte sa senteur épicée si particulière.

5.3.2.1 Parfums anciens

Du temps de l'Égypte ptolémaïque, Cléopâtre utilisait déjà la cardamome pour ses pouvoirs aphrodisiaques. Elle a d'ailleurs élaboré la première véritable eau de toilette, nommée "*kyphi*", préparation aromatique contenant différentes substances, qui devint par la suite un encens sacré pour les Égyptiens [11].

Sa composition a été partiellement reconstituée à partir de papyrus et d'inscriptions découvertes dans les pyramides. On y retrouvait entre autres de la myrrhe, de la cardamome, du mastic, de la cannelle, de la rose de Damas, du genévrier, de l'oliban, et du bois de santal. Ces substances étaient broyées au mortier puis pétries avec du miel. La masse obtenue était séchée puis brûlée répandant ainsi un doux parfum. À son sujet, Plutarque a écrit : « *Le kyphi a le pouvoir de conduire vers le sommeil, d'éclairer les rêves, d'apaiser les tensions de l'anxiété quotidienne en amenant calme et quiétude à tous ceux qui le respirent* » [114].

5.3.2.2 Parfums modernes

L'HE est employée comme ingrédient dans l'industrie de la parfumerie : camphrée, zestée, aromatique, résineuse, elle s'accorde bien dans les eaux fraîches, les parfums masculins à note conifère, les chypres, et convient également dans une note thé [114].



Figure 47 : Parfum Wanted®, Azzaro

C'est au cœur des volcans du Guatemala que Fabrice Pellegrin, nez, a déniché cette « *pépite verte au parfum sucré, épicé, frais et citronné* » qui entre dans la composition de Wanted®, le nouveau parfum masculin d'Azzaro [115].



Figure 48 : Parfum Alien®, Thierry Mugler

De nombreuses autres marques ont incorporé cette fragrance dans leurs parfums, comme par exemple : Alien® de Thierry Mugler, Bulgari pour Homme®, Déclaration d'un soir de Cartier® [116].

5.3.2.3 Parfums d'ambiance

La place de l'encens est autant à la maison que dans les lieux de culte. La liste des ingrédients est infinie : résines, huiles végétales et nombreux aromates dont les graines de cardamome. En Inde, il se présente souvent sous forme de fins bâtonnets qui se consomment rapidement au cours des rites religieux [8].



Figure 49 : Bougie parfumée Mimosa & Cardamom® Jo Malone

Pour assainir et purifier l'air ambiant de la maison, on peut utiliser l'HE en diffusion, dans un diffuseur électrique, à raison de 10 gouttes à diffuser pendant 30 min à 1 h dans la pièce [96]. Pour parfumer l'intérieur de la maison, il existe aussi des sprays ou des bougies diffusant un doux parfum de cardamome [117].

5.3.2.4 Cosmétiques

La cardamome trouve quelques applications dans le secteur de la cosmétologie où elle est utilisée dans des compositions parfumantes, et non pas pour ses propriétés biologiques au niveau de la peau.



On la retrouve dans la formule de nombreux soins cosmétiques pour le visage ou le corps comme, par exemple, la Crème visage aux sept épices®, La Sultane de Saba [118].

Figure 50 : Crème visage aux 7 épices® La Sultane de Saba



Avec une gamme complète « Mimosa & Cardamom », Jo Malone a rassemblé ses deux univers. Elle comprend une eau de Cologne, un gel moussant, une crème pour le corps et une bougie parfumée. La note olfactive de tête est due à la cardamome : *L'effluve miellée du mimosa flotte sur la cardamome fraîchement concassée* [117].

Figure 51 : Crème pour le corps Mimosa & Cardamom® Jo Malone

5.3.3 Ornement



Grâce à ses grandes feuilles décoratives toujours vertes, cette magnifique plante ornementale peut être cultivée en appartement, même si elle fructifie rarement. Sous nos latitudes, elle se développera plutôt en serre ou véranda [26].

Figure 52 : Feuilles ornementales de cardamome

CONCLUSION

À l'heure actuelle, l'utilisation médicale de la cardamome, aussi ancienne que l'épice elle-même, est plus ou moins tombée dans l'oubli et demeure encore trop peu connue du grand public et des pharmaciens.

Les recherches pharmacologiques actuelles, le développement de médecines complémentaires comme l'Ayurvéda et l'aromathérapie, pourraient redonner une nouvelle impulsion à son emploi. En effet, ces thérapeutiques bénéficient d'un regain de faveur auprès des patients, des nutritionnistes et des médecins des pays occidentaux où elles suscitent un intérêt grandissant.

De plus, elle ne nous a pas encore livré tous ses secrets : les nombreuses études menées à son sujet ouvrent de nouvelles pistes thérapeutiques dans la lutte contre les maladies du XXI^e siècle que sont le stress, l'hypertension artérielle, l'infarctus du myocarde et le cancer.

Les premières découvertes sont très encourageantes et à confirmer par de nouveaux travaux de recherche. Les investigations scientifiques doivent se poursuivre dans les années à venir pour que le remède ancestral indien devienne, un jour, un traitement moderne délivré dans nos officines.

RÉFÉRENCES

1. Devendeville C. Les Zingibéracées : description et utilisations des principales épices de la famille [thèse]. Lille : Université du droit et de la santé ; 2009. 110p.
2. Leclerc H. Les épices. Paris : Masson ; 1929. 134 p.
3. Teuscher E, Anton R. Plantes aromatiques Épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris : Tec & Doc ; 2005. 522 p.
4. CNRS & Université de Lorraine. TLFi : Trésor de la Langue Française informatisé [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <http://www.atilf.fr/tlfi>
5. Govaerts R. World Checklist of Selected Plant Families [en ligne]. [consulté le 7.02.2017]. Disponible sur : <http://apps.kew.org/wcsp/qsearch.do>
6. Wikipédia. Hippocrate [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hippocrate>
7. Wikipédia. Théophraste [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9ophraste>
8. Boullard B. La nature des arômes et des parfums : chefs d'œuvre du monde vivant. Paris : Estem ; 1995. 223 p.
9. Wikipédia. Dioscoride [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Dioscoride>
10. Wikipédia. Claude Galien [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Claude_Galien
11. Moro-Buronzo A, Schnebelen JC. Grand guide des huiles essentielles. Paris : Hachette Santé ; 2013. 251 p.
12. Wikipédia. Marcus Gavius Apicius [en ligne]. [consulté le 9.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Marcus_Gavius_Apicius
13. Wikipédia. Pline l'Ancien [en ligne]. [consulté le 9.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Pline_l%27Ancien
14. Pline l'Ancien. Histoire naturelle : livre XII [en ligne]. [consulté le 30.01.2017]. Disponible sur : <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/plineancien/livre12.htm>
15. Bilimoff M. Les remèdes du Moyen Âge. Rennes : Ouest France ; 2011. 127 p.
16. Ausécache M. Des aliments et des médicaments. Les plantes dans la médecine médiévale. Cah Rech Médiév Humanistes J Mediev Humanist Stud. 2006;(13 spécial) : 249-58.
17. Pierre M, Lis M. Secrets des plantes. Chamalières : Artémis ; 2011. 463 p.
18. Pichetto B, Schoenzettze E. Petite cardamome – Toildepices [en ligne]. [consulté le 23.12.2016]. Disponible sur : http://www.toildepices.com/wiki/index.php?title=Petite_cardamome
19. Wikipédia. Vasco de Gama [en ligne]. [consulté le 22.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Vasco_de_Gama
20. Lemoine É. Les épices de santé. Paris : Molière ; 2002. 132 p.
21. Wikipédia. Garcia de Orta [en ligne]. [consulté le 22.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Garcia_de_Orta
22. Wikipédia. Tabernaemontana [en ligne]. [consulté le 22.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tabernaemontana>
23. Wikipédia. Thériaque [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9riaque>

24. Wikimedia Commons [en ligne]. [consulté le 9.05.2017]. Disponible sur : <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>
25. Wikipédia. Désiré Georges Jean Marie Bois [en ligne]. [consulté le 15.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9sir%C3%A9_Georges_Jean_Marie_Bois
26. Ooreka. Cardamome : planter et cultiver [en ligne]. [consulté le 2.01.2017]. Disponible sur : <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/1455/cardamome>
27. Wikipédia. Henri Leclerc [en ligne]. [consulté le 23.12.2016]. Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Leclerc_\(m%C3%A9decin\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Leclerc_(m%C3%A9decin))
28. Wikipédia. Edmond Roudnitska [en ligne]. [consulté le 21.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Edmond_Roudnitska
29. Roudnitska E. Le parfum. Paris : Presses Universitaires de France ; 1990. 126 p.
30. Wikipédia. Aromathérapie [en ligne]. [consulté le 28.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Aromath%C3%A9rapie>
31. Heurtault S. Docteur Valnet aromathérapie [en ligne]. [consulté le 13.12.2016]. Disponible sur : <http://www.docteurvalnet.com/fr/>
32. Boullard B. Plantes médicinales du monde : réalités et croyances. Paris : Estem ; 2001. 636 p.
33. Wikipédia. Alexandre le Grand [en ligne]. [consulté le 2.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Alexandre_le_Grand
34. Wikipédia. Ibn Al Jazzar [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Ibn_Al_Jazzar
35. Jazi R. Aphrodisiaques et médicaments de la reproduction chez Ibn al-Jazzar, médecin et pharmacien maghrébin du X^e siècle. Rev Hist Pharm. 1987 ; 75(273) : 155-70.
36. Jazi R, Asli FO. La pharmacopée d'Avicenne. Rev Hist Pharm. 1998 ; 86(317) : 8-28.
37. Ben Yahia B. Avicenne médecin. Sa vie, son œuvre. Rev Hist Sci Leurs Appl. 1952 ; 5(4) : 350-8.
38. Wikipédia. Avicenne [en ligne]. [consulté le 2.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Avicenne>
39. Dupont F, Guignard JL. Botanique : les familles de plantes. 16^e éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2015. 388 p.
40. Barbier V. La cardamome : de la plante aux produits de santé [thèse]. Châtenay-Malabry : Université de Paris Sud ; 2003. 132p.
41. Botineau M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Paris : Tec & Doc ; 2010. 1335 p.
42. Wikipédia. Zingiberaceæ [en ligne]. [consulté le 5.12.2016]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Zingiberaceæ>
43. Arvy MP, Gallouin F. Épices, aromates et condiments. Paris: Belin; 2003. 412 p.
44. Köhler FE. Köhler's Medizinal-Pflanzen. Vol. 2. Gustav Pabst; 1887. 647 p.
45. Kuriakose G, Sinu PA, Shivanna KR. Domestication of cardamom *E. cardamomum* in Western Ghats, India: divergence in productive traits and a shift in major pollinators. Ann Bot. 2009;103(5):727-33.
46. Indian Institute of Spices Research, Cardamom Research Centre. Varieties of Cardamom [en ligne]. [consulté le 16.02.2017]. Disponible sur : <http://www.spices.res.in/>
47. Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris :Tec & Doc ;2016.1487 p.
48. Le Comité technique ISO/TC 34, sous-comité SC 7. Norme ISO 676 : 2009, Épices – Nomenclature botanique. 2009.

49. Jaiswal Y, Liang Z, Zhao Z. Botanical drugs in Ayurveda and Traditional Chinese Medicine. *J Ethnopharmacol.* 2016; 194:245-59.
50. Ministry of Commerce & Industry, Govt of India. Spices Board India [en ligne]. [consulté le 24.03.2017]. Disponible sur : <http://www.indianspices.com/>
51. Le Comité technique ISO/TC 34, sous-comité SC 7. Norme ISO 882-1 : 1993, Cardamome [*E. cardamomum* (L.) Maton var. *minuscula* Burkill] – Spécifications – Partie 1 : Capsules entières. 1993.
52. Le Comité technique ISO/TC 34, sous-comité SC 7. Norme ISO 882-2 : 1993, Cardamome [*E. cardamomum* (L.) Maton var. *minuscula* Burkill] – Spécifications – Partie 2 : Graines. 1993.
53. Borget M. Les plantes tropicales à épices. Vol. 15. Paris : Maisonneuve & Larose ; 1991. 182 p.
54. Kanagavel A, Parvathy S, Nirmal N, Divakar N, Raghavan R. Do frogs really eat cardamom? Understanding the myth of crop damage by amphibians in the Western Ghats, India. *Ambio.* 2017.
55. Fischer B, Hartwich C. Hagers Handbuch der Pharmaceutischen Praxis. Berlin: Springer; 1900. 1284 p.
56. Evans WC, Trease GE. Trease and Evans pharmacognosy. 16^e éd. Saunders/Elsevier; 2009. 603 p.
57. Massard JP, Massard R. Épices, aromates & condiments. Paris : Taillandier ;1990. 303 p.
58. Jackson B, Snowdon D. Powdered vegetable drugs: an atlas of microscopy for use in the identification and authentication of some plant materials employed as medicinal agents. London : Churchill ; 1968. 203 p.
59. ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament). Liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement. 2017.
60. Baudoux D. L'aromathérapie : se soigner par les huiles essentielles. Bruxelles : Amyris ; 2002. 231 p.
61. Le Comité technique ISO/TC 54. Norme ISO 4733 : 2004, Huile essentielle de cardamome. 2004.
62. Baudoux D, Breda M, Zhiri A. Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies. *Inspir Development.* Bruxelles; 2017. 95 p.
63. Baudoux D. Aroma News Lettre d'information N° 37 : *Elettaria cardamomum*. 2008.
64. Marongiu B, Piras A, Porcedda S. Comparative analysis of the oil and supercritical CO₂ extract of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton. *J Agric Food Chem.* 2004 ; 52(20) : 6278-82.
65. Faucon M. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription. Paris : Sang de la terre ; 2015. 879 p.
66. Baudoux D. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Volume 5 Grossesse. Vol. 5. Bruxelles; Luxembourg: Amyris; Inspir; 2006. 316 p.
67. El Malti J, Mountassif D, Amarouch H. Antimicrobial activity of *Elettaria cardamomum*: Toxicity, biochemical and histological studies. *Food Chem.* 2007;104(4):1560-8.

68. Kaushik P, Goyal P, Chauhan A, Chauhan G. In Vitro Evaluation of antibacterial potential of dry fruit extracts of *E. cardamomum* Maton (*Chhoti Elaichi*). Iran J Pharm Res IJPR. 2010;9(3):287-92.
69. Sakai K, Miyazaki Y, Yamane T, Saitoh Y, Ikawa C, Nishihata T. Effect of extracts of Zingiberaceae herbs on gastric secretion in rabbits. Chem Pharm Bull (Tokyo). 1989;37(1):215-7.
70. Jamal A, Javed K, Aslam M, Jafri M. Gastroprotective effect of cardamom, *Elettaria cardamomum* Maton fruits in rats. J Ethnopharmacol. 2006;103(2):149-53.
71. al-Zuhair H, el-Sayeh B, Ameen H, al-Shoorah H. Pharmacological studies of cardamom oil in animals. Pharmacol Res. 1996 ; 34(1-2) : 79-82.
72. Gilani AH, Jabeen Q, Khan AU, Shah AJ. Gut modulatory, blood pressure lowering, diuretic and sedative activities of cardamom. J Ethnopharmacol. 2008;115(3):463-72.
73. Huang Y, Wu P, Ko H, Tsai Y. Cardamom oil as a skin permeation enhancer for indomethacin, piroxicam and diclofenac. Int J Pharm. 1995;126(1-2):111-7.
74. Huang Y, Fang J, Hung C, Wu P, Tsai Y. Cyclic monoterpene extract from cardamom oil as a skin permeation enhancer for indomethacin: in vitro and in vivo studies. Biol Pharm Bull. 1999;22(6):642-6.
75. Masoumi-Ardakani Y, Mandegary A, Esmaeilpour K, Najafipour H, Shariffar F, Pakravanan M, et al. Chemical composition, anticonvulsant activity, and toxicity of essential oil and methanolic extract of *Elettaria cardamomum*. Planta Med. 2016;82(17):1482-6.
76. Masoumi-Ardakani Y, Mahmoudvand H, Mirzaei A, Esmaeilpour K, Ghazvini H, Khalifeh S, et al. The effect of *Elettaria cardamomum* extract on anxiety-like behavior in a rat model of post-traumatic stress disorder. Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother. 2017;87:489-95.
77. Verma S, Jain V, Katewa S. Blood pressure lowering, fibrinolysis enhancing and antioxidant activities of cardamom (*Elettaria cardamomum*). Indian J Biochem Biophys. 2009 ; 46(6) : 503-6.
78. Goetz P. Actualités en phytothérapie. Phytothérapie. 2012;10(1) : 55-7.
79. Nagashree S, Archana KK, Srinivas P, Srinivasan K, Sowbhagya HB. Anti-hypercholesterolemic influence of the spice cardamomum *Elettaria cardamomum* (L.) in experimental rats. J Sci Food Agric. 2016.
80. Suneetha W, Krishnakantha T. Cardamom extract as inhibitor of human platelet aggregation. Phytother Res PTR. 2005;19(5):437-40.
81. Goyal S, Sharma C, Mahajan U, Patil CR, Agrawal Y, Kumari S, et al. Protective Effects of cardamom in isoproterenol-Induced myocardial infarction in rats. Int J Mol Sci. 2015;16(11):27457-69.
82. Khan AU, Khan QJ, Gilani AH. Pharmacological basis for the medicinal use of cardamom in asthma. Bangladesh J Pharmacol. 2011 ; 6(1) : 34-7.
83. OMS | Cancer [en ligne]. [consulté le 15.02.2017]. Disponible sur : <http://www.who.int/cancer/fr/>
84. Qiblawi S, Al-Hazimi A, Al-Mogbel M, Hossain A, Bagchi D. Chemopreventive effects of cardamom *Elettaria cardamomum* (L.) on chemically induced skin carcinogenesis in Swiss albino mice. J Med Food. 2012;15(6):576-80.

85. Qiblawi S, Dhanarasu S, Faris M al I. Chemopreventive effect of Cardamomum *Elettaria cardamomum* (L.) Against Benzo(α)Pyrene-Induced Forestomach Papillomagenesis in Swiss Albino Mice. *J Environ Pathol Toxicol Oncol Off Organ Int Soc Environ Toxicol Cancer*. 2015;34(2):95-104.
86. Opdyke D. Fragrance raw materials monographs:Cardamom oil. *Food Cosmet Toxicol*. 1974;12(7):837-8.
87. Ferrara P, Bersani I, Bottaro G, Vitelli O, Gatto A, del Bufalo F, et al. Cardamom ingestion as a possible cause of hematuria. *Indian J Pediatr*. 2011 ; 78(10) : 1296-1296.
88. Verbois S. La médecine indienne fondements et pratiques de l'Ayurvédā. Paris : Eyrolles ; 2009. 415 p.
89. Fontanille B, Sender E. Médecines d'ailleurs : rencontre avec ceux qui soignent autrement. Paris : La Martinière ; 2014. 215 p.
90. Despois AH. Les médecines AYUSH, une politique contemporaine ? *Ayurvédā Médecine Thérapeutique Inde Doss Spéc*. avr 2016;(55) : 12-3.
91. Calle MF. L'Ayurvédā dans le collimateur de l'UE [en ligne]. [consulté le 27.02.2017]. Disponible sur : <http://blog.lefigaro.fr/inde/2011/02/la-medecine-ayurvedique-dans-l.html>
92. Geetha Babouraj N. Ayurvédā, de la sagesse ancestrale à votre assiette. Comment en faire un art de vivre en Occident, au XXI^e siècle ? *Ayurvédā Médecine Thérapeutique Inde Doss Spéc*. avr 2016;(55) : 14-6.
93. Aron-Wisniewsky J. Intestin : notre deuxième cerveau. *Rev Prat Générale*. 2016 ; 30(970) : 780-1.
94. Cohen J. Cinq épices pour apaiser les troubles digestifs – La Voie de l'Ayurvédā [en ligne]. [consulté le 26.10.2016]. Disponible sur : <http://la-voie-de-l-ayurveda.com/5-epices-pour-apaier-les-troubles-digestifs/>
95. Lockie A. Le grand Larousse de l'homéopathie. Larousse ; 2009. 336 p.
96. Aroma Zen. Cardamome [en ligne]. [consulté le 5.11.2016]. Disponible sur : <http://www.aroma-zen.com/index.php>
97. Walters C. Aromathérapie, guide illustré du bien-être. Paris : Véga ; 2006. 143 p.
98. Fleurentin J. Du bon usage de l'aromathérapie. Rennes : Ouest France ; 2016. 205 p.
99. Zahalka JP. Les Huiles Essentielles : 230 Huiles Essentielles, 170 maux traités. Paris : Dauphin ; 2010. 367 p.
100. PuresSENTIEL. Huile de massage pour le ventre® [en ligne]. [consulté le 1.02.2017]. Disponible sur : <http://www.puresSENTIEL.com/fr/>
101. Weleda. Huile de Massage Ventre de Bébé® [en ligne]. [consulté le 1.02.2017]. Disponible sur : <https://www.weleda.fr/product/h/huile-de-massage-ventre-de-bebe>
102. New Nordic. Dida®, Équilibre de la flore intestinale [en ligne]. [consulté le 25.02.2017]. Disponible sur : <http://www.newnordic.com/>
103. Baudoux D. Digestarom® – Pranarôm [en ligne]. [consulté le 5.11.2016]. Disponible sur : <http://www.pranarom.com/fr/nos-produits/produits-finis/capsules-digestarom-bio-pranacaps/ref-21660>

104. Bernard C. Utilisation, à visée anxiolytique, de techniques respiratoires d'inspiration ayurvédique et d'expériences olfactives par aromathérapie en anesthésie-réanimation. *Ayurvéda Médecine Thérapeutique Inde Doss Spéc. avr 2016*; (55) : 23-7.
105. Herbes et Traditions. Quantique Olfactif® d'huile essentielle Décision [en ligne]. [consulté le 10.01.2017]. Disponible sur : <http://www.herbes-et-traditions.fr/les-quantiques-soins-olfactifs/63-synergie-d-huiles-essentielles-decision-.html>
106. Lonely Planet. Ma cuisine « made in Inde ». Paris : Solar ; 2013. 72 p.
107. Consoglobe. Cardamome : une épice parfumée reine de la Grèce Antique [en ligne]. [consulté le 5.11.2016]. Disponible sur : <http://www.consoglobe.com/cardamome-epice-parfumee-reine-de-la-grece-antique-cg/2>
108. Wikipédia. Chaï [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chai_\(th%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chai_(th%C3%A9))
109. Envouthe. À la découverte du *Chaï* [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : <https://www.envouthe.com/blog/la-route-du-the/le-the-en-inde/a-la-decouverte-du-chai/>
110. Tricoulet A. Les sodas à base de cola : des recettes secrètes au service de la médecine, à consommer avec modération [thèse]. Bordeaux : Université de Bordeaux ; 2014. 233p.
111. Comptoir des épices. *Pan Massala* [en ligne]. [consulté le 27.10.2016]. Disponible sur : <http://www.comptoir-des-epices.com/>
112. Thiéry G, Gal M, Brau J, Coulet O, Odin G. Chique de bétel et cancers oraux : à propos d'une observation. *Médecine Trop.* 2008;68(2):176-8.
113. Kumari S, Dutta A. Protective effect of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton against *Pan masala* induced damage in lung of male Swiss mice. *Asian Pac J Trop Med.* 2013 ; 6(7) : 525-31.
114. Osmoz. Cardamome, matière première de la parfumerie [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : <http://www.osmoz.fr/encyclopedie/matieres-premieres/epice/122/cardamome-elletaria-cardamomum>
115. Cattelain Le Dû AM. Les secrets de fabrication du parfum Azzaro, sur les traces de la cardamome [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : <http://www.gala.fr/beaute/tendances-beaute/les-secrets-de-fabrication-du-parfum-azzaro-366628>
116. Scoop Parfum. La cardamome en parfumerie [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : <http://www.scoop-parfum.com/blog/la-cardamome-en-parfumerie-73736/>
117. Jo Malone. Mimosa & Cardamom [en ligne]. [consulté le 2.11.2016]. Disponible sur : <http://www.jomalone.fr/mimosa-cardamom#>
118. La sultane de Saba. La crème visage aux sept épices [en ligne]. [consulté le 5.11.2016]. Disponible sur : <http://www.lasultanedesaba.com/produit.php?idunivers=3&famille=0&produit=53&langue=fr>

GLOSSAIRE DES TERMES INDIENS

Agni : Feu, feu digestif, l'un des cinq éléments

Akasha : Espace ou Éther, l'un des cinq éléments

Apas : Eau, l'un des cinq éléments

Ayu : la vie en sanscrit

Ayurvéda : une des médecines traditionnelles indiennes (*Ayu* + *Veda* en sanscrit)

Azhukal : maladie fongique de la cardamome

Chai : thé indien aux épices

Chaiwallah : désigne la personne qui fait et vend du thé en Inde

Chenthal : maladie bactérienne de la cardamome

Churna : broyat de plantes, poudre

Décoction de lait : mode préparatoire en phytothérapie, la plante est mise à cuire directement dans du lait frais entier

Dhyâna : méditation

Doshas : trois constitutions du corps, énergies vitales dans l'Ayurvéda, combinant un ou plusieurs des cinq éléments

Effet post digestif : impact que la plante aura sur l'organisme une fois absorbée

Garam masala : mélange d'épices indiennes (dont la cardamome)

Ghee : beurre liquide, clarifié, utilisé comme offrande rituelle (*ghî*)

Kapha : *Dosha* de l'eau (Eau + Terre)

Karnataka : état du sud de l'Inde, producteur de cardamome

Katte : maladie virale de la cardamome

Kerala : état du sud de l'Inde, producteur de cardamome

Kheer : riz au lait indien à la cardamome

Kulfi : crème glacée indienne à base de lait, parfumée à la cardamome

Lassi : boisson indienne à base de lait fermenté, nature ou aromatisée

Madhura rasa : saveur douce (ou sucrée) de la cardamome

Malobathre : arbre exotique répandu en Inde, cannelier tamala (*Cinnamomum tamala*)

Masala (ou *Massala*) : mélange d'épices utilisées dans la cuisine indienne

Masala chai (ou *Massala chai*) : thé indien aux épices

Masalchi : cuisiniers assembleurs d'épices

Mûrti : représentation peinte ou sculptée d'une divinité hindoue

Ourdou : langue officielle du Pakistan, également parlée dans le nord de l'Inde

Paan (ou *Paan masala*) : version indienne de la chique de bétel, "chewing gum" indien

Panchakarma : cure ayurvédique, processus de détoxification du corps en cinq étapes

Pan Masala : mélange digestif indien

Paanwalla : vendeur ambulant de *paan*

Pitta : *Dosha* du Feu (Eau + Feu), digestion dans le corps

Prakriti : état naturel, répartition de base des trois *Doshas* dans le corps

Pranayama : contrôle du souffle, techniques respiratoires

Prithivi : Terre, l'un des cinq éléments

Rasa : goût ou saveur propre aux plantes, il en existe six

Rasavidya : phytothérapie indienne

Siddah : une des médecines traditionnelles indiennes, variante de l'Ayurvéda à connotation plus spirituelle, vient du mot tamoul *Siddah*, être parfait

Tabliste : musicien percussionniste en Inde

Tamil Nadu : état du sud de l'Inde, producteur de cardamome

Tamoul, tamil : langue dravidienne parlée dans le Tamil Nadu

Trijata : mélange de trois épices (cannelle, cardamome, malobathre)

Unani : une des médecines traditionnelles indiennes, variante de l'Ayurvéda

Vaida, Vaidya : médecin ayurvédique

Vastu Sastra : science de l'architecture, art d'organiser l'espace de vie

Vata : *Dosha* de l'Air (Air + Éther ou Espace)

Vayu : Air, vent, l'un des cinq éléments

Veda : connaissance en sanscrit

Vedas : écritures sacrées de l'Inde Antique

Vikriti : déséquilibre des trois *Doshas* par rapport au *Prakriti*, état de maladie

Yoga : discipline du corps et de l'esprit qui comprend une grande variété d'exercices et de techniques

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : recette du thé à la cardamome [106]

POUR 6 PERSONNES - PRÉPARATION : 7 MIN

1 morceau de gingembre de 5 cm environ, 1½ c. à s. de thé noir, 50 cl de lait entier, 4 c. à s. de sucre en poudre, 6 capsules de cardamome, 1 clou de girofle

Pelez le gingembre et coupez-le en dés. Versez 60 cl d'eau dans une casserole, ajoutez le thé, le lait, le sucre, les dés de gingembre, les capsules de cardamome et le clou de girofle.

Portez à ébullition, laissez frémir 30 secondes, puis coupez le feu. Laissez infuser 2 à 3 minutes.

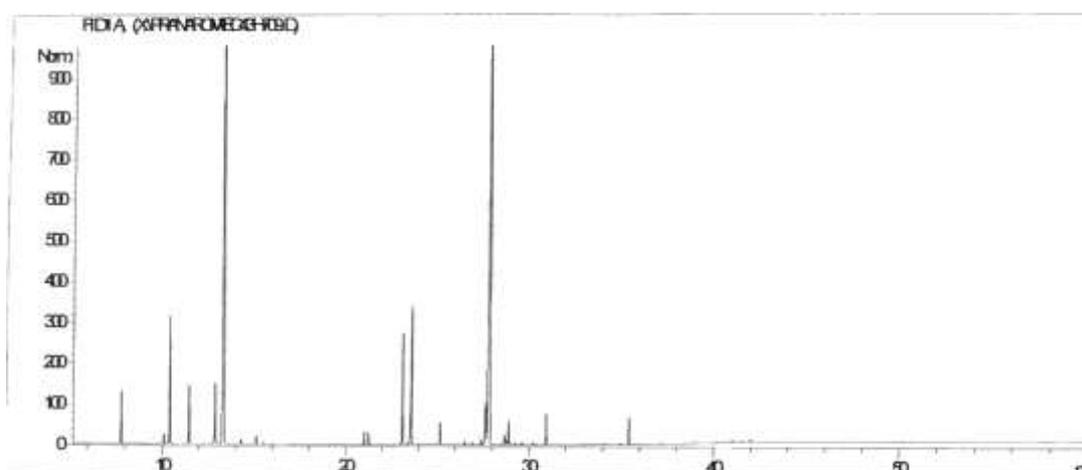
Filtrez cette décoction à travers un filtre à café. Recueillez le jus obtenu et transvasez-le plusieurs fois d'une théière à une autre, de la plus haute distance possible (sans vous brûler...) : le *chai* va devenir trouble et mousser. Servez immédiatement.

Annexe 2 :

Exemple de bulletin d'analyse d'une HE de cardamome vendue en officine (Pranarôm)

- Profil chromatographique ;
- Fiche d'analyse ;
- Tableau de résultats 1 ;
- Tableau de résultats 2.

Profil CHROMATOGRAPHIQUE



Comprendre et décrypter un graphique fourni par la CPG constitue pour tout utilisateur professionnel d'HE une première garantie de qualité. Il comporte toujours, comme ici, une série de pics plus ou moins nombreux, chacun étant représentatif d'une molécule aromatique bien spécifique [60].

FICHE D'ANALYSE – ANALYSIS SHEET

Huile essentielle – Essential oil

Nom botanique – botanical name : **Elettaria cardamomum**
 Nom commun – frenchname : **CARDAMOME**
 Numéro du lot – lot number: **OF23185**
 Origine - origin: ---- **PRANARÔM - GUATEMALA**
 Partie de la plante – part of the plant: **FRUIT**
 Date de distillation – distillation date : **04/2016**
 Date de péremption – out of date : **07/2021**

Caractéristiques d'analyse - analysis characteristics:

CPG - SM HEWLETT PACKARD / CPG-FID
 Colonne : HP INNOWAX 60-0.5-0.25
 Programmation de température : 6 mn à 50°C -2°C/mn→250°C-10mn à 250°C
 Gaz vecteur He : 23 psis

Caractéristiques physiques – physical characteristics:

Aspect – physical state	Liquide limpide
Couleur - colour	Jaune pâle
Odeur - odour	Caractéristique, épicée
Densité à 20°C - density	0,931
Densité à 15°C - density	0,935
Indice de réfraction à 20°C - refractive index	1,464 2
Pouvoir rotatoire à 20°C - optical rotation	+ 31 °
Miscibilité à l'éthanol à 70% - miscibility	5 volumes d'alcool / 1 volume d'HE avec opalescence
Point d'éclair : SETAFLASH - flashpoint	60,6 °C

Analyses pesticides – pesticide analysis :

<p>Pesticides Organochlorés : Dosage par GC MS détecteur XSD (méthode multirésidus interne validée selon la norme NF V03-110) Liste des pesticides recherchés (Pharmacopée Européenne): Alachlor, Aldrine, Bromophos Ethyl, Bromophos Methyl, Chlordane, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos Methyl, Chlorthal Dimethyl, Cyfluthrine, Cyhalothrine lambda, Cypermethrine, Dichlofluanide, Dichlorvos, Dicofol (Keltthane), Dieldrine, Endosulfan, Endosulfan sulfate, Endrine, Fenchlorphos (Ronnel), Fenchlorphos-oxon, Fenvalerate, Fluvalinate, Heptachlor, Heptachlor epoxide, Hexachlorobenzene, Hexachlorocyclohexane α, Hexachlorocyclohexane β, Hexachlorocyclohexane δ, Hexachlorocyclohexane ϵ, Lindane, Methoxychlore, Mirex, Naled, o,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DDT, Oxychlordane, p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDT, Pentachloroaniline, Pentachloroanisole, Permethrine, Phosalone, Procymidone, Profenophos, Prothiofos, Quintozene, S421, Tecnazene, Tetradifon, Vinclozoline</p>	<p>Résultats</p> <p>< LMR*</p> <p>* Limite Maximale de Résidus autorisée</p>
<p>Pesticides Organophosphorés : Dosage par GC MS détecteur FPD (méthode multirésidus interne validée selon la norme NF V03-110) Liste des pesticides recherchés (Pharmacopée Européenne): Acephate, Azinphos Ethyl, Azinphos Méthyl, Bromophos Ethyl, Bromophos Méthyl, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos Methyl, Diazinon, Dichlorvos, Dimethoate, Ethion, Etrimphos, Fenchlorphos (Ronnel), Fenchlorphos-oxon, Fenitrothion, Fensulfiothion (Dasanit), Fensulfiothion-oxon, Fensulfiothion-oxon-sulfone, Fensulfiothion-sulfone, Fenthion, Fenthion-oxon, Fenthion-oxon-sulfone, Fenthion-oxon-sulfoxyde, Fenthion-sulfone, Fenthion-sulfoxyde, Fonofos, Malaaxon, Malathion, Mecarbam, Methacrifos, Methamidophos (Monitor), Methidathion, Monocrotophos, Naled, Omethoate, Paraaxon, Paraaxon Méthyl, Parathion Ethyl, Parathion Methyl, Phosalone, Phosmet, Primiphos Ethyl, Primiphos Méthyl, Profenophos, Prothiofos, Quinalphos.</p>	<p>Résultats</p> <p>< LMR*</p> <p>* Limite Maximale de Résidus autorisée</p>

Tableau de résultats 1: CARDAMOME

LOT N° OF23185

Pics	Temps de rétention	Constituants	%
1	4,7	ACETONE	0,02
2	5,8	2-METHYLBUTANAL	0,01
3	5,9	ISOVALERALDEHYDE	0,01
4	7,8	α -PINENE	1,80
5	8,7	α -FENCHENE	0,01
6	8,9	CAMPHENE	0,02
7	10,1	β -PINENE	0,40
8	10,4	SABINENE	4,39
9	11,4	β -MYRCENE	1,95
10	11,7	α -PHELLANDRENE	0,01
11	12,2	α -TERPINENE	0,05
12	12,5	2,3-DEHYDRO-1,8-CINEOLE	0,03
13	12,9	LIMONENE	2,62
14	13,3	1,8-CINEOLE	30,08
15	13,7	Cis- β -OCIMENE	0,02
16	14,3	γ -TERPINENE + trans- β -OCIMENE	0,19
17	15,1	p-CYMENE	0,33
18	15,5	TERPINOLENE	0,08
19	15,6	OCTANAL	0,07
20	16,0	4,8-DIMETHYL-1,3,7-NONATRIENE	0,06
21	17,1	6-METHYL-5-HEPTEN-2-ONE	0,04
22	19,4	PINENOL	0,04
23	19,5	PERILLENE	0,01
24	20,3	ACIDE ACETIQUE	0,01
25	20,4	α ,p-DIMETHYLSTYRENE	0,01
26	20,5	Cis-OXYDE DE LINALOL	0,03
27	20,8	Cis-1,2-EPOXYDE DE LIMONENE	0,01
28	21,0	Trans-THUYANOL	0,47
29	21,2	Z-SOLANONE + ACETATE D'OCTYLE	0,46
30	21,4	γ -ELEMENE	0,01
31	21,8	2-HYDROXY-3-METHYL VALERATE DE METHYLE	0,01
32	22,1	DECANAL	0,04
33	22,6	2-HYDROXY-4-METHYL VALERATE DE METHYLE	0,01
34	23,1	LINALOL	3,78
35	23,2	E-SOLANONE	0,01
36	23,3	1-OCTANOL	0,04
37	23,4	cis-THUYANOL	0,09
38	23,6	ACETATE DE LINALYLE	5,33
39	23,9	Trans-p-MENTH-2-EN-1-OL	0,04
40	24,7	ACETATE DE BORNYLE	0,03
41	24,9	β -CARYOPHYLLENE	0,04
42	25,2	TERPINENE-4-OL	0,80
43	25,4	SESQUITERPENE	0,01
44	25,5	PROPIONATE DE LINALYLE	0,03
45	25,7	Cis-p-MENTH-2-EN-1-OL	0,02
46	26,0	AROMADENDRENE	0,02
47	26,2	GERMACRENE A	0,02

Tableau de résultats 2: CARDAMOME

LOT N° OF23185

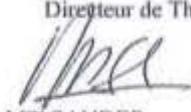
Pics	Temps de rétention	Constituants	%
48	26,4	ACIDE ISOVALERIANIQUE	0,02
49	26,5	ACETATE DE δ -TERPENYLE	0,15
50	26,9	δ -TERPINEOL	0,11
51	27,0	Cis-PIPERITOL	0,01
52	27,1	ACETATE D'OCTYLE	0,01
53	27,4	NERAL	0,20
54	27,6	α -TERPINEOL	1,99
55	27,8	ACETATE DE TERPENYLE	39,21
56	28,0	SESQUITERPENE	0,02
57	28,1	ACETATE DE NERYLE	0,02
58	28,5	GERMACRENE D	0,04
59	28,6	GERANIAL	0,36
60	28,8	β -SELINENE	0,19
61	28,9	ACETATE DE GERANYLE	0,84
62	29,1	α -SELINENE	0,02
63	29,3	PROPIONATE D' α -TERPENYLE	0,10
64	29,6	δ -CADINENE	0,03
65	29,7	γ -CADINENE	0,10
66	29,8	SELINADIENE ISOMERE	0,01
67	30,2	PROPIONATE DE GERANYLE	0,10
68	30,3	COMPOSÉ AROMATIQUE	0,01
69	30,4	ALCOOL ALIPHATIQUE	0,02
70	30,8	ACIDE VALERIANIQUE	0,01
71	30,9	GERANIOL	1,09
72	31,2	CALAMENENE	0,01
73	31,3	p-CYMENE-8-OL	0,01
74	31,5	E-GERANYLACETONE	0,02
75	32,7	CETONE CYCLOALKYLE	0,01
76	34,1	ACETATE D' α -EPOXY TERPENYLE	0,05
77	34,6	SESQUITERPENOL	0,01
78	34,9	ACETATE DE β -EPOXY TERPENYLE	0,04
79	35,0	SESQUITERPENOL	0,01
80	35,4	NEROLIDOL	0,92
81	35,7	ACIDE CAPRYLIQUE	0,03
82	37,1	1-METHYL-ACETOXYMETHYLETHYL CYCLOHEXENOL	0,06
83	39,0	METHYL-ACETOXYMETHYLETHYL CYCLOHEXENOL ISO.	0,07
84	40,1	ACETATE TERPENIQUE	0,02
85	40,3	ACETATE DE FARNESYLE	0,03
86	40,7	FARNESAL	0,03
87	41,0	ACETATE DE METHYLMETHYLOXOCYCLOHEXENYLE	0,08
88	41,2	ACETATE D' α -HYDROXYTERPENYLE	0,03
89	41,3	FARNESOL ISOMERE	0,03
90	41,5	ACIDE GERANIQUE	0,08
91	42,0	FARNESOL	0,10
92	43,8	COMPOSÉ AROMATIQUE	0,02
93	53,8	COMPOSÉ AROMATIQUE Mw=284	0,05
		TOTAL	99,93

Date de l'analyse – date of the analysis : Juillet 2016,

Pranarôm Int.
C. Schulze
Contrôle qualité

DEMANDE D'IMPRIMATUR

Date de soutenance : 27 juin 2017

<p align="center">DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE</p> <p>présenté par : Christine POIREL</p> <p><u>Sujet</u> : La cardamome : de l'Inde à l'officine</p> <p><u>Jury</u> :</p> <p>Président : M^{me} Béatrice FAIVRE, Professeur des universités Directeur : M^{me} Marie-Paule SAUDER, Maître de conférences Juges : M. Jean-Claude SONNTAG, Pharmacien M^{me} Fabienne VERECCHIA, Pharmacien</p>	<p align="center">Vu, Nancy, le 30 mai 2017</p> <p align="center">Le Président du Jury Directeur de Thèse</p> <p align="center">  M^{me} FAIVRE  M^{me} SAUDER </p>
<p align="center">Vu et approuvé, Nancy, le 08.06.2017</p> <p align="center">Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine,</p> <p align="center">  Francine PAULUS </p> <p align="center">  </p>	<p align="center">Vu, Nancy, le 3.07.2017</p> <p align="center">Le Président de l'Université de Lorraine,</p> <p align="center">  </p> <p align="center">Pierre MUTZENHARDT</p> <p align="center">N° d'enregistrement : 9893</p>

N° d'identification :

TITRE

LA CARDAMOME : DE L'INDE À L'OFFICINE

Thèse soutenue le 27 juin 2017

Par M^{me} Christine POIREL

RÉSUMÉ :

Cette thèse bibliographique propose d'effectuer un tour d'horizon, dans le temps et l'espace, de nos connaissances concernant la cardamome, laquelle provient des graines de la plante *Elettaria cardamomum* (L.).

Cette épice onéreuse est connue depuis la plus haute Antiquité pour son arôme unique, fort et délicat : intégrée dans des boissons ou des plats variés, elle a de nombreux usages alimentaires dans divers pays.

L'étude botanique présente les différentes parties de la plante. Son mode de culture et de récolte sont abordés.

Parmi les composés chimiques contenus dans l'huile essentielle de cardamome, l'acétate d' α -terpényle et l'eucalyptol se distinguent par leur action thérapeutique.

Les recherches pharmacologiques actuelles concernant l'usage de cette épice en tant que drogue pharmaceutique sont inventoriées. Un éventail de possibilités d'utilisation s'ouvre pour la cardamome : antibactérien, anti-inflammatoire, analgésique, antistress, hypotenseur, prévention de l'infarctus du myocarde, anticancéreux, etc.

Originnaire de l'Inde, la cardamome y est utilisée depuis des siècles dans l'art culinaire et dans l'Ayurvéda. Cette médecine traditionnelle y soigne le malade dans sa globalité et, comme l'aromathérapie, devient une médecine complémentaire dans les pays occidentaux. À l'officine, on conseillera l'huile essentielle pour son action antispasmodique, expectorante et stimulante.

MOTS CLÉS : Cardamome / *Elettaria cardamomum* / Épice / Inde / Ayurvéda / Aromathérapie / Huile essentielle

Directeur de thèse	Intitulé du laboratoire	Nature
M ^{me} Marie-Paule SAUDER	Laboratoire de Mycologie, Botanique Faculté de Pharmacie de Nancy	Expérimentale <input type="checkbox"/> Bibliographique <input checked="" type="checkbox"/> Thème <input checked="" type="checkbox"/>

Thèmes

1 – Sciences fondamentales
③ – Médicament
5 – Biologie

2 – Hygiène/Environnement
4 – Alimentation – Nutrition
6 – Pratique professionnelle