

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Soutenue publiquement le 01 Mars 2017

Par Mlle FOINE Angèle

**Les *Zingiberaceae* en phytothérapie :
l'exemple du gingembre**

Membres du jury :

Président : M. Hennebelle Thierry, Professeur en Pharmacognosie à la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille

Assesseur : Mme Rivière Céline, Docteur en Pharmacie, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille

Membre extérieur : M. Pezin Emmanuel, Docteur en Pharmacie, Pharmacie du Val de Lys, Aire-Sur-La-Lys



Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille

3, rue du Professeur Laguesse - B.P. 83 - 59006 LILLE CEDEX
☎ 03.20.96.40.40 - ✉ : 03.20.96.43.64
<http://pharmacie.univ-lille2.fr>



Université Lille 2 – Droit et Santé

Président :	Professeur Xavier VANDENDRIESSCHE
Vice-présidents :	Professeur Alain DUROCHER Professeur Régis BORDET Professeur Eric BOULANGER Professeur Frédéric LOBEZ Professeur Murielle GARCIN Professeur Annabelle DERAM Professeur Muriel UBEDA SAILLARD Monsieur Ghislain CORNILLON Monsieur Pierre RAVAUX Monsieur Larbi AIT-HENNANI Madame Nathalie ETHUIN Madame Ilona LEMAITRE
Directeur Général des Services :	Monsieur Pierre-Marie ROBERT

Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Doyen :	Professeur Damien CUNY
Vice-Doyen, 1 ^{er} assesseur :	Professeur Bertrand DECAUDIN
Assesseur en charge de la pédagogie	Dr. Annie STANDAERT
Assesseur en charge de la recherche	Pr. Patricia MELNYK
Assesseur délégué à la scolarité	Dr. Christophe BOCHU
Assesseur délégué en charge des relations internationales	Pr. Philippe CHAVATTE
Assesseur délégué en charge de la vie étudiante	M. Thomas MORGENROTH
Chef des services administratifs :	Monsieur Cyrille PORTA

Liste des Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie
M.	DECAUDIN	Bertrand	Pharmacie Galénique
M.	DEPREUX	Patrick	ICPAL
M.	DINE	Thierry	Pharmacie clinique
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie
M.	LUYCKX	Michel	Pharmacie clinique
M.	ODOU	Pascal	Pharmacie Galénique

Mme	RENNEVILLE	Aline	Hématologie
M.	STAELS	Bart	Biologie Cellulaire

Liste des Professeurs des Universités

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Physique
M.	BERTHELOT	Pascal	Onco et Neurochimie
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie – Pharmacie clinique
M.	CHAVATTE	Philippe	ICPAL
M.	COURTECUISSÉ	Régis	Sciences végétales et fongiques
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Physique
M.	DEPREZ	Benoît	Laboratoire de Médicaments et Molécules
Mme	DEPREZ	Rebecca	Laboratoire de Médicaments et Molécules
M.	DUPONT	Frédéric	Sciences végétales et fongiques
M.	DURIEZ	Patrick	Physiologie
M.	FOLIGNE	Benoît	Bactériologie
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie
Mme	GAYOT	Anne	Pharmacotechnie Industrielle
M.	GOOSSENS	Jean François	Chimie Analytique
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie Cellulaire
M.	LUC	Gerald	Physiologie
Mme	MELNYK	Patricia	Onco et Neurochimie
M.	MILLET	Régis	ICPAL
Mme	MUHR – TAILLEUX	Anne	Biochimie
Mme	PAUMELLE-LESTRELIN	Réjane	Biologie Cellulaire
Mme	PERROY	Anne Catherine	Législation
Mme	ROMOND	Marie Bénédicte	Bactériologie
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie
M.	SERGHÉRAERT	Eric	Législation
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie Industrielle
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie Industrielle
M	TARTAR	André	Laboratoire de Médicaments et Molécules
M.	WILLAND	Nicolas	Laboratoire de Médicaments et Molécules

Liste des Maîtres de Conférences - Praticiens Hospitaliers

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	BALDUYCK	Malika	Biochimie
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie
M.	LANNNOY	Damien	Pharmacie Galénique
Mme	ODOU	Marie Françoise	Bactériologie
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacie Galénique

Liste des Maîtres de Conférences

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	ALIOUAT	Cécile Marie	Parasitologie
M.	ANTHERIEU	Sébastien	Toxicologie
Mme	AUMERCIER	Pierrette	Biochimie
Mme	BANTUBUNGI	Kadiombo	Biologie cellulaire
Mme	BARTHELEMY	Christine	Pharmacie Galénique
Mme	BEHRA	Josette	Bactériologie
M.	BELARBI	Karim	Pharmacologie
M.	BERTHET	Jérôme	Physique
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle
M.	BOCHU	Christophe	Physique
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie
M.	BOSC	Damien	Laboratoire de Médicaments et Molécules
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie
Mme	CACHERA	Claude	Biochimie
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie
Mme	CARON	Sandrine	Biologie cellulaire
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie
Mme	CHARTON	Julie	Laboratoire de Médicaments et Molécules
M	CHEVALIER	Dany	Toxicologie
M.	COCHELARD	Dominique	Biomathématiques
Mme	DANEL	Cécile	Chimie Analytique
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques
Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire
Mme	DUTOUT-AGOURIDAS	Laurence	Onco et Neurochimie
M.	EL BAKALI	Jamal	Onco et Neurochimie
M.	FARCE	Amaury	ICPAL
Mme	FLIPO	Marion	Laboratoire de Médicaments et Molécules
Mme	FOULON	Catherine	Chimie Analytique
M.	FURMAN	Christophe	ICPAL
M.	GELEZ	Philippe	Biomathématiques
Mme	GENAY	Stéphanie	Pharmacie Galénique
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie
Mme	GOOSSENS	Laurence	ICPAL
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie
Mme	GROSS	Barbara	Biochimie
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques
Mme	HAMOUDI	Chérifa Mounira	Pharmacotechnie industrielle
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie
M.	KAMBIA	Kpakpaga Nicolas	Pharmacologie
M.	KARROUT	Youness	Pharmacotechnie Industrielle
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie
M.	LEBEGUE	Nicolas	Onco et Neurochimie
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie Analytique

Mme	LEHMANN	Hélène	Législation
Mme	LELEU-CHAVAIN	Natascha	ICPAL
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie Analytique
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie
M.	MOREAU	Pierre Arthur	Sciences végétales et fongiques
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle
Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques
M.	PIVA	Frank	Biochimie
Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie
M.	POURCET	Benoît	Biochimie
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques
Mme	RAVEZ	Séverine	Onco et Neurochimie
Mme	RIVIERE	Céline	Pharmacognosie
Mme	ROGER	Nadine	Immunologie
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie (80%)
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Laboratoire de Médicaments et Molécules
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques
M.	YOUS	Saïd	Onco et Neurochimie
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques

Professeurs Agrégés

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	MAYES	Martine	Anglais
M.	MORGENROTH	Thomas	Législation

Professeurs Certifiés

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mlle	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

Professeur Associé - mi-temps

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie Pharmaceutique

Maîtres de Conférences ASSOCIES - mi-temps

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	BRICOTEAU	Didier	Biomathématiques
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacie Clinique
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique

M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacie Clinique
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques
M.	BRICOTEAU	Didier	Biomathématiques

AHU

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	DEKYNDT	Bérengère	Pharmacie Galénique
M.	PEREZ	Maxime	Pharmacie Galénique

***Faculté des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques de Lille***

3, rue du Professeur Laguesse - B.P. 83 - 59006 LILLE CEDEX

Tel. : 03.20.96.40.40 - Télécopie : 03.20.96.43.64

<http://pharmacie.univ-lille2.fr>

L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Remerciements

Aux membres de mon Jury :

Au Professeur Thierry Hennebelle d'avoir accepté d'être le directeur de cette thèse, merci pour votre accompagnement, vos précieux conseils et votre disponibilité tout au long de l'élaboration de ce travail. Veuillez recevoir le témoignage de mon plus profond respect .

A Madame Céline Rivière pour votre gentillesse d'avoir accepté de juger mon travail ainsi que pour vos explications et votre attention. Je tiens à vous exprimer ici toute ma gratitude.

A Monsieur Emmanuel Pezin, mon Maître de stage qui m'a donné de précieux conseils. Vous avez pris le temps de me transmettre votre savoir, veuillez recevoir le témoignage de ma profonde reconnaissance. Je suis très heureuse de vous compter aujourd'hui parmi les membres de mon jury.

A mes parents pour votre amour et votre soutien.

A ma sœur Juliette, qui sera bientôt ma consœur.

A mes grands-parents .

A Jonathan pour ton aide précieuse.

A mes amis.

A toutes les personnes présentes aujourd'hui.

Table des matières

I . Introduction.....	12
II . Présentation de la famille des Zingibéracées.....	13
II.1 . Classification systématique.....	13
II.2 . Habitat.....	15
II.3 . Caractéristiques spécifiques à la famille et études botaniques.....	15
II.3.a . Appareil végétatif.....	15
II.3.b . Appareil reproducteur.....	16
II.4 . Les Zingibéracées ornementales.....	17
III . Présentation de la plante: le gingembre ou <i>Zingiber officinale</i>	20
III.1 . Histoire du gingembre.....	20
III.2 . Origines de son nom.....	23
III.2.a . Étymologie.....	23
III.2.b . Noms vernaculaires.....	24
III.2.c . Caractéristiques Botaniques.....	24
III.2.d . Inflorescence et appareil reproducteur.....	29
III.2.e . Fruit.....	30
III.3 . Écologie.....	30
III.4 . Culture et production.....	31
III.4.a . Distribution géographique.....	34
III.4.b . Croissance.....	36
III.4.c . Ennemis ravageurs et problèmes phytosanitaires.....	38
III.4.d . Traitement de la plante.....	41
III.4.e . Récolte et rendement.....	45
III.4.f . Devenir et stockage.....	47
III.4.g . Commerce.....	50
IV . Description de la drogue végétale.....	57
IV.1 . Définition d'une drogue végétale.....	57
IV.2 . Identifications de la drogue végétale.....	57
IV.2.a . Caractéristiques organoleptiques du rhizome.....	57
IV.2.b . Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle	58
IV.2.c . Caractéristiques organoleptiques de l'oléorésine.....	58
IV.3 . Caractères macroscopiques : physiques et botaniques.....	59
IV.4 . Caractères microscopiques.....	60
IV.5 . Identifications et Essais.....	63
IV.5.a . Selon la Pharmacopée européenne.....	63
IV.5.b . Spécifications minimales de qualité et normes.....	64
IV.5.c . Comparaison des méthodes de contrôle et entre différentes pharmacopées.....	65
IV.5.d . Différents niveaux d'exigences pour l'huile essentielle selon les pharmacopées	67
V . Études Biochimiques.....	68
V.1 . Composition chimique.....	73
V.1.a . Métabolisme primaire.....	73
V.1.b . Métabolisme secondaire.....	74
V.1.c . Huile essentielle.....	76
V.1.d . Oléorésine.....	80
V.1.e . Autres constituants.....	85
VI . Pharmacologie et indications de la plante médicinale.....	86
VI.1 . Pharmacodynamie et pathologies traitées.....	86

VI.1.a . Nausées et mal des transports.....	86
VI.1.b . Nausées dues à la grossesse	87
VI.1.c . Nausées post-opératoires.....	88
VI.1.d . Nausées provoquées par les chimiothérapies.....	89
VI.2 . Troubles biliaires.....	90
VI.3 . Troubles hépatiques	91
VI.4 . Ulcère gastrique.....	91
VI.5 . Spasmes digestifs.....	93
VI.6 . Inflammation et fièvre.....	93
VI.6.a . Ostéoarthrite	94
VI.6.b . Règles douloureuses.....	96
VI.7 . Maladies dues au stress oxydatif.....	96
VI.8 . Maladies bactériennes.....	98
VI.8.a . <i>Helicobacter pylori</i>	98
VI.8.b . <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	99
VI.8.c . Bactéries bucco-dentaires.....	99
VI.8.d . Bactéries diverses.....	99
VI.9 . Maladies virales.....	100
VI.9.a . Herpès.....	100
VI.9.b . Virus respiratoires.....	100
VI.10 . Migraine.....	101
VI.11 . Cancer: Anticancéreux.....	102
VI.11.a . Cancer colorectal.....	102
VI.11.b . Cancer de la prostate.....	103
VI.11.c . Cancer de l'ovaire.....	104
VI.12 . Maladies cardiovasculaires et troubles de la coagulation.....	104
VI.13 . Maladies métaboliques: cholestérol et hyperglycémie.....	106
VI.14 . Effets divers bénéfiques.....	109
VI.14.a . Troubles de fertilité et troubles sexuels.....	109
VI.14.b . Troubles neurologiques.....	110
VI.14.c . Normalisation du poids.....	110
VI.14.d . Troubles respiratoires et allergies.....	111
VII . Pharmacocinétique.....	111
VIII . Posologies et précautions d'emploi.....	114
VIII.1 . Toxicité et effets indésirables.....	115
VIII.1.a . Toxicité aiguë causée par une dose unique.....	116
VIII.1.b . Toxicité induite par des doses répétées.....	117
VIII.1.c . Génotoxicité.....	118
VIII.1.d . Mutagénicité	118
VIII.1.e . Reprotoxicité et toxicité sur le développement.....	118
VIII.2 . Effets indésirables.....	119
IX . Contre-indications.....	121
X . Interactions médicamenteuses.....	121
X.1 . Interactions pharmacologiques modérées.....	121
X.2 . Interactions pharmacologiques mineures.....	123
X.3 . Interactions pharmacocinétiques.....	124
XI . Législation et statut légal.....	125
XI.1 . Organisation Mondiale de la Santé.....	125
XI.2 . En France.....	125
XI.3 . En Europe.....	126

XI.4 . Dans le Monde.....	126
XII . Allégations nutritionnelle et de santé.....	127
XIII . Homéopathie.....	129
XIV . Aromathérapie.....	130
XV . Préparations magistrales.....	131
XVI . Utilisation en cosmétique et en parfumerie.....	131
XVII . Liste non exhaustive des spécialités à base de gingembre sur le marché Français... 133	
XVII.1 . Médicaments.....	133
XVII.2 . Complément alimentaire.....	134
XVII.3 . Cosmétique.....	138
XVII.4 . Aromathérapie.....	139
XVIII . Usage vétérinaire.....	140
XVIII.1 . Indications du gingembre en médecine vétérinaire.....	140
XVIII.1.a . Utilisations ancestrales.....	140
XVIII.1.b . Utilisation dans les nausées et spasmes.....	141
XVIII.1.c . Activité antiparasitaire.....	141
XVIII.2 . Liste des spécialités vétérinaires à base de gingembre.....	142
XIX . Usages domestiques du gingembre.....	143
XIX.1 . Utilisation en cuisine.....	143
XIX.2 . Utilisation ménagère.....	143
XX . Utilisation médicinale en Orient.....	144
XXI . Le gingembre dans les religions et croyances.....	146
XXII . Conclusion.....	147
Bibliographie.....	148

I . Introduction

Depuis l'Antiquité, l'Homme utilise les plantes que ce soit dans un but thérapeutique ou alimentaire. A travers les siècles, beaucoup de plantes ont été découvertes, notamment grâce au commerce intercontinental. Le voyage en Chine de Marco Polo au XIV^{ème} siècle marqua le début de ces échanges commerciaux. Les connaissances sur les plantes et les utilisations traditionnelles n'ont fait que s'accroître depuis **(1)**.

La phytothérapie est l'utilisation des plantes médicinales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes sont inscrites sur la liste de la pharmacopée française. La plus récente édition est la XI^{ème} **(2)(3)**. Cette méthode thérapeutique est très ancienne, on retrouve les traces de cette pratique dans un recueil de plantes médicinales datant de 1500 *av. J.-C.* Les plantes médicinales sont utilisées en traitement allopathique pour soigner les pathologies humaines le plus souvent bénignes. De nos jours la phytothérapie connaît un regain d'intérêt dans notre société en rassemblant le savoir traditionnel et les acquis de la science **(4)**.

Pour découvrir cette famille de plantes qu'est la famille des *Zingiberaceae*, j'en ferai une présentation générale et ensuite je prendrai l'exemple d'une plante : le gingembre ou *Zingiber officinale Roscoe*, qui est une plante très répandue en tant qu'épice et condiment mais aussi utilisée dans beaucoup de remèdes traditionnels dans le monde entier.

Le gingembre fait l'objet de nombreuses études botaniques, chimiques et toxicologiques, afin de prouver son efficacité scientifique sur le plan médical ainsi que son innocuité. L'utilisation du gingembre se développant fortement actuellement, je détaillerai dans une partie toutes ses indications, utilisations et dresserai une liste non exhaustive des produits à base de gingembre commercialisés.

II . Présentation de la famille des Zingibéracées

II.1 . Classification systématique

Règne	Plantae
Sous-règne	Trachéobionta
Superdivision	
Division	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Sous-classe	Commelinidées
Ordre	Zingibérales
Famille	Zingibéracées
Sous famille	Zingibéroïdées
Tribu	Zingiberées
Genre	<i>Zingiber Mill.</i>
Espèce	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe

Tableau I - Place de la famille des Zingibéracées selon la classification *APG IV* (*Angiosperms Phylogeny Group*) (5)(9).

L'ordre des Zingibérales est constitué de grandes monocotylédones herbacées tropicales. Dans cet ordre il y a environ 2150 espèces divisées en 8 familles. Les plantes de cet ordre possèdent une nervation parallélinopennée, avec une pseudo-nervure centrale. Elles sont adaptées à l'humidité et aux moussons et se trouvent dans des régions peu venteuses. La famille des Zingibéracées est constituée de 1275 espèces qui sont réparties en une cinquantaine de genres.

Elles sont retrouvées dans les régions tropicales asiatiques. Ce sont des plantes monocotylédones car elles ne possèdent qu'un seul cotylédon qui est une feuille primordiale constituant la graine albuminée. Quand le cotylédon pousse, il dévie sur le côté le point végétatif de la tige **(10)(13)(14)**.

La sous-famille des zingibéroïdées compte de nombreux genres. Les plus connus sont les suivants :

- *Boesenbergia* (exemple d'espèce: *Boesenbergia rotunda*) ;
- *Globba* (exemple d'espèce : *Globba marantina*) ;
- *Hedychium* (exemple d'espèce : *Hedychium coronarium*) ;
- *Kaempferia* (exemple d'espèce: *Kaempferia galanga*) ;
- *Curcuma* (exemple d'espèce : *Curcuma longa*) ;
- *Zingiber* (exemple d'espèce: *Zingiber officinale*). Le genre qui nous intéresse dans ce travail.

Il existe d'autres espèces connues de *Zingiber* dont environ 90 sont d'origine asiatique. Ce sont des herbes à tiges feuillues. Les rhizomes sont horizontaux et ramifiés, ils sont aromatiques :

- *Zingiber griffithii* Baker : le rhizome est un condiment piquant, il est aussi utilisé en médecine, on la trouve en Malaisie et en Thaïlande.
- *Zingiber mioga* Roscoe : c'est une herbe mesurant jusque 60 centimètres, les fleurs blanches ont une taille de 3 centimètres et les jeunes pousses sont utilisées en tant que condiment. On la trouve dans les zones tempérées du Japon.
- *Zingiber montanum* Dietrich - *Cassumunar* : c'est une herbacée mesurant jusque 2 mètres de hauteur. Le rhizome verdâtre est originaire du Tonkin où il est utilisé en médecine et en tant que condiment en Inde.
- *Zingiber ottensii* Valetton : son rhizome est un condiment piquant et il est aussi utilisé en médecine en Indonésie-Malaisie.
- *Zingiber spectabile* Griffith - '*Black gingerwort*' : son rhizome est

utilisé en médecine et c'est aussi un condiment que l'on retrouve en Malaisie.

- *Zingiber zerumbet* L. Sm. - *Zérumbet* : le rhizome originaire du Laos est tubéreux, a un goût amer et il est utilisé en tant que condiment ou en médecine en Inde.
- *Zingiber chrysostachys* Ridley : le rhizome est un condiment substitut du *Zingiber zérumbet* ; la feuille est utilisée en médecine, on la trouve en Malaisie.
- *Zingiber officinale* Roscoe : le *Gingembre* dont le rhizome est un condiment. Il est également utilisé en médecine **(6)(15)(49)**.

II.2 . Habitat

Les Zingibéracées sont d'origine d'Asie tropicale, elles sont pantropicales et se retrouvent principalement en Indonésie et Malaisie. On peut en retrouver aussi dans les régions chaudes et tempérées **(11)**.

Répartition et Aire géographique

- Asie du Sud-est : principalement en Indonésie et Philippines
- Chine
- Inde
- Afrique tropicale : surtout au Nigéria

II.3 . Caractéristiques spécifiques à la famille et études botaniques

II.3.a . Appareil végétatif

Ce sont de grandes herbes pérennes à rhizome tubéreux. Les tiges portent des feuilles qui sont élargies, engainées. Les feuilles supérieures sont basales ou distiques car elles sont sur 2 rangs opposés (se répartissant régulièrement de part et d'autre de la tige) ou arrangées en spirales. Le limbe est à nervation pennée ou parallèle car il y a une nervure principale très apparente et les nervures secondaires sont parallèles.

La gaine foliaire est fendue. Les bractées imbriquées sont persistantes et souvent colorées en rouge ou jaune, chacune d'elle soutient une fleur. Il peut y avoir aussi la présence de bractéoles.

Le rhizome est une tige souterraine présentant des nodosités, des racines adventives. Il est épais, ramifié et aromatique car le parenchyme contient des huiles essentielles. Chaque année, de ce rhizome, partent les tiges aériennes feuillues ou fleuries. Il y a également d'autres racines cylindriques dont la structure interne est différente de celle du rhizome. C'est un réservoir d'énergie pour la plante **(6)(10)(15)(18)(19)**.

II.3.b . Appareil reproducteur

L'inflorescence est terminale ou alors elle part du rhizome et sort du sol près des tiges comportant des feuilles. Elle varie en fonction de l'espèce : capitules, épi ou panicules courts ou longs, plus ou moins compacts.

Les fleurs trimères pédonculées sont de formes et de coloris variés, zygomorphes ou irrégulières. Elles sont recouvertes mais non complètement par une pré-feuille.

La formule florale est : $3S+3P+1E$ (4 staminodes)+3C

Le diagramme floral :

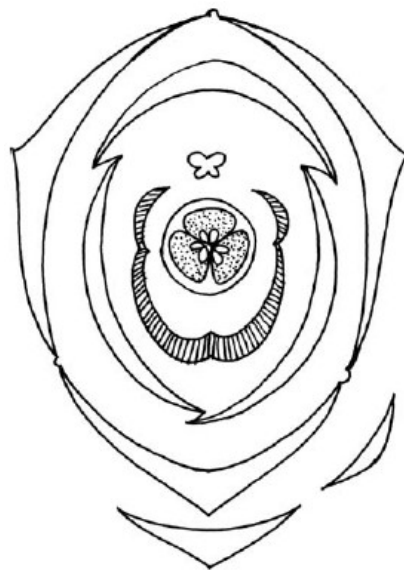


Figure n°1 : diagramme floral du gingembre d'après (65)

♣ Le périanthe possède deux verticilles avec trois sépales qui se réunissent de façon tubulaire, ce tube formé est fendu à l'arrière. Cela donnera ensuite le calice qui est brièvement trilobé. Il y a les trois pétales qui forment un plus long tube qui s'ouvre au sommet par trois lobes de couleur verte. Cela formera la corolle.

Pour ce qui est de l'androcée, il n'y a pas de verticille externe et il y a oligostémonie car il manque les étamines qui se transforment en pétales. Il n'y a qu'une étamine postérieure du verticille interne qui possède une anthère avec un large connectif qui porte deux loges fertiles et qui est de la longueur de l'anthère, se terminant par un bec grêle. Les loges sont longitudinalement déhiscentes.

♣ Les sacs polliniques sont contigus, parallèles. La pollinisation se fait par ornithogamie, ce sont les oiseaux ou parfois les chauves-souris qui disséminent les spores. Les 2 autres étamines du verticille peuvent devenir des staminodes pétaloïdes qui seront latéraux ou adnés au labelle. Le labelle coloré est grand, cunéiforme entier ou trilobé.

♣ Le gynécée possède trois carpelles avec, au dessus, un style filiforme qui se trouve dans la gouttière de l'étamine fertile, est également présent un stigmate infundibulaire souvent cilié à l'apex. Il y a trois loges avec plusieurs ovules dont la placentation est axile. Le 'fruit' capsulaire loculicide est plus ou moins charnu et l'ovaire infère. Les ovaires possèdent deux téguments et sont anatropes. Cette capsule est charnue, les graines globuleuses albuminées ont une arille blanche et un péricarpe farineux riche en amidon qui entoure l'albumen **(15)(18)(47)**.

II.4 . Les Zingibéracées ornementales

Beaucoup de genres de cette famille sont cultivés pour leur aspect esthétique de leur feuillage ou alors pour leurs fleurs spectaculaires. En effet, la famille des Zingibéracées présente des fleurs de forme, de couleur, et de parfum différents selon les espèces. Elles s'adaptent au climat chaud sous les tropiques ou dans les régions subtropicales, dans les régions plus tempérées on les fait pousser sous serres. Comme exemple, nous retrouvons les genres *Hedychium*, *Alpinia*, *Costus*, *Kaempferia* qui sont utilisés pour l'aménagement paysager et décorer **(5)(20)**.

- *Hedychium coronarium* appelé aussi gingembre sauvage ou papillon est une plante ornementale provenant d'Inde et du Sud-Est asiatique. A partir d'un rhizome se forment des touffes mesurant jusque 2 mètres de haut (21).



Figure n°2 : Photo d'*Hedychium coronarium*

Les tiges portent un épi qui donnera naissance aux fleurs blanches les plus parfumées de toutes les sortes de gingembre. Il est aussi utilisé pour son feuillage vert très allongé à aspect tropical.

- *Alpinia zerumbet* est appelée gingembre coquille, elle est originaire du Sud-Est Asiatique, Cette plante peut atteindre 2,50 m en hauteur et s'étaler sur 2 mètres. Elle est appréciée pour ses feuilles qui peuvent dépasser 50 cm de longueur. Pendant la floraison les fleurs blanches nacrées prennent la forme de grappes. Son rhizome tubéreux est résistant au froid (22).



Figure n°3: photo d'*Alpinia zerumbet*

- *Kaempferia rotunda* est une plante herbacée qui n'est pas très grande, elle possède de longues feuilles lancéolées à pointe fine de couleur vert-argentée. Au dessus de ce feuillage se trouvent de longs épis, comportant des fleurs blanches magnifiques avec un labelle de couleur lilas. Son rhizome ressemble à celui du gingembre mais en plus petit. Elle est originaire de l'Asie du Sud-Est **(6)(23)**.



Figure n°4 : photo de *Kaempferia rotunda*

- *Costus speciosus* est une plante vivace du sud-est de l'Asie, qui mesure jusqu'à 2,50 mètres de hauteur avec des feuilles elliptiques. Les fleurs décoratives sont disposées en bouquets terminaux, de couleur rose et blanche, avec au centre du jaune et il y a aussi des bractées rouges se trouvant à la base. Elle est cultivée sous serre **(25)**.



Figure n°5 : photo de *Costus speciosus*

III . Présentation de la plante: le gingembre ou *Zingiber officinale*



Figure n°6 : photo du *Zingiber officinale* entier

III.1 . Histoire du gingembre

Le pays d'origine du gingembre n'est pas exactement connu mais doit se situer en Asie tropicale. Certains situent son origine en Inde car il figure dans des textes anciens écrits en Sanskrit. D'autres donnent l'hypothèse d'une origine chinoise dès le V^e siècle avant J-C car il est présent aussi dans les « *Analectes* » ou « *Entretiens (X.8)* » du philosophe *Confucius* qui en avait toujours sur sa table. En Égypte antique, on utilisait le gingembre dans le procédé de momification.

Le gingembre arrive en Grèce et dans l'Empire romain grâce aux marchands Perses. Son utilisation gastronomique est retrouvée dans les textes Latins d'*Apicius Coelius* à l'époque d'*Auguste* et de *Tibère*.

C'est *Plinie l'Ancien*, naturaliste romain, qui a su distinguer le gingembre de la racine du poivrier, il discuta du prix du marché de cette plante qui était taxée pendant l'Empire Romain. *Dioscoride*, médecin grec du I^{er} siècle le décrit dans son traité "*De Materia Medica*" et précise son utilisation médicinale. Dès le VII^{ème} siècle, le gingembre traverse la Méditerranée via le commerce d'Arabie, on retrouve sa trace dans le *Coran sourate 76* : versets 11 à 18.

Au IX^{ème} siècle, le gingembre était l'épice la plus connue et moins chère que le poivre. C'est pendant ce siècle qu'il fut connu en France et en Allemagne, au siècle suivant pour l'Angleterre.

Au XI^{ème} siècle, *Hildegarde de Bingen*, religieuse allemande, l'utilisait non seulement dans des préparations médicinales antiseptiques, des collyres mais aussi pour faire retrouver la force aux plus affaiblis, stimuler l'appétit et lutter contre les affections de l'estomac. Pendant ce siècle, le gingembre fut mentionné dans un texte d'Europe centrale en tant qu'épice alors qu'avant il était surtout connu pour ses vertus médicinales et aphrodisiaques. Il était aussi très utilisé en médecine vétérinaire en Angleterre.

Au XII^{ème} siècle, il est cité dans une maxime par les médecins de l'École de Salerne qui font l'éloge de ses propriétés :

*« Au froid de l'estomac, des reins et du poumon
Le gingembre brûlant s'oppose avec raison,
Eteint la soif, ranime, excite le cerveau,
En la vieillesse éveille amour jeune et nouveau »*

Au XIII^{ème} siècle, le commerce maritime Arabe le fait arriver en Afrique de l'Est et les Portugais ont développé son commerce en Afrique occidentale et sur l'île de Sao Thomé. En 1285, *Marco Polo*, pendant son voyage en Chine, au Bengale et sur la côte de Malabar, a découvert la culture du gingembre ainsi que l'aspect qu'il avait quand il était en fleur. A cette époque le gingembre était déjà connu en Europe via sa traversée de l'Orient. En 1292, *Giovanni Da Montecorvino*, franciscain Italien est envoyé en tant que missionnaire en Asie par le Pape Nicolas IV. En passant par la côte occidentale de l'Inde, il découvrit et décrivit précisément le gingembre.

On retrouve la poudre de gingembre nommée « *poudre de zingibérine* » par *Guillaume Tirel* dans une de ses recettes médiévales du « *Viandier de Taillevent* » du *XIV^{ème}* siècle. Le gingembre était une des principales épices pour donner de la saveur aux plats sophistiqués du Moyen Âge .

Pendant le *XV^{ème}* siècle, les Vénitiens commercialisent différentes qualités de gingembre, du plus commun au plus délicat en Europe occidentale.

Le gingembre fut introduit pour la culture dans les Antilles, à la Jamaïque au début du *XVI^{ème}* siècle par le fils du vice-roi du Mexique Francesco de Mendoca. Cette production était exportée vers l'Espagne. Durant cette période, cette plante était considérée en premier lieu comme médicinale, comme le mentionne l'encyclopédie de *Jacob van Maerlant*, et figurait dans le « *Boec van medicinen in Dietsche* » de *W.F Daems*.

Pendant ce siècle, le roi d'Angleterre Henry VIII préconisait d'utiliser du gingembre contre la peste. Plus tard, Elisabeth I en consommait dans le célèbre pain d'épices car la saveur fortement aromatique masquait celui de la farine qui parfois était rance. On le retrouve même dans la pièce de Shakespeare « *Peines d'Amour Perdues* », acte 5, scène 1 où il est cité "*Et si je n'avais plus qu'un seul penny au monde, vous le recevriez pour acheter un pain au gingembre*".

En 1563, le médecin portugais Garcia da Orta, installé en Inde pratiquait son art tout en commercialisant des plantes dont le gingembre. En l'an 1668, Moysse Charas, apothicaire français publie « *Histoire naturelle des animaux, des plantes et des minéraux qui entrent dans la composition de la thériaque d'Andromachus* », distribué à Paris. Il écrit que l'on trouve en France du gingembre de bonne qualité importé des îles américaines. En 1688, l'importation de cette épice via la mer est maximale en France.

À partir du *XVII^{ème}* siècle, le gingembre est cultivé au Brésil. A cette même époque, le médecin et chimiste français Nicolas Lemery suppose que le gingembre possède des propriétés aphrodisiaques dans son « *Traité universel des drogues simples* ».

Dans « *Histoire philosophique et politique des établissements et du commerce des européens dans les deux Indes* » de *Guillaume-Thomas Raynal* publié au XVIII^{ème} siècle, l'utilisation en cuisine du gingembre commence peu à peu à être oubliée.

En l'an 1783, des documents rapportés par *Henri Leclerc* relatent l'arrivée de gingembre pour le commerce au port de Marseille et discute du prix de cette denrée qui était consommée à cette époque par ceux qui avaient les moyens d'en acheter.

En 1880, dans le livre « *l'Officine* » de *Dorveau* , on peut retrouver « les pastilles de sérail » à base d'épices dont le gingembre, utilisées dans l'absence de désir.

Dans les années 1940, l'Australie fit des essais de culture de cette plante et deviendra pays producteur. Dès le XX^{ème} siècle, le gingembre disparaît des tables françaises au profit du poivre, mais il reste bien présent sur les tables anglo-saxonnes. De nos jours, il revient sur les tables du monde entier en tant qu'épice et de plus en plus d'études scientifiques sont réalisées pour prouver les propriétés thérapeutiques qui lui sont conférées **(6)(49)(50)**.

III.2 . Origines de son nom

III.2.a . Étymologie

La plupart des noms donnés au Gingembre Officinal prennent leurs origines du Grec « *ziggiberis* » et par la suite du Latin « *zingiber* ». A côté de ces noms, nous trouvons « *Singabera* » qui est la traduction en Sanskrit, langue Indo-européenne, ce qui veut dire 'corps', 'racine' ou encore 'en forme de corne' du fait de la forme de la racine. Ce nom dérive aussi du persan « *zungebil*» et de l'arabe « *zangabil*» **(1)(6)(28)**.



Figure n°7 : rhizome de gingembre en forme de corne

III.2.b . Noms vernaculaires

Autrefois en vieux Français, il était surnommé « *gingibre* ». Au XIII^{ème} siècle, le nom « Gingembre » que l'on connaît aujourd'hui a été cité pour la première fois dans des écrits, mais elle était aussi connue sous le nom d' « épice blanche ».

Ses noms Chinois sont « *Shen Jiang* » pour le rhizome frais, « *Gan Jiang* » pour le rhizome séché. Cette plante est appelée « *jenjanb* » en République dominicaine, « *Der Ingwer* » en Allemand, « *ginger root* » en Anglais. Dans les Caraïbes hispanophones, il est appelé « *jengibre* » ou « *gengibre* ».

Nous le retrouvons également sous le nom de *Amomum zingiber* L. (7)(8)(24)(48).

III.2.c . Caractéristiques Botaniques

C'est une plante tropicale herbacée vivace, elle est présente dans les régions ensoleillées et humides.



Figure n°8 : Dessin de la plante entière de *Zingiber officinale*

Appareil reproducteur composé de deux verticilles

L'organe mâle qui se nomme androcée est formé par les étamines qui sont elles-mêmes constituées d'un filet et d'une anthère avec des loges polliniques pour ensuite libérer le pollen.

L'organe femelle est le gynécée qui présente des carpelles, elles-mêmes composées de l'ovaire, d'un style qui prolonge l'ovaire et un stigmate coiffe le style pour retenir les grains de pollen sphériques (51).

Appareil végétatif composé des racines, tiges, feuilles :

Parties souterraines

La partie souterraine utilisée est le rhizome qui est une tige souterraine en forme d'axe cylindrique allongé épaissi et horizontal. Il est constitué de tubercules globuleux ramifiés. Il mesure en moyenne 10 cm de longueur, mesure jusqu'à 2 cm de largeur et 1,5 cm d'épaisseur. Ce rhizome porte des racines adventives au niveau de la face inférieure, des feuilles réduites en écailles, des bourgeons axillaires d'où peuvent se former un autre rhizome ou des rameaux aériens. Les ramifications mesurant jusqu'à 6 cm peuvent être qualifiées de 'doigts' du fait de leur aspect.

La peau du rhizome frais est de couleur beige pâle et la chair est jaune pâle et juteuse. Le rhizome contient un taux élevé d'huile essentielle contenue dans les cellules à essence. Quand on le casse la texture est fibreuse et granuleuse. Il s'en dégage une odeur fortement aromatique et sa saveur est chaude et piquante (5)(12) (18).



Figure n°9 : Rhizome de *Zingiber officinale*

Tige

La tige mesure 1 mètre à 1,50 mètre en moyenne et peut atteindre jusqu'à 3

mètres de haut. Les tiges mesurant 60 à 120 centimètres sont souvent stériles et portent jusqu'à 12 feuilles linéaires tandis que les tiges garnies d'écaillés engainantes et dépourvues de feuilles ne dépassent pas la vingtaine de centimètres et servent à la reproduction (8).

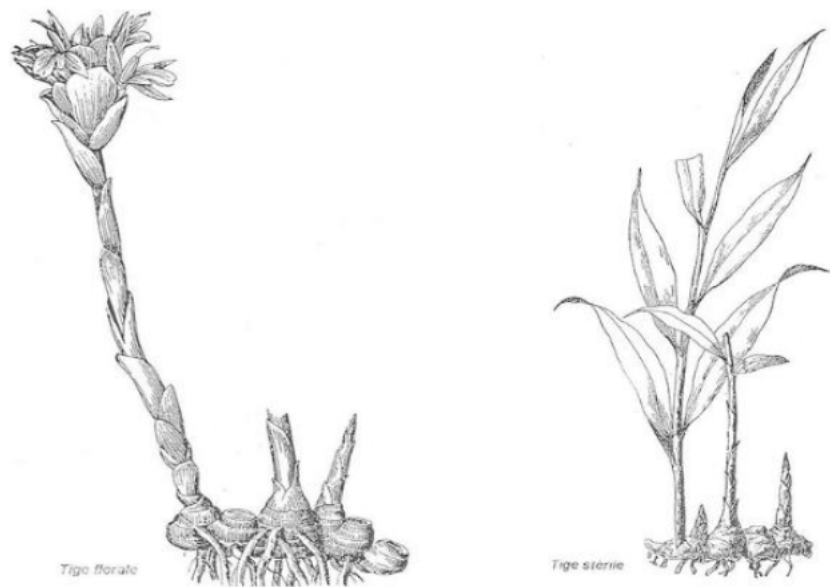


Figure n°10 : dessins d'une tige florale (à gauche) et d'une tige stérile (à droite) de gingembre d'après (49)



Figure n°11 : photo d'une tige florale de gingembre

Feuilles

Les feuilles de couleur vert clair sont persistantes, alternes et lancéolées. Elles peuvent mesurer jusqu'à vingt centimètres de longueur et 2 centimètres de largeur, leur base est atténuée et l'apex est graduellement acuminé ce qui leur donne un aspect pointu. Il n'y a pas de pétiole. La ligule, membrane se trouvant au niveau de l'articulation de la gaine et du limbe, peut faire entre 0,5 et 1 centimètre de longueur.

Les bractées verdâtres à marge jaune mesurent environ 2 centimètres **(15)(16)**.

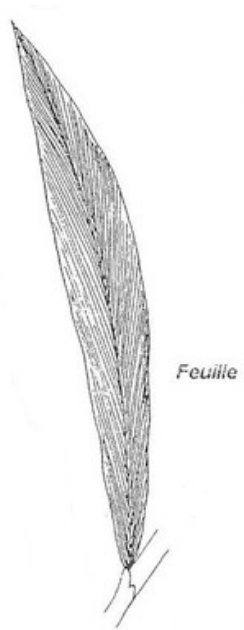


Figure n°12 : dessin d'une feuille de gingembre



Figure n°13 : photo de feuilles de gingembre

III.2.d . Inflorescence et appareil reproducteur

L'inflorescence née du rhizome est constituée de courts épis axillaires jaune-verts très serrés qui possèdent des tiges couvertes d'écailles. Elle est ovoïde et ressemble à une pomme de pin.

Les fleurs se positionnent à l'aisselle des bractées ; le calice verdâtre peut mesurer 0,9 à 1,2 centimètre de long ; la corolle de couleur qui varie du jaunâtre au verdâtre peut mesurer en longueur entre 3,5 et 5 centimètres.

Il y a présence d'un labelle mesurant entre 1,2 et 1,5 centimètres de couleur pourpre foncé avec des tâches jaunes à la base. Le filet est de la même couleur et de la même longueur que celle du labelle.

Le gynécée comprend trois carpelles à placentation axile formant un ovaire infère à 3 loges. L'androcée possède 3 étamines dont certaines deviennent des staminodes latéraux et adnés au labelle qui, lui, semble trilobé. L'anthère est long est pourvu d'une crête qui embrasse le style **(15)**.



Figure n°14: dessin d'une fleur de gingembre



Figure n°15 : photo d'une inflorescence de gingembre

III.2.e . Fruit

La fleur produira des petites graines noires et anguleuses pendant la floraison: les fruits, des capsules trivalves à déhiscence loculicide, deviennent coriaces.

III.3 . Écologie

Besoins en température

Le climat préféré du gingembre est le climat tropical ou subtropical. La température doit être élevée, au minimum 21° Celsius, pendant une grande partie de l'année pour permettre une croissance optimale. Il peut néanmoins supporter des périodes de gel car la plante se met dans un repos végétatif.

Besoins en eau

Il lui faut une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 2000 mm au moins pendant la période de végétation. Si la pluviométrie est inférieure à 1000 millimètres, une irrigation d'appoint est nécessaire.

Besoins en ensoleillement

La plante a besoin de beaucoup de soleil. Elle peut supporter un léger ombrage sans en souffrir mais la croissance ne sera pas optimale.

Besoins en sols

Le sol peut être celui d'un jardin riche en humus, léger et acide. Ce sol doit aussi être bien drainé pour éviter l'excès d'humidité. Des sols contenant du limon ou du sable et de l'argile peuvent être aussi utilisés mais les sols argileux sont inondables et doivent être drainés.

Besoins en altitude

L'altitude optimale se situe entre 500 et 1500 m au dessus du niveau de la mer **(9)**.

III.4 . Culture et production

Si les conditions sont optimales et s'il y a assez d'humidité au début de la culture, comme dans les pays où il y a des moussons, le cycle végétatif du gingembre peut durer 9 à 10 mois. Planté aux environs du mois d'août, il y a alors un développement de germes au niveau latéral qui formeront de nouveaux rhizomes en se ramifiant successivement. Une tige sort et croît jusqu'en avril environ puis des parties aériennes comme des feuilles ou des fleurs partiront du rhizome formé. Avant que la mousson ne se termine, les plantes posséderont des fleurs et les parties aériennes jauniront jusqu'au mois de juin avec une production de graines. Ensuite les parties aériennes tomberont au sol quand le temps redeviendra moins humide et les rhizomes pourront être récoltés. Si ces derniers sont laissés en terre, ils entreront dans un état de dormance jusqu'à ce que la période de moussons revienne.

Les cultivars sont différents selon l'endroit où ils sont cultivés, leurs couleurs et saveurs diffèrent **(29)(35)**.

Domain	Country	Element	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Cultures	Bangladesh	Production	Gingembre	2013	tonnes	69000.00		Donnée officielle
Cultures	Bhoutan	Production	Gingembre	2013	tonnes	3405.00		Donnée officielle
Cultures	Cameroun	Production	Gingembre	2013	tonnes	46350.00		Donnée officielle
Cultures	Sri Lanka	Production	Gingembre	2013	tonnes	14075.00		Donnée officielle
Cultures	Chine, continentale	Production	Gingembre	2013	tonnes	390000.00	F	Estimation FAO
Cultures	Costa Rica	Production	Gingembre	2013	tonnes	1703.00		Donnée officielle
Cultures	Dominique	Production	Gingembre	2013	tonnes	194.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	République dominicaine	Production	Gingembre	2013	tonnes	148.00		Donnée officielle
Cultures	Fidji	Production	Gingembre	2013	tonnes	2539.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Ghana	Production	Gingembre	2013	tonnes	92.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Grenade	Production	Gingembre	2013	tonnes	27.00	F	Estimation FAO
Cultures	Guyana	Production	Gingembre	2013	tonnes	1915.00		Donnée officielle
Cultures	Inde	Production	Gingembre	2013	tonnes	683000.00		Donnée officielle
Cultures	Indonésie	Production	Gingembre	2013	tonnes	232669.00		Donnée officielle
Cultures	Côte d'Ivoire	Production	Gingembre	2013	tonnes	6000.00	F	Estimation FAO
Cultures	Jamaïque	Production	Gingembre	2013	tonnes	1198.00		Donnée officielle
Cultures	Japon	Production	Gingembre	2013	tonnes	57835.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Kenya	Production	Gingembre	2013	tonnes	330.00	F	Estimation FAO
Cultures	République de Corée	Production	Gingembre	2013	tonnes	4910.00		Donnée officielle
Cultures	Madagascar	Production	Gingembre	2013	tonnes	52.00	F	Estimation FAO
Cultures	Malaisie	Production	Gingembre	2013	tonnes	9378.00		Donnée officielle
Cultures	Maurice	Production	Gingembre	2013	tonnes	991.00		Donnée officielle
Cultures	Mexique	Production	Gingembre	2013	tonnes	674.00		Donnée officielle
Cultures	Népal	Production	Gingembre	2013	tonnes	235033.00		Donnée officielle
Cultures	Nigéria	Production	Gingembre	2013	tonnes	160000.00	F	Estimation FAO

Cultures	Pakistan	Production	Gingembre	2013	tonnes	124.00		Donnée officielle
Cultures	Pérou	Production	Gingembre	2013	tonnes	3800.00	F	Estimation FAO
Cultures	Philippines	Production	Gingembre	2013	tonnes	28216.00		Donnée officielle
Cultures	Porto Rico	Production	Gingembre	2013	tonnes	117.00	F	Estimation FAO
Cultures	Réunion	Production	Gingembre	2013	tonnes	68.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Sainte-Lucie	Production	Gingembre	2013	tonnes	15.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Chine, Taiwan Province de	Production	Gingembre	2013	tonnes	35000.00	F	Estimation FAO
Cultures	République-Unie de Tanzanie	Production	Gingembre	2013	tonnes	32.00	F	Estimation FAO
Cultures	Thaïlande	Production	Gingembre	2013	tonnes	140000.00	F	Estimation FAO
Cultures	Trinité-et-Tobago	Production	Gingembre	2013	tonnes	616.00		Donnée officielle
Cultures	Ouganda	Production	Gingembre	2013	tonnes	171.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	États-Unis d'Amérique	Production	Gingembre	2013	tonnes	774.00	Im	Données de la FAO basées sur une méthodologie d'imputation
Cultures	Ethiopie	Production	Gingembre	2013	tonnes	10000.00	F	Estimation FAO
Cultures	Chine	Production	Gingembre	2013	tonnes	425000.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Monde	Production	Gingembre	2013	tonnes	2140451.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Afrique	Production	Gingembre	2013	tonnes	224086.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Afrique de l'Est	Production	Gingembre	2013	tonnes	11644.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Afrique Centrale	Production	Gingembre	2013	tonnes	46350.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Afrique de l'Ouest	Production	Gingembre	2013	tonnes	166092.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées

Cultures	Amériques	Production	Gingembre	2013	tonnes	11181.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Amérique Nordique	Production	Gingembre	2013	tonnes	774.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Amérique Centrale	Production	Gingembre	2013	tonnes	2377.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Caraïbes	Production	Gingembre	2013	tonnes	2315.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Amérique du Sud	Production	Gingembre	2013	tonnes	5715.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées
Cultures	Asie	Production	Gingembre	2013	tonnes	1902645.00	A	Agrégat, peut inclure des données officielles, semi-officielles, estimées ou calculées

Tableau II - Données issus de l'outil statistique FAOSTAT : production 2013 de gingembre en tonnes en fonction des pays (57).

III.4.a . Distribution géographique

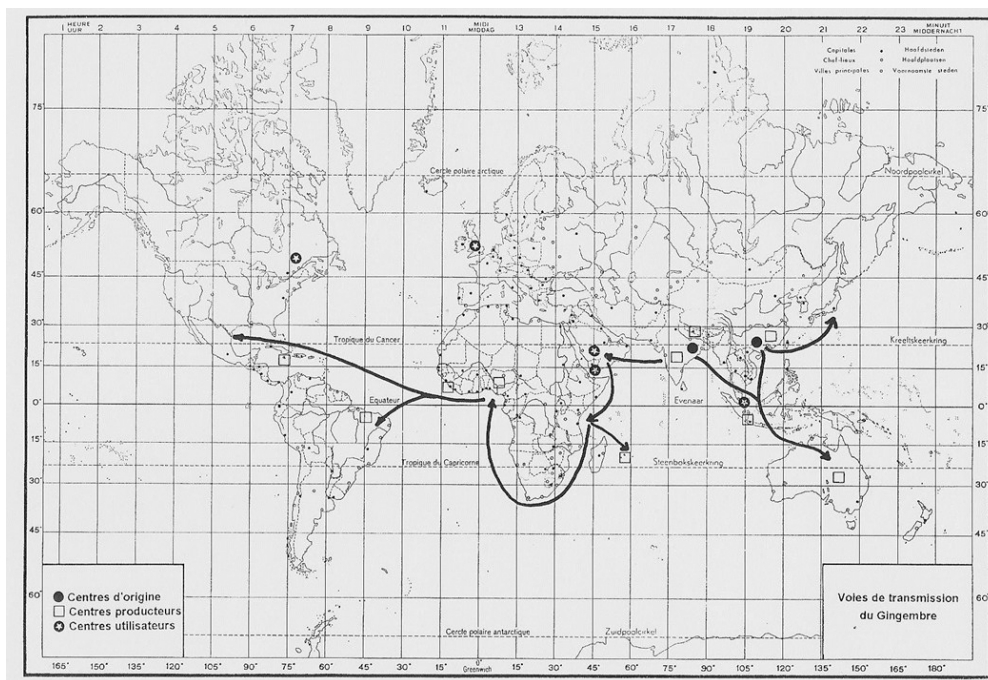


Figure n°16 : carte géographique avec la distribution géographique du gingembre

Les principaux pays producteurs sont en premier l'Inde, en second la Chine surtout dans le Guangdong à proximité de Canton. L'Indonésie, le Japon, la Mauritanie, le Nigéria, l'Australie, la Jamaïque en produisent également. On peut également le cultiver sur l'Himalaya à une altitude de 1600 m, au cap Comorin, au Sri Lanka, au Vietnam, au Cambodge, au Laos, en Thaïlande, en Malaisie, aux Philippines, au Népal, en Corée du Sud, au Bhoutan, en Sierra Leone, au Cameroun, au Congo, au Ghana, en Ethiopie, en Côte-d'Ivoire, au Bénin, en Guinée, au Sénégal, au Ghana, au Burkina Faso, à la Réunion, à Madagascar, à Saint-Barthélémy, en Polynésie Française, à l'est du Brésil, au Mexique, au Costa Rica, au Guatemala, aux Etats-Unis, en Colombie, au Venezuela, en Guyane, en République Dominicaine, à Mayotte, en Martinique, à Cuba, en Nouvelle-Calédonie, dans les îles Fidji, dans les îles Solomon, à l'île Maurice, dans l'archipel de Tonga.

Il est aussi cultivé depuis peu en Europe avec des serres en Suisse. À partir de nouvelles techniques utilisées à Java, une étude a permis d'adapter les conditions de cultures du gingembre à Genève et d'en faire une méthode innovante actuellement confidentielle **(18)(29)(30)(31)**.



Figure n°17 : Champs de gingembre en Indonésie



**Figure n°18 : gingembre cultivé et récolté en Suisse (Genève) par Swiss
Ginger**

III.4.b . Croissance

Sol et préparation

Pour une bonne croissance, il faut utiliser une terre défrichée, avec un sol léger assez profond, riche en humus et bien ensoleillée. Il faut ensuite ameublir ce sol avec un ajout de fumier ou d'engrais naturel si besoin.

Période pour la plantation

Il faut planter quand la saison des pluies a commencé, par exemple en septembre dans le Queensland et en avril en Inde et Jamaïque. En Australie, on le plante d'août à octobre si les terrains sont bien irrigués.

Plants utilisés

Il faut se procurer des rhizomes sains qui peuvent avoir été préservés dans un silo creusé dans la terre situé au frais sans soleil, que l'on divise en petits morceaux. Ce sont des éclats de 3 à 5 cm qui doivent porter au moins un bourgeon. Au Nigéria, la culture optimale se fait par des éclats de 20 grammes.

Méthode de plantation

La méthode varie légèrement en fonction du pays producteur. Elle se fait manuellement ou est robotisée.

On peut faire de la multiplication par des éclats de rhizomes séchés et les mettre à plat dans la terre. Ils seront enfoncés non trop profondément sur un peu de compost ou du fumier de vaches ou de poules, la profondeur des trous devant se situer entre 5 et 10 centimètres.

Les éclats doivent être espacés d'une vingtaine de centimètres les uns des autres. On peut ainsi en planter 100 000 par hectare en utilisant 800 à 1700 kg d'éclats.

Après le semis, on recouvre de terre émiettée. Dans certains pays, comme au Cameroun, le paillage est pratiqué : une couverture de feuilles mortes se décomposant est placée sur la terre pour protéger les rhizomes de l'ensoleillement trop agressif. Cela permet au sol de retenir l'humidité et d'être plus fertile grâce aux matières organiques apportées. De plus il limite la pousse des mauvaises herbes. Le paillis se fait au premier et au deuxième mois de culture. Une autre manière est possible : se procurer les plants en pots, diviser les jeunes plants en plusieurs touffes et les repoter individuellement. Les racines fraîches peuvent être plantées en pots ou en pleine terre si la température est adéquate, de nouvelles pousses émergeront rapidement s'ils sont placés dans du compost humide à plus de 21°C. Les plantules commencent à émerger du sol une dizaine de jours après la plantation. Il y aura la formation de feuilles 4 à 6 semaines après. Cinq mois après la plantation, les fleurs commencent à apparaître : c'est la floraison. Trente deux semaines après la plantation, les tiges stériles vont commencer à faner. Il faudra bientôt procéder à la récolte.

On peut procéder à une rotation des cultures après que la récolte soit terminée. En effet le gingembre épuise le sol pendant toute sa croissance. Par exemple en Inde, après que la récolte soit terminée, de l'oignon, de l'ail ou des choux y sont cultivés. Au Bengale, on cultive par la suite du taro.

À la maison, en cas d'envie de faire pousser du gingembre, il faut se procurer un rhizome frais avec des jeunes pousses qu'il faudra faire germer. Ils sont découpés en petits morceaux d'environ 5 centimètres, chacun d'eux devant posséder au moins un petit bourgeon ou pousse. Pour multiplier les cultures, un seul morceau est déposé par pot ou verre d'eau. Dans un jardin à climat chaud ou sous serre, ces morceaux sont plantés directement en terre, séparés de 50 centimètres les uns des autres. Les racines du rhizome peuvent être également mis dans de l'eau avec la tige naissante hors de l'eau ou dans du terreau riche souvent arrosé mais sans noyer la plante. Les conditions optimales de croissance sont de drainer la terre, exposer quotidiennement les plants au soleil et avoir une température minimale de 25° Celsius.

Entretien de la culture

Les mauvaises herbes peuvent être sarclées. Il faut arroser régulièrement en temps de grande sécheresse sans noyer les plants. Les tiges qui portent les fleurs peuvent être supprimées pour un meilleur développement du rhizome **(17)(32)(33)(36)(48)(49)**.

III.4.c . Ennemis ravageurs et problèmes phytosanitaires

Toutes les parties de la plante sans exception peuvent être touchées.

Les insectes

- Foreur des pousses ou pyrale jaune du pêcher - *Conogethes punctiferalis*; synonyme: *Dichocrosis punctiferalis*

Les larves mangent les jeunes pousses et détruisent jusque la moitié des pseudo-tiges qui alors jaunissent et se dessèchent. Les rhizomes de plantes infectées peuvent être de taille réduite.

- Cochenilles des rhizomes - *Aspidiella hartii*

Cet insecte est minoritairement trouvé en Afrique. Les larves de ces chenilles se trouvent sur les rhizomes et sucent la sève à la surface. Elles affaiblissent les rhizomes en fin de culture qui prennent un aspect ratatiné. Si les larves sont nombreuses, cela peut arrêter le bourgeonnement à la base.

- Nématodes à galle – *Meloidogyne spp.*

Ce nématode est présent dans le sol, entre dans les tissus intracellulaires, forme des galeries et détruit les racines des rhizomes, ce qui provoque des tâches visibles dans la plantation, pouvant entraîner la mort par pourrissement, dès les premiers stades de culture.

Les champignons

Les racines et les rhizomes sont plus susceptibles d'être attaqués.

- *Pythium spp.*

Ce champignon se trouve dans les sols humides non drainés. Il provoque une décomposition des racines, du rhizome et du collet des tiges car il y a formation d'un mycélium à l'intérieur de ces derniers. Sur les pousses et les tiges se développent des zones brun clair avec des bords violets sur des zones allongées proche du sol, les bords autour de la tige noircissent et les feuilles tombent. On trouve aussi la présence de tâches rondes grisâtres, des points noirs appelés « pycnides » au centre des tâches.

Les pertes peuvent atteindre un taux de 90% de plants par blocage de la formation des pousses donc un flétrissement et mort des plants **(17)**.

- Fusariose – *Fusarium oxysporum f.sp. zingiberi*

Cette maladie spécifique au gingembre a été découverte en Inde en 1942. Sa propagation est accentuée par l'humidité et la chaleur, il se trouve principalement dans les sols détrempés. Il rentre par les racines, se propage dans le rhizome et les tiges.

Les rhizomes ne grandissent plus et l'intérieur se colore en brun, ne pouvant plus être récoltés. Les feuilles ont leurs bords qui deviennent jaunes, puis fanent (27).

- Tâches foliaires - *Phylllosticta zingiberi*

Le champignon est surtout présent quand le temps est humide. Les feuilles sont infectées par le mycélium de ce champignon. Il y a formation de tâches blanches remplies d'eau avec un liseré brunâtre et un halo jaune en premier temps sur les jeunes feuilles. Cela empêche une photosynthèse efficace et entraîne une nécrose. Le rhizome est plus petit et présente aussi des tâches.

- Anthracnose - *Colletotrichum zingiberis*

On retrouve ce champignon en Asie, dans l'eau présente sur les feuilles. Cette maladie pose un grand problème au niveau économique. Les feuilles sont envahies par le mycélium, la taille des rhizomes est plus petite, les pousses sont de moins bonne qualité du fait des tâches jaunâtres, ovales ou rondes formant de grandes tâches rassemblées en zones. Les feuilles peuvent présenter des trous et tomber.

Les bactéries

- Flétrissement bactérien - *Ralstonia solanacearum* - Synonyme: *Pseudomonas solanacearum*

Ces bactéries se trouvent dans le rhizome et ses racines, dans certaines zones de culture où le sol est détremé et mal drainé. Il peut y avoir une destruction totale des plants. Les feuilles deviennent de plus en plus jaunes et flétrissent. La pseudo-tige est 'vitreuse'. Le tissu vasculaire devient noir et par la suite la plante meurt. Les rhizomes sont de couleur foncée de par la pourriture et peuvent contenir des zones contenant de l'eau. Parfois le rhizome possède des zones translucides : en incisant le rhizome, un liquide blanc laiteux en jaillit.

Les virus

- Mosaïque du gingembre

Ce virus peut être retrouvé à n'importe quelle période de l'année. Toute la plante est infectée mais le mode de transmission n'est pas encore connu. Le virus perturbe la photosynthèse et la diminue, aboutissant au flétrissement des rhizomes et interférant avec la croissance des pousses. De plus les feuilles présentent une mosaïque de particules sphériques jaunes et vertes foncées.

- Moucheture chlorotique du gingembre décrite pour la première fois en 1986

Les atteintes de la plante sont en forme de mouchetures sur les feuilles **(27)(34)**.

Il existe aussi d'autres maladies du gingembre qui peuvent être mineures : la pourriture sèche provoquée par *Macrophomina phaseolina*, la pourriture de la gaine basale par un nématode appelé *Aphelenchus*, la pourriture basale par *Sclerotium rolfsii*, la pourriture violette par *Helicobasidium mompa*, la pourriture noire sur les parties plus anciennes du rhizome est causée par *Rosellinia zingiberis*, la *Leptosphaeria zingiberis* provoque des tâches sur les feuilles, le *Coniothyrium zingiberis* aux Philippines provoque la présence de pycnides jaunes foncées ou même noires, *Rhizoctonia bataticola* (*Macrophomina*) donne de la rouille sur les feuilles, la pourriture rouge aux Philippines est donné par *Nectriella Zingiberi*.

La présence d'un de ces ravageurs ou d'une maladie ne veut pas forcément dire qu'il y aura des dommages dans la culture **(27)(48)**. On remarque qu'il y a plus de problèmes phytosanitaires dans certains pays que dans d'autres **(26)**.

III.4.d . Traitement de la plante

La culture du gingembre s'étend sur plusieurs années : il faut dès lors se prémunir d'un risque de transfert d'organisme pathogène entre les plants. Comme le cycle de culture est assez long, il faut éviter d'avoir les attaques par les pathogènes dès les premiers stades du cycle. Aucune variété de gingembre sur le marché ne possède de résistance ou des tolérances vis-à-vis des pathogènes connus.

Les méthodes pour lutter contre ces agents pathogènes sont diverses.

Il faut tout d'abord travailler avec des plants sains non infectés. Avant de les planter, une inspection visuelle est réalisée pour trier les plants symptomatiques des asymptomatiques. Ensuite les rhizomes sont traités thermiquement par solarisation afin de tuer les possibles agents pathogènes tels que les nématodes et *Fusarium* ou encore éviter le flétrissement bactérien. Ce procédé ne porte pas atteinte à l'environnement et est économique. Il faut maintenir les rhizomes à une température située entre 40 et 50° Celsius pendant 30 minutes, sans dépasser la température limite pour ne pas endommager les plants. Une autre méthode dérive de ce principe, en plaçant les rhizomes sous des feuilles de polyéthylène transparentes et les laisser exposés par temps de grand ensoleillement.

Pour obtenir une élimination rapide des pathogènes, il y a également la possibilité d'effectuer une culture de gingembre sur tissus pour obtenir des plants sains et ensuite les transférer dans les champs.

Les sols utilisés doivent être exempts de tout parasite comme les nématodes ou de vecteurs de maladie comme les *Fusarium* et *Pythium*. Il faut pratiquer une rotation des cultures en utilisant des plantes non susceptibles d'être attaquées, non sensibles pour diminuer le nombre de ces pathogènes dans le sol. Ce sol ne doit pas être infecté via de l'eau d'irrigation contaminée par les pathogènes. Toutefois une stérilisation du sol par des produits chimiques peut être réalisée de façon ponctuelle. Il faut aussi utiliser des outils non contaminés pour l'agriculture.

Les terrains recevant les cultures de gingembre ne doivent pas posséder d'antécédents connus vis-à-vis des attaques de pathogènes et doivent être surveillés la culture depuis le début de plantation jusqu'à la récolte.

La détection d'une attaque au plus vite évitera au maximum les dégâts **(36)**.

Exemples de méthodes de lutte contre certains agents pathogènes

- Pour le Foreur des pousses : au début de la culture, mettre des filets pour éviter que des œufs soient pondus sur les plantes. Faire pousser des plantes qui attirent ces insectes un peu plus loin, organiser un système de leurre en faisant planter des plantes attirant ces agents pathogènes. Une autre méthode consiste à installer des lumières en-dehors du champs pour attirer les adultes hors de la plantation. Il faut asperger de l'eau pour bloquer le vol des insectes adultes. Les pyréthrinoïdes ou un perturbateur microbiologique de la membrane intestinale des insectes (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) peuvent être utilisés pour les éliminer. En cas d'atteinte, il faut éliminer les jeunes tiges tout récemment infestées toutes les 2 semaines. Après avoir ramassé la récolte entière, l'éloigner du champs ou de la source d'infestation, dans un endroit de stockage sain.
- Pour la Cochenille du rhizome : éviter de faire pousser les plants dans une parcelle avoisinant une autre infestée. Éviter la contamination des rhizomes en les trempant dans un insecticide de contact comme des organophosphorés et des carbamates (le diméthoate par exemple). Pour éliminer les cochenilles dès le début de la culture jusqu'à la récolte, il faut pulvériser un insecticide systémique. En cas d'infestation trop importante, il faut détruire les rhizomes.
- Pour le Nématode à galle : cultiver sur un terrain où l'infestation est la plus faible possible. Il faudra faire une rotation de la plantation pour diminuer ce risque d'infestation. Stériliser le sol en utilisant des fumigations avec des plantes de la famille des crucifères qui libèrent des isothiocyanates. On peut aussi utiliser des pesticides comme des organophosphorés et des carbamates (le fénamiphos par exemple). Quand toute la plantation a été récoltée, il faut détruire les racines et autres débris infectés.
- Pour le *Pythium* qui entraîne une fonte de semis : prendre un terrain sans infestation précédente, stériliser le sol par la technique thermique ou solarisation ou par des produits chimiques. Il faut que le sol ne soit pas trop

humide, bien drainé et qu'il possède beaucoup de matières organiques pour qu'il y ait une microflore capable de prendre la place des pathogènes. Les rhizomes seront d'abord enduits de fongicides systémiques. Quand la récolte a été faite, détruire les résidus dans les plantations.

- Pour l'Anthracnose : après avoir choisi le sol, faire un arrosage au goutte à goutte et en paillant, c'est-à-dire en recouvrant le sol de matériaux organiques ou minéraux pour le protéger. Il ne faut pas utiliser un autre type d'arrosage car cela crée des éclaboussures. Mettre des fongicides pour protéger et pour traiter les feuilles s'il y a infestation. S'il y a une forte infestation, il faut retirer les feuilles touchées. Il faut éliminer tout débris de culture.
- Pour les Tâches foliaires : mettre du fongicide pour protéger et traiter si les premiers symptômes d'infection sont détectés. Il faut éviter que le champignon se disperse via la proximité de plantes qui les portent. Pour cela il faut aussi ramasser les plantes infectées à la main et les brûler.
- Pour la Fusariose : les sols fortement infestés sont à éviter, tout comme avoir des plantes infestées dans les alentours. La stérilisation est effectuée par solarisation, biofumigation ou avec des fongicides. Il faudra faire des rotations de plantation entre 2 cultures de gingembre. Les plants à la base doivent être sains : les rhizomes sont triés en enlevant toutes les parties flétries ou brunes avec un couteau qui sera désinfecté à chaque fois. Ces derniers seront trempés dans un fongicide de contact pendant 15 à 20 minutes pour réduire le risque d'infection. Si la plante est infestée, il faut appliquer un fongicide systémique.
- Pour le Flétrissement bactérien : au niveau du terrain choisi, il ne faut aucune infestation car il n'y a pas de moyen de lutte contre les plantes déjà infestées. Il faut éliminer et brûler tous les résidus venant de zones infestées. Le sol peut subir une solarisation, biofumigation ou traitement par des solutions bactéricides (bouillie bordelaise à 1% ou de l'oxychlorure de cuivre à 0.2%) . Si la zone est infectée, on peut planter des graminées dans la parcelle isolée pour éviter la dissémination par les animaux. Les plants doivent être sains.

Les rhizomes sont trempés dans un produit bactéricide (streptocycline à 200 ppm pendant 30 minutes) puis laissés sécher à l'ombre pour réduire le risque d'infection. Après être passés dans la zone de culture, les outils et les chaussures doivent être désinfectés avec un désinfectant agricole.

- Pour les maladies virales : il faut que la culture soit éloignée de toute plante portant les virus. Il ne faut en aucun cas utiliser des plantes infectées près des cultures saines. Il existe dans la nature certains prédateurs et parasites de certains ravageurs. Pour les racines infectées par le *Pythium* ou le *Fusarium*, on peut utiliser des produits contenant des espèces de *Trichoderma*. Trempées avec les rhizomes, cela permet d'augmenter la présence de ce *Trichoderma* au niveau des racines et rhizomes dans le sol.
- On peut aussi mettre dans le sol avant la plantation un champignon appelé *Pochonia chlamydosporia* pour éviter les nématodes.

Après la récolte on peut retrouver des champignons comme le *Fusarium oxysporum* ou le *Fusarium solani* qui provoquent un flétrissement localisé. On peut rencontrer aussi le *Pythium spinosum* *Pythium ultimum* qui donnent une pourriture humide, le *Pythium deliense*, le *Pythium myriotylum*, le *geotrichum candidum*, l'*aspergillus flavus* qui produisent des aflatoxines cancérigènes, le *Cladosporium lennissimum*, le *Gliocladium roseum*, le *Graphium album*, le *Mucor racemosus*, le *Stachybotrys sansevieriae*, le *Thanatephorus cucumeris*, le *Verticillium chlamydosporium*. Des bactéries comme *Erwinia caratovora*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa* entraînant une pourriture de couleur jaune ou brune peuvent également être rencontrées (36).

III.4.e . Récolte et rendement

Récolte

Les rhizomes de gingembre sont déterrés environ 5 à 10 mois après la plantation, le moment de la récolte dépendant de la façon dont va être utilisé le gingembre. Une seule récolte est réalisée par an sauf en Australie qui, grâce à son mode de culture intensive, peut en faire jusque trois par année.

La récolte se fait à la main ou mécanisée dans certains pays.

Pour les produits frais, les rhizomes doivent être récoltés quand ils ne sont pas encore matures à environ 5 mois de culture, ce qui veut dire qu'ils sont encore tendres, moins âcres et contiennent moins de fibres. Le gingembre destiné à être en conserve peut aussi être récolté à cette même période.

Pour faire du gingembre confit, il faut moissonner le rhizome frais après 5 à 7 mois de pousse.

Pour commercialiser le gingembre séché ou en extraire l'huile essentielle par la suite, il vaut mieux récolter aux environs des 8-9 mois quand les feuilles commencent à jaunir. Cela signifie que les rhizomes sont mûres et que la croissance est terminée. Après 9 mois, si ces plants restent plus longtemps dans le sol, la qualité pour le commerce diminue car la quantité de fibres qui les compose augmente.

On récoltera les rhizomes bien matures pour en faire de nouveaux semenciers. Pour ce qui est de la saison des récoltes, l'Inde a pour l'habitude de le récolter de janvier à avril, mais cette période peut varier en fonction des endroits où il est cultivé. En Chine il est récolté en octobre - novembre.

Pour récupérer les parties qui nous intéressent, il faut soulever les touffes avec une bêche ou une fourche comme pour déterrer des pommes de terre. Il faudra ensuite enlever les feuilles desséchées, les racines et la terre et les diviser en 'petits bouquets'. Pour avoir un jeune gingembre tendre, peu piquant et de couleur blanche et rosée, les rhizomes sont déterrés avant atteinte de leur maturité quand les feuilles sont encore bien vertes et vivaces. Il est surnommé le '*baby ginger*'.



Figure n°19 : « Baby Ginger »

Rendement

En fonction de la méthode de culture, des conditions climatiques et des sols utilisés, on peut dans le meilleur des cas obtenir 30 tonnes de rhizomes frais par hectare. L'Australie qui utilise une méthode d'irrigation a obtenu jusque 38 tonnes par hectare. Au Nigéria, on obtient 22 tonnes par hectare en cas d'utilisation de fumier sur les cultures et 18 tonnes par hectare si ce n'est pas le cas.

Dans les conditions courantes on obtient en moyenne plutôt 10 tonnes de rhizomes frais par hectare, c'est-à-dire environ 1,5 tonnes de gingembre sec car le rendement en gingembre sec correspond à 15 à 25% du poids frais **(26)(27)(49)(66)**.

III.4.f . Devenir et stockage

Stockage du gingembre frais

Après la récolte, le '*baby ginger*' se conserve au réfrigérateur pas plus de 2 semaines. Le gingembre mature peut être conservé quelques semaines à 13° Celsius dans un endroit à l'abri de l'humidité pour qu'il ne se détériore pas. Il ne se conserve pas longtemps dans le bac à légumes, il faut donc l'éviter. Il est possible de le conserver dans le congélateur.

Dans certains pays, les gens le conservent dans des bocaux de sirop sucré après l'avoir cuit ou encore en tranches dans un bocal rempli de gros sel ou de vinaigre xérés et remis au frigo.

Pour éviter toute dégradation du gingembre frais à domicile, on peut le placer dans une boîte hermétique ou un bocal en verre avec quelques grains de riz pour éviter le contact avec l'humidité. Il peut être conservé de cette façon pendant 3 semaines. Le rhizome récolté peut être bouilli ou épluché. En fonction de la méthode utilisée, on obtient plusieurs types de gingembre.

Pour obtenir une meilleure conservation du gingembre, on peut le sécher au soleil pendant 2 semaines ou le mettre en conserve salée avec du vinaigre de riz et du sel ou en conserve sucrée bouilli dans un sirop.

Pour obtenir du gingembre sec et entier, il faut choisir des plantes avec des rhizomes charnus et ne pas attendre que leur peau durcisse car le séchage sera plus difficile. On enlève les racines et les feuilles. Après les avoir sélectionnés et laissés tremper dans de l'eau saine toute une nuit pour ramollir, on racle cette terre qui adhère, ensuite il faut refaire un lavage. Quand ils sont propres, ces rhizomes sont étendus sur des nattes propres et laissés sécher au soleil pendant une semaine dans certains pays comme en Inde par exemple. Cela est impossible en Australie du fait des averses et de la grande humidité présente pendant la période de récolte. Il faudra donc un séchage mécanique avec une température de l'air à 60 degrés Celsius maximum, pouvant durer 16 à 18 heures si les rhizomes sont entiers. Après séchage, ils sont trempés pendant 6h dans une solution de chaux (oxyde de calcium) à 2%. La solution est vidangée pour aboutir au dernier séchage à 8-10% d'humidité sans jamais dépasser les 12%.

Il faut savoir que le séchage au soleil peut durer de 1 à 2 semaines en fonction des conditions climatiques et qu'il y aura une perte de poids comprise entre 60 et 70%. Une fois le séchage terminé, on peut utiliser une machine séparatrice ou alors trier à la main les rhizomes pour en enlever les corps étrangers comme des insectes ou des morceaux de peau sèche détachés. Ils seront emballés hermétiquement pour l'exportation et de cette façon seront étanches à l'humidité.

Une autre méthode consiste à gratter et peler les rhizomes pour ensuite en faire des tranches avant de les sécher. Le fait de les gratter permet de gagner du temps pendant le séchage et cela diminue le risque de moisissures et de fermentation.

Par contre, il y a une perte en huile étant donné que la peau riche en huile est enlevée. Ces tranches sont trempées dans de l'eau pendant 3 heures environ puis dans une solution à 2% de chaux (oxyde de calcium) pendant 6 heures. Pour terminer, ils seront égouttés puis séchés au soleil. Si le séchage à l'air libre n'est pas possible, un séchoir à air chaud permet de sécher les tranches en 6 heures environ.

À la maison, pour faire du gingembre séché soit même, il faut placer le rhizome dans de l'eau à ébullition, puis faire des rondelles que l'on chauffe dans un four à 80° Celsius pendant 12 heures, la porte du four entrouverte. On peut aussi le laisser sécher à l'air libre mais cela demande beaucoup plus de temps.

En ce qui concerne les rhizomes que l'on veut garder frais, il faut leur faire subir un lavage à haute pression pour éliminer le plus de bactéries possible et les nettoyer, les pousses et racines devant être enlevées. Ensuite il faut les passer 10 minutes dans une eau à ébullition pour inactiver les actions enzymatiques présentes dans le gingembre frais. Il doit être conditionné dans des emballages neufs et propres pour ne pas altérer le rhizome et obtenir de bonnes conditions de conservation. Il est possible d'y accoler des timbres avec les indications commerciales et les codes d'identification, cet étiquetage devant être fait avec des encres et colles autorisées non toxiques. Ce conditionnement doit répondre aux spécifications du Code d'usage international recommandé pour l'emballage et le transport des fruits et légumes frais (CAC/RCP 44-1995) **(55)**.

Stockage des autres formes de gingembre

Pour fabriquer l'huile essentielle, on utilise des rhizomes secs entiers dont on a laissé la peau. Ils sont réduits en poudre et puis distillés par la vapeur. On obtient un rendement en huile essentielle de 1,5 à 3%. Il restera dans la poudre la moitié de l'amidon qui pourra servir à l'alimentation animale.

Pour la poudre de gingembre, elle sera stockée dans des boîtes hermétiques pour éviter l'humidité environnante. Elle conserve très bien sa saveur pendant une année **(35)(29)(27) (48)**.

III.4.g . Commerce

La plupart des racines fraîches ou mures sont consommées dans le pays de production mais une grande partie est aussi exportée.

Le gingembre est surtout exporté au Royaume-Uni (à noter que ce pays n'accepte que les rhizomes séchés avec la peau retirée), aux États-Unis, en Allemagne, au Moyen Orient, au Maroc, en Espagne, aux Emirats, en Arabie Saoudite, en Egypte, à Singapour ou encore au sud du Yémen.

Il existe des normes de qualité dans les pays importateurs, surtout au niveau de la propreté dans le but de satisfaire des exigences minimales. Parfois il faut même avoir recours au nettoyage ou à la désinfection avec des produits comme l'oxyde d'éthylène.

Pour une conservation optimale pendant le transport, le gingembre frais doit être placé dans des sacs en polyéthylène avec seulement 2% de ventilation pour empêcher la déshydratation et les moisissures. Ensuite les rhizomes en vrac peuvent être transportés dans des toiles de jute, des caissons en bois ou avec du papier carton ondulé. Le gingembre séché doit être emballé dans des sacs stratifiés qui ne sont que faiblement perméables à l'oxygène puis ils devront être stockés dans un endroit frais et sec.

Différentes catégories et calibres de gingembre commercialisés

Il existe plusieurs sortes de gingembres préparés ou non. En fonction de l'endroit où il est cultivé, différents types de gingembre sont obtenus comme le gingembre de Bengale, le gingembre de Cochin, celui de Malabar ou de Calicut qui est citronné et piquant.

Dans le commerce il existe des rhizomes frais, réduits en poudre ou en conserves. Chaque pays producteur se spécialise dans le commerce d'une de ces

formes voire de plusieurs formes. Néanmoins le gingembre sous forme séchée est le plus commercialisé. Quand le rhizome de gingembre est frais entier et charnu avec la peau intacte, il est appelé gingembre vert.

Il peut être commercialisé tel quel et selon certaines normes divisé en trois catégories :

- **Catégorie « Extra »** : le gingembre est de qualité supérieure. Il possède toutes les caractéristiques pour le commerce. Les racines ont une belle forme sans défaut, avec quelques légères altérations superficielles qui ne portent pas atteinte à sa qualité. De plus elles sont nettoyées ;
- **Catégorie I** : bonne qualité du gingembre. Il possède les caractéristiques indispensables pour le commerce. Les racines sont fermes, non flétries et sans bourgeonnement. Il peut y avoir de légers défauts au niveau de l'épiderme dus aux frottements, y laissant des cicatrices. Mais la surface touchée ne doit pas excéder 10% de la surface totale et ces cicatrices ne doivent pas porter atteinte à sa qualité ;
- **Catégorie II** : le gingembre de cette catégorie doit avoir les racines assez fermes. Il peut y avoir quelques défauts comme des cicatrices sur l'épiderme dus aux frottements mais elles n'excèdent pas 15% de la surface du rhizome et il peut y avoir un début de bourgeonnement qui ne représente pas plus de 10% en poids par unité de présentation. De légères marques laissées par des ravageurs, des fissures mais cicatrisées et sèches, parfois un peu de terre et meurtrissures sont tolérées. Ces défauts ne doivent pas porter atteinte à la qualité de ce gingembre **(6)(35)(27)(28)(36)(37)(49)(52)(62)**.

Les producteurs donnent aussi un code de calibre qui est fonction du poids :

- **Calibre A** pour un rhizome pesant 300 grammes ;
- **Calibre B** pour un rhizome pesant 200 grammes ;
- **Calibre C** pour un rhizome pesant 150 grammes.

Différents types de gingembre

Le jeune gingembre vert dont le rhizome est non mature est juteux et aromatique. Le gingembre brésilien frais est goûteux et un peu poivré. Les rhizomes bien matures seront destinés à être séchés, coupés en gros morceaux, tranchés ou fendus de biais. Une fois arrivés dans les pays d'importation, ils seront réduits en morceaux ou en poudre.

Le gingembre gris (« *coated* ») ou noir dont la surface est ridée, lavé à l'eau, non pelé est bouilli pendant 10 à 15 minutes puis raclé grossièrement pour que le liège ne soit que partiellement enlevé et séché.

Le gingembre blanc (*uncoated, scraped*) est un rhizome déshydraté qui a été lavé, pelé ou écorcé en enlevant la couche de liège sans endommager les tissus sous-jacents, puis séché. Sa surface est lisse. Il est moins aromatique que le gris mais plus piquant. Le gingembre blanc peut être blanchi par le traitement à la chaux, parfois substituée par l'acide sulfurique dilué pour le transport dans certains pays.

Le gingembre en poudre est obtenu par séchage et broyage des précédents pour garder de son piquant. Mais il est facilement frelatable par ajout de poudre de vieux gingembre ou de piment pour augmenter le pouvoir piquant. En Inde, il est largement exporté sous forme déshydratée dans le monde.

Le gingembre sous forme de tranches pelées et séchées est obtenu en coupant le rhizome non pelé à la base.

Pour obtenir du gingembre confit en tranches, il faut le tremper dans un sirop constitué d'une part d'eau pour deux parts de sucre puis chauffé jusqu'à ce que le sirop prenne une couleur brun clair. Pour faire du gingembre cristallisé, on le fait cuire dans le sirop, le gingembre est ensuite séché et roulé dans du sucre. C'est une confiserie au goût piquant très prisé en Asie, surtout en Chine et de plus en plus en Occident. Il est mangé comme une sucrerie ou il peut accompagner les desserts. La taille des rhizomes cultivés en Chine pour fabriquer ces friandises est plus grande que dans les autres pays. La production de Chine est surtout consommée sur place et on le trouve moins dans les marchés européens car il est irradié ou stérilisé par une solution de dioxyde de soufre **(48)**.

Les rhizomes récoltés avant maturation à 5 mois après plantation, peuvent être conservés en saumure ou dans de l'acide citrique pour le stockage ou encore dans du sirop. Ces pays ont leurs propres techniques car il faut que les rhizomes soient tendres et qu'ils aient un degré de maturité bien spécifique.

La Chine, plus particulièrement dans la région de Canton, s'était autrefois spécialisée dans la vente de gingembre confit conditionné dans des pots de porcelaine appelés 'ginger-jars' .



Figure n°20 : « Ginger-jars »

Au Japon, le gingembre frais est mariné dans le vinaigre de riz japonais, additionné d'eau sucrée colorée, lui donnant une couleur rose. En manger entre deux sushis permet de se rafraîchir le palais : c'est le *gari-shoga*. Il est aussi possible de colorer le gingembre non mûre avec des feuilles de Shiso de couleur pourpres : on obtient ainsi le *beni-shoga*.

En Australie, du gingembre mariné et des confiseries sont produits. Il possède un côté doux et sucré mais aussi une petite touche piquante citronnée. Sa structure est légèrement fibreuse.

On peut en faire du jus qui sera intégré dans des boissons ou du sirop pour aromatiser les thés ou à verser dans de l'eau fraîche. Le gingembre d'origine africaine est plutôt utilisé sous forme d'huile essentielle. Il est corsé et camphré, de qualité un peu inférieure de par la couleur du rhizome et la teneur élevée en fibres, il correspond moins à la demande des marchés.

En Inde et Indonésie, on lui extrait ses arômes pour fabriquer des parfums ou pour l'utiliser dans l'alimentation.

Les utilisations alimentaires du gingembre

Il est très utilisé en tant qu'épice, surtout en Asie, sous forme râpée ou hachée pour donner de la saveur aux plats comme les viandes, poissons et fruits de mer. On peut aussi le plonger dans de l'eau pendant plusieurs heures et se servir de cette eau en l'ajoutant dans le plat juste avant de le déguster. Il entre dans la composition des curry. Les thaïlandais le rajoutent sous forme râpée dans leur lait de noix de coco au curry.

Il est aussi utilisé dans les entremets, pudding, soupes et sauces.. En Indonésie on l'utilise en pâte pour l'étaler sur les viandes à griller. Dans la cuisine créole, le gingembre est associé avec l'ail. Au Maghreb, il est surtout utilisé sous forme de poudre dans les plats. On peut aussi le retrouver sous forme de confiture ou de bonbons. Il est surtout utilisé sec pour donner de l'arôme au pain d'épices. Certains biscuits anglais et des gâteaux comme le gâteau Hongrois sont au gingembre frais. Il est également utilisé dans un dessert de la Pâque juive, le '*haroset*'.

Au Moyen-âge, en Europe, on fabriquait l'hypocras, une boisson qui était faite à partir de vin et de plusieurs épices dont le gingembre. L'industrie l'utilise aujourd'hui aussi pour aromatiser ses boissons : cela donne un goût rafraîchissant aux boissons. En Afrique de l'Ouest, il est bu sous forme de jus pressé sucré.

La bière anglaise non alcoolisée '*Ginger ale*' contient des extraits et qui sont mélangés à de l'eau gazeuse tout comme dans le soda '*Canada Dry*' ou la bière d'origine jamaïcaine '*Ginger Beer*'.

En France, on importe en grande quantité le gingembre de Jamaïque frais car les rhizomes longs et minces ont un arôme particulier et piquant qui agrmente délicatement les plats. Dans le département de la Charente en France, des producteurs ont inventé une liqueur de gingembre appelée '*Domaine de Canton Ginger Liqueur*' avec comme composant du gingembre du Vietnam.

Il est aussi utilisé en lanières macérées dans un digestif en Birmanie.

En Corée, on le met dans le thé pour l'aromatiser. En suisse, on consomme un digestif composé d'une infusion de gingembre de Chine: la '*Givrée gingembre*'.

Tromperies et adultération du gingembre

Par exemple, en 2011 à la Réunion, la production locale avait diminué de plus de moitié à cause de la sécheresse. La Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la Réunion a autorisé l'importation de gingembre venant de Madagascar et de Chine. Depuis la production locale va de plus en plus mal, avec uniquement une trentaine d'agriculteurs qui produisent du gingembre au Sud de l'île, entre Petite-île et Saint-Joseph. Ils pouvaient produire jusque 400 tonnes par an pour le marché local. Le problème est que les produits qui étaient importés de Chine ou Madagascar étaient étiquetés « originaire de la Réunion ».

De plus, ils étaient achetés 1,90 euros le kilo et étaient revendus à 17,40 euros dans les magasins **(38)**.

Pour ce qui est de la falsification de gingembre, on ne trouve pas dans la littérature des cas de falsification du rhizome **(46)**. Toutefois il faut être vigilant avec le gingembre sous forme de poudre, qui peut être frelaté et être dilué avec de la farine de riz, de froment ou avec de la fécule par exemple **(49)**.

En 1930, les États-Unis ont connu des dizaines de milliers cas d'intoxications de personnes qui avaient consommé du '*Ginger jake*', une boisson alcoolisée orange pâle à base de gingembre de Jamaïque prescrit contre le catarrhe, la dyspepsie, les nausées et les flatulences. La plupart des textes rapportent un xénobiotique comme responsable de ces intoxications : le tri-o-crésyl phosphate (TOCP), un ester organophosphoré utilisé comme plastifiant pour fabriquer du caoutchouc. Ce produit était responsable des effets neurotoxiques.

Le 27 juillet 1930, un rhizome sauvage appelé '*deringue*' originaire de Saint-Domingue a accidentellement été importé. Ce type de rhizome cytotoxique utilisé à la place du gingembre a entraîné des paralysies comparables à celles des intoxications au ginger jake **(157)**.

L'adultération peut être détectée par examen microscopique. Elle peut également prendre la forme d'addition du «gingembre épuisé» qui a été utilisé dans les préparations d'essence **(161)**.

Problèmes sur les produits commercialisés et exemples de retraits de lots

Un retrait de marché d'un lot déclaré comme « impropre à la consommation » a été réalisé suite à une étude faite à partir d'un échantillon de gingembre du Nigéria, prélevé chez un grossiste sur un lot de 650 kg. La teneur retrouvée en aflatoxine B1 était de 15,0+/-4,5 µg/kg et une teneur en aflatoxines totales de 41+/-8 µg/kg, dépassant la norme (*cf chapitre IV.5.b* : 1ppb = 1 µg/kg donc ici 15 ppb et 41 ppb). D'autres prélèvements ont été réalisés chez l'importateur qui se trouve dans le même département. Les échantillons ont été déclarés non conformes car ils contenaient une teneur en aflatoxines totales de 14,7+/-2,9 µg/kg. D'après l'opérateur, le lot qui avait été livré n'avait pas été utilisé à but alimentaire **(53)**.

En avril 2015, suite à la contamination de pots de poudre gingembre de la marque *Epicéa* par des bactéries de type Salmonelle, les magasins les ont retirés des rayons et ont averti les clients de ne pas en consommer et de ramener les pots concernés **(39)**.

Selon les autorités de Pékin, dans les plantations proches de la ville de Weifang dans le Shandong, où une industrie de production de plastique est implantée, 27 000 hectares dont une parcelle de production de gingembre auraient été contaminés avec un pesticide toxique, l'aldicarbe **(40)**.

IV . Description de la drogue végétale

IV.1 . Définition d'une drogue végétale

La *XI^{ème}* édition de la Pharmacopée Européenne est devenue opposable, au 1er juillet 2012, dans les pays de l'Union Européenne. Selon cette Pharmacopée, les drogues végétales « *sont essentiellement des plantes, parties de plantes ou algues, champignons, lichens, entiers, fragmentés ou coupés, utilisés en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais. Certains exsudats n'ayant pas subi de traitements spécifiques sont également considérés comme drogues végétales. Les drogues végétales doivent être définies avec précision par la dénomination scientifique botanique (genre, espèce, variété, auteur) » (56).*

IV.2 . Identifications de la drogue végétale.

IV.2.a . Caractéristiques organoleptiques du rhizome.

- Le gingembre gris possède une odeur caractéristique aromatique épicée, fine et agréable, légèrement camphrée et citronnée. La saveur est brûlante, piquante et poivrée.
- Le gingembre blanc est tendre, l'odeur est moins aromatique que celle du gris, la saveur est un peu brûlante.

Selon l'origine du gingembre, les caractéristiques organoleptiques varient. Par exemple, le rhizome du gingembre de Jamaïque est long, mince de couleur claire, avec une odeur douce et délicate et une saveur brûlante prononcée. Celui de Sierra-Leone est plus foncé avec une odeur forte et un arôme discret. Pour le gingembre du Nigeria, le rhizome est clair, sa saveur est puissante et son odeur est camphrée. Les gingembres indien et australien sont de couleur claire ou brunâtre, de même que le gingembre chinois mais qui, lui, possède une odeur citronnée plus prononcée (60)(67)(68)(69).

IV.2.b . Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle

Cette huile volatile lévogyre a l'aspect d'un liquide homogène, limpide et fluide, qui devient plus visqueuse avec le temps. Sa couleur varie du jaune paille clair à jaune brun quand elle vieillit. Son odeur agréable est épicée, camphrée et citronnée. Sa saveur est aigre, chaude et brûlante **(69)(165)**.



Figure n°21 : huile essentielle de gingembre

IV.2.c . Caractéristiques organoleptiques de l'oléorésine

L'oléorésine est un liquide marron foncé, avec une odeur caractéristique et une saveur piquante **(63)**.



Figure n°22: oléorésine de gingembre

IV.3 . Caractères macroscopiques : physiques et botaniques

Dans certains pays comme la Malaisie et ceux aux alentours, on différencie deux groupes de gingembre : le groupe *Zingiber officinale* cultivar *officinale* « gingembre » dont le rhizome jaune pâle est le plus souvent utilisé et le groupe *Zingiber officinale* cultivar « *rubrum* » (rouge en latin) dont les rhizomes rougeâtres sont plus petits et plus piquants. Ces derniers sont utilisés aussi en médecine.

Le rhizome de *Zingiber officinale* séché est utilisé en tant que drogue végétale sous forme de fragments digités comprimés dans le sens latéral. Le rhizome entier est épais de 1 à 1,5 cm, mesure 5 à 10 cm de long et 1,5 à 4 cm de large. Il est parfois fendu dans le sens longitudinal. Ce rhizome possède sur sa face supérieure des ramifications dans un seul plan qui sont courtes car elles mesurent 1 à 3 cm de long. Elles sont aplaties, obliques et ovales, se trouvent toutes du même côté, et sont marquées d'une cicatrice en creux à leurs extrémités.

Si le rhizome est pelé, sa surface externe est de couleur chamois clair et montre des stries longitudinales lisses. On l'appellera gingembre blanc ou décortiqué.

La surface du rhizome non décortiqué est rugueuse, de couleur gris brun à brun foncé. Le liège qui la compose possède des rides longitudinales et est annelé transversalement.

Le liège s'exfolie sur les faces latérales mais reste présent entre les ramifications, ce qui fait apparaître des zones plus sombres. On l'appellera gingembre gris ou cortiqué. La cassure du rhizome se fait facilement : elle est granuleuse et fibreuse. Une zone externe pas très épaisse est de couleur brun foncé et absente si le gingembre est décortiqué. Plus vers l'intérieur, le tissu est de couleur jaune ponctué de brun, cette zone est délimitée en deux parties concentriques par un cercle fin de couleur brune. Le rhizome réduit en poudre est de couleur jaune grisâtre **(6)(18)(43)(54)**.



Figure n°23 : Poudre de gingembre

IV.4 . Caractères microscopiques

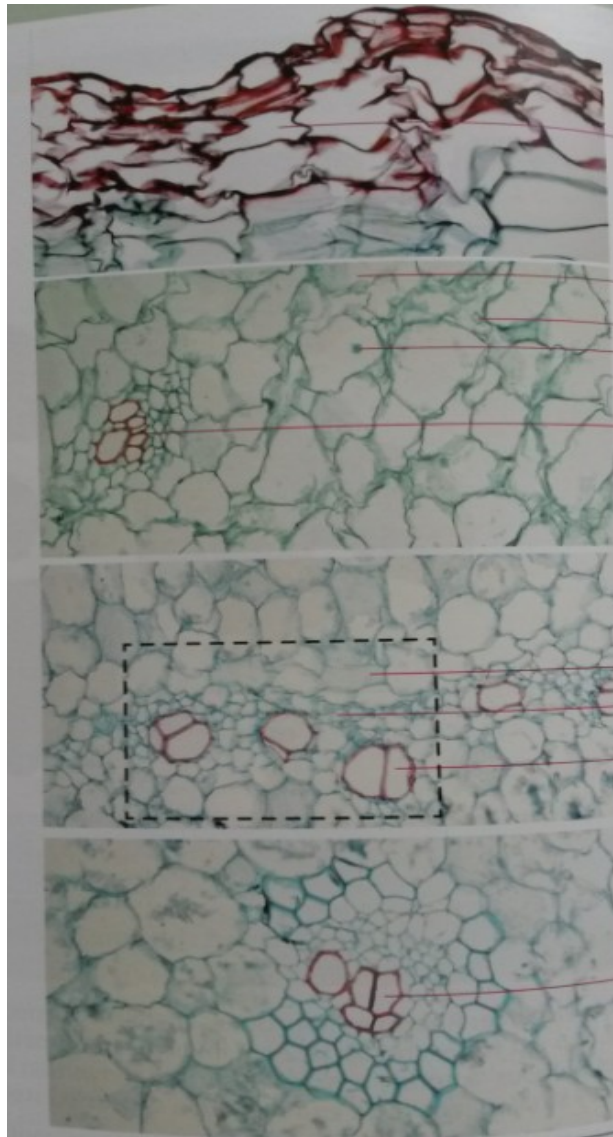


Figure 24 : coupe transversale d'un rhizome de gingembre

On observe sur une coupe transversale du rhizome au microscope, de l'extérieur vers l'intérieur :

- un suber constitué de cellules polygonales qui sont disposées dans le désordre puis qui deviennent rectangulaires et se disposent en files radiales au niveau plus interne ;
- des cellules à oléorésine qui se trouvent dans un tissu dense dont les parois sont épaisses ;
- le parenchyme cortical est amylofère et contient également des cellules à oléorésine en polygones dont la paroi subérisée contient une oléorésine de couleur jaunâtre ou brunâtre ;
- dans ce parenchyme se trouvent des faisceaux libéro-ligneux collatéraux ;
- l'endoderme est constitué d'une couche de cellules aplaties à parois fines qui ne sont pas sclérifiées et ne possèdent pas de grains d'amidon : c'est la limite interne du cortex ;
- il y a aussi un péricycle composé d'une seule rangée de cellules de forme rectangulaire ;
- le cylindre au centre est grand et possède des faisceaux libéro-ligneux et des fibres à parois fines. Dans cette zone médullaire se trouve un anneau formé de petits vaisseaux juste sous le péricycle **(54)**.

On observe la présence de grains d'amidon. Ils sont simples, ovoïdes, subrectangulaires de 5 à 60 μm de longueur et parfois aplatis, avec un hile excentré et une surface striée.

Pour faire une observation microscopique du rhizome pulvérisé, on réduit le gingembre en poudre pour en obtenir une de couleur jaune pâle ou jaune brunâtre. Selon la pharmacopée européenne, pour examiner cette poudre au microscope, la solution d'hydrate de chloral R est celle de référence pour l'analyse.

On y observe des fragments pourvus de grands vaisseaux réticulés associés à des cellules dont la paroi est mince et colorée par un pigment brun mais aussi avec du parenchyme amylicifère. Des restes de suber dont les parois sont jaune-brun sont visibles, ainsi que des fibres fusiformes avec des faisceaux libéro-ligneux, de grandes fibres avec une paroi mince cloisonnées et dentées. Il reste également des traces du parenchyme du tissu fondamental avec les cellules à oléorésine brune.

Il est également possible d'examiner la poudre au microscope en utilisant une solution de glycérol R dosée à 50% (V/V). On observe des grains d'amidon en abondance, de forme piriforme, ovale, aplati ou irrégulier avec une extrémité plus mince avec le hile punctiforme positionné dans le prolongement, ils possèdent de petites stries transversales et peuvent être libres, agglomérés et même parfois inclus dans les cellules du parenchyme. Ils mesurent 50 μm de longueur et 25 μm de largeur environ **(18)(58)(231)**.

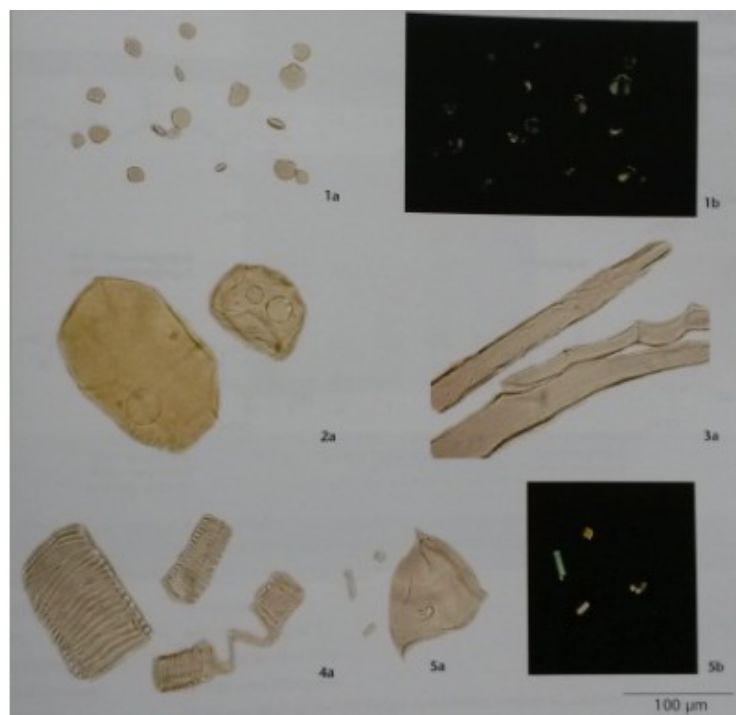


Figure 25 : poudre au microscope

IV.5 . Identifications et Essais

IV.5.a . Selon la Pharmacopée européenne

Identification

Pour pouvoir réaliser une « Identification et examen de conformité du profil migratoire par Chromatographie sur Couche Mince selon la Pharmacopée européenne », il faut :

« -Solution à examiner : à 1,0 g de gingembre pulvérisé, ajoutez 5 mL de méthanol R. Agitez pendant 15 min et filtrez.

-Solution témoin : dissolvez 10 µL de citral R et 10mg de résorcinol R dans 10 mL de méthanol R. Préparez la solution immédiatement avant emploi.

-Plaque : au gel de silice pour CCM R.

-Phase mobile : hexane R, éther R (40:60 V/V).

-Dépôt : 20 µL, en bandes

-Développement : dans une cuve non saturée, sur un parcours de 15 cm.

-Séchage : à l'air

-Détection : pulvérisez une solution de vanilline R à 10 g/L dans l'acide sulfurique R. Examinez à la lumière du jour en chauffant à 100-105 °C pendant 10 min. »

Le chromatogramme obtenu avec la solution témoin présente une bande rouge intense (résorcinol) dans sa moitié inférieure et 2 bandes violettes (citral) dans sa moitié supérieure. Le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner présente 2 bandes violettes intenses (gingérols) au-dessous de la bande due au résorcinol du chromatogramme obtenu avec la solution témoin, et 2 autres bandes violettes moins intenses (shogaols) dans sa partie médiane, entre les bandes dues au résorcinol et au citral du chromatogramme obtenu avec la solution témoin. D'autres bandes peuvent être présentes. »

Essais selon la Pharmacopée européenne

- « Eau : au maximum 100 mL/kg, déterminé par entraînement sur 20,0 g de gingembre pulvérisé ;
- Cendres : au maximum 6,0 pour cent de cendres totales dont 2,0% de cendres insolubles dans l'acide et au minimum 1,7% de cendres hydrosolubles. »(231).

IV.5.b . Spécifications minimales de qualité et normes

Les spécifications sont :

- Saveur et odeur : caractéristiques, naturelles et absence d'odeur de moisi, de goût amer ou rance pour le gingembre entier, en morceaux ou en poudre ;
- Adultération : absence d'adultération ;
- Infestation et moisissures : absence d'insectes morts vivants, de contaminations par des rongeurs visibles à l'œil nu ou de moisissures. La tolérance est très faible pour la contamination par des insectes morts ou des fragments d'insectes morts ;
- Matières étrangères : pour la plante aromatique entière ou en morceaux, la tolérance maximum est de 2%. Pour les épices le maximum est de 1%;
- Particules grossières: la poudre de gingembre doit être exempte de toute particule grossière ;
- Additifs alimentaires : des quantités maximales de sulfites, exprimées en SO₂, sont précisées pour le gingembre séché (150 pm) ;
- Aflatoxines : la réglementation européenne couvre seulement certaines épices dont *Zingiber officinale*. Les teneurs maximales, encadrées par l'Union Européenne sont les suivantes : - Aflatoxine B1 : 5 ppb - Aflatoxines B1 + B2 + G1 + G2 : 10 ppb ;

- Microbiologie : quelle que soit la forme du gingembre, il doit être exempt de micro-organismes à des niveaux susceptibles de présenter un danger pour la santé. Si, avant d'être importé dans le pays de destination, le produit a subi un traitement pour réduire la charge microbienne, le traitement sera de nature à assurer la sécurité microbiologique des consommateurs ;
- Pesticides : doivent être utilisés conformément aux bonnes pratiques agricoles. Les modalités d'emploi et limites en résidus doivent être conformes à la réglementation communautaire et / ou nationale en vigueur ;
- Métaux lourds : doivent être conformes à la réglementation communautaire et/ou nationale en vigueur (exemple : cadmium, plomb) ;
- Mycotoxines : plantes aromatiques et épices doivent être cultivées, récoltées et manipulées de façon à en empêcher le développement. Si la présence de mycotoxines est avérée, les niveaux de contamination doivent être conformes aux limites maximales existantes, définies au niveau national et/ou communautaire ;
- Paramètres physico-chimiques :
 - Cendres (% W/W max ou pourcentage massique max) : 8.0 ;
 - Cendres insolubles dans l'acide (% W/W max): 2.0 ;
 - H₂O (% W/W max) : 12 **(158)(159)**.

IV.5.c . Comparaison des méthodes de contrôle et entre différentes pharmacopées

Dans d'autres pharmacopées, les essais de contrôle sont différents.

Pharmacopée japonaise

Pour faire les essais sur le rhizome, il faut utiliser 1 g de gingembre pulvérisé, le placer dans un tube de centrifugation, ajouter 30 ml d'un mélange de méthanol et d'eau (3:1), agiter pendant 20 minutes, centrifuger et séparer le liquide du

surnageant. On ajoute 30 ml d'un mélange de méthanol et d'eau (3:1) au résidu récupéré et on refait deux extractions.

Pour les extraits, il faut ajouter un mélange de méthanol et d'eau (3:1) pour obtenir un total de 100 ml : cette solution sera l'échantillon. Peser 5 mg de [6]-gingérol pour l'analyse et le dissoudre dans un mélange de méthanol et d'eau (3:1) pour obtenir exactement 100 ml : cette solution est la solution étalon.

Pour faire le test, il faut exactement 10 mL de chacune des solutions (échantillon et étalon) pour réaliser une chromatographie liquide dans le but de déterminer la présence de [6]-gingérol dans chaque solution. Pour les essais sur la poudre, il faut procéder de la même façon **(221)**.

Pharmacopée des États-Unis

D'après le *Dietary supplements compendium*, pharmacopée des États-Unis, il faut faire des tests d'identification par chromatographie sur couche mince. Pour identifier la poudre de rhizome de gingembre, le chromatogramme de la solution d'échantillon présente une tâche due aux gingérols qui se produit à une valeur Rf de 0,2. Ce Rf est le rapport de la distance parcourue par le composé divisé par la distance parcourue par l'éluant, caractéristique d'une molécule pour un éluant et un support donnés. Cette valeur servira lors de CCM d'identifications. Une tâche de shogaols peut se produire à une valeur de Rf de 0,4, correspondant à ceux indiqués dans les chromatogrammes de la solution d'échantillon **(205)(155)(156)(160)**. Il faut aussi calculer la somme des pics de réponses dus aux [6]-gingérol, [8]-gingérol A, [8]-gingérol B, [10]-gingérol, [6]-gingédione, [8]-gingédione et au [6]-gingédiol ainsi que le pourcentage de gingérols et de gingédiones dans l'échantillon prélevé.

Pour identifier le gingembre en gélules, il faut procéder aux mêmes méthodes de chromatographie et vérifier le contenu en gingérols, gingédiones et shogaols. Pour la teinture de gingembre, une chromatographie est également réalisée pour déterminer le contenu en gingérols ainsi que sa teneur en alcool (205)(58).

IV.5.d . Différents niveaux d'exigences pour l'huile essentielle selon les pharmacopées

Pour doser cette huile essentielle et ainsi en estimer sa qualité, il faut suivre les recommandations de la pharmacopée européenne :

« Utilisez 20,0 g de gingembre récemment réduit en poudre grossière, un ballon à fond rond de 1000 mL, 10 gouttes de paraffine liquide R ou d'un autre antimousse, 500 mL d'eau R comme liquide d'entraînement et 0,5 mL de xylène R dans le tube gradué. Distillez à un débit de 2-3 mL/min pendant 4h. » (231).

Selon la pharmacopée européenne, il faut un taux supérieur ou égal à 1,5% d'huile essentielle soit 15 ml/kg d'huile essentielle. Cette teneur est calculée par rapport à la drogue anhydre obtenue à partir d'un rhizome entier.

Les exigences de la Pharmacopée américaine pour le gingembre sont : une teneur supérieure ou égale à 0,8% pour les gingérols et les gingédiones, une teneur supérieure ou égale à 1,8 ml pour 100 g pour l'huile essentielle, plus de 42% en taux d'amidon et une teneur en shogaols supérieure ou égale à 0,18 %.

La présence d'un taux supérieur ou égal à 1,5% d'huile essentielle prouve que le rhizome entier de gingembre est de qualité **(232)**.

V . Études Biochimiques

Répartition des macronutriments contenus dans 100g de gingembre.

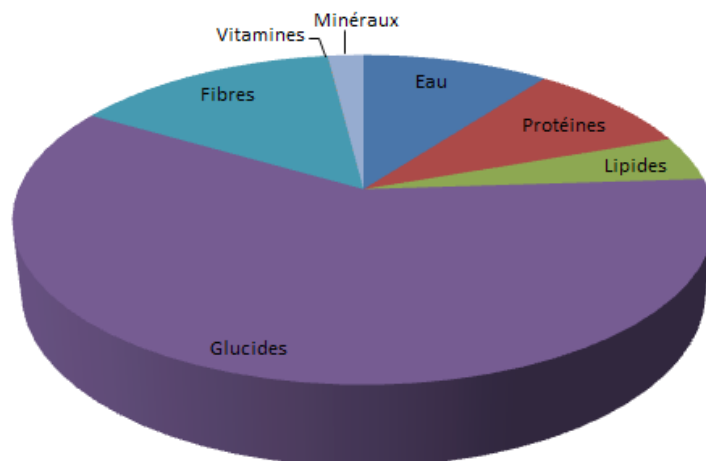


Figure 26 : Diagramme représentant la moyenne en macronutriments pour 100g de gingembre d'après les données de (41)

Sous forme d'un tableau issu du site de l'ANSES, les teneurs en composants dans 100 grammes net de gingembre moulu sont :

Nom du constituant	Teneur moyenne	Min	Max	Nombre échantillons
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kJ/100g)	1400			
Energie, Règlement UE N° 1169/2011 (kcal/100g)	332			
Energie, N x facteur Jones, avec fibres (kJ/100g)	1400			
Energie, N x facteur Jones, avec fibres (kcal/100g)	332			
Eau (g/100g)	9,94	9,30	10,60	2

Protéines (g/100g)	8,98			1
Protéines brutes, N x 6.25 (g/100g)	8,98			1
Glucides (g/100g)	57,5			
Lipides (g/100g)	4,24			1
Sucres (g/100g)	3,34			1
Amidon (g/100g)	54,2			1
Fibres (g/100g)	14,1			3
		12,50	15,80	
Alcool (g/100g)	0			0
Polyols totaux (g/100g)	0			
Acides organiques (g/100g)	-			
AG saturés (g/100g)	2,6			0
AG monoinsaturés (g/100g)	0,479			0
AG polyinsaturés (g/100g)	0,929			0
AG 4:0, butyrique (g/100g)	0			1
AG 6:0, caproïque (g/100g)	0,027			1
AG 8:0, caprylique (g/100g)	0			1
AG 10:0, caprique (g/100g)	-			
AG 12:0, laurique (g/100g)	0,068			1
AG 14:0, myristique (g/100g)	0,802	0,04	1,56	2
AG 16:0, palmitique (g/100g)	0,574			1
AG 18:0, stéarique (g/100g)	0,227			1
AG 18:1 9c (n-9), oléique (g/100g)	0,357			1

AG 18:2 9c,12c (n-6), linoléique (g/100g)	-			
AG 18:3 c9,c12,c15 (n-3), alpha-linolénique (g/100g)	0,223			1
AG 20:4 5c,8c,11c,14c (n-6), arachidonique (g/100g)	-			
AG 20:5 5c,8c,11c,14c,17c (n-3) EPA (g/100g)	0			1
AG 22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c (n-3) DHA (g/100g)	0			1
Cholestérol (mg/100g)	0			0
Sodium (mg/100g)	27			1
Magnésium (mg/100g)	214			1
Phosphore (mg/100g)	168			1
Potassium (mg/100g)	1320			1
Calcium (mg/100g)	114			1
Manganèse (mg/100g)	33,3			1
Fer (mg/100g)	19,8			1
Cuivre (mg/100g)	0,48			1
Zinc (mg/100g)	3,64	2,30	4,98	2
Sélénium (µg/100g)	-			
Iode (µg/100g)	-			
Rétinol (µg/100g)	0			0
Beta-Carotène (µg/100g)	18			1
Équivalent Vitamine A	3			

Vitamine D (µg/100g)	0	0
Vitamine E (mg/100g)	-	
Vitamine K1 (µg/100g)	0,8	1
Vitamine K2 (µg/100g)	-	
Vitamine C (mg/100g)	0,7	1
Vitamine B1 ou Thiamine (mg/100g)	0,046	1
Vitamine B2 ou Riboflavine (mg/100g)	0,17	1
Vitamine B3 ou PP ou Niacine (mg/100g)	9,62	1

Tableau III - Fiche nutritionnelle de l'ANSES : Tableau de composition nutritionnelle CIQUAL (2013) (42)

Pour chaque constituant, on donne une quantité moyenne à titre indicatif et les quantités minimum et maximum pour 100 g de gingembre. Ces chiffres varient en fonction de la variété, de la saison, du type de culture et du degré de maturité.

De plus, la teneur en vitamine A a été rajoutée dans ce tableau, calculée en équivalents rétinol (ER) à partir de la teneur en rétinol et en β-carotène et ses dérivés, selon la formule suivante :

teneur en vitamine A (ER) = µg de rétinol + (µg de β-carotène ÷ 6) donc ici teneur en Vitamine A (ER) = 0 + (18 ÷ 6) = 3µg (44).

Au sujet de certains nutriments :

Le gingembre est constitué de 8,98 g de protéines pour 100 g de gingembre, alors que la quantité moyenne présente dans les légumes est de 2,21 g pour 100 g. Il possède 4,24 g de lipides pour 100 g de gingembre ce qui est supérieur à la quantité moyenne présente dans les légumes de 0,57 g pour 100 g.

Les lipides représentés par les acides gras saturés sont majoritaires, avec 2,60 g pour 100 g, par rapport aux 0,479 g pour 100 g d'acides gras mono-insaturés et 0,929 g pour 100 g d'acides gras poly-insaturés.

Une portion de 100 g de gingembre apporte 57,50 g de glucides, ce qui est très supérieur à la quantité moyenne de 6,35 g pour 100 g de légumes. Dans ces glucides, on retrouve 3,34 g de sucre pour 100 g.

Le gingembre est surtout intéressant pour sa teneur riche en vitamine B3 et vitamine B6. Dans 100 g de gingembre, on a un apport de 60,12 % des Valeurs Nutritionnelles de Référence (VNR) en vitamine B3 ce qui équivaut à 9,62 mg pour 100 g et de 44,17 % des VNR en vitamine B6 soit 0,626 mg pour 100 g. C'est aussi une bonne source de vitamine B9 car il y a 34 µg pour 100 g de gingembre, ce qui apporte l'équivalent de 17 % des VNR en vitamine B9. Pour les autres vitamines minoritaires, elles représentent moins de 13 % des VNR.

On note que la vitamine C disparaît complètement quand le rhizome est séché. Par ailleurs les teneurs en vitamine B1 et B2 sont réduites dans ce même rhizome transformé en poudre **(68)**. Avec 100 g de gingembre, on atteint 48 % des VNR en cuivre avec 0,48 mg pour cette portion et 141,43 % des VNR en fer avec 19,80 mg pour 100 g. Il y a 214 mg de magnésium, ce qui couvre 57,07 % des VNR, 33,30 mg de manganèse ce qui correspond à 1 665 % des VNR, 1320 mg de potassium qui apportent 66 % des VNR, 3,64 mg de zinc qui représentent 36,40 % des VNR et 168 mg pour 100 g de phosphore apportant l'équivalent de 24 % des VNR.

À côté de ces nutriments, il y a une teneur négligeable de 0.2 mg de polyphénols totaux qui sont antioxydants et la même quantité en lignanes.

On trouve aussi d'autres polyphénols comme des acides phénoliques ou de l'hydroxyphénylpropène en plus grande quantité **(41)(45)** :

Polyphénols du gingembre frais	Quantité
Lignanes (=Secoisolariciresinol)	0.2 mg
Polyphénols totaux	0.2 mg
Polyphénols du gingembre séché	Quantité
Acides phénoliques (= acide hydroxycinnamique)	15.50mg
Hydroxyphénylpropènes	187.30 mg

Tableau IV - Quantités de polyphénols présents dans 100g de gingembre frais ou séché (issu de la base Phenol-Explorer : Database on polyphenol content in foods 3.6.) (41)

V.1 . Composition chimique

V.1.a . Métabolisme primaire

Les molécules issues de ce métabolisme se retrouvent dans toutes les cellules de la plante, indispensables à sa vie. Ce sont les protéines, les acides nucléiques, les glucides et les lipides.

♣ Les glucides : la masse sèche du rhizome est composée de 60% d'amidon, dans le rhizome frais sa teneur est de 10%. Les celluloses et pentoses sont également présents.

♣ Protéines : on retrouve des acides aminés comme l'alanine, l'arginine, l'asparagine, la cystine, la glutamine, la glycine, l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, la phénylalanine, la proline, la sérine, la thréonine, la tyrosine, la valine. Il y a la présence d'une autre forme protéique: des enzymes protéolytiques appelées zingibaines responsables des effets digestifs **(68)**.

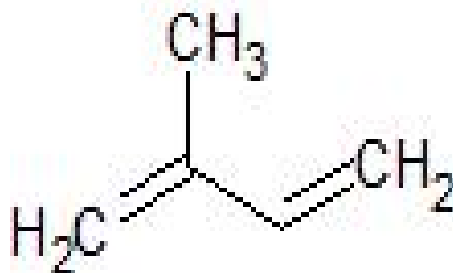
▲ Lipides : ils représentent 10% de la plante et sont sous forme de lipides polaires comme l'acide phosphatidique, le phosphatidyl inositol, le phosphatidyl choline, le lysophosphatidylcholine et les digalactosyldiglycérides. Des lipides non polaires comme des stéroïls libres, des acides gras libres, des monoglycérides, diglycérides et triglycérides sont également présents. Dans les acides gras, on retrouve des acides gras saturés (jusque 46%) comme l'acide caprylique (C8), l'acide caprique (C10), l'acide laurique (C12), l'acide myristique (C14), l'acide pentadécanoïque (C15), l'acide palmitique (C16), l'acide stéarique (C18) et l'acide arachidonique (C20). À côté, les acides gras insaturés (jusque 53%) comme l'acide heptadécanoïque, l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide linoléique sont présents. Les lipides majoritaires sont l'acide palmitique, l'acide oléique et linoléique (165).

V.1.b . Métabolisme secondaire

Les molécules issues de ce métabolisme diffèrent selon la plante et permettent d'identifier les familles de végétaux. Elles participent à la nutrition de la plante, la croissance et à son fonctionnement cellulaire.

Les terpènes

Les composés terpéniques sont constitués d'une base de 5 carbones de type isoprène. Ce sont des molécules volatiles ou des molécules polymérisées. En fonction du nombre d'unités terpéniques, on obtient :



C5 : hémiterpènes ; C10 : monoterpènes ; C15 : sesquiterpènes ; C20 : diterpènes ; C30 : triterpènes ; C40 : tetraterpènes (caroténoïdes) ; C45 et C50 : ubiquinone et plastoquinones ; plus de 50 carbones : polyterpènes.

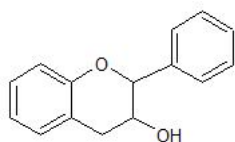
Leur biosynthèse se passe dans le rhizome de gingembre par une réaction de cyclisation du farnésylpyrophosphate qui est un intermédiaire de la biosynthèse, en un cation bisabolyle. Ce cation est l'avant-dernier précurseur de l' α -zingiberène, l'arcurcumène et le β -bisabolène (165)(170).

Les Coumarines

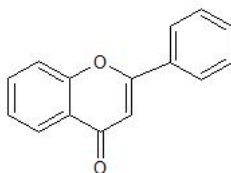
Ces composés sont cycliques et proviennent du résidu C3 des dérivés du cinnamate qui est un composé naturellement présent dans l'huile essentielle. La coumarine est une molécule aromatique. Des formes glycoconjuguées existent.

Les Flavonoïdes

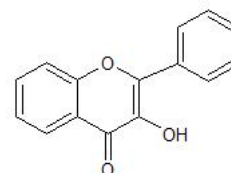
Les dérivés phénylpropanoïdes sont solubles dans l'eau, souvent incolores ou jaunes (sauf les anthocyanes). Ces composés sont des dérivés de la condensation de trois résidus malonyl-CoA avec une molécule d'acide cinnamique. La structure de base comporte deux cycles aromatiques à 6 carbones joints par un hétérocycle à oxygène. Selon le degré d'hydroxylation, de méthylation ou de glycosylation de chacun des trois cycles des molécules de base, on obtient différentes variétés de flavonoïdes.



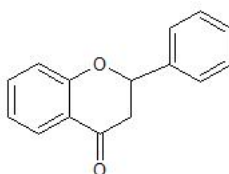
Flavan-3-ol



Flavone



Flavonol



Flavanone

Il existe les flavones, les flavonols et les dérivés qui présentent une double liaison (molécules planes). On rencontre également des flavanes, des flavanones et dérivés qui présentent des fonctions cétones, alcools et méthoxy.

Les tanins

À côté de ces molécules on retrouve des tanins non-hydrolysables : ce sont des polymères de 2 à 7 résidus de flavan-3-ols reliés par des liaisons carbonées non-hydrolysables (catéchines aussi appelées tanins catéchiques) **(46)(47)**. Ils possèdent tous un pouvoir anti-oxydant.

D'autres types de molécules non volatiles sont responsables de la saveur brûlante, elles sont extraites par des solvants et se retrouvent dans l'oléorésine. Les rhizomes produisent de plus en plus de ce constituant au fil de la culture.

Il y a un pic de [6]-gingérol 16 semaines après la plantation sur une base en poids sec, puis la quantité diminue pour ré-atteindre un pic à la 24^{ème} semaine **(27)(163)**.

Composés phénoliques

D'autres types de molécules non volatiles sont responsables de la saveur brûlante, elles sont extraites par des solvants et se retrouvent dans l'oléorésine. Les rhizomes produisent de plus en plus de ce constituant au fil de la culture.

Il y a un pic de [6]-gingérol 16 semaines après la plantation sur une base en poids sec, puis la quantité diminue pour ré-atteindre un pic à la 24^{ème} semaine **(27)(163)**.

V.1.c . Huile essentielle

Extraction

Les cellules contenant de l'essence donnent l'odeur aromatique et les propriétés au rhizome. Dans un rhizome de qualité, il y a un minimum de 15 mL/kg d'huile essentielle, cette dernière se trouvant surtout dans les glandes du parenchyme cortical externe. Ceci explique sa plus grande présence dans le gingembre gris quand tout le parenchyme cortical qui est en dessous du liège n'a pas été retiré. La feuille du gingembre contient un peu d'huile essentielle et sa composition varie **(48)**.

Cette huile essentielle est extraite par distillation par la vapeur du rhizome séché entier avec la peau et broyé ou bien alors frais.

Le rendement obtenu est situé entre 1,5 et 3%. La teneur et les constituants varient en fonction de l'origine et l'état de la plante, s'il est frais ou séché et selon les méthodes d'extraction utilisées.

Le rendement de distillation est influencé par le cultivar de gingembre, l'état de maturité à la récolte, la méthode de préparation et de séchage de l'épice, son âge et la méthode de distillation.

Les meilleurs rendements en huile sont généralement obtenus à partir de gingembre partiellement gratté du Nigeria. Des rendements de plus de 4% peuvent également être obtenus à partir de la distillation des résidus de grattages de la peau fraîche.

Constituants

Les composés sont en majorité des hydrocarbures sesquiterpéniques, des hydrocarbures monoterpéniques et des monoterpènes oxygénés.

Les monoterpènes sont plus abondants dans l'huile essentielle du rhizome frais que dans l'huile essentielle distillée à partir du gingembre séché. Ils contribueraient le plus pour donner l'arôme au gingembre. Les sesquiterpènes oxygénés sont moins présents dans l'huile volatile, mais ils contribuent significativement à ses propriétés aromatiques.

Des recherches sur l'arôme et la saveur du gingembre ont été réalisées presque exclusivement sur l'huile essentielle distillée à la vapeur obtenue à partir de gingembre séché. Cependant, la composition et les propriétés organoleptiques de cette huile distillée est un peu différente de l'huile naturelle présente dans le gingembre séché avant la distillation du fait de la formation d'artefacts pendant le processus de distillation et le stockage **(165)**.

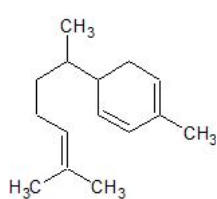
Les cations intermédiaires sont réactifs et peuvent donner des molécules fonctionnalisées comme les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters, les éthers, les peroxydes et les phénols **(68)**. Concernant les sesquiterpènes, les variations structurales donnent majoritairement des carbures, des alcools, des cétones mais il peut aussi y avoir des aldéhydes et des esters.

L'allongement de leur chaîne augmente le nombre de cyclisations possibles, d'où la très grande variété des structures connues **(18)(59)(58)(60)(61)(64)(167)(168)**.

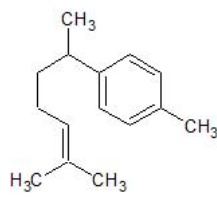
Les différentes molécules de l'huile essentielle :

- ◆ Des carbures sesquiterpéniques représentent 30 à 70% de la fraction hydrocarbonée de l'huile essentielle totale, ce sont :
 - le (-)- α -zingibérène majoritaire (35% à 70%) ;
 - le (+)- α -curcumène (5 à 35%) dont le pourcentage augmente pendant le stockage, ce qui indique l'âge de l'huile ;
 - le (-)- β -sesquiphellandrène (15 à 20%) ;
 - l' α -sesquiphellandrène (12,91%) ;
 - le (E, E)- α -farnésène ;
 - le β -bisabolène (10-15% de traces) ;
 - les germacrènes à l'état de traces **(5)**.

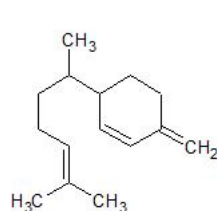
Le zingibérène et le β -sesquiphellandrène sont les composants principaux de l'huile essentielle fraîchement extraite **(165)**.



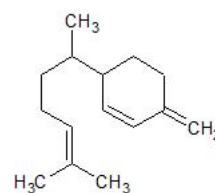
α -Zingibérène



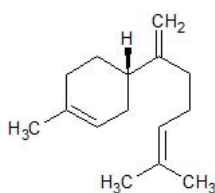
Curcumène



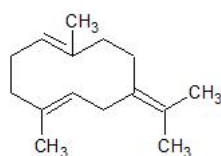
β -
sesquiphellandrène



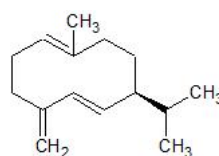
α -sesquiphellandrène



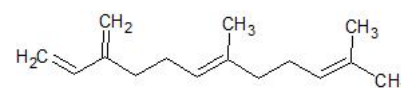
β -bisabolène



Germacrène B



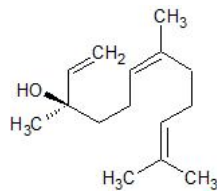
Germacrène D



α -farnésène

◆ Des alcools sesquiterpéniques :

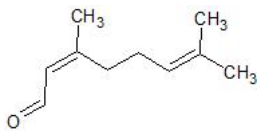
- le nerolidol



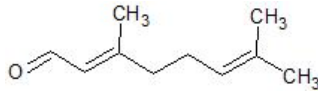
nerolidol

◆ Des aldéhydes :

- des citrals comme le néral (encore appelé citral b jusque 10%), le géranial (appelé citral a) jusque 15%. Les citrals jouent un rôle dans l'odeur et donnent la note citronnée.



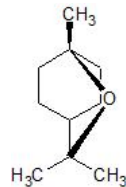
Néral (= Citral b)



Géranial (= Citral a)

◆ Des éthers :

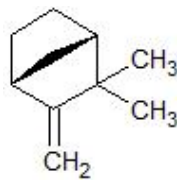
- 1,8 cinéol. Ce sont des monoterpènes oxygénés (**165**).



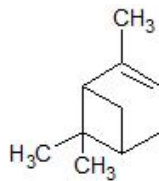
1,8-cinéol

◆ Des monoterpènes :

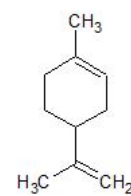
- le camphène (jusque 15%) ;
- le pinène (3%), le limonène (3,1%).



Camphène

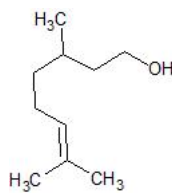


α -Pinène

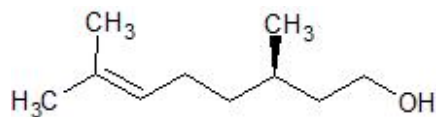


Limonène

- ◆ Des alcools monoterpéniques dont une partie se trouve sous forme d'hétérosides dans le rhizome frais : géraniol (5%), citronellol (2%)



Géraniol



Citronellol

V.1.d . Oléorésine

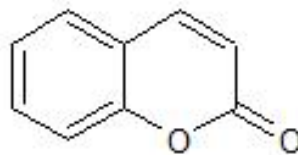
L'oléorésine a été mise en évidence dans les premiers travaux de Tresh en 1879, qui lui donna le nom de gingérine **(164)**.

Le rhizome est pourvu de 5 à 8% d'oléorésine **(27)(68)**. La teneur en oléorésine est maximale à 28 semaines après la plantation dans des conditions de culture indienne.

La plantation met plus ou moins de temps à pousser en fonction du type de sol utilisé **(163)**. C'est un produit visqueux brun foncé qui est obtenu par extraction totale par percolation avec des solvants comme l'éthanol, l'isopropanol, l'acétone à température ambiante, le dioxyde de carbone liquide ou encore le dichlorure d'éthylène à température ambiante, grâce au passage du gingembre grossièrement broyé à travers une colonne. On retrouve dans les extraits de solvants des monoterpènes, des sesquiterpènes et après 2 heures d'extraction des acides carboxyliques **(18)(165)**. À côté de la distillation par la vapeur, on peut aussi faire une extraction par du dioxyde de carbone : le courant de CO₂ supercritique (le CO₂

SC est utilisé comme solvant) passe à travers la matière végétale pour extraire les molécules organiques. La pression augmente et fait éclater les poches à essences, entraînant les substances aromatiques. L'extrait obtenu est plus piquant avec une saveur chaude qu'avec la distillation par la vapeur. Il contient jusque 20% de gingérols et 4% de shogaols qui se trouvent dans l'oléorésine **(169)**.

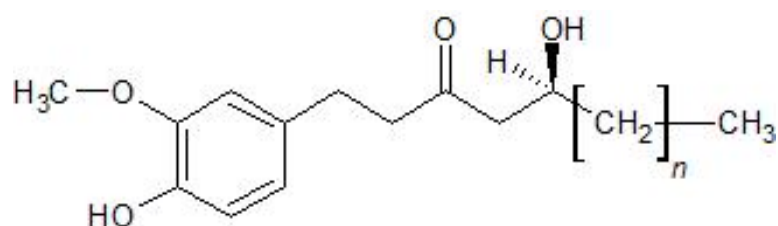
Une bonne oléorésine de gingembre contient, 25 à 30% de composés piquants comme les gingérols. Ces derniers sont des dérivés d'extension du phénylpropane obtenues par la voie des shikimates. c'est une voie de biosynthèse qui se fait à partir de l'acide shikimique pour donner des acides aminés aromatiques comme la phénylalanine, le tryptophane et la tyrosine. Ces acides aminés sont eux mêmes des précurseurs des voies de biosynthèse de métabolites secondaires aromatiques. Cette voie conduit donc à des phénols, des acides-phénols, des coumarines qui sont des dérivés du phénylpropane **(3)**.



Coumarine

Particulièrement grâce à cette voie, on obtient les gingérols qui ont une chaîne alkyle non ramifiée latérale avec une longueur qui varie, leur structure de base est le 1-(3'-méthoxy-4'-hydroxy-phényl)-5-hydroxy-alcan-3-one. On retrouve les [3-6], [8], [10], et [12]-gingérols avec comme longueur de chaîne constituée de 7-10, 12, 14, 16 carbones respectivement.

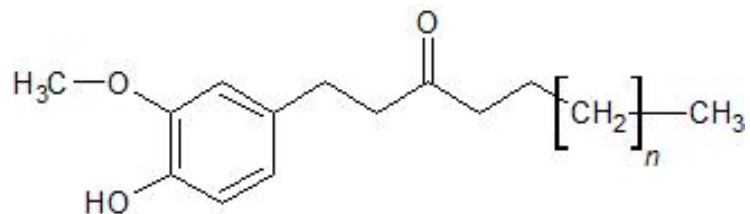
Les réactions de cette voie sont possibles grâce aux enzymes que sont la phénylalanine ammonialyase, polykétides synthases, le p-coumaroyl shikimate-transférase, le p-coumaroyl quinate-transférase, l'acide O-méthyltransférase, la caffeoil-CoA O-méthyltransférase. et l'acide caféique O-méthyltransférase **(165)** **(172)**.



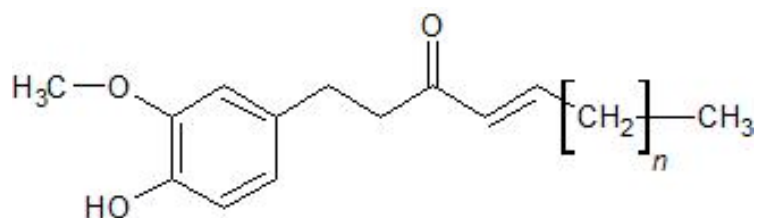
On retrouve les différentes variantes de gingérols :

- n= 1 : [3]-gingérol
- n= 2 : [4]-gingérol
- n= 4 : [6]-gingérol
- n=6 : [8]-gingérol
- n=8 : [10]-gingérol

À ces gingérols correspondent des cétones, des esters, des gingédiols qui sont le 3-désoxy-3,5-dihydroxygingérols, les déoxygingérols aussi appelés paradols qui sont semblables au gingérol et se forment lors de l'hydrogénation du shogaol.



A côté, on retrouve les différentes variantes de shogaols (ou 5-désoxy-4,5-déhydrogingérols) avec :



- n=4 : [6]-shogaol
- n=6 : [8]-shogaol
- n=8 : [10]-shogaol.

Le reste est constitué de composés non aromatisants tels que des graisses, des cires et des glucides.

Réactions moléculaires et obtention des différentes molécules de l'oléorésine

Les gingérols peuvent subir une réaction de rétro-aldolisation au niveau du groupement β -hydroxy cétone pour donner la zingérone et des aldéhydes aliphatiques de type $CH_3-(CH_2)_n-CHO$; tels que l'hexanal si $n=4$. Cette réaction peut se produire par catalyse basique ou par action de la chaleur, et se déroule rapidement à des températures supérieures à 200°C en présence d'hydroxyde de baryum ($Ba(OH)_2$) à 5%.

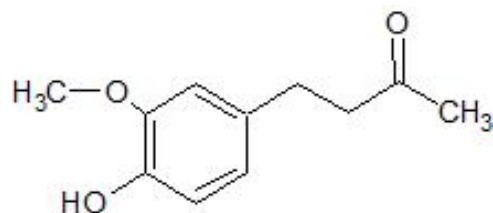
La zingérone et les aldéhydes peuvent être aussi obtenus par traitement des shogaols par l'hydroxyde de sodium ($NaOH$) à 5%.

On peut également avoir une formation de shogaol pendant un long séchage du rhizome. En effet, les gingérols subissent une déshydratation au niveau de la β -hydroxycétone pour donner les shogaols correspondants qui donnent le goût âcre. Ainsi les produits de dessiccation du [6]-gingérol, présents dans les cellules pigmentées jaunes des rhizomes et racines adventives, sont surtout les [4] et [10]-shogaols.

Cette réaction est influencée par le pH et la température. Dans des conditions alcalines, la déshydratation se produit facilement à température ambiante, mais des températures plus élevées sont nécessaires dans des conditions acides **(165)(5)**.

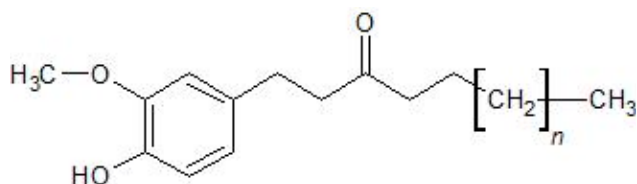
Les shogaols sont aussi dégradés à pH acide et à température élevée, pour se transformer en polymères moins piquants. Ainsi l'oléorésine est de moins en moins âcre pendant le stockage de la même manière lorsque le gingembre est cuisiné à haute température.

La structure de la zingérone est le 4-hydroxy-3-méthoxy-phényl-éthyl-méthyl cétone. C'est un céto-phénol piquant optiquement inactif, isolé dans la fraction soluble d'un extrait éthéré de gingembre **(165)(169)**.



Zingérone

Les shogaols font partis des vanilloïdes ou encore appelé 5-désoxy-4,5-déhydrogingérols.



Paradols

Les paradols et la zingérone contribuent aussi à la saveur chaude, brûlante et poivrée du gingembre. Tous ces composés hydroxyphénylalkanones ont un noyau à fonction phénolique et cétonique en commun **(168)**.

En résumé la saveur piquante est due aux gingérols, shogaols et à la zingérone **(4)(9)(52)**.

Composants de l'oléorésine

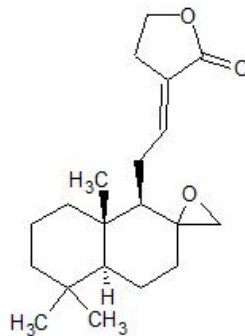
En résumé, les composants majeurs de l'oléorésine sont : le [6]-gingérol, le [8]-gingérol, le [10]-gingérol, le [6]-shogaol, le [8]-shogaol, le [10]-shogaol et la zingérone.

Dans l'oléorésine, des composés ne présentent pas d'intérêt au niveau organoleptiques : le [3]-gingérol (n=1), le [4]-gingérol (n=2), le [5]-gingérol (n=3), le [12]-gingérol (n=10), le [4]-gingédiol, le [6]-gingédiol ou dihydrogingérol, le [8]-gingédiol, le [10]-gingédiol, le [6]-méthyl gingédiol, le [4]-gingédiacétate, le [6]-gingédiacétate, le [6]-méthyl-gingédiacétate, le [4]-paradol, le [6]-paradol, l'hexahydrocurcumine et le desmétylhhexahydrocurcumine.

V.1.e . Autres constituants

On peut trouver d'autres composants dans certaines variétés de gingembre :

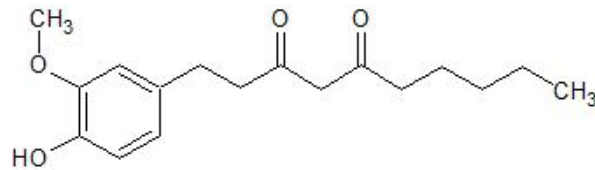
- les diarylheptanoïdes cycliques comme les curcuminoïdes cycliques ;
- les diterpènes labdaniques comme les galanolactones et les dérivés dialdéhydiques ;



Galanolactone

- les dérivés de la curcumine qui sont des flavonoïdes contenues dans des cellules pigmentées en jaune (**165**) ;

- les gingédiones ;



- les gingérénones.

VI . Pharmacologie et indications de la plante médicinale

VI.1 . Pharmacodynamie et pathologies traitées.

Depuis 1998, *La note explicative* de l'Agence du médicament donne comme indication thérapeutique : « *traditionnellement utilisé dans le mal des transports* » pour la prise orale de poudre de gingembre, rhizome pour tisane, extraits aqueux et extraits hydroalcooliques quel qu'en soit le titre **(46)**.

Ceci est donc la principale indication du gingembre mais on la retrouve aussi dans les traitements possibles des nausées et vomissements **(187)(173)**.

VI.1.a . Nausées et mal des transports

L'action anti-émétique est reconnue grâce aux études réalisées dès les années 1980. Quatre études ont été menées entre 1983 et 1994 pour démontrer que le gingembre est meilleur que le placebo et aussi efficace que d'autres médicaments anti-émétiques utilisés dans le mal des transports. Cette propriété est attribuée aux gingérols et shogaols et fait suite aux effets directs sur le tube digestif, par suppression des contractions gastriques et stimulation de la motilité gastro-intestinale et du péristaltisme **(75)**.

En 2012, l'Agence européenne des médicaments a examiné 8 essais cliniques randomisés **(187)**. Dans cinq de ces études, le mal des transports était induit par exemple avec une chaise tournante, dans deux autres, l'efficacité a été étudiée dans une situation réelle. La dernière étude montra que l'efficacité du gingembre était vraiment supérieure à celle du placebo dans la prévention du mal des transports et aussi efficace que d'autres agents couramment utilisés. Dans une étude clinique, il est observé qu'une dose de 940 mg de poudre de gingembre est plus efficace que 100 mg de diménhydrinate dans l'indication du mal des transports **(70)(71)**. Une autre étude portée sur 1489 personnes a montré que le gingembre est aussi efficace que 7 autres médicaments anti-émétiques de conseil pour le traitement prophylactique des nausées dans le mal des transports **(72)**.

La conclusion était que la preuve scientifique de l'effet du gingembre dans la prévention du mal des transports était apportée.

VI.1.b . Nausées dues à la grossesse

Dans la revue *Obstetrics and Gynecology* de 2005, a été faite une analyse de 33 études cliniques pour évaluer l'efficacité du gingembre dans le traitement des nausées et vomissements induits par la grossesse. De plus une étude observationnelle et six études cliniques randomisées réalisées en double aveugle sur 675 participantes ont été détaillées. Dans ces études la dose journalière était de 1 g de poudre de gingembre, ce qui équivaut à 100 mg d'extrait à 10% de gingérols. A la fin de l'étude, il a été montré que le gingembre a une activité plus significative que le placebo ainsi qu'une absence d'effets indésirables. L'étude sur la sécurité de la mère, du fœtus et du nouveau-né n'a pas montré d'effets néfastes sur l'issue de la grossesse **(77)**.

En 2012, l'Agence Européenne des Médicaments a examiné des essais contrôlés randomisés sur des femmes enceintes. Dans certaines de ces études, le gingembre a été comparé au placebo, et dans d'autres il a été comparé à la vitamine B6. Les posologies et les périodes de traitement étaient raisonnables et cohérentes: entre 1 g et 1,5 g pendant 3 à 4 jours. Plus particulièrement, une étude qui portait sur 429 femmes enceintes a démontré que le gingembre était meilleur ou similaire à la vitamine B6 pour soulager les nausées et les vomissements, bien que la vitamine B6 peut ne pas être le meilleur comparateur car son efficacité est incertaine **(18)**. La conclusion était qu'il existe une documentation scientifique suffisante pour clamer l'efficacité du rhizome de gingembre dans la prévention des nausées et vomissements induits par la grossesse **(76)(187)**.

Pour l'utilisation traditionnelle et l'utilisation bien établie, une certaine quantité de données sur les femmes enceintes ne montre aucune toxicité malformative ou feto-néonatale avec l'utilisation du rhizome de gingembre. Les études sur les animaux sont insuffisantes en ce qui concerne la toxicité pour la reproduction. Malgré toutes ces données, l'agence du médicament, préconise par mesure de précaution, qu'il est préférable d'éviter l'utilisation pendant la grossesse **(247)**.

Pour exemple, des essais cliniques randomisés et en double insu ont été effectués sur deux groupes de femmes enceintes, 170 en tout, un groupe de femmes a reçu une capsule de 500 mg poudre de gingembre deux fois par jour pendant une semaine et l'autre 50 mg de diménhydrinate deux fois par jour pendant 1 semaine, ils ont conclu que le gingembre est aussi efficace qu'un traitement par le diménhydrinate **(5)(73)**.

Des études de cohorte sur des mères et enfants norvégiens ont été menées pour examiner la sécurité d'utilisation de gingembre pendant la grossesse. Ces essais se sont portés sur l'étude des malformations congénitales et les résultats sur la grossesse. En conclusion l'utilisation de gingembre pendant la grossesse n'a pas été associée à un risque accru de malformations congénitales, de mort périnatale, de naissance prématurée ou de faible poids de naissance. Les études prouvent aussi son innocuité chez la femme enceinte **(77)**. Cette constatation est cliniquement importante pour les professionnels de la santé qui donnent des conseils aux femmes enceintes présentant des nausées **(74)**.

L'association américaine des Généralistes Médecins de Famille confirme aussi ces constatations **(78)(79)(80)**.

VI.1.c . Nausées post-opératoires

L'efficacité en prévention sur les nausées en post-opératoire a aussi été démontrée lors d'une étude faite sur des patientes qui ont subi une laparoscopie gynécologique **(5)(81)**. Une méta-analyse dont fait partie 5 essais randomisés en double aveugle a comparé le gingembre avec un placebo pour prévenir les nausées et vomissements postopératoires. Un total de 363 personnes a participé à ces études. On note qu'une dose fixe d'au moins 1 g de gingembre séché donné 1 heure avant une opération chirurgicale mineure (dont des laparoscopies) est plus efficace que le placebo. L'utilisation de gingembre réduit de 35% le risque de nausées et de vomissements postopératoires quand la dose est suffisante **(82)**.

Par des études randomisées comparatives entre le gingembre et le métoclopramide dans les nausées et vomissements, les essais suggèrent qu'ils auraient une efficacité comparable **(83)**.

Une étude en double aveugle a été effectuée en 2013 sur 239 femmes qui ont subi une césarienne à terme. Un des groupes a reçu une capsule 1 g de poudre de gingembre une demi-heure avant l'anesthésie et une capsule de 1 g deux après la chirurgie. Le 2ème groupe a reçu deux capsules de placebo de la même façon. Le nombre d'épisodes de nausées peropératoire était diminué dans le groupe ayant pris le gingembre par rapport au placebo. Le gingembre en poudre a réduit le nombre d'épisodes de nausées peropératoires par rapport au placebo, mais il n'a eu aucun effet sur l'incidence des nausées, des vomissements, ou la douleur pendant et après une césarienne sous anesthésie rachidienne et péridurale combinée **(84)**.

VI.1.d . Nausées provoquées par les chimiothérapies

En 2010, une étude en double insu a été réalisée avec la prise de placebo contre une capsule de 1 ou 2 g de gingembre en poudre selon le poids des personnes, divisés en 3 doses, une dose 1 h avant la chimiothérapie, puis une dose 3 h et 8 h après le début de la chimiothérapie chez des enfants et jeunes adultes. Cette étude apporte comme conclusion que la poudre de gingembre est efficace pour réduire la gravité des nausées et vomissements aigus ou retardés induits par chimiothérapie en supplément de l'ondansetron et de la dexaméthasone chez ces patients recevant des chimiothérapies contenant du cisplatine et de la doxorubicine hautement émétisantes **(86)**.

En 2012, les chercheurs travaillant au pôle cancer de l'université de Rochester qui est associé au programme « National Cancer Institute's Community Clinical Oncology Program (CCOP) », ont établi une étude d'essai clinique de phase II et III randomisée, contrôlée en double aveugle contre placebo, chez 576 patients atteints de cancer qui ont reçu au minimum trois cycles de chimiothérapie.

Les patients ont été divisés en 4 groupes. En plus des thérapies conventionnelles des nausées et vomissements (sétron+dexaméthasone), un premier groupe a reçu 3 capsules de placebo deux fois par jour, un deuxième groupe 2 capsules placebo et une capsule de gingembre (contenant un extrait liquide purifié de racine de gingembre avec 8,5 mg de concentré composé de gingérols, zingérone et shogaol, ce qui équivaut à 250 mg de racine de gingembre) deux fois par jour pour arriver à une dose quotidienne de 0,5 g de gingembre, le troisième a reçu une capsule de

placebo et 2 de gingembre deux fois par jour pour obtenir une dose quotidienne de 1,0 g et le dernier groupe a reçu une dose quotidienne de gingembre de 1,5 g en prenant 3 capsules de gingembre deux fois par jour. Cette prise de capsules se déroule pendant 6 jours en débutant 3 jours avant le premier jour de la chimiothérapie.

L'hypothèse émise est que le gingembre pourrait se lier sur les récepteurs 5HT-3 (récepteurs de la sérotonine qui modulent la libération de neurotransmetteurs) et conduire à l'augmentation de l'effet des inhibiteurs 5-HT3 comme le sétron par exemple. Il pourrait également avoir un effet sur d'autres récepteurs périphériques impliqués dans la contraction du muscle lisse dans le tractus gastro-intestinal **(82)**.

On observe que les patients qui ont pris des capsules de gingembre trois jours avant la chimiothérapie et trois jours après ont obtenu une réduction de 40%, donc très significative des nausées et vomissements et ceci pour la dose la plus basse **(85)**. En conclusion, le gingembre est l'une des plantes les plus étudiées pour ses propriétés anti-émétiques efficaces dans tous types de nausées. Une étude a également montré que le gingembre peut diminuer les nausées causées par un excès de corps cétoniques dans le sang chez des enfants de plus de 6 ans sous alimentés suite à des problèmes de santé **(198)**.

VI.2 . Troubles biliaires

Des études faites sur les sécrétions biliaires de rats ont permis de clarifier l'action du gingembre sur la sécrétion biliaire et aussi d'enquêter sur les constituants actifs qui favorisent cette action. Les résultats ont montré que ce sont les principes piquants qui se trouvent dans l'huile essentielle qui ont provoqué une augmentation de la sécrétion de la bile. Des analyses plus poussées avec l'utilisation de chromatographie sur colonne ont indiqué que ce sont le [6]-gingérol et le [10]-gingérol qui sont principalement responsables de l'effet cholagogue du gingembre. D'autres études réalisées chez l'animal montrent que le gingembre aurait une action stimulatrice de la sécrétion de bile et sur l'activité des enzymes digestives **(87)**.

VI.3 . Troubles hépatiques

Les expériences faites sur la prévention de la toxicité du tétrachlorure de carbone sur des hépatocytes de rats, montrent que le [8]-gingérol est hépatoprotecteur. D'autres études *in vitro* montrent que cette molécule et les [7] et [8]-shogaols empêchaient la toxicité causée par la galactosamine sur les hépatocytes de rats **(58)**.

Une étude de 2014 a révélé la propriété anti-inflammatoire de la zingérone qui contre le lipopolysaccharide qui induit une inflammation hépatique chez les souris. Ainsi, la zingérone agit en tant qu'agent hépatoprotecteur en raison de sa capacité à provoquer la suppression de médiateurs inflammatoires comme le TNF- α chez la souris **(88)**.

Pour expliquer que le gingembre lutte contre l'hépatotoxicité, une étude a été réalisée chez des rats pour étudier l'efficacité de différentes doses d'extraits éthanoliques de gingembre sur l'hépatotoxicité. Elle démontre que ces extraits exercent des effets protecteurs significatifs contre le stress oxydatif induit par le bromobenzène en augmentant les mécanismes de défense antioxydants chez l'hôte. Ainsi, le gingembre est un agent prometteur pour la prévention de la toxicité induite par les produits chimiques, prévention induite par l'amélioration de l'activité antioxydante et de l'activité des enzymes de la phase II, notamment les enzymes métabolisant les médicaments **(89)**.

VI.4 . Ulcère gastrique

L'équipe de chercheurs du professeur Mahady a été la première à prouver que les constituants actifs du gingembre, les gingérols, sont efficaces *in vitro* contre *Helicobacter pylori*, le principal facteur étiologique associé à la dyspepsie, à l'ulcère gastroduodéal et au développement du cancer de l'estomac et du côlon. Ceci a été confirmé une nouvelle fois par le professeur Mahady et par une équipe italienne de chercheurs en pharmacologie médicale **(90)(91)**. L'activité antispasmodique pourrait prévenir les lésions gastriques et les ulcères en réduisant le temps de vidange gastrique, diminuant ainsi le temps de contact du contenu gastrique acide avec la muqueuse **(90)(91)(92)**.

Dans un bulletin pharmaceutique japonais, des chercheurs ont publié leurs recherches dans lesquelles ils ont détecté un principe actif anti-ulcère, l'acide [6]-gingésulfonique et trois monoacyl-digalactosyl-glycérols respectivement appelés glycolipides A, B et C dans le rhizome de gingembre de Taïwan **(174)**. Les structures de l'acide [6]-gingésulfonique et des glycolipides A, B et C ont été élucidées à partir d'analyses chimiques et physico-chimiques.

Dans une expérience impliquant six volontaires, l'acide [6]-gingésulfonique a été considéré comme moins piquant que les composés phénoliques précédemment isolés, le [6]-gingérol et le [6]-shogaol. L'administration orale d'acide [6]-gingésulfonique, de [6]-shogaol et de [6]-gingérol à 150 mg/kg a réduit les lésions gastriques induites par l'acide chlorhydrique et l'éthanol chez les rats mâles respectivement de 92,7, 70,2 et 57,5%.

L'administration orale d'extrait de gingembre à 1000 mg/kg et de zingiberène à 100 mg/kg a inhibé les lésions gastriques respectivement de 97,5 et 53,6%. Le [6]-gingérol dosé à 100 mg/kg a inhibé les lésions gastriques de 54,5%. Les résultats suggèrent que le zingiberène et le 6-gingérol sont les constituants qui jouent le rôle de protecteurs contre les lésions gastriques dans les médicaments contenant du gingembre **(175)**.

Ces chercheurs ont étudié l'effet stimulant de la motilité gastro-intestinale du gingembre et de ses constituants actifs. Ils ont supposé que le gingembre bloquerait la pompe à proton stomacale. Ils ont également montré que le transport d'une farine de charbon chez la souris a été accéléré en fonction de la dose par administration orale de l'extrait sec entier ou de ses constituants [6]-shogaol et [6]-, [8]- et [10]-gingérol **(176)**.

Une étude Indienne a été faite sur des rats chez lesquels on a expérimentalement provoqué des ulcères gastriques. On leur a administré oralement des extraits de gingembre et des probiotiques comme le *Lactobacillus acidophilus*. Cette étude établit que l'extrait de gingembre combiné au *Lactobacillus* est bénéfique sur la muqueuse stomacale et cela ouvre des perspectives d'utilisation en tant qu'agents thérapeutiques curatifs voire préventifs dans les ulcères **(93)**.

VI.5 . Spasmes digestifs

Les études pharmacologiques ont été effectuées sur le [6]-gingérol et [6]-shogaol du gingembre.

Il y a eu administration par voie intra-veineuse de [6]-gingérol (à une dose comprise entre 1,75 et 3,5 mg/kg) ou de [6]-shogaol (à une dose comprise entre 1,75 et 3,5 mg/kg) ainsi qu'une administration orale de ces molécules (à une dose comprise entre 70 et 140 mg/kg) et ceci a provoqué une inhibition de la motilité spontanée. Au niveau du système gastro-intestinal le [6]-shogaol a inhibé de façon intensive la traversée d'un repas de charbon à travers l'intestin, contrairement au [6]-gingérol en administration intraveineuse à une dose de 3,5 mg/kg, de plus le [6]-shogaol a facilité la fonction intestinale après une administration orale de 35 mg/kg. Le [6]-shogaol et le [6]-gingérol suppriment la contraction gastrique *in situ*. Le gingembre a un effet antispasmodique et facilité la motilité gastrique(94). De plus le gingembre stimule la sécrétion de mucine qui agit comme un tampon pour les parois cellulaires (177).

Des expériences sur des rats montrent que les molécules comme le β -pinène, le terpinolène et l' α -phellandrène qui se trouvent dans l'huile essentielle se fixent sur les récepteurs de la sérotonine 5-HT₃ qui se trouvent dans l'iléon de ces rats. Cette fixation induit un effet spasmolytique (5).

VI.6 . Inflammation et fièvre

Depuis les années 80, des recherches sont faites pour démontrer les propriétés anti-inflammatoires par inhibition de la COX-2 par les gingérols et diminution de la quantité de prostaglandines par les gingérols et les gingérénones. L'état inflammatoire est responsable de beaucoup de maladies chroniques telles que l'arthrose, les maladies inflammatoires de l'intestin, les troubles respiratoires, voire certains cancers et maladies cardiovasculaires. Actuellement le gingembre est l'un des traitements alternatifs à base de plantes les plus populaires pour traiter les maladies inflammatoires chroniques et douloureuses (94).

Des chercheurs de l'université du Minnesota et de l'Illinois ont constaté que la majorité des preuves scientifiques semble suggérer que le gingembre et ses divers composants ont des effets anti-inflammatoires *in vitro* et *ex vivo*, mais ont trouvé que les données chez les humains sont encore incomplètes **(95)(96)**.

Pour une douleur après l'exercice physique, deux essais cliniques ont démontré les liens spécifiques entre l'ingestion journalière de 2 g de gingembre cru pendant 11 jours et la diminution de la douleur due à l'inflammation liée à un gros exercice, bien que la preuve est faible **(106)(107)**. Des études cliniques ont été faites pour comparer les effets analgésiques topiques du gingembre à ceux des anti-inflammatoires non stéroïdiens locaux (par exemple le Diclofénac en pommade) dans le traitement des douleurs musculo-squelettiques. Les patients ont été divisés en deux groupes, un groupe a reçu le Diclofénac pommade alors que l'autre groupe a reçu en topique de la poudre de gingembre mélangée avec de l'eau. Les analyses des données recueillies après 1 semaine de traitement ont montré que l'effet analgésique du Diclofénac pommade était significativement plus faible que celui de la solution de gingembre. Donc l'effet analgésique du gingembre semble être légèrement supérieur à celui du Diclofénac dans le traitement des douleurs musculo-squelettiques et peut offrir une alternative plus sûre que l'usage du Diclofénac **(97)**.

VI.6.a . Ostéoarthrite

Les études cliniques sur l'efficacité du gingembre dans le soulagement des symptômes de l'arthrite et des douleurs articulaires donnent des résultats mitigés **(98)**. De plus la forme et la dose de gingembre les plus avantageuses pour le traitement ne sont pas clairement définies **(96)**.

En 2012, l'Agence Européenne des Médicaments a examiné 4 essais cliniques randomisés portant sur l'efficacité du gingembre pris par voie orale dans l'arthrose. Les posologies ont varié de 0,5 à 1 g par jour pendant 3 à 12 semaines. Trois de ces essais ont démontré des effets bénéfiques. A côté de cela d'autres études n'ont pas pu être exploitées du fait d'un taux élevé d'abandon du traitement et par les périodes de traitement trop courtes.

Ces résultats s'alignent avec la littérature précédente, on en conclut que les preuves scientifiques sont insuffisantes pour prouver l'efficacité du gingembre dans l'arthrose **(187)**.

A l'opposé, deux essais cliniques récents ont démontré des résultats prometteurs pour le gingembre dans la réduction de la douleur due à l'arthrose. Le premier est un essai randomisé sur 20 adultes souffrant d'arthrose chronique **(99)**. Les personnes ont appliqué pendant 20 minutes par jour une compresse chaude infusée de gingembre en cataplasme pendant 7 jours avec la possibilité de continuer pendant 24 semaines. Un auto-questionnaire est rempli 4 fois par semaine, et ce jusqu'à 24 semaines. Les résultats sont prometteurs avec des scores de la douleur, de la fatigue diminués de 31 à 49 %. De plus l'état de santé global et l'état fonctionnel était améliorés.

Le gingembre est donc efficace pour soulager la douleur et les tensions, améliorer la santé globale, et permet d'accroître l'autonomie des personnes souffrant d'arthrose chronique tout en rappelant que la chaleur et l'humidité apportées par la compresse permet de décontracter les muscles par une vasodilatation.

Dans une autre étude faite sur 247 patients souffrant d'arthrite, on a donné dans un groupe 255 mg d'extrait hautement purifié de gingembre en capsule et à l'autre un placebo contenant du lactose, deux fois par jour pendant 6 semaines. Dans le groupe ayant reçu l'extrait, on observa un effet modéré statistiquement significatif sur la réduction des symptômes de l'arthrose du genou. En effet pour 63% des patients la douleur a été atténuée contre 50% dans le groupe traité par anti-inflammatoire de synthèse. Le profil de sécurité était bon, avec des événements indésirables gastro-intestinaux souvent légers dans le groupe qui a pris du gingembre **(100)**. Même si l'effet positif du gingembre sur l'arthrose du genou est minime, il est à noter qu'une gastropathie est souvent causée par les anti-inflammatoires non stéroïdiens utilisés pour traiter la douleur des articulations enflammées, ce qui confirme l'avantage du gingembre par rapport aux AINS **(101)**.

VI.6.b . Règles douloureuses

Un essai clinique en double aveugle a été mené de septembre 2006 à février 2007 sur 150 étudiantes âgées de 18 ans et plus atteintes de dysménorrhée. Trois groupes de patientes ont été établis.

Un groupe a pris quatre fois par jour des capsules dosées à 250 mg de rhizome de gingembre en poudre pendant trois jours dès le début de leurs règles, les étudiantes des autres groupes ont reçu 250 mg d'acide méfénamique ou des capsules d'ibuprofène dosées à 400 mg en suivant le même protocole. Un système de notation multidimensionnelle verbale a été utilisé pour évaluer la gravité de la dysménorrhée, le soulagement de la douleur, et la satisfaction avec le traitement ont été comparés entre les groupes après les menstruations. A la fin du traitement, la gravité de la dysménorrhée a diminué dans tous les groupes et aucune différence n'a été observée entre les groupes. Aucun effet secondaire grave ne s'est produit. L'étude a montré que le gingembre est aussi efficace que l'acide méfénamique et l'ibuprofène pour soulager la douleur chez les femmes présentant une dysménorrhée **(102)**.

Cet essai confirme les résultats d'autres études démarrées à partir de 2001 où il était vérifié que la prise de 1 g de poudre de gingembre 2 fois par jour avec de l'eau chaude après un repas pendant les 3 premiers jours de menstruations avait une réelle efficacité **(104) (103)**.

Une étude randomisée récente sur 120 étudiantes qui ont reçu des capsules de poudre de gingembre dosées à 500 mg contre des capsules de placebo 3 fois par jour pendant 5 jours, a montré un effet significatif sur le soulagement de l'intensité et de la durée de la douleur **(105)**.

VI.7 . Maladies dues au stress oxydatif

Les antioxydants aident à prévenir certaines maladies et permettent de lutter contre les radicaux libres qui entraînent le stress oxydatif dans la cellule et donc de ralentir le processus de vieillissement.

En effet l'oxydation est la cause principale de la pathogenèse de diverses affections inflammatoires, y compris les cancers, les lésions des cellules neuronales, l'hémorragie, et le choc septique **(111)**.

On sait que les radicaux libres captent des électrons à partir des acides gras dans les membranes cellulaires, ce qui entraîne des dommages cellulaires **(109)**.

L'activité antioxydante du gingembre est due à la présence des composés polyphénoliques comme le [6]-gingérol et ses dérivés, des flavones, des isoflavones, des flavonoïdes, de l'anthocyanine, de la coumarine, des lignanes, des catéchines et des isocatéchines **(162)**.

Une étude de plus de 120 plantes-aliments, publiée dans la revue « Journal de la nutrition » rapporte que le gingembre a été classé premier parmi les cinq sources alimentaires les plus riches en antioxydants comme les baies, les noix, les graines de tournesol et la grenade. Les tests en tube utilisés pour les expériences *in vitro* et la recherche animale ont montré que le gingembre inhibe la production de radicaux libres et améliore également la production interne d'antioxydants.

Dans cette étude la teneur totale en composés phénoliques dans l'extrait alcoolique du rhizome séché de gingembre était de 870,1 mg/g.

L'extrait possède 90,1% de DPPH qui est un radical libre qui change de couleur quand il est réduit et rendu à l'état moléculaire. La recombinaison des radicaux DPPH se mesure par spectrophotométrie. On mesure un pourcentage de réaction avec le DPPH pour un extrait de molécule à une concentration donnée. On établit une concentration CI 50, qui est la concentration inhibitrice moyenne, c'est-à-dire la concentration d'un composé qui inhibe 50% de l'effet observé, elle permet de comparer des produits entre eux. Pour cet essai la CI 50 était de 0,64 µg/ml. La propriété antioxydante du gingembre est une activité extrêmement importante et il peut être utilisé comme agent préventif contre un certain nombre de maladies en relation avec l'oxydation des graisses. Par exemple, il empêche les perturbations de production de bile causées par l'oxydation des graisses et améliore la digestion **(108)**.

L'hypothèse du mécanisme serait basée sur un don d'atome d'hydrogène ou d'électrons et la capture des radicaux libres, mais aussi sur l'empêchement de la peroxydation lipidique **(109)**.

L'oxydation des LDL-C est suggérée jouer un rôle important dans le processus de développement de l'athérosclérose.

Dans une étude réalisée chez le rat, le gingembre à 1% (p/p) a réduit la peroxydation des lipides, en maintenant l'activité des enzymes antioxydantes telles que la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase. Et cette étude indique que le gingembre est relativement plus efficace que l'acide ascorbique en tant qu'antioxydant.

Des boissons produites à partir de la fermentation lactique des plantes *Zingiberaceae* ont été élaborées pour conserver l'activité antioxydante. Cependant, aucun article de la littérature ne relate une efficacité antioxydante induite par la consommation de cette forme de gingembre par les humains **(96)(110)**.

VI.8 . Maladies bactériennes

VI.8.a . *Helicobacter pylori*

L'équipe du chercheur Mahady a démontré les effets d'une chimio-prévention avec du gingembre contre la bactérie *Helicobacter pylori*. Le gingembre entrave directement la croissance de ce micro-organisme et a plus particulièrement une action sur le CagA+ qui représente un facteur de virulence. Ainsi, la fraction phénolique comprenant les gingérols et le [6]-shogaol était très efficace pour inhiber la croissance de la souche *H. pylori* CagA+ *in vitro*, ainsi que 19 autres souches cliniques **(112)**. Cette documentation suggère que les extraits de gingembre spécifiques contenant les gingérols peuvent aider dans le traitement ou la prévention de l'infection à *H. pylori* et de ces souches *in vivo* **(91)(113)(114)**.

L'huile essentielle de gingembre inhibe la croissance bactérienne du *H. pylori* à des concentrations basses de 0,0075% (v/v) **(115)**.

VI.8.b . *Pseudomonas aeruginosa*

Un essai de quantification fait sur le biofilm fabriqué par la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* montre que l'extrait de gingembre a un effet sur la formation de ce biofilm. Les microplaques de culture de la bactérie où a été ajouté de l'extrait de gingembre ont montré que la formation de biofilm était moindre de 39 à 56% par rapport à la microplaque de contrôle sans extrait de gingembre. Les résultats suggèrent que la formation d'un biofilm par *P. aeruginosa* est inhibée par l'addition d'extrait de gingembre (116).

VI.8.c . Bactéries bucco-dentaires

Les gingérols ont été signalés comme possédant des propriétés antibactériennes sur la croissance des Gram + et Gram -. Une étude rejoint ces résultats en montrant que les extraits à l'éthanol et au n-hexane du gingembre ont présenté une activité antibactérienne contre trois bactéries à Gram négatif anaérobies, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* et *Prevotella intermedia*, causant des maladies parodontales. En conclusion, le [10]-gingérol et le [12]-gingérol qui sont très alkylés inhibent efficacement la croissance de ces agents pathogènes par voie orale à une concentration minimale inhibitrice (CMI) comprise entre 6 et 30 pg/ml. Ces composés ont également tué ces agents pathogènes à une concentration minimale bactéricide (CMB) comprise entre 4 et 20 pg/ml, par contre les autres composés comme le 5-acétoxy-[6]-gingérol, le 3,5-diacétoxy-[6]-gingerdiol et le galanolactone n'ont pas montré ces effets (117).

VI.8.d . Bactéries diverses.

Une autre étude pour analyser l'action des huiles essentielles *in vitro* par la technique de micro dilution a été réalisée. C'est une méthode de dilution en milieu liquide où l'inoculum bactérien est ajouté dans une série de cupules qui contiennent de l'antibiotique ou la substance à tester qui est ici l'huile issue du rhizome de gingembre. Ces cupules sont incubées et on trouve la CMI à partir de la cupule qui contient la plus faible concentration d'antibiotique qui a permis d'inhiber la croissance bactérienne. Cette expérience a montré que ces huiles à la fois extraites à partir de la feuille et du rhizome étaient modérément actives contre les bactéries

Bacillus licheniformis à Gram positif, *Bacillus spizizenii* et *Staphylococcus aureus*, ainsi que les bactéries à Gram négatif comme *Escherichia coli*, *Klebsiellae pneumoniae* et *Pseudomonas stutzeri* (118).

VI.9 . Maladies virales

VI.9.a . Herpès

L'huile essentielle de gingembre a montré son efficacité sur le virus de l'herpès. Les concentrations en huile essentielle maximales non cytotoxiques de l'essai ont été déterminées à 0,003% et les effets inhibiteurs contre le Virus Herpès Simplex (ou HSV) ont été testés par l'addition de l'huile à différents moments du cycle d'infection par le HSV . Les études suggèrent que l'huile essentielle interfère avec les structures de l'enveloppe du HSV qui sont nécessaires à l'adsorption pour entrer dans les cellules de l'hôte. L'action se déroule avant l'étape d'adsorption. L'action pourrait aussi être une dissolution de l'enveloppe. En conclusion les huiles essentielles inactivent probablement les virus avant qu'ils ne pénètrent dans la cellule (115). Les composants actifs principaux des huiles essentielles sont des hydrates de carbones lipophiles qui interagissent avec la membrane lipidique (119).

VI.9.b . Virus respiratoires

Le gingembre contient près d'une douzaine de composés antiviraux. Les scientifiques ont isolé du gingembre plusieurs produits chimiques comme les sesquiterpènes qui ont des effets spécifiques contre la famille la plus commune des virus du rhume, les rhinovirus. Certains de ces produits chimiques sont remarquablement puissants comme anti-rhinovirus. D'autres constituants dans le gingembre, gingérols et shogaols, aident à soulager les symptômes du rhume, car ils réduisent la douleur et la fièvre, les frissons et possèdent un effet sédatif doux qui favorise le repos. Il supprime aussi la toux, ce que les études prouvent en étudiant les effets du [6]-shogaol qui sont plus intenses que ceux du [6]-gingérol. Le [6]-shogaol a montré un effet antitussif intense en comparaison avec le phosphate de dihydrocodéine (94). Le gingembre aide à lutter contre le rhume lorsqu'il est pris dès les premiers signes d'infection (121).

Les rhizomes séchés de gingembre ont été étudiés pour l'activité antirhinovirale dans le test de réduction de la plaque. Cette technique permet la détection et la mesure des anticorps pouvant neutraliser des virus.

Le fractionnement par extraction par solvant et chromatographie répétée guidée par dosage biologique ont permis l'isolement de plusieurs sesquiterpènes avec une activité antirhinovirale comme vu précédemment. Le plus actif d'entre eux est le β -sesquiphellandrène qui agit contre le rhinovirus humain de sérotype IB *in vitro* (120).

Le gingembre frais est également efficace contre le virus respiratoire syncytial humain (HRSV) responsable de la formation de la plaque sur les voies respiratoires. Les auteurs d'une étude *in vitro* ont essayé de valider l'hypothèse que le gingembre peut diminuer la formation de la plaque induite par le virus HRSV sur des lignées de cellules de muqueuse respiratoire. Pour évaluer les effets des extraits de gingembre frais et séchés dans de l'eau chaude sur le virus, il a été effectué un essai de réduction de plaque dans les lignées de cellules des voies respiratoires humaines. Ils ont aussi évalué par un dosage immuno-enzymatique la capacité du gingembre à stimuler les cytokines anti-virales (122). Avec une dose de 300 pg/ml de gingembre frais, les résultats ont montré une inhibition dose dépendante de la formation de plaques induites par HRSV. En revanche, le gingembre séché n'a pas montré d'inhibition dose-dépendante. Ils ont démontré que le gingembre est plus efficace lorsqu'il est administré avant l'inoculation virale.

De façon dose dépendante, le gingembre frais a inhibé l'attachement et l'intériorisation virale. Le gingembre frais à une concentration élevée pourrait stimuler les cellules de la muqueuse à sécréter l'interféron β (IFN- β) qui est une protéine encore appelée cytokine, et qui est synthétisée par les fibroblastes et les macrophages. Cette cytokine permet de médier une activité antivirale, immunomodulatrice et antiproliférative. Tout ceci contribue à lutter contre l'infection virale (219).

VI.10 . Migraine

Une étude pilote multicentrique a été faite sur 60 patients ayant présenté 221 survenues de migraine traités avec un traitement sublingual.

Deux groupes ont été formés, un groupe a reçu comme plante de la grande camomille (aussi connue sous la dénomination de partenelle) associée au gingembre en sublingual et l'autre le placebo dès que la migraine est apparue. Les feuilles de partenelle sont reconnues comme efficaces dans la prévention de la migraine selon l'ESCOP et l'OMS **(220)**, elle est habituellement utilisée que le gingembre. Cette étude s'est faite sur 1 mois et les résultats ont été prometteurs. Après 2 heures, 63% des sujets qui ont reçu un traitement actif (grande camomille/gingembre) ont été soulagés de leur migraine contre 39% pour le placebo. En conclusion de cette expérience, l'association grande camomille/gingembre en sublingual semble être sûre et efficace comme un traitement de première ligne pour une population de migraineux qui éprouvent souvent des maux de tête légers avant le début de la céphalée modérée ou sévère **(123)**. Toutefois il faudrait approfondir les essais pour vérifier que ces propriétés ne viennent pas seulement de la partenelle mais bien de l'association avec le gingembre.

Une étude de cas a donné des résultats également encourageants car la migraine a cessé dans les 30 minutes, sans effet secondaire après avoir absorbé 500 à 600 mg de gingembre en poudre mélangée avec de l'eau **(124)(125)**.

Cependant aucune étude n'a pu expliquer le mécanisme d'action sur la migraine.

VI.11 . Cancer: Anticancéreux

VI.11.a . Cancer colorectal

Des études *in vitro* ont montré des effets anti-cancéreux. Récemment il y a eu plusieurs essais cliniques portant sur les avantages du gingembre pour traiter le cancer colorectal **(126)**. Une équipe a effectué un essai randomisé sur 20 personnes présentant un risque augmenté de cancer colorectal pour évaluer les effets du gingembre sur l'apoptose, la prolifération et la différenciation des cellules de la muqueuse colique. Dans cet essai pilote, les volontaires ont reçu soit 2 g de gingembre soit 2 g de placebo par jour pendant 28 jours. Les résultats suggèrent que le gingembre peut réduire la prolifération des cellules cancéreuses dans l'épithélium colorectal en augmentant l'apoptose par rapport à la prolifération des

cellules cancéreuses, en particulier dans la zone de différenciation des cryptes du colon. Il faudra faire d'autres études pour être plus concluant sur les avantages du gingembre dans le traitement ou la prévention du cancer et approfondir ces découvertes.

Une autre étude a été faite sur l'effet du gingembre sur les stades d'initiation de la carcinogénèse du côlon induite par la 1,2-diméthylhydrazine (DMH) chez les rats mâles. Les rats ont reçu une injection sous-cutanée hebdomadaire de DMH à la dose de 20 mg/kg de poids corporel dans l'aîne pendant 15 semaines. On a administré quotidiennement par voie orale du gingembre (50 mg/kg de poids corporel) aux rats au stade d'initiation, et après l'initiation de la carcinogénèse. En présence du DMH, carcinogène connu du colon, la peroxydation lipidique plasmatique et la survenue du cancer ont été significativement augmentées, tandis que les concentrations en antioxydants enzymatiques et non enzymatiques ont diminué par rapport aux rats témoins. Le nombre de tumeurs ainsi que l'incidence du cancer ont été significativement diminués lors du traitement avec le gingembre. De plus, la supplémentation en gingembre à l'étape d'initiation et également aux stades post-initiation de la carcinogénèse a significativement amélioré la quantité d'enzymes anti-oxydantes ainsi que la quantité des anti-oxydants non enzymatiques. La supplémentation en gingembre supprime la carcinogénèse du côlon après administration du DMH pro-carcinogène **(127)**.

Pour prouver l'inhibition du développement des tumeurs, des expériences *in vitro* ont été faites. Les mécanismes d'action suggérés sont que le [6]-gingérol est efficace dans l'hyperprolifération et les processus inflammatoires qui initient et favorisent la carcinogénèse et la métastase.

D'autres chercheurs rapportent que dans le cancer colorectal, il y a une inhibition de la synthèse de molécules inflammatoires à partir de l'acide arachidonique **(126)**.

VI.11.b . Cancer de la prostate

Ont été également réalisées des études sur des cellules cancéreuses de prostate et les résultats montrent que l'extrait entier de gingembre exerce des effets inhibiteurs significatifs sur la croissance et sur l'induction de la mort des cellules

cancéreuses de la prostate. Des études approfondies ont confirmé que ces extraits ont perturbé la progression du cycle cellulaire et ont modulé celui-ci, altéré la capacité de reproduction, et a perturbé les molécules régulatrices de l'apoptose en favorisant l'apoptose mitochondriale dans les cellules cancéreuses de la prostate humaine. De façon remarquable, l'administration orale quotidienne de 100 mg/kg de poids corporel d'extrait entier de gingembre a inhibé la croissance et la progression de xénogreffes de cellules cancéreuses de prostate humaine chez les souris. Plus important encore, ces extraits n'ont exercé aucune toxicité détectable dans les tissus normaux, à division rapide, tels que l'intestin et la moelle osseuse. C'est le premier rapport à démontrer l'activité anticancéreuse *in vitro* et *in vivo* des extraits entiers de gingembre intéressante pour le traitement du cancer de la prostate (128).

VI.11.c . Cancer de l'ovaire

En ce qui concerne l'inhibition du développement des cancers ovariens, le mécanisme proposé est que le gingembre a inhibé la croissance et modulé la sécrétion de facteurs angiogéniques dans les cellules cancéreuses de l'ovaire. Le traitement a entraîné une inhibition de l'activation de NF- κ B qui est un facteur transcriptionnel qui contribue à augmenter la transcription et la traduction des facteurs angiogéniques et qui sont probablement impliqués dans le développement de cancers humains, ainsi qu'une diminution de la sécrétion de VEGF qui est un facteur également impliqué dans la néo-angiogenèse et une diminution d'IL-8, une interleukine activatrice des cellules immunitaires.

Les propriétés anticancéreuses du gingembre sont attribuées à la présence de certains vanilloïdes, de [6]-gingérol et de [6]-paradol, ainsi que de certains autres constituants tels que shogaols, zingérone, etc. Le [6]-shogaol a été jugé le plus efficace dans ce mécanisme (129).

VI.12 . Maladies cardiovasculaires et troubles de la coagulation

Chez les animaux diabétiques, déficients en gène de l'apolipoprotéine E ou qui ont été nourris avec un régime alimentaire riche en lipides, le gingembre réduit considérablement le cholestérol sérique total, LDL, VLDL, les triglycérides et les

phospholipides, réduit les lésions athéromateuses et agit aussi efficacement que les médicaments hypolipémiants classiques. On a constaté que le gingembre agissait sur le foie pour diminuer la biosynthèse du cholestérol et peut aussi stimuler la conversion de cholestérol en acides biliaires et augmenter son excrétion fécale.

A contrario, des essais sur des humains ont démontré que 4 g de gingembre administré quotidiennement pendant 4 mois à des patients ayant une maladie de l'artère coronaire n'a pas affecté de façon significative, ni les lipides sanguins ni le glucose.

Au niveau de la coagulation, le gingembre a entraîné une importante inhibition dose-dépendante de l'agrégation plaquettaire induite par l'acide arachidonique, des thromboxanes eux même dérivés de la COX, des prostaglandines et de la synthèse des prostacyclines, avec une augmentation de l'activité fibrinolytique, dans des études *in vitro* et animales. Une diminution significative de l'agrégation plaquettaire chez les humains sains qui consommaient des aliments riches en graisses a été obtenue par l'ingestion 5 g de gingembre par jour, bien que chez les patients atteints d'une maladie coronarienne une dose quotidienne de 4 g pendant 3 mois était inefficace et qu'une dose unique de 10 g était très efficace dans les 4 heures.

Chez les animaux hypertendus, le gingembre a un effet hypotenseur dose dépendant. Il a été observé que le gingembre a provoqué une vasodilatation chez le rat et le lapin, suite à une vasoconstriction induite et a présenté une activité de blocage des canaux similaires à celle du vérapamil, inhibiteur calcique anti-hypertenseur traditionnellement utilisé.

Des études japonaises sur le muscle atrial de cobaye ont montré que le gingembre accélère le taux de pompage calcique sans affecter son efflux. Il peut également favoriser l'effet inotrope positif de l'adrénaline en stimulant sa libération des glandes surrénales. Il existe donc bien des preuves de l'effet bénéfique du gingembre sur l'agrégation plaquettaire et l'hypertension ainsi qu'un effet inotrope positif, bien que ces résultats encourageants soient largement basés sur des études animales et *in vitro*. En théorie, le gingembre peut présenter des effets thérapeutiques plus sûrs que les médicaments cardiovasculaires conventionnels

puisque ses effets secondaires sont négligeables pour les dosages testés. La preuve de la sécurité de son utilisation a aussi été apportée.

Une autre étude confirme que le gingembre a une action stimulatrice sur les muscles cardiaques, ainsi que sur la circulation sanguine dans l'ensemble du corps et aide également à réduire la tension artérielle et la charge cardiaque **(130)**.

VI.13 . Maladies métaboliques: cholestérol et hyperglycémie

Des essais cliniques préliminaires ont montré que le gingembre améliorait le profil lipidique chez les patients diabétiques **(131)**. Le diabète sucré est caractérisé par des défauts soit de libération d'insuline soit de sensibilité à l'insuline.

Les scientifiques du département de nutrition de l'Université des Sciences Médicales en Iran ont étudié l'effet du gingembre sur l'état de la glycémie, le profil lipidique, et les marqueurs inflammatoires chez les patients atteints de diabète de type 2, et ont constaté que le gingembre réduisait la glycémie à jeun, et augmentait la sensibilité à l'insuline **(132)**.

Dans cette étude de contrôle randomisée sur 70 patients diabétiques de type 2, où les uns ont reçu soit une dose journalière de 1,6 g de gingembre et les autres 1,6 g de farine de blé sous forme de capsules réparties de la façon suivante : une capsule avant le dîner et une après le dîner et ceci pendant 12 semaines. Les résultats montrent que non seulement le gingembre peut réduire la glycémie et moduler les niveaux d'insuline, améliorer la sensibilité à l'insuline, réduire le taux de cholestérol sérique et de triglycérides, améliorant donc le profil lipidique chez ces patients mais il permet également de diminuer l'inflammation en réduisant les taux de CRP (dont le taux augmente en réponse à l'inflammation) et qui est un facteur de risque cardiovasculaire. Il réduit également le taux de PGE2, enzyme prostaglandine impliquée dans la détente des muscles lisses. Par contre il n'a pas été trouvé de différence significative concernant les HDL, LDL et TNF- α entre les groupes.

Il faudrait établir plus d'essais cliniques bien contrôlés chez l'humain pour pouvoir considérer que le gingembre utilisé en chronique est efficace dans la prévention des complications du diabète.

Dans le modèle de rats diabétiques de type 1, la réduction de la glycémie a été observée. *In vitro*, l'extrait de gingembre augmente la libération d'insuline dans la cellule β pancréatique de rat diabétique. *In vivo*, un test de tolérance au glucose a confirmé que cet extrait de gingembre a également amélioré les niveaux d'insuline plasmatique en parallèle avec la baisse de la glycémie. Chez les rats présentant un diabète de type 2 induits par l'arsenic, le [6]-gingérol a montré un effet protecteur sur les cellules β pancréatiques et a rétabli le taux d'insuline plasmatique. Le mécanisme sous-jacent à cette action du gingembre peut impliquer l'interaction avec le récepteur 5-HT₃. Cet effet de libération d'insuline est plus important en présence de sérotonine exogène. On a découvert que les gingérols et le shogaol peuvent agir sur le complexe de canaux ioniques-récepteur 5-HT₃ en se liant à un site modulateur distinct du site de liaison de la sérotonine. Il a été démontré un ordre de puissance : le [6]-shogaol est plus puissant que le [8]-gingérol qui est plus puissant que le [10]-gingérol, qui est lui même plus puissant que le [6]-gingérol. L'importance de ce mécanisme doit être évalué d'avantage. Le gingembre favorise la clairance du glucose dans les tissus périphériques sensibles à l'insuline, ce qui est important pour maintenir l'homéostasie glycémique. Les résultats d'études *in vitro* ont démontré que l'extrait de gingembre et les gingérols amélioreraient l'absorption du glucose dans les cellules de muscle squelettique de rat cultivées et les adipocytes **(180)**.

Ces résultats confirment ceux de l'équipe de chercheurs de l'Université des Sciences Médicales en Iran, bien que les deux études ne sont pas en adéquation en ce qui concerne l'influence du gingembre sur la glycémie à jeun. Cette divergence peut être attribuée à la plus longue durée de l'étude des scientifiques de l'Université des Sciences Médicales Iranienne **(133)**. Compatible avec les résultats obtenus par les équipes des chercheurs Iraniens. Il a également été constaté que le gingembre n'a eu aucun effet sur le ratio HDL et le cholestérol LDL, mais qu'il a eu un effet sur le cholestérol total chez les patients hyperlipidémiques.

Des études complémentaires sont nécessaires avec de grandes doses de gingembre et une plus longue durée de l'intervention **(134)**.

D'autres études *in vitro* indiquent que le gingembre joue sur la sensibilisation à l'insuline et l'absorption du glucose et que cela aboutit à des effets bénéfiques **(153)**. L'effet antidiabétique du gingembre a été prouvé expérimentalement et il a été montré que l'activité était initiée par les effets antioxydants, l'anti-glycation et aussi que les gingérols, les shogaols, les paradols et les zingérones pouvaient induire une augmentation des récepteurs à l'insuline de la protéine GLUT-4, une protéine impliquée dans le transport du glucose et qui est modulée par l'insuline **(133)**.

Le gingembre possède aussi des effets d'abaissement des lipides, et entraîne un accroissement de la sensibilité à l'insuline et que l'effet prédominant non négligeable sur la baisse des lipides contribue à l'amélioration de la résistance à l'insuline. Il y a un effet protecteur du gingembre envers les complications diabétiques. Les études de toxicité aiguë et de toxicité chronique sont suffisantes pour démontrer la grande sécurité dans l'utilisation du gingembre comme agent de contrôle de la glycémie **(135)**.

Les études animales ont eu des résultats contradictoires. Chez le rat chez qui on a induit un diabète de type 2, la majorité des études a démontré des effets protecteurs du gingembre dans le développement de divers paramètres du syndrome métabolique, et il a été reconnu que le gingembre est efficace pour diminuer les triglycérides dans le sérum, ce qui est cohérent avec les conclusions des scientifiques de l'université Iranienne **(132)**. Par contre chez les animaux normaux les résultats sont moins cohérents **(180)**.

Chez les diabétiques les variations glycémiques peuvent avoir un impact sur les contractions de l'estomac dans la digestion. Dans l'hyperglycémie, la vidange de l'estomac est retardée et dans une étude de cas avec des volontaires en bonne santé, le rôle bénéfique du gingembre dans la réalisation de ces effets a été démontré **(177)(178)**.

Comme mécanisme d'action proposé, le gingembre pourrait provoquer la diminution des lipides en augmentant la lipase pancréatique et l'amylase, inhiber l'hydrolyse des lipides dans les voies intestinales, augmenter la conversion du cholestérol en acides biliaires. Chez les rats alimentés avec du gingembre l'activité de la 7-alpha-hydroxylase hépatique qui est l'enzyme impliquée dans la biosynthèse des acides biliaires a été significativement augmentée, stimulant ainsi la conversion du cholestérol en acides biliaires, ceci entraînant l'augmentation de l'élimination du cholestérol (134).

VI.14 . Effets divers bénéfiques

VI.14.a . Troubles de fertilité et troubles sexuels

Le traitement de ces troubles par le gingembre est largement retrouvé dans les médecines indiennes, arabes et dans beaucoup d'autres cultures, aussi bien occidentales qu'orientales. Ses propriétés bénéfiques dans ces domaines sont traditionnellement acceptés. Trop peu d'études scientifiques sont faites sur ces effets. Il y a bien eu des études anciennes sur la toxicité qui ont été menées sur plusieurs plantes utilisées comme aphrodisiaques dont le *Zingiber officinale* dans la médecine arabe. Tout d'abord des tests de toxicité aiguë se sont tenus chez la souris, toutes ces plantes ne présentaient aucune toxicité. Les animaux ont été traités chroniquement pendant 3 mois.

Une augmentation de la masse des vésicules séminales, du poids corporel moyen, ainsi qu'une augmentation de la quantité totale de sperme ont été enregistrés. Tous ces extraits de plantes ont augmenté de manière significative la mobilité des spermatozoïdes ainsi que la quantité de sperme dans les épидидymes et le canal déférent sans produire d'effet spermatotoxique. Le nombre de cellules sexuelles anormales trouvées a été faible pour une dose de 3 g/kg/j pendant 3 mois (138).

Une étude française fonctionnelle et observationnelle du comportement sexuel a été réalisée sur des souris dans le but de déposer un brevet pour « l'utilisation d'un ou plusieurs shogaol(s) en tant qu'aphrodisiaques ». Dans le gingembre ce sont surtout les [4]- et [10]-shogaols qui sont mis en avant.

D'autres études doivent être réalisées pour pouvoir prouver cet effet chez l'Homme, bien que reconnu traditionnellement par de nombreuses médecines (179).

VI.14.b . Troubles neurologiques

Dans une étude faite sur des rats diabétiques, qui présentent une diminution marquée des enzymes antioxydantes et une augmentation du malondialdéhyde, on a étudié les effets du gingembre sur les marqueurs de stress oxydatif dans le cortex cérébral, le cervelet, l'hippocampe et l'hypothalamus et on a observé que les activités des enzymes antioxydantes ont été augmentées et que le taux de malondialdéhyde a été abaissé lors de l'administration orale de gingembre.

Les résultats suggèrent que le gingembre a un effet neuroprotecteur en accélérant les mécanismes de défense antioxydants du cerveau et en régularisant les niveaux de MDA.

De même, le gingembre améliore le fonctionnement du cerveau en atténuant l'anxiété par l'activation des récepteurs 5-hydroxytryptophane 1A dans le cerveau, ce qui contribue à augmenter les niveaux de sérotonine et il pourrait également avoir des effets bénéfiques dans le traitement de démences comme la maladie d'Alzheimer (95).

VI.14.c . Normalisation du poids

Pour la gestion du poids, trop peu d'études sur l'humain ont été réalisées, seules des études sur un faible nombre d'individus sont retrouvées dans la littérature : un essai clinique randomisé a été réalisé sur 10 hommes en surpoids âgés de 19 à 50 ans qui ont consommé quotidiennement de la tisane au gingembre (2 g de poudre de gingembre dissoute dans de l'eau chaude). Les résultats ont montré un effet significatif du gingembre sur l'effet thermique des aliments. Le gingembre aurait un rôle potentiel dans la gestion du poids mais des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer les résultats.

VI.14.d . Troubles respiratoires et allergies

Pour soulager les affections respiratoires et les allergies, des chercheurs américains ont documenté que les puissants composés du gingembre peuvent supprimer les réactions allergiques et pourraient être utiles pour le traitement et la prévention de maladies allergiques **(95)(139)**. Il a aussi été rapporté que le gingembre a des effets positifs sur la mécanique respiratoire **(140)(141)**.

En 1984, une étude avait déjà été faite pour montrer que le [6]-shogaol présent dans l'oléorésine avait une action antitussive intense au même titre que le phosphate de dihydrocodéine. On retrouve cette utilisation dans les médecines traditionnelles en Asie surtout **(142)**.

VII . Pharmacocinétique

Les paramètres pharmacocinétiques ont été déterminés pour le [6]-shogaol en utilisant du C¹⁴-[6]-shogaol (composé marqué au C¹⁴) et du [6]-shogaol non marqué. La concentration de radioactivité plasmatique a augmenté de manière dose-dépendante pour le composé marqué. Lorsqu'une dose de 10 mg/kg de composé marqué est administrée par voie orale, environ 20,0 % de la radioactivité administrée est excrétée dans l'urine, environ 64,0 % dans les fèces et 0,2 % dans l'air expiré. D'autre part, lorsque le [6]-shogaol non marqué a été administré par voie orale, la concentration plasmatique et l'excrétion biliaire de la forme inchangée étaient extrêmement faibles. Cela suggère que le [6]-shogaol est principalement métabolisé dans le corps et excrété sous forme de métabolites **(146)(154)**.

D'autres études sur la cinétique ont été réalisées via des expériences faites à partir d'une administration intraveineuse d'une dose de 3 mg/kg de [6]-gingérol en bolus chez le rat. La courbe concentration plasmatique-temps a été décrite par un modèle ouvert à double compartiments.

Le [6]-gingérol a été éliminé avec une demi-vie de 7,23 min et une clairance corporelle totale de 16,8 ml / min / kg, son élimination du plasma a donc été rapide. La liaison aux protéines sériques du [6]-gingérol était de 92,4%. L'excrétion rénale

ne contribue pas du tout à la disparition du [6]-gingérol du plasma chez les rats (147).

La cinétique a aussi été étudiée chez des rats ayant une insuffisance hépatique ou rénale aigüe induite expérimentalement, il n'y a pas eu de différence significative ni dans la courbe de la concentration plasmatique-temps ni dans les paramètres pharmacocinétiques entre les rats témoins et les rats néphrectomisés (148).

L'hypothèse est donc que le [6]-gingérol du plasma chez le rat n'est pas excrété au niveau rénal. En revanche, la toxicité hépatique a élevé la concentration plasmatique de [6]-gingérol à la phase terminale. Sa demi-vie d'élimination a augmenté de 8,5 à 11,0 min, chez les rats possédant des lésions au niveau du foie. Le taux de [6]-gingérol lié à la protéine sérique était de plus de 90% et a été très légèrement affectée du fait de la toxicité. Cela montre qu'une partie du [6]-gingérol est éliminée par le foie.

Une étude avait déjà été faite *in vitro* avec du surnageant de foie contenant le système générateur de NADPH. Dans cette expérience deux métabolites diastéréoisomères du [6]-gingédiol ont été identifiés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Les mêmes auteurs avaient déjà montré *in vitro* que le [6]-shogaol était réduit dans le foie de rat. On a isolé des métabolites extractibles du shogaol dans l'acétate d'éthyle qui se sont formés par incubation avec une fraction cytosolique de foie de rat en présence d'un système générant du NADPH. Deux métabolites majeurs ont été identifiés comme le 1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-décane-3-one qui est le [6]-paradol et le 1-(4-hydroxy-3-méthoxy)-décan-3-ol qui est le [6]-paradol réduit.

Le 1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-déca-1-ène-3-one appelé aussi déhydroparadol, un analogue non piquant du shogaol, a formé les mêmes métabolites que le [6]-shogaol dans des conditions d'incubation similaires. Le [6]-paradol semble être un intermédiaire dans le métabolisme réducteur de la fraction α -cétone β -insaturée du shogaol (149). Les activités pharmacologiques de ces métabolites isolés n'ont pas été trouvées.

De l'incubation de [6]-gingérol avec des microsomes hépatiques de rat en présence de NADPH, en ont découlé huit métabolites. Pour essayer d'identifier ces métabolites, la méthode par analyse chromatographique en phase gazeuse-spectrométrie de masse a été utilisée. Les auteurs de l'expérience ont identifié les diastéréoisomères de deux produits d'hydroxylation aliphatiques et les diastéréoisomères du [6]-gingédiol. Ont été identifiés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse le [6]-gingérol glucuronidé principalement au groupe hydroxyle phénolique et de petites quantités d'un second monoglucuronide impliquant le groupe hydroxyle aliphatique formé par les microsomes hépatiques du rat, les microsomes intestinaux humains ne formant que le glucuronide phénolique.

Cette étude indique un métabolisme assez complexe du [6]-gingérol qui, selon les auteurs, devrait être pris en considération pour les multiples activités biologiques de ce composé (**150**).

Le devenir métabolique du [6]-gingérol pris par voie orale par le rat a été étudié (**151**). Dans la bile, un métabolite majeur est retrouvé par une analyse chromatographique liquide à haute performance, c'est le (S)-[6]-gingérol-4'-O- β -glucuronide. Dans l'urine, les métabolites dérivés du [6]-gingérol n'ont pas été détectés. Par contre, par procédé d'extraction par l'acétate d'éthyle sur l'urine suivi d'une hydrolyse enzymatique, on extrait six métabolites mineurs comme l'acide vanillique, l'acide ferulique, le (S)-(+)-4-hydroxy-6-oxo-8-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl) – acide octanoïque, l'acide 4-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl) butanoïque, le 9-hydroxy-[6]-gingérol et le (S)-(+)-[6]-gingérol). Soixante heures après l'administration orale de [6]-gingérol, la quantité cumulée de métabolites majeurs excrétée dans la bile et celle des six métabolites mineurs dans l'urine étaient respectivement d'environ 48% et 16% de la dose. Après une stérilisation intestinale, l'excrétion des six métabolites mineurs dans l'urine a diminué. Une incubation de [6]-gingérol avec du foie de rat montre la présence de 9-hydroxy-[6]-gingérol, de gingédiol et de (S)-[6]-gingérol-4'-O- β -glucuronide. Ces résultats suggèrent que la flore intestinale et les enzymes dans le foie, jouent un rôle important dans le métabolisme du [6]-gingérol.

Dans la littérature actuelle, il n'existe pas d'études qui montrent un effet du gingembre sur les enzymes cytochromes ou la glycoprotéine P (**46**).

VIII . Posologies et précautions d'emploi

Il faut être prudent en cas d'utilisation péri-opératoire car il y a une possible augmentation du risque de saignements. Les dosages le plus couramment utilisés dans les essais cliniques varient entre 250 mg g et 2 g de gingembre par jour.

En début de grossesse, deux grammes de gingembre par jour sont considérés comme la limite supérieure sûre recommandée **(96)(181)(182)**.

- Les doses quotidiennes de gingembre habituellement rencontrées sont : environ 2 à 4 g de gingembre frais.
- Depuis 1999, l'OMS préconise 2 à 4 g de rhizome en poudre par jour. En prévention du mal des transports, les adultes et enfants de plus de 6 ans peuvent prendre 1 à 2 g poudre de rhizome en une prise, 30 minutes avant le voyage **(214) 215)(217)**.
- En ce qui concerne un usage bien établi : pour les plus de 18 ans dans la prévention des nausées et vomissements liés au mal des transports, il peut être pris oralement 1 à 2 g (environ 1 cuillère à café) de poudre 1 h avant le départ **(187)**.
- Pour ce qui est de l'usage cliniquement documenté, depuis 2009, l'ESCOP conseille de prendre 0,5 à 2 g de poudre de gingembre 30 minutes avant le voyage.

Pour les nausées postopératoires et nausées induites par des médicaments, il faut prendre 0,5 à 1 g de rhizome en poudre une heure avant la chirurgie.

Pour la prophylaxie des nausées et des vomissements liés à la grossesse, il faut 750 mg à 2 g par jour en prises fractionnées pendant 1 à 5 jours.

- En ce qui concerne l'usage traditionnel :

Pour le soulagement symptomatique du mal des transports, les enfants de plus de 12 ans peuvent prendre 750 mg (environ une demi-cuillère à café) de poudre 30 minutes avant le départ. Pour un soulagement symptomatique des troubles gastro-intestinaux légers comme les météorismes et les flatulences

chez l'adulte, il faut prendre 180 mg de poudre 3 fois par jour si besoin. Si les symptômes persistent après 2 semaines, demander l'avis d'un professionnel de santé.

Pour les douleurs digestives: du rhizome en poudre 0,25 à 1 g trois fois par jour, ou 1,5 à 3 ml de teinture mère à 1/10e par jour **(214)(216)**.

- En 2009, la pharmacopée Indienne et la pharmacopée Ayurvédique d'Inde conseillent de prendre 1 à 2 g de poudre de gingembre ou de boire 28 à 56 ml d'infusion par heure pour l'indigestion et le manque d'appétit **(218)**.
- La pharmacopée de la République populaire de Chine (2005) préconise 3 à 9 g de rhizome en poudre ou frais par jour.
- En usage possible de l'huile essentielle dans la prévention des nausées et vomissements dans le mal des transports chez l'adulte, utiliser 1 voire 2 gouttes d'huile essentielle (calculé pour une teneur maximale de 3,5 % d'huile essentielle) sur un comprimé neutre, 1 heure avant le départ **(187)**.
- Pour l'arthrite: les dosages ont varié en fonction du produit pris **(152)(46)**.

VIII.1 . Toxicité et effets indésirables

On ne retrouve pas de cas de toxicité aiguë ou chronique lorsque la prise de gingembre se fait aux doses prescrites habituellement.

Actuellement, l'équilibre bénéfice/risque est bon pour l'utilisation orale d'extrait de gingembre en poudre. Des études ont indiqué que le gingembre et ses constituants à des doses allant jusqu'à 2 g par jour présentent des niveaux de toxicité bas et des niveaux élevés de tolérance chez l'Homme, seuls des troubles gastro-intestinaux légers sont rapportés **(183)**. Il existe peu de données sur la toxicité du gingembre quand on dépasse les quantités thérapeutiques.

Par contre, on en retrouve dans la littérature que si l'on prend des doses supérieures à 5 g par jour. En effet ce surdosage peut augmenter la survenue d'effets indésirables telles qu'une irritation de la bouche, de légères brûlures d'estomac voire des crampes d'estomac avec blocage de son activité, une diarrhée ainsi que des crampes intestinales. De légers effets secondaires ont été rapportés par l'Agence Européenne des Médicaments dans 30 essais contrôlés randomisés **(187)**. Les effets étaient des problèmes gastro-intestinaux légers qui pouvaient aussi bien être dus aux médicaments utilisés dans l'étude qu'à la dose de gingembre administrée **(46) (47) (168)**.

Il faut éviter d'en consommer lors d'une gastrite ou une phase aiguë de maladie inflammatoire de l'intestin **(168)**. Cependant, nous ne savons pas si la faible toxicité est due à une biodisponibilité orale médiocre ou à un degré élevé de sécurité des constituants piquants du gingembre. Aucune étude dose-réponse n'a été réalisée **(187)(232)**. Un essai clinique a montré que l'administration de 10 g de poudre de gingembre en 1 prise à des patients atteints de coronaropathie n'a pas produit d'effets indésirables **(130)**.

On ne met pas en évidence de toxicité avec le gingembre dans la littérature scientifique. Il faut cependant prendre des précautions avec l'utilisation de l'huile essentielle qui contient des principes aromatiques comme les carbures mono- et sesquiterpéniques.

VIII.1.a . Toxicité aiguë causée par une dose unique

Pour étudier la toxicité aiguë causée en une dose unique, il a été administré par voie intrapéritonéale à la souris des doses graduées d'extrait à l'éthanol de rhizomes séchés **(222)**. Une étude a montré qu'un extrait hydroalcoolique de racine de gingembre était non toxique jusqu'à une dose de 1500 mg/kg de poids corporel chez la souris **(187)**.

VIII.1.b . Toxicité induite par des doses répétées

L'équipe de pharmacologues de l'Université de Médecine de Guangzhou a évalué la sécurité du gingembre japonais en poudre qui contient beaucoup de 6-gingérol et de galanolactone. Une étude sur la toxicité a été effectuée pendant 35 jours chez le rat. Les rats ont reçu cette poudre de gingembre japonais par gavage à des doses de 500, 1000 ou 2000 mg/kg de poids corporel par jour. Cela n'a pas entraîné de mortalité, d'anomalies du comportement, de la croissance et de la consommation d'aliments et d'eau. Il n'y avait pas de différences dans les paramètres d'hématologie et de biochimie du sang entre les animaux témoins et les animaux traités, à l'exception d'une diminution de la LDH chez les rats mâles. Les résultats de l'autopsie ont montré que tous les organes examinés étaient normaux, à l'exception des testicules des rats dont le poids a été diminué de 14,4% **(223)**. Par contre, une autre étude dans laquelle des rats ont reçu de la poudre de rhizome de gingembre à des dosages journaliers de 50 et 100 mg/kg pendant 20 jours n'a pas démontré de changements dans la morphologie ou le poids des testicules par rapport aux rats témoins. Cependant, les taux sériques de testostérone ont augmenté dans le groupe expérimental qui a reçu 100 mg de gingembre/kg/J **(224)**.

Les effets de l'administration orale et intra-péritonéale pendant 28 jours d'un extrait aqueux de racine de gingembre ont été étudiés chez des rates à des doses de 50 mg/kg et 500 mg/kg. Les paramètres hématologiques comme le taux d'hémoglobine, l'hématocrite, la quantité d'enzymes sériques comme la lactate déshydrogénase, l'aspartate aminotransférase, l'alanine aminotransférase ont été examinés.

La toxicité systémique a également été étudiée via la lactate déshydrogénase hépatique, la phosphatase acide, les protéines et via d'autres examens histopathologiques des tissus pulmonaires et hépatiques. L'étude a démontré que le gingembre à 500 mg/kg administré par voie intrapéritonéale est légèrement toxique. A ce niveau de dosage, on a observé une diminution de l'hémoglobine sérique, une augmentation des isoenzymes cardiaques, de la LDH et une légère diminution des protéines hépatiques. Des examens histopathologiques des poumons et du foie ont également montré que le gingembre à 500 mg/kg a provoqué des anomalies d'épaisseur des parois alvéolaires dans les poumons, engendré un cytoplasme

granulaire et de grands espaces intercellulaires dans le foie. Les faibles doses de gingembre n'ont pas démontré d'effets toxiques sur les paramètres testés **(226)**.

VIII.1.c . Génotoxicité

Il n'existe pas de rapports de cas dans la littérature montrant une éventuelle génotoxicité du gingembre.

VIII.1.d . Mutagénicité

Un extrait éthanolique de gingembre et une huile essentielle de gingembre ont eu une activité mutagène sur des souches de *Salmonella typhimurium*, à des concentrations respectivement de 25 à 50 mg/plaque de culture et de 5 à 10 mg/plaque de culture **(227)(228)**. De même, un extrait éthanolique de gingembre (composé de gingérol et de shogaol) à des concentrations allant de 10 et 200 µg/plaque, a présenté des propriétés mutagènes dans les souches avec activation métabolique au niveau du foie de rat, mais que la zingérone n'a pas montré d'effet mutagène **(225)**. Des chercheurs japonais ont trouvé que le jus de rhizome de gingembre contenait à la fois des substances mutagènes et des anti-mutagènes, et que le [6]-gingérol était un puissant mutagène **(229)**. L'équipe de chercheurs a pu également démontrer que le [6]-shogaol était beaucoup moins mutagène sur une souche d'*Escherichia coli* que le [6]-gingérol, et que la partie active du [6]-gingérol était la fraction de chaîne latérale aliphatique hydroxylée **(187)(230)**.

VIII.1.e . Reprotoxicité et toxicité sur le développement

Du rhizome de gingembre séché sous forme d'extrait appelé EV.EXT33®) a été administré par gavage à des doses de 100, 333 et 1000 mg/kg à 3 groupes de rats femelles gestantes du 6^{ème} au 15^{ème} jour de gestation **(190)**. Un quatrième groupe a reçu seulement de l'huile de sésame. Le poids des rats et la consommation d'eau ou de nourriture ont été étudiés pendant l'expérience. Les rats ont été tués au 21^{ème} jour de la gestation et examinés. La tératogénicité et la toxicité ont été recherchées chez les fœtus. Aucun décès ou événement indésirable liés au traitement n'a été observé. Le gain de poids et la consommation de nourriture étaient semblables dans tous les groupes pendant la gestation. La reproduction n'a

pas été affectée par le traitement au gingembre. L'examen des fœtus pour repérer des dommages externes, viscéraux et squelettiques n'a montré aucun effet embryotoxique ou tératogène du gingembre. Aucune différence n'a été observée dans le rapport entre le poids corporel et le sexe. Il a été conclu que EV.EXT33®, lorsqu'il était administré à des rats femelles gestantes pendant la brève période d'organogenèse, n'a causé ni toxicité maternelle ni toxicité pour le développement à des doses quotidiennes allant jusqu'à 1000 mg/kg de poids corporel **(232)**.

La toxicité du gingembre au cours de la reproduction et son impact sur le développement chez des rates gestantes auxquelles on a administré du 6^{ème} jour au 15^{ème} jour de gestation de la tisane au gingembre (rhizome de gingembre râpé et infusé dans de l'eau bouillie pendant 10 minutes) a été étudiée. Aucune toxicité maternelle n'a été observée, cependant la perte embryonnaire dans les groupes avec traitement avait doublé par rapport à celle des témoins. Aucune malformation n'a été observée chez les fœtus des mères traitées. Les fœtus exposés au gingembre se sont avérés être plus lourds que les témoins (environ 4 à 6% de poids en plus). Les fœtus traités ont montré qu'ils avaient également un développement squelettique plus avancé via la mesure des centres d'ossification du sternum et du métacarpien **(191)**.

En conclusion, les études de toxicité ont été discordantes et les résultats ont été difficiles à interpréter. Les études de toxicité aiguë indiquent que pour que celle-ci soit présente, il faut des dosages de gingembre plus élevés que les doses habituellement administrées. Malgré le peu de données disponibles, la sécurité concernant la reproduction et le développement fœtal lors de l'utilisation du rhizome de gingembre semble établie **(46)(47)**.

VIII.2 . Effets indésirables

On a observé que les effets secondaires avec le gingembre sont rares.

En utilisant le gingembre par voie externe, la survenue d'irritation cutanée est possible si le patient y est hypersensible **(168)**. Pour éviter certains effets indésirables comme les troubles stomachiques de type brûlures, sensations d'inconfort, éructations, il faut plutôt prendre le gingembre sous forme de capsule.

La prise pendant les repas peut aussi éviter leurs apparitions. Enfin il peut favoriser les saignements, certaines femmes signalent des métrorragies.

La prise de gingembre pourrait augmenter la sécrétion d'insuline et donc faire baisser la glycémie. Les personnes traitées par médicaments pour le diabète doivent en parler à leur médecin pour un éventuel ajustement de leur traitement. Il peut y avoir une baisse de la pression artérielle avec cette plante, le patient devra faire attention aux possibles vertiges. De plus de fortes doses de gingembre peuvent aggraver des problèmes cardiaques déjà présents chez la personne atteinte **(184)**.

Attention pour l'utilisation de l'huile essentielle, il ne faut pas dépasser les doses recommandées car cela peut provoquer des irritations gastro-intestinales et des irritations au niveau du tractus urinaire **(8)**.

IX . Contre-indications

L'OMS déconseille fortement aux enfants de moins de 6 ans de prendre du gingembre **(4)**. Il est conseillé également de ne pas prendre de gingembre en cas de :

- calculs biliaires ou de voies biliaires obstruées (lithiase biliaire) **(46)** ;
- troubles de la coagulation : en théorie, des doses excessives de gingembre peuvent augmenter le risque de saignements ;
- diabète : des doses excessives de gingembre peuvent provoquer des hypoglycémies pouvant nécessiter des modifications dans les doses de médicaments antidiabétiques ;
- pathologies cardiaques : possible action inotrope positive et chronotrope négative pouvant dégrader la fonction cardiaque chez les individus sensibles **(184)**.

L'huile essentielle de gingembre est déconseillée chez les femmes enceintes, allaitantes et les enfants de moins de 7 ans. Cette HE est contre indiquée chez les patients insuffisants rénaux car elle contient des terpénoïdes qui stimulent les néphrons **(60)**.

X . Interactions médicamenteuses

Peu d'interactions entre le gingembre et des médicaments ont été rapportées dans la littérature.

X.1 . Interactions pharmacologiques modérées

Les médicaments qui ralentissent la coagulation sanguine et fluidifiants du sang, comme les anticoagulants et les antiplaquettaires peuvent interagir avec le gingembre. Il pourrait aussi y avoir une augmentation de la survenue d'ecchymoses

et de saignement.

Par exemple, quelques médicaments peuvent interagir : l'aspirine, le clopidogrel, le diclofenac, l'ibuprofène, le naproxène, la daltéparine, l'enoxaparine, l'héparine **(184)**.

Le cas de la warfarine

Le cas de la warfarine est complexe et a été le plus étudié. Dans deux études faites en 2000, il a été expliqué que le gingembre n'interagit pas avec le médicament anti-coagulant warfarine chez le rat ou l'homme, ce qui a été récemment confirmé dans une étude ouverte, tripartite, randomisée chez 12 volontaires sains en 2005. De la poudre de gingembre a été administré par voie orale à une dose de 400 mg trois fois par jour pendant 1 semaine avant la warfarine, et a été poursuivi pendant une semaine supplémentaire après. On a observé que la poudre de gingembre n'exerçait aucun effet significatif ni sur le statut de la coagulation, ni sur la pharmacocinétique et la pharmacodynamie de la warfarine **(185)(186)**.

Dans ce sens une autre étude ouverte randomisée a été faite chez 12 hommes volontaires sains qui ont reçu une dose recommandée de gingembre soit 400 mg en trois prises orales par jour pendant une semaine, puis, après les 7 jours, une dose de 25 mg de warfarine en dose unique. Le traitement par le gingembre a été poursuivi pendant une semaine supplémentaire après. Les résultats ne montrent aucune altération de la pharmacocinétique ou de la pharmacodynamie de la warfarine après la prise de gingembre. Il est montré aussi que le gingembre n'affecte pas l'activité du cytochrome CYP2C9 qui métabolise la warfarine et qu'il n'a pas d'incidence sur les volumes apparents de distribution ou la liaison des protéines de la warfarine. De plus, la prise de gingembre seul ne semble pas, dans cette étude, affecter l'INR ou l'agrégation plaquettaire **(188)**.

A contrario, il y a eu description de quelques cas montrant une interaction entre le gingembre et la warfarine avec addition des effets provoquant une augmentation du risque de saignement. Il y a eu, par exemple, survenue de saignements gingivaux et d'hématurie chez une femme de 76 ans traitée par warfarine ayant commencé la consommation de gingembre pour soigner des douleurs gastriques. Son INR moyen qui était de 2 est monté à 7. Plus tard, elle est

revenue aux urgences pour des épistaxis qui ne cessaient pas, à ce moment son INR était de 10, bien que ses doses de warfarine et l'utilisation d'autres médicaments à long terme aient été les mêmes, et qu'elle n'ait pas été malade. Pendant l'interrogatoire médical la patiente a avoué qu'elle avait récemment commencé à consommer des morceaux de rhizome de gingembre et de boire du thé fait à partir de poudre de gingembre pour ses problèmes d'estomac. La patiente a arrêté toute consommation de gingembre. Par la suite, son INR est resté dans la cible thérapeutique **(189)**.

Une autre étude clinique montre que le nombre de saignements augmente de façon significative quand les patients consomment des compléments naturels à base de gingembre alors qu'ils sont traités par la warfarine **(192)**.

Au niveau des preuves expérimentales, des études chez l'animal montrent que le gingembre peut empêcher les plaquettes sanguines de coller ensemble et provoquer des saignements **(193)**. Plusieurs autres études *in vitro* et *in vivo* montrent aussi que le gingembre pourrait diminuer l'agrégation plaquettaire par une activité inhibitrice de la thromboxane synthase et modifier les paramètres de la coagulation.

La prudence est donc de mise pour les patients sous anticoagulant et il vaut mieux éviter de consommer du gingembre dans ces cas **(194)(195)(196)(197)**.

Interactions avec d'autres plantes ou compléments

L'interaction peut aussi se retrouver par addition d'effets avec les plantes aux propriétés anticoagulantes comme l'ail, l'angélique, le curcuma, le gingko, le ginseng, l'éleuthérocoque, la fève tonka ou encore le thé **(198)**.

X.2 . Interactions pharmacologiques mineures

Les médications pour le diabète interagissent avec le gingembre. Des études expérimentales montrent que l'augmentation du taux d'insuline est possible après la prise de gingembre. Le gingembre pourrait entraîner la baisse de la glycémie. Les médicaments du diabète sont aussi utilisés pour baisser la glycémie. La prise du gingembre avec ces médicaments pourrait provoquer une

hypoglycémie. En cas d'association, il faut une surveillance étroite de la glycémie et des signes d'hypoglycémie.

La dose du médicament anti-diabétique pourrait devoir être modifiée. Ces interactions peuvent concerner le glimépiride, l'insuline, le glipizide et autres antidiabétiques **(200)**.

Les médicaments pour l'hypertension et les bloqueurs de canal calcique pourraient également interagir avec le gingembre. Le gingembre pourrait réduire la tension de la même façon que les médicaments de la classe des inhibiteurs calciques pour traiter l'hypertension et la maladie cardiaque. La prise du gingembre avec ces médicaments pourrait causer une baisse de tension et des battements de coeur irréguliers. Les médicaments concernés sont la nifédipine, le vérapamil, le diltiazem, la felodipine, l'amlodipine et autres **(135)(200)**.

L'effet synergique du gingembre et de la nifédipine sur l'agrégation plaquettaire chez les volontaires humains normaux et les patients hypertendus a été étudié à Taïwan. On a constaté que le pourcentage d'agrégation plaquettaire induite par l'adénosine diphosphate et l'épinéphrine chez les patients hypertendus était plus important que chez les volontaires normaux. Le gingembre pourrait potentialiser l'effet anti-agrégation plaquettaire de la nifédipine chez les volontaires normaux et les patients hypertendus. Il a été conclu que la combinaison de 1 g de gingembre avec 10 mg de nifédipine par jour pourrait être utile pour combattre les complications cardiovasculaires et cérébrovasculaires en raison de l'agrégation plaquettaire **(201)**.

En cas d'association, il faut une surveillance clinique des signes d'hypotension **(202)** **(203)**.

X.3 . Interactions pharmacocinétiques

Une étude dans laquelle on a fait ingérer 1 ml d'extrait de gingembre par kilo à des lapins a montré une action sur la pharmacocinétique du métronidazole : l'extrait de gingembre augmentait significativement l'absorption maximale (Cmax: 16,5 vs 4,2 µg / ml), le temps d'absorption (Tmax: 4,0 contre 2,0 heures) et le temps de demi-vie plasmatique (temps de demi-vie: 12,7 contre 8,6 heures), et diminuait la

constante de vitesse d'élimination (Kel 0,054 contre 0,079) du métronidazole **(187)** **(204)**.

XI . Législation et statut légal

XI.1 . Organisation Mondiale de la Santé

Pour l'Organisation Mondiale de la Santé, l'utilisation du gingembre est « cliniquement justifiée » dans « la prévention des nausées et des vomissements dus au mal des transports et au mal de mer, ainsi que ceux liés à une intervention chirurgicale ou à la grossesse ». Son usage est considéré comme « traditionnel » pour les indications « des troubles digestifs, du rhume et de la grippe, de la perte d'appétit et comme anti-inflammatoire dans les migraines et les douleurs musculaires ou articulaires » **(198)**.

XI.2 . En France

Pour l'ANSM, la prise de 180 mg de poudre de gingembre 1 à 3 fois par jour en infusion a une action antinauséuse, et conseille le gingembre pour prévenir les nausées de la grossesse. Un grand nombre de femmes enceintes l'ont utilisé et il n'est à l'origine d'aucun incident notifié**(199)**.

Les parties souterraines du gingembre et donc le rhizome séché, qu'il soit entier ou coupé, sans ou avec du liège, fait l'objet d'une monographie à la Pharmacopée européenne.

En France, il fait partie de la Liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement (30/12/16) et de la Liste des plantes pouvant entrer dans la composition des médicaments à base de plantes. Dans la Pharmacopée Française, depuis 1989, seule subsiste la monographie du gingembre pour préparation homéopathique **(54)**. Par contre la pharmacopée française ne comporte pas de monographie sur le gingembre car il y en a une dans la Pharmacopée Européenne.

Les produits à base de gingembre peuvent bénéficier d'une procédure d'AMM avec la constitution d'un dossier 'abrégé ou allégé' car il n'y a pas eu besoin de

recourir aux évaluations toxicologiques.

XI.3 . En Europe

L'ESCOP, la Coordination Scientifique Européenne en Phytothérapie admet que le gingembre peut être utilisé dans « le traitement des nausées et des vomissements dus au mal des transports, ou à la suite d'interventions chirurgicales mineures » **(58)**.

Dans la monographie de la Commission E du Ministère de la Santé allemand, le rhizome de gingembre est reconnu comme possible d'utilisation en cas de dyspepsie et pour la prévention du mal des transports pour une posologie de 2 à 4 g par jour de rhizome fragmenté, extrait pour infusion ou préparations équivalentes. Il est précisé qu'il ne doit pas être administré à la femme enceinte en cas de nausée, contrairement aux études élaborées par la suite, d'ailleurs certains scientifiques contestent cette interdiction. Il faut un avis médical si on présente des calculs biliaires.

XI.4 . Dans le Monde

En 1997, la pharmacopée des États-Unis a inclus le rhizome de gingembre ainsi que le gingembre réduit en poudre dans la liste nationale **(205)**.

Dans la XVII^{ème} édition de la Pharmacopée Japonaise, on retrouve le rhizome et la poudre de gingembre **(221)**.

XII . Allégations nutritionnelle et de santé

"Selon les définitions des allégations nutritionnelles telles que présentées dans le règlement (CE) n°1924/2006 relatifs aux allégations nutritionnelles et de santé, et aux vues de la composition du gingembre, il est possible d'utiliser les allégations suivantes" (41).

Allégation nutritionnelle du gingembre

Le gingembre est riche en :

- fibres, car une portion de 100 g en apporte plus de 6 g.
- manganèse, car une portion de 100 g apporte de plus de 30 % des VNR.
- de même, c'est une bonne source de pour le fer, de potassium, de vitamine B3, de vitamine B6, de magnésium, de cuivre, de zinc.
- vitamine B9 et phosphore, une portion de 100 g apporte 15 % des VNR.

Allégation de santé

Pour 100g de gingembre consommé, il y a un apport de:

Éléments	Allégations (contribue ..)
Cuivre	au maintien de tissus conjonctifs normaux, à un métabolisme énergétique normal, au fonctionnement normal du système nerveux, à la pigmentation normale des cheveux, au transport normal du fer dans l'organisme, à la pigmentation normale de la peau, au fonctionnement normal du système immunitaire, à protéger les cellules contre stress oxydatif.
Fer	à une fonction cognitive normale, à un métabolisme énergétique normal, à la formation normale de globules rouges et d'hémoglobine, au transport normal de l'oxygène dans l'organisme, au fonctionnement normal du système immunitaire, à

	réduire la fatigue, au développement cognitif normal des enfants. Il à un rôle dans le processus de division cellulaire.
Magnésium	à réduire la fatigue, à l'équilibre électrolytique, à un métabolisme énergétique normal, au fonctionnement normal du système nerveux, à une fonction musculaire normale, à une synthèse protéique normale, à des fonctions psychologiques normales, au maintien d'une ossature normale, au maintien d'une dentition normale, il a un rôle dans le processus de division cellulaire.
Manganèse	à un métabolisme énergétique normal, au maintien d'une ossature normale, à la formation normale de tissus conjonctifs, à protéger les cellules contre le stress oxydatif.
Niacine	à des fonctions psychologiques normales, à un métabolisme énergétique normal, au fonctionnement normal du système nerveux, au maintien d'une peau normale, au maintien de muqueuses normales, à réduire la fatigue.
Phosphore	à un métabolisme énergétique normal, au fonctionnement normal des membranes cellulaires, au maintien d'une ossature normale, au maintien d'une dentition normale. Il participe à la croissance normale et au développement osseux des enfants.
Potassium	au fonctionnement normal du système nerveux, à une fonction musculaire normale, au maintien d'une pression sanguine normale.
Vitamine B6	à la synthèse normale de cystéine, au métabolisme normal de l'homocystéine, à un métabolisme énergétique normal, au fonctionnement normal du système nerveux, au métabolisme normal des protéines et du glycogène, à des fonctions psychologiques normales, à la formation normale de globules rouges, au fonctionnement normal du système immunitaire, à réduire la fatigue, à réguler l'activité hormonale.

Zinc	à la synthèse normale de l'ADN, à un métabolisme acido-basique normal, à un métabolisme glucidique normal, à une fonction cognitive normale, à une fertilité et une reproduction normales, au métabolisme normal des macronutriments, au métabolisme normal des acides gras, au métabolisme normal de la vitamine A, à une synthèse protéique normale, au maintien d'une ossature normale, au maintien de cheveux normaux, au maintien d'ongles normaux, au maintien d'une peau normale, au maintien d'un taux normal de testostérone dans le sang, au maintien d'une vision normale, au fonctionnement normal du système immunitaire, à protéger les cellules contre le stress oxydatif. Il entre dans le processus de division cellulaire.
Folates	à la croissance des tissus maternels durant la grossesse, à la synthèse normale des acides aminés, à la formation normale du sang, au métabolisme normal de l'homocystéine, à des fonctions psychologiques normales, au fonctionnement normal du système immunitaire, à réduire la fatigue, les folates jouent un rôle dans le processus de division cellulaire.

XIII . Homéopathie

En France, la souche *Zingiber officinale* est peu utilisée pourtant il présente de multiples intérêts pour son utilisation en homéopathie .

Il est indiqué d'atonie digestive accompagnée d'aigreurs d'estomac et flatulence en dilution 3 ou 4 CH. En cas de diarrhée causée par du melon ou de l'eau souillée avec la dilution 5 CH. On l'utilise aussi en cas de troubles respiratoires comme l'asthme ou l'emphysème avec encombrement bronchique qui se déclenche de bonne heure le matin, sans anxiété. On l'utilise encore en 4 ou 5 CH dans les métrorragies passives sous forme de sang noirâtre coulant en nappe et dans les mêmes dilutions pour les urétrites subaiguë ou chronique avec sécrétion jaunâtre et fluide, urines troubles et malodorantes ainsi que brûlure du méat à la miction **(207)**.

XIV . Aromathérapie

L'huile essentielle est un tonique du système digestif, elle est carminative, antispasmodique et anti-inflammatoire. Elle a une action eupeptique et antispasmodique, elle stimule et accélère le passage du bol alimentaire dans le tractus digestif.

Pour un massage du ventre afin de traiter les problèmes de digestion, il faut diluer diluer l'huile essentielle dans une huile végétale pour obtenir une concentration maximale de 20 % pour éviter les irritations cutanées, à utiliser 1 à 3 fois par jour. Par prise orale il faut 1 goutte sur un sucre après les repas sans dépasser 2 jours de prise.

Pour traiter les flatulences, il suffit de verser 1 goutte d'huile essentielle dans 1 cuillère à soupe de miel puis de solubiliser ce mélange dans un verre d'eau chaude. Cette solution est à boire par petites gorgées **(199)**.

Dans le traitement des douleurs articulaires, l'huile essentielle de gingembre peut être administrée par voie interne pour les douleurs chroniques ou par voie externe en massage local pour son action chauffante et antalgique en cas d'accès aigu douloureux des rhumatismes. Pour la prise orale, déposer 2 gouttes sur un comprimé neutre ou dans un peu d'huile végétale, à prendre 3 fois par jour pendant 7 jours maximum **(60)**.

Pour un adulte, en usage externe, la posologie est de 2 à 5 gouttes dans une cuillère à café d'huile végétale, trois fois par jour, tandis que pour un enfant de plus de 7 ans, elle est de 1 à 2 gouttes diluées, trois fois par jour **(206)**.

En début de grippe ou d'inflammation de la gorge, il faut mettre quelques gouttes dans de l'eau chaude.

Certains l'utilisent dans certaines odontalgies et dans l'impuissance **(18)**.

XV . Préparations magistrales

Il figure dans le Dorvault la préparation magistrale appelée 'Baume' ou encore 'Alcoolat de Fioravanti', encore nommée Alcoolat de térébenthine composé. Il était utilisé dans les coliques néphrétiques, mais aujourd'hui il n'est plus utilisé que par voie externe dans les rhumatismes. La formule contient du gingembre mais aussi de la térébenthine du mélèze, de la résine élémi, du styrax liquide, du galbanum, de la myrrhe, de l'aloès, des baies de laurier, du galanga, du zédoaire, de la cannelle de Ceylan, du girofle, de la muscade, des feuilles de dictame de Crète, le tout macéré dans de l'alcool à 80° puis distillé. Il entre dans d'autres formules, comme dans celle de l'Alcoolat de cannelle composé (69).

XVI . Utilisation en cosmétique et en parfumerie

Une étude en double aveugle faite sur un groupe de patients en Inde atteints d'acné a montré que la prise de gingembre diminuait l'acné. L'étude avait été menée en administrant 500 mg de 3 plantes dont le gingembre par voie orale trois fois par jour.

Le gingembre peut être incorporé dans des masques pour les mains abîmées : pour adoucir la peau on peut appliquer sur les mains un mélange de 2 gouttes d'huile essentielle de gingembre dans 1 cuillère à soupe d'huile d'amande douce mélangée à 1 cuillère à café d'*Aloe vera*. Ensuite il faut mettre des gants par-dessus pendant un quart d'heure, puis rincer à l'eau thermale pour nettoyer.

On peut aussi confectionner un masque pour le visage, on verse 10 g de gingembre en poudre dans 2 cuillères à soupe de miel liquide, 1 cuillère à café de farine de riz et une de jus de citron. On le pose sur le visage pendant 10 minutes et on rince abondamment à l'eau par la suite.

En Inde, on utilise les masques capillaires pour stimuler la pousse de cheveux. Ils sont faits à partir d'une cuillère à soupe de gingembre en poudre, une de farine de blé et une d'huile végétale comme l'huile de sésame avec de l'eau tiède. On obtient une pâte qu'on applique sur les cheveux pendant 30 minutes et

que l'on rince à grande eau.


On l'utilise traditionnellement pour ses bienfaits sur la peau en général en infusion pour le bain, on fait bouillir 25 cl d'eau et on y ajoute 20 g de poudre de gingembre, on y ajoute 3 cuillères à café de fleurs de camomille allemande séchées et une cuillère à soupe de miel. On laisse infuser et on verse cette solution dans l'eau de bain. Pour les peaux irritées, on peut l'utiliser en baume en mélangeant 4 cuillères à soupe de gel d'aloé vera, 2 gouttes d'huile essentielle de gingembre dans 1 cuillère à café d'huile d'argan.

On trouve également du gingembre dans la composition de certains dentifrices et on peut fabriquer sa propre pâte pour les dents en mélangeant 2 cuillères à soupe de bicarbonate de soude, un peu de sel marin, un quart de cuillère à café de gingembre en poudre et 3 gouttes d'huile essentielle de menthe poivrée. Pour les rages de dents, on mélange de la poudre de gingembre avec de l'eau jusqu'à obtenir la consistance d'une pâte. L'appliquer sur du coton et le poser uniquement sur la dent **(210)**.

En parfumerie on utilise aussi les feuilles et les jeunes pousses très parfumées prélevés sur les rhizomes. L'huile essentielle entre dans la composition de nombreux parfums dont ceux de Jean-Paul Gaultier, de Roger Gallet (*Gingembre rouge*) entre autres **(6)(48)**.

XVII . Liste non exhaustive des spécialités à base de gingembre sur le marché Français

XVII.1 . Médicaments

Noms	Caractéristiques résumées
<p>Phytoest Gingembre (Phytoest)</p>	<p>Extrait fluide de gingembre pour préparation magistrale (233).</p>
<p>Gingembre Iphym (Iphym Santé)</p>  <p>Figure n°29 d'après (233)</p>	<p>Rhizome de gingembre en vrac conditionné en sachet de 1 kg (233).</p>
<p>Zingiber officinale – Teinture mère, solution gouttes buvables (Boiron)</p>  <p>Figure n°31 d'après (234)</p>	<p>La posologie usuelle pour un adulte est de 10 à 15 gouttes à diluer dans un peu d'eau pour la prise orale. Pour les enfants de moins de 12 ans, il faut 1 goutte par année d'âge sans dépasser 10 gouttes par prise et espacer les prises de 4 heures. A utiliser 2 à 3 fois par jour (234).</p>



Zingiber officinale granules en tube 4 CH, 5 CH, 7 CH, 9CH, 12 CH, 15 CH ou 30 CH (Boiron)



Figure n°32 d'après (234)

Médicament homéopathique présenté en granules à prendre par voie orale, ils sont à laisser fondre dans la bouche en dehors des repas. Les granules se prennent généralement 5 par 5, de manière répétée dans la journée (234).

XVII.2 . Complément alimentaire

Noms	Propriétés
<p>Arkogélules Gingembre (Arkopharma)</p>  <p>Figure n°33 d'après (233)</p>	<p>Complément alimentaire à base de gingembre en gélule, indiqué et traditionnellement utilisé en cas de fatigue physique, asthénie sexuelle pour ses propriétés stimulante et vitalisante mais aussi utilisé dans la prévention du mal des transports pour ses propriétés anti-émétiques. Prendre 2 gélules matin et midi (233).</p>
<p>Maternov Nausées de grossesse (Maternov)</p>  <p>Figure n°34 d'après (237)</p>	<p>Complément alimentaire conçu spécialement pour diminuer les nausées du début de grossesse. Chaque gélule contient 250 mg d'un extrait de racine de gingembre titré en gingérols. Prendre 2 gélules 2 fois par jour à répartir dans la journée pendant les repas dès les premières nausées pendant le 1er trimestre de grossesse. Boite de 40 ou 120 gélules (237).</p>

Nausélib (Cooper)



Figure n°30 d'après (246)

L'extrait de gingembre est dix fois plus concentré qu'une poudre de gingembre traditionnelle.

A partir de 6 ans : avaler les comprimés avec un verre d'eau 30 minutes avant le départ.
De 6 à 11 ans : 1 comprimé, maximum 4 fois par jour

Dès 12 ans : 2 comprimés, maximum 4 fois par jour.

Femmes enceintes (dès le premier mois) : jusqu'à 2 comprimés, maximum 3 fois par jour (246).

Naturactive gingembre (Pierre Fabre)



Figure n°35 d'après (233)

Utilisé pour aider à lutter contre les nausées et vomissements pendant un transport, utilisé pour lutter contre la fatigue grâce aux propriétés tonique et stimulante. Prendre 2 gélules par jour (233).

Spray ou solution buvable Gifrer Mal des transports (Gifrer)

Pour le spray : extraits naturels de gingembre et de menthe poivrée. Le gingembre contribue à lutter contre les sensations de malaise et les vomissements associés aux transports. Pour les adultes et les enfants à partir de 3 ans : 6 pulvérisations 4 fois par jour. Le spray est à consommer la veille du départ, en renouvelant



Figure n°36 d'après (236)

les prises 1 h avant le départ, au moment du départ et au milieu du trajet. Il peut s'utiliser également en consommation prolongée plusieurs fois dans l'année.

Pour la solution buvable : extraits naturels de gingembre et de menthe poivrée. Le gingembre contribue à lutter contre les sensations de malaise et les vomissements associés aux transport.

Pour les adultes et les enfants à partir de 3 ans prendre une cuillère à soupe (15 ml) une fois par jour. La solution buvable est à consommer la veille du départ, en renouvelant les prises avant et pendant le voyage. Elle peut s'utiliser également en consommation prolongée plusieurs fois dans l'année (236).

Tisane Bien-être digestif pour femme enceinte (Gifrer)



Figure n°37 d'après (236)

Cette tisane est préconisée en cas de mal-être digestif matinal. Elle permet de faciliter le confort digestif et de stimuler l'appétit, grâce notamment au gingembre, à la réglisse, au fenouil et au curcuma. La tisane bien-être digestif contient également de la cannelle et de l'hibiscus.

Laisser infuser dans une tasse d'eau chaude pendant 5 à 10 minutes. Il est conseillé de prendre l'infusion d'1 à 3 sachets par jour qu'il est possible de répartir au cours de la journée (236).

Chewing-Gums anti-nausées (Sea-band)



Figure n°38 d'après (235)

Chaque chewing-gum renferme l'équivalent de 0,5 g de racine de gingembre frais. À mâcher avant un trajet par les adultes (y compris femmes enceintes) : 2 une demi-heure avant le trajet puis 1 toutes les heures si besoin. Pour les enfants de plus de 6 ans : 1 une demi-heure avant le trajet puis ½ à 1 toutes les deux heures. Boîte de 24 (235).

GUM Aftaclear, bain de bouche, gel ou spray soin aphtes et petites lésions buccales (Sunstar)



Figure n°39 d'après (238)

Ces spécialités sont composées d'acide hyaluronique et de taurine pour favoriser la cicatrisation, de PVP et de polycarbophile formant une barrière protectrice sur la muqueuse, d'extrait de gingembre et de bisabolol pour apaiser la douleur. Elles permettent de soulager la douleur liée aux aphtes et lésions buccales.

Pour le gel : appliquer 2 à 3 fois par jour, après les repas, pendant une semaine.

Pour le spray : appliquer 2 à 3 fois par jour, ou plus si nécessaire, après les repas, pendant une semaine ou jusqu'à disparition des symptômes.

Pour le Bain de Bouche : faire un bain de bouche avec 10 ml 2 à 3 fois par jour, après les repas, pendant une semaine (238).

XVII.3 . Cosmétique


Noms	Propriétés
<p>Divert Alain – Masque capillaire dynamique et Shampoing tonique au gingembre (Biolab)</p>  <p>Figure n°40 d'après (233)</p>	<p>Il y a 5% d'extrait de gingembre frais dans le shampoing et 12% dans le masque, ils sont riches en gingérol et en alcool monoterpénique, et en huile essentielle de gingembre et visent à activer la microcirculation. Le gingembre est associé aux huiles de ricin et de <i>Macadamia</i>, et extraits de vigne rouge et de petit houx.</p> <p>Après avoir effectué le shampoing, bien essorer l'ensemble de la chevelure. Ensuite, avec une noix de masque, enduire les racines jusqu'aux pointes raie par raie. Couvrir avec une serviette chaude. Lorsqu'elle a refroidi, renouveler l'opération avec une seconde serviette chaude. Rincer puis sécher (233).</p>
<p>Somatoline Cosmetic cellulite incrustée 15 jours (Rogé Cavailles)</p>	<p>Cette crème est un concentré d'ingrédients actifs anti-cellulite, enrichi avec 5% de caféine et en extrait de gingembre, pour une meilleure synergie d'action. On y retrouve d'autres principes actifs spécifiques anti-cellulite.</p> <p>Il faut l'appliquer 1 fois par jour pendant 15 jours sur les zones à traiter (239).</p>



Figure n°41 d'après (239)

XVII.4 . Aromathérapie


Noms	Propriétés
<p>Arkoessentiel Gingembre (Arkopharma)</p>  <p>Figure n°42 d'après (241)</p>	<p>Huile essentielle de gingembre 100 % pure et naturelle qui contient du zingibérène .</p> <p>Par voie orale elle est réservée à l'adulte. Ne pas utiliser pure par voie orale, mettre 2 gouttes 3 fois par jour sur un support neutre (sucre, mie de pain, miel,...) (241).</p>
<p>Phytosun' Aroms Gingembre – Huile essentielle (Omega Pharma)</p>	<p>Complément alimentaire à base d'huile essentielle de gingembre. A prendre dilué ou sur un support pour la voie orale (233).</p>



Figure n°43 d'après (233)

Granules aux huiles essentielles- Digestion (Arkopharma)



Figure n°44 d'après (241)

Granules d'huiles essentielles de menthe poivrée, de gingembre, de romarin qui permettent de bien digérer et huile essentielle de petit grain bigarade pour donner un goût agréable aux granules. Prendre 1 à 3 granules par jour, elles sont à laisser fondre sous la langue en cas d'inconfort digestif suite à un repas copieux par exemple. Peut aussi être utilisé pour rafraîchir l'haleine (241).

XVIII . Usage vétérinaire

XVIII.1 . Indications du gingembre en médecine vétérinaire

XVIII.1.a . Utilisations ancestrales

La médecine vétérinaire l'utilisait dans le temps dans certaines poudres fécondantes (208).

Autrefois, le docteur Henri Leclerc rapporta une des utilisations du gingembre chez les chevaux où il était appliqué en topique rectal pour que ces chevaux relèvent la queue, ce qui montre un signe de vigueur et de race.

Il était aussi utilisé quand le cheval présentait des coliques **(209)**.

XVIII.1.b . Utilisation dans les nausées et spasmes

Le docteur vétérinaire Helaine Haltrecht du centre vétérinaire DMV, admet que le gingembre peut être utilisé chez les animaux contre les nausées liées au mal du transport ou associées à un traitement par chimiothérapie. Ses effets antispasmodiques permettent de traiter la toux chez les animaux et plus particulièrement la bronchite chez le cheval **(243)(18)**.

XVIII.1.c . Activité antiparasitaire

Des chercheurs en parasitologie de Taïwan, ont mesuré l'activité anti-helminthique de composés présents dans le rhizome de gingembre, le [10]-shogaol, le [6]-shogaol, le [10]-gingérol et le [6]-gingérol contre le parasite *Anisakis simplex*. Ces composés tuent ou réduisent le mouvement spontané de ces larves de *A. simplex*. L'efficacité létale maximale du [10]-shogaol et du [10]-gingérol sur ce parasite atteint environ 80% et 100%, respectivement. Les différentes concentrations de [10]-shogaol, de [6]-shogaol, de [10]-gingérol et de [6]-gingérol ont des effets maximums sur la perte de mouvement spontané dans les 24 à 72 heures. De plus, le temps de mortalité et le pourcentage de perte de mouvements spontanés ont été étudiés pour déterminer les doses efficaces minimales de [10]-gingérol et [10]-shogaol. Le [10]-gingérol peut avoir un effet larvicide maximum et une plus grande perte de mouvement spontané que le traitement par l'albendazole qui est un anti-helminthique largement utilisé. Ces constituants du gingembre ont présenté des effets contre le 2,2-diphénylpyrilylhydrazyle (DPPH). Ils sont responsables de l'activité larvicide contre *A. simplex* **(136)**.

Des chiens infectés par le parasite *Dirofilaria immitis* ont reçu douze injections sous-cutanées d'extract alcoolique de rhizome de gingembre à une dose de 100 mg d'extract/kg. Les résultats ont montré une réduction significative, jusqu'à atteindre 98% de réduction de la concentration microfilariale dans le sang.



Cinquante-cinq jours après la dernière injection, ils ont observé une réduction de 83% de cette même concentration, ce qui suggère une destruction partielle des vers adultes. Il y a eu présence d'effets considérés comme secondaires, une léthargie touchant la moitié des chiens traités au début du traitement, mais cet effet était probablement dû à la destruction massive des microfilaires dans le sang au début du traitement.

Une autre étude sur animaux, en particulier sur des poulets infectés par un cestode appelé *Raillietina cesticillus* a évalué l'activité anthelminitique du gingembre mais aussi de la curcumine dans une autre partie. Les parasites vivants ont été recueillis à partir de l'intestin de poulets infectés dans du PBS à 0,9% puis incubés à 37° C dans trois milieux contenant différentes quantités d'extrait de gingembre (125, 250 et 500 mg dilués dans 10 ml de milieu de culture). Dans un quatrième milieu, 600 mg de praziquantel, traitement antiparasitaire de référence, étaient ajoutés à 10 ml de milieu de culture. Enfin, un milieu témoin sans extrait a été étudié. La quantité de vers a diminué dans tous les milieux contenant des extraits de gingembre et dans celui contenant du praziquantel. Dans le milieu le plus fortement dosé en gingembre, les vers ont régressé après 48 heures d'exposition. D'autre part, c'est le praziquantel qui a montré la plus forte régression. L'efficacité de l'extrait de gingembre a été observée principalement aux concentrations plus élevées utilisées et après 48 h, donc elle a été présentée comme concentration-temps-dépendante.

D'autre part, les effets *in vivo* du gingembre étaient inférieurs à ceux *in vitro* dans une autre étude (137).

XVIII.2 . Liste des spécialités vétérinaires à base de gingembre

Noms	Caractéristiques résumés
Ovuloflash (Obione)	Produit utilisé pour la reproduction et qui permet de compléter la ration avec les nutriments indispensables à l'expression des chaleurs et à la nidation de l'embryon en une seule distribution. Il

 <p>Figure n°27 d'après (244)</p>	<p>est composé de : bêta-carotène, vitamine A, vitamine E, huile essentielle de gingembre, méthionine, choline, arginine, huile essentielle de sauge sclarée (244).</p>
<p>Hoemaol (Moureau)</p>  <p>Figure n°28 d'après (245)</p>	<p>Aliment diététique pour la tonicité des coqs. Cet aliment est constitué de : lactose, calcium glycérophosphate, glucose monohydrate, chlorure de magnésium, poudres de gentiane, gingembre et anis, mono, di, triglycérides d'acides gras, magnésium stéarate, fer, manganèse...(245).</p>

XIX . Usages domestiques du gingembre

XIX.1 . Utilisation en cuisine

Le rhizome de gingembre est en vente libre en l'état ou sous forme pulvérisée. De plus en plus souvent on retrouve le gingembre dans les recettes de cuisine. Pour enlever les odeurs fortes qui restent sur les doigts après avoir cuisiné (ail, oignon ...), on peut fabriquer un rince-doigts en ajoutant 1 pincée de gingembre en poudre dans 2 cuillères à soupe de jus de citron.

XIX.2 . Utilisation ménagère

Le gingembre peut rentrer dans la composition d'un nettoyant universel pour la maison, il est antibactérien. Pour cela il faut mettre 20 g de gingembre frais pelé et coupé en rondelles dans de l'eau que l'on aura chauffée au préalable.

Ensuite on retire le gingembre et on ajoute 1 cuillère à soupe de bicarbonate, une de savon noir liquide et une de jus de citron. Quand le mélange est refroidi, on le place dans un contenant.

Pour parfumer la maison, on confectionne un pot pourri en faisant sécher 6 rondelles de gingembre, des pétales de roses, quelques zestes d'orange et de citron et y ajouter un peu de cannelle.

Dans la chambre, on peut verser 2 gouttes d'huile essentielle de gingembre, associées à 2 gouttes d'huile essentielle de clou de girofle et de cannelle dans un diffuseur qu'on laisse fonctionner pendant moins de 30 minutes.

XX . Utilisation médicinale en Orient

Dans la médecine traditionnelle chinoise, on utilise le gingembre frais depuis plus de 2500 ans, en cas de refroidissement, fièvre, céphalées et douleurs musculaires, pouls faible et visage pâle **(47)**. A Hong-Kong, quand une plaie saigne, on arrache un morceau de gingembre qu'on applique sur la plaie **(48)**.

Le gingembre frais est aussi utilisé pour la distension abdominale, la toux avec expectoration abondante, et pour favoriser la transpiration et de réduire l'effet toxique d'autres herbes **(242)**.

Le rhizome de gingembre séché est utilisé dans les médicaments traditionnels en Chine et au Japon pour traiter les maux de tête, les nausées, les maux d'estomac, les coliques, la diarrhée, les rhumes, l'asthme, la toux, les troubles visuels, les rages de dent, l'excès de gaz intestinaux.

Dans la pharmacopée Chinoise, il est présenté comme stimulant et fortifiant. le gingembre séché est utilisé pour traiter les douleurs abdominales et épigastriques avec sensation de froid, les vomissements et diarrhées accompagnés d'extrémités froides, également pour le choléra, les hémorragies, le lumbago, les rhumatismes et les maux de dents.

Les japonais utilisent l'huile de gingembre en massage pour atténuer les douleurs niveau des vertèbres et des articulations. Les tibétains prescrivent le gingembre aux convalescents comme fortifiant **(5)(6)(68)(165)(208)**.

En Inde, le gingembre permet de combattre une coagulation trop excessive, diminue le cholestérol et on l'utilise dans l'arthrite. La Pharmacopée Indienne la reconnaît aussi comme carminative et anti-inflammatoire **(232)**. L'Ayurveda est un traité de médecine mélangeant phytothérapie et magie, dans celui-ci on retrouve l'utilisation du gingembre et du ricin contre la lèpre ou râpé en décoction filtrée à boire ou à administrer dans les narines à l'aide d'une pipette, deux fois par jour pour décongestionner **(212)**. En 'médecine ayurvédique', le gingembre entre dans beaucoup de formules thérapeutiques et est reconnu comme ayant des propriétés carminatives, comme promoteur de la digestion, comme anti-colique. Il peut être utilisé en curatif pour les hémorroïdes ainsi que pour le traitement des maladies chroniques de la peau, de l'obésité et des saignements anormaux après la naissance.

En Malaisie et Indonésie, on en donne aux mères qui viennent d'accoucher pour réchauffer, transpirer afin d'évacuer les impuretés.

En Arabie, il s'utilise comme aphrodisiaque et pectoral en décoction concentrée et en gargarismes pour l'aphonie **(69)**.

Aux Comores et en Dominique, on l'utilise pour traiter les douleurs pelviennes.

Au Sénégal et au Niger c'est un antalgique et un antiseptique en cas de caries dentaires.

Au Togo et à Madagascar, il soigne la toux.

Les anglais l'utilisent comme un excitant, stomachique et carminatif **(69)**.

XXI . Le gingembre dans les religions et croyances

A travers le temps et les différentes cultures, le gingembre est prétendu doté de vertus aphrodisiaques **(208)**. Les médecines traditionnelles chinoises et indiennes préconisent la consommation de gingembre contre l'impuissance. Il est mentionné dans le *Kâma-Sûtra* , ainsi que dans *les Contes des mille et une nuits*.

Durant l'Empire romain, il était connu comme un aphrodisiaque. Au Sénégal, les femmes confectionnent des ceintures de gingembre pour stimuler leur mari et il était coutume de dire que cela donnerait de la force à la semence de l'homme. Le médecin grec Dioscoride le mentionne dans ses écrits comme entrant dans la composition d'antipoison **(6)(211)**.

Pendant le Moyen-Age, l'Ecole de Salerne préconise d'en manger régulièrement pour aimer comme dans la jeunesse.

Aux Philippines, les mauvais esprits sont éloignés en mâchant du gingembre.

En Chine, les croyances racontent qu'il faut un équilibre entre le *Yin* et le *Yang*. Le gingembre est reconnu comme un aliment de caractère *Yang*, il tonifie le *Yang* si celui-ci est diminué par rapport au *Yin*. Il permet de fournir de l'énergie puis de l'évacuer, donc de réchauffer, de faire transpirer et d'agir contre les maladies de refroidissement.

XXII . Conclusion

Le grand nombre d'études scientifiques faites sur le gingembre démontre bien que le potentiel de cette plante est intéressant. Des essais ont démontré que le gingembre possède une activité avérée sur le système digestif. Outre son utilisation reconnue dans la prévention des nausées et des vomissements dus au mal des transports ou apparaissant en post-opératoire ainsi que dans les nausées et vomissements liés à la grossesse, il est de plus en plus utilisé comme protecteur de l'estomac. Pour les autres propriétés thérapeutiques, il faudrait effectuer des recherches plus poussées pour pouvoir attribuer des indications thérapeutiques validées par les autorités de santé.

Nous avons vu que les principes actifs du gingembre que sont les gingérols et les shogaols agissent sur de nombreuses cibles. Ainsi l'utilisation du gingembre pourrait être envisagée dans de nombreux domaines thérapeutiques comme les troubles du métabolisme, les maladies inflammatoires comme les rhumatismes et l'ostéoarthrite. Beaucoup d'essais prometteurs ont eu lieu chez des animaux ou *in vitro* et il faudra les mener chez l'Homme. Il pourrait y avoir également des perspectives dans la prévention et le traitement de certains cancers.

De nos jours, l'utilisation principale de *Zingiber officinale* dans le monde entier reste alimentaire, bien que certains pays l'utilisent plus que d'autres dans leur médecine traditionnelle. Il est d'ailleurs largement utilisé de façon empirique depuis des siècles comme traitement de l'asthénie sexuelle.

Avec le regain d'intérêt pour tout ce qui est nature et plantes, le gingembre mérite d'avoir une place plus grande dans le domaine de la phytothérapie, d'autant qu'il présente peu voire pas de risque lors de son utilisation aux doses préconisées.

Bibliographie

- 1 Iserin P. Identification, préparations, soins. Larousse: Encyclopédie des plantes médicinales. 2 ed. France: Larousse vuef; 2001. P13-22-54-155-287-294-301-302-304-306-307-311-317-318.
- 2 Bailleul F. Cours Phytothérapie 2015-2016. [Notes de cours]. Université Lille II: Faculté des sciences pharmaceutiques et biologique; 2015.
- 3 Sahpaz S. Cours de Pharmacognosie. [Notes de cours]. Université Lille II: Faculté des sciences pharmaceutiques et biologique; 2012.
- 4 Quelles sont les origines de la phytothérapie ? - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. [cité 6 sept 2016]. Disponible sur: <http://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/bon-usage-phytotherapie-plantes/origines-phytotherapie.html#KesylsjFwbBOu7W0.99>
- 5 Gigon F. Le gingembre, une épice contre la nausée. Phytothérapie [En ligne]. avril 2012[cité le 6 sept 2016]; volume (10): p 87 . Disponible: DOI 10.1007/s10298-012-0695-4
- 6 Gingembre - Toildepices [Internet]. [cité 6 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.toildepices.com/wiki/index.php?title=Gingembr>
- 7 Santé P. Gingembre - Bienfaits, Avis, Risques, Posologie [Internet]. <http://www.passeportsante.net/>. [cité 7 sept 2016]. Disponible sur: http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=gingembre_ps
- 8 TRAMIL[En ligne]. Antilles et Guyane:CETRA; 2011[date de mise à jour 31 oct 2014]. [cité le 6 sept 2016]; [environ 2 écran]. Disponible: http://ekldata.com/sSARtoazKzVXQqX_9MmD_ytmam8/Gingembre.pdf

- 9 The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. mai 2016;181(1):120.
10. Dupont F., Guignard J-L. *Botanique : Les familles de plantes*. 16e éd. France : Elsevier-Masson ; oct. 2015. P 164
11. *Plantes et botanique - famille des Zingiberaceae* [Internet]. *Plantes et botanique*. [cité 29 sept 2016]. Disponible sur: http://www.plantes-botanique.org/famille_zingiberaceae
12. Géhu-Franck J., Géhu J-M. *Schémas de botanique Systématique illustrée: III- Organisation générale des plantes vasculaires*. Bailleul: Centre régional de phytosociologie ; 1994. P 72.
13. *Zingiberaceae* [Internet]. [cité 7 sept 2016]. Disponible sur: http://www.plantes-botanique.org/famille_Zingiberaceae
14. TPE Gingembre du Lycée Frédéric Joliot Curie d'Aubagne. [Internet]. [cité 29 sept 2016]. Disponible sur: <http://tpegingembre.free.fr/accueil/accueil.php?rep=botanique&page=botanique>
15. Fournet J. *Flore 2 illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique*. Montpellier: Cirad gondwana Editions ; 1978. P2026-2035
16. *Biologie végétale* [Internet]. [cité 13 sept 2016]. Disponible sur: http://www.afd-ld.org/~fdp_bio/index.php?rub=principaux-phylums-vegetaux&pg=les-angiospermes&spg=a2-feuille
17. Le Ministère de la coopération et du développement. *Mémento de l'agronome*. Collection "Techniques rurales en Afrique". France : Le Ministère; 1991. 1635 p
18. Devendeville C. *Les Zingibéracées : description et utilisations des principales épices de la famille*. [Thèse d'exercice en pharmacie]. France : faculté de pharmacie Lille 2; 2009.

19. Catégorie:Famille des Zingiberaceae - Toildepices [Internet]. [cité 29 sept 2016]. Disponible sur: http://www.toildepices.com/wiki/index.php?title=Cat%C3%A9gorie:Famille_des_Zingiberaceae
20. Plantes et botanique | Zingiberaceae [Internet]. [cité 7 sept 2016]. Disponible sur: http://www.plantes-botanique.org/famille_Zingiberaceae
21. Hedychium coronarium, gingembre sauvage, longose blanc, gingembre papillon, white ginger [Internet]. [cité 9 sept 2016]. Disponible sur: <http://gardenbreizh.org/modules/gbdb/plante-428-hedychium-coronarium.html>
22. Tropicque Production [Internet]. [cité 9 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.plantestropicales.fr/hedychiumbotaniqu/index.html>
23. Brickell C.. Le grand dictionnaire des plantes de jardin : Tome IV de Howeà à Orbeopsis. Paris : Editions française Larousse-Bordas ; 1999. P571.
24. Zingiber officinale-Gingembre officinal, Gingembre, Démon de minuit-Taxonomie [Internet]. [cité 8 sept 2016]. Disponible sur: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/447936/tab/taxo
25. Brickell C. Le grand dictionnaire des plantes de jardin : Tome II de Buxus à Diervilla. Paris : Editions française Larousse-Bordas ; 1999. P300.
26. Nyabyenda P. Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique: Cultures industrielles et d'exportation, cultures fruit. Presses agronomiques de Gembloux .2006
27. Janick J. Horticultural reviews. Sept.2012;39:77-120.DOI: 10.1002/9781118100592.ch2
28. Bruneton J. Phytothérapie. Les données de l'évaluation. Paris: Lavoisier; 2002. P.200-205.
29. Le gingembre [Internet]. swiss ginGEr. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.swissginger.ch/le-gingembre.html>

30. Gingembre | Eurobroker [Internet]. [cité 28 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.eurobroker.fr/gingembre/>
31. Sierra Leone: Le gingembre relance l' économie [Internet]. [cité 28 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.forumducommerce.org/Sierra-Leone-Le-gingembre-relance-l%c3%a9conomie/>
32. L. Roger. Phytopathologie des pays chauds. Volumes 17 - 19 de l'Encyclopédie mycologique. Edition réimprimée. Vol. 3. Lieu de publication: P. Lechevalier; 1951. P 2735.
33. Nandkangre H, Ouedraogo M, Sawadogo M. Caractérisation du système de production du gingembre (Zingiber officinale Rosc.) au Burkina Faso : Potentialités, contraintes et perspectives. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 1 janv 2015;9(2):861 DOI:73.10.4314/ijbcs.v9i2.25
34. Diseases of cultivated Ginger. - CAB Direct [Internet].[cité 28 sept 2016]. Disponible sur: <http://isplb03-aux3.semantics.net/abstracts/19321100152.html;jsessionid=27C2F093C261F6F9D4F1B37452C768F9;jsessionid=7BC5530A81CFEB69871BF8C1CEE2EE74;jsessionid=B75251E231CAE0461ACCCBF9C8EFDB1>
35. Coopérative de développement agricole - Rubrique - Les Produits [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: http://club.quomodo.com/cdatogo/rubrique/les_produits.html
36. GBPP-gingembre 10-2009-08-1-FR_0.pdf [Internet]. [cité 19 sept 2016]. Disponible sur: http://pip.coleacp.org/files/documents/GBPP-gingembre%2010-2009-08-1-FR_0.pdf
37. Food-Info.net : Gingembre (Zingiber officinale) [Internet]. [cité 28 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.food-info.net/fr/products/spices/ginger.html>)

38. Importé 1,90€, le gingembre est revendu 17,40€ en grande surface, selon la FDSEA [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: http://m.zinfos974.com/Importe-190--le-gingembre-esrevendu-1740-ent--grande-surface-selon-la-FDSEA_a38780.html
39. Retrait des pots de gingembre en poudre Epicéa contaminé par la salmonelle [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.leserviceclient.com/actualites/retrait-des-pots-de-gingembre-en-poudre-epicea-contamine-par-la-salmonelle.html>
40. Qualileo: Le message de Communauté AFNOR Chine: 6 scandales alimentaires qui ont marqué la Chine [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.qualileo.org/pg/blog/pmienville/read/17306/6-scandales-alimentaires-qui-ont-marqu-la-chine>
41. Fiche nutritionnelle Gingembre [Internet]. Aprifel. [cité 30 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-produit-gingembre,51.html>
42. Anses Table Ciqual 2013 Composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <https://pro.anses.fr/tableciqual/index.htm>
43. Mahdi HJ, Andayani R, Aziz I. Determination of Phylogenetic and Molecular Characteristics of Three Malaysian Ginger Cultivars (*Zingiber officinale* Roscoe) Using Microsatellite DNA. *Trop Life Sci Res*. Décembre 2013;24(2):65-76.
44. Gouvernement du Canada A canadienne d'inspection des aliments. Éléments du tableau de la valeur nutritive [Internet]. 2014 [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.inspection.gc.ca/aliments/etiquetage/l-etiquetage-des-aliments-pour-l-industrie/etiquetage-nutritionnel/elements-du-tableau-de-la-valeur-nutritive/fra/1389206763218/1389206811747?chap=8>
45. Phenol-Explorer: Polyphenols Showing all polyphenols found in *Ginger* [Internet]. [cité 1 oct 2016]. Disponible sur: <http://phenol-explorer.eu/compounds>

46. Navarette Sandra, Saussays Charline. Les interactions entre plantes et médicaments. Sciences pharmaceutiques. 2011. Disponible: <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00641779/document>
47. Botineau M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Limoges : Lavoisier; 2010. P251-257.
48. Pinson C. Gingembre et curcuma : un concentré de bienfaits pour votre santé et votre beauté. Paris : Eyrolles ; 2012. P11-36, 75-100
49. Euring A., B. Ergo Msc. Le gingembre. Plante médicinale et plante à épice. [En ligne]. Disponible: abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc
50. Pelt J-M. Les épices:le gingembre et son large cousinage. : Fayard ; 2002.
51. Formation en Biologie végétale [Internet]. Université catholique de Louvain. [cité 11 oct 2016]. Disponible sur: http://www.afd.be/~fdp_bio/index.php
52. Lisan B. Documents pour le développement durable de l'Afrique à l'usage des ONG [En ligne]. France; 2014. Gingembre [cité le 11 octobre 2016]. Disponible: <http://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-epices/gingembre/Gingembre.pdf>
53. Gerard J-L. Plans de surveillance de la contamination des denrées alimentaires : résultats de la DGCCRF pour l'année 2011, plan de surveillance européen pour les années 2012, 2013 et 2014. [En ligne]. Paris : FEDALIM.7 septembre 2012 [cité le 11 octobre 2016]. P7-10. Rapport no : Note d'information n°2012-88, Disponible : http://doc.fedalim.com/FEDALIM/Circ_Fedalim_33_12_plans_de_surveillance.pdf
54. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Zingiber officinale pour préparations homéopathiques [En ligne]. France; 1989 [cité le 12 octobre 2016]. Disponible: http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/70c4612cc6bdbba16f04462248fb6881.pdf

55. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Norme Codex pour le gingembre. 1999 [En ligne]. [France]: FAO [cité le 13 octobre 2016]. 4p. Rapport no: Codex Stan 218-1999. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w7169f/w7169f0m.htm>
56. Collège Français des Pharmaciens Conseillers et Maîtres de Stage. Guide du stage de pratique professionnelle en officine: Phytothérapie. 23e éd. Paris: Ordre des Pharmaciens Conseil Central A des Pharmaciens titulaires d'officine; 2016.
57. FAOSTAT (Division statistique de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture): production de gingembre [Internet]. [cité 14 oct 2016]. Disponible sur: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/F>
58. Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.). Paris : Lavoisier; 2009. 1289 p.
59. Rashidian A, Mehrzadi S, Ghannadi AR, Mahzooni P, Sadr S, Minaiyan M. Protective effect of ginger volatile oil against acetic acid-induced colitis in rats: a light microscopic evaluation. J Integr Med. 2014 Mar;12(2):115-2
60. Cazau-Beyret N. Prise en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et phytothérapie [Thèse d'exercice en pharmacie]. France: Faculté des sciences pharmaceutiques de Toulouse III Paul Sabatier; 2013.
61. Franchomme P, Jollois R, Pénéol D. L'Aromathérapie exactement: encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles: fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle. Limoges (France) : Roger Jollois Editeur, 2001.
62. Douglas M., Heyes J., Smallfield B., Mazaud F., Jenane C., Jaklitsch E., Nieto G., Durand-Vu, Aille V. , « Herbs, spices and essential oils. Post-harvest operations in developing countries », UNIDO , FAO 2005.

63. Singh G., Kapoori P.S., Singh P., De Heluani C.S., De Lampasona M.P., Catalan A.N., « Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale* », *Food and Chemical Toxicology*, vol 46, 2008. P 3295-3302.
64. B. H. Ali, G. Blunden, M. O. Tanira et A. Nemmar, «Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research,» *ScienceDirect*, P. 409-420, Septembre 2007.
65. Ravindran P.N., Nirmal Babu K. *Ginger : The genus Zingiber*. Etats-Unis :CRC Press; 2005. Figure 2.3 Floral diagram of ginger flower. P.20
66. Richard H. *Epices et aromates*. Paris: Tec et Doc-Lavoisier. 1992. P. 25.
67. Kubra IR, Rao L J. An impression on current developments in the technology, chemistry, and biological activities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2012;52(8). P 651-688.
68. Andriatsihoarana S M. Contribution à l'étude de l'huile essentielle de gingembre en vue d'une meilleure exploitation.[Mémoire Diplôme ingénieur génie chimique]. Antananarivo. 2010.
69. Dorvault F. *Dorvault : L'officine*. 22 e ed. France: éditions Vigot; 1987. P 81-83-743.
70. Iwu MM. *Food as Medicine: Functional Food Plants of Africa*. CRC Press; 2016. P 407 .
71. Mowrey, D.B and Clayson, D.E. Motion sickness, ginger, and psychophysics. *The Lancet*. 1982, 1(8273). P 665-667
72. Schmid R., Schick T., Steffen R., Tschopp A.,TWilk T. Comparison of Seven Commonly Used Agents for Prophylaxis of Seasickness . *Journal of travel Medicine*, vol 1, n°4. 1994. P 203-206.

73. Pongrojpraw, D., Somprasit, C., Chanthasenanont, A. 'A randomized comparison of ginger and dimenhydrinate in the treatment of nausea and vomiting in pregnancy. *Journal Med Assoc Thai*. Septembre 2007;90(9):1703-9 .
74. Heitmann, K., Nordeng, H. and Holst, L. Safety of ginger use in pregnancy: results from a large population-based cohort study. *Eur J Clin Pharmacol*. Février 2013;69(2). P 269-277
75. Evrard N. Le gingembre, un rhizome aux propriétés thérapeutiques validées. *Medi-Sphere N° 431* [En ligne]. 18 décembre 2013 [cité 10 déc 2016]; *Nature & Santé*: P 34. Disponible: <file:///C:/Users/Ang%C3%A8le/Dropbox/Th%C3%A8se%20%C3%A0%20modifier/Medi-Sphere%20N%C2%B0%20431%20Page%2034.htm>
76. Chittumma P., Kaewkiattikun K., Wiriyasiriwach B. Comparison of the effectiveness of ginger and vitamin B for treatment of nausea and vomiting in early pregnancy: a randomized double blind controlled trial. *Journal Med Assoc Thai* 90(1). 2007. P 15-20.
77. Borrelli F, Capasso R, Aviello G, et al. Effectiveness and safety of ginger in the treatment of pregnancy-induced nausea and vomiting. *Obstet Gynecol* 2005; 105. P 849-856.
78. Jewell D., Young G. Interventions for nausea and vomiting in early pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*2000;(2).
79. Portnoi G., Chng LA., Karimi-Tabesh L., et al. Prospective comparative study of the safety and effectiveness of ginger for the treatment of nausea and vomiting in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 189. P 1374-1377.
80. Vutyavanich T, Kraisarin T, Ruangsri R. Ginger for nausea and vomiting in pregnancy: randomized, double-masked, placebo-controlled trial. *Obstet Gynecol*. 2001. P 577-582.

81. Apariman S., Ratchanon S., Wiriyasirivej B., et al. Effectiveness of ginger for prevention of nausea and vomiting after gynecologicallaparoscopy. *Journal Med Assoc Thai* . 89(12). 2006. P 2003-2009.
82. Chaiyakunapruk N., Kitikannakorn N., Nathisuwan S., et al. The efficacy of ginger for the prevention of postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol*. 2006. 194. P 95-99.
83. Ernst E., Pittler MH. Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials. *Br J Anaesth*. 2000; 84. P 367-371.
84. Kalava, A., Darji, S.J., Kalstein, A., Yarmush, J.M., SchianodiCola, J. and Weinberg, J. 'Efficacy of ginger on intraoperative and postoperative nausea and vomiting in elective cesarean section patients'. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. Juillet 2013. 169(2). P 184-188.
85. Ryan, J.L., Heckler, J.A., Roscoe, J.A., Dakhil, J., Kirshner, P.J., Flynn, Hickok, J.T. and Morrow, G.R. 'Ginger (*Zingiber officinale*) reduces acute chemotherapy-induced nausea: a URCC CCOP study of 576 patients. *Support Care Cancer*, 2012; (20). P 1479-1489.
86. Pillai AK., Sharma KK., Gupta YK., Bakhshi S. Anti-emetic effect of ginger powder versus placebo as an add-on therapy in children and young adults receiving high emetogenic chemotherapy. *Pediatr Blood Cancer*. Février 2011 ;56(2): P 234-238. doi: 10.1002/pbc.22778.
87. Yamahara J., Miki K., Chisaka T., Sawada T., Fujimura H., Tomimatsu T., Nakano K., Nohara T. Cholagogic effect of ginger and its active constituents.. *Ethnopharmacol*. Mai 1985. 13(2). P 217-25.
88. Kumar L. Chhibber S., Harjai K. Hepatoprotective effect of zingerone (4-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl) butan-2-one) in lipopolysaccharide induced liver injury mouse model through down regulation of inflammatory mediators. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 2014, vol.6, no. 2. P. 308–314.

89. El-Sharaky AS., Newairy AA., Kamel MA., Eweda SM. Protective effect of ginger extract against bromobenzene-induced hepatotoxicity in male rats. *Food and chemical toxicology*. Juillet 2009;47(7). P.1584-90. DOI: 10.1016/j.fct.2009.04.005.
90. Mahady G.B., Pendland, S.L., Stoia, A., Hamill F.A., Fabricant, D., Dietz, B.M., Chadwick, L.R. In vitro susceptibility of *Helicobacter pylori* to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastrointestinal disorders. *Phytotherapy Research*. 19. 2005.P. 988–991.
91. Mahady, G.B., Pendland, S.L., Yun, G.S., Lu, Z.Z., Stoia, A.,.Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and the gingerols inhibit the growth of Cag A+ strains of *Helicobacter pylori*. *Anticancer Research*. 2003; 23 .P. 3699–3702.
92. Nostro, A., Cellini, L., Di Bartolomeo, S., Cannatelli, M.A., Di Campli, E., Procopio, F., Grande, R., Marzio, L., Alonzo, V., 2006. Effects of combining extracts (from propolis or *Zingiber officinale*) with clarithromycin on *Helicobacter pylori*. *Phytotherapy Research*. 20. P. 187–190.
93. Pramod K., Kaur S., Indu S. Synbiotic (probiotic and ginger extract) loaded floating beads: a novel therapeutic option in an experimental paradigm of gastric ulcer. *Journal of pharmacy and pharmacology*. India. 2011. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2011.01397.x
94. Zaman, S.U., Mirje, M.M. and Ramabhimaiah, S. 'Evaluation of the anti-ulcerogenic effect of *Zingiber officinale* (Ginger) root in rats'. *Int J Curr Microbiol App Sci* (2014) 3(1): 347-354
95. Bode AM., Dong Z. The Amazing and Mighty Ginger. *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd edition. Chapter 7. CRC PreSS; 2011.
96. Singletary, K. Ginger- An overview of health benefits. *Nutrition Today*, 45, 171-183. Juillet 2010. DOI :10.1097/NT.0b013e3181ed3543
97. Nikbakht M. Comparing the analgesic effects of topical *Zingiber officinale* and diclofenac ointment . Septembre 2011. *European Journal of pharmacology*, vol. 668. P 27.

98. Terry, R., Posadzki, P., Watson, L.K. and Ernst, E. 'The use of ginger (*Zingiber officinale*) for the treatment of pain: a systematic review of clinical trials'. *Pain Med.* 2011;12(12). P.1808-1818.
99. Therkleson, T. 'Topical Ginger Treatment With a Compress or Patch for Osteoarthritis Symptoms'. *J Holist Nurs.* 2013 Dec 4;32(3). P.173-182.
100. Altman, R.D. and Marcussen, K.C. 'Effects of a ginger extract on knee pain in patients with osteoarthritis'. *Arthritis Rheum.* 2001 Nov;44(11). P. 2531-2538
101. Drozdov, V.N., Kim, V.A., Tkachenko, E.V, and Varvanina, G.G. 'Influence of a specific ginger combination on gastropathy conditions in patients with osteoarthritis of the knee or hip'. *J Altern Complement Med.* 2012 Jun;18(6). P. 583-588.
102. Ozgoli G., Goli M., Moattar F . Comparison of effect of ginger , megenamic acid and ibuprofen on pain in women with primary dysmenorrhea. *The journal of alternative and complementary medicine.* 2009,15(2) . P 129-132.
103. Halder, A. 'Effect of progressive muscle relaxation versus intake of ginger powder on dysmenorrhea amongst the nursing students in Pune'. *Nurs J India.* Juillet- Août 2012;103(4). P. 152-6
104. Jenabi, E. 'The effect of ginger for relieving of primary dysmenorrhea'. *J Pak Med Assoc.* 2013; 63(1). P. 8-10
105. Rahnema, P., Montazeri, M., Huseini, H.F., Kianbakht. S. and Naseri, N. 'Effect of *Zingiber officinale* R. rhizomes (ginger) on pain relief in primary dysmenorrhea: a placebo randomized trial'. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2012, 12. P. 92.
106. C.D., O'Connor, P.J. 'Acute effects of dietary ginger on muscle pain by eccentric exercise. *Phytother Res.* 2010 Nov;24(11). P.1620-1626.
107. Black, C.D., Herring, M.P., Hurley, D.J. and O'Connor, P.J. 'Ginger (*Zingiber officinale*) reduces muscle pain caused by eccentric exercise'. *J Pain.* Septembre 2010;11(9). P. 894-903.

108. Riazur Rehman, M. Akram, Naveed Akhtar, Qaiser Jabeen, Tariq saeed, S. M. Ali Shah, Khalil Ahmed¹, Ghazala Shaheen and H. M. Asif. Zingiber officinale Roscoe (pharmacological activity). Journal of medicinal plant research. Vol. 5(3), 4 ; Février 2011; P. 344-348,
109. Stoilova I., Krastanov A., Stoyanova A., Denev P., Gargova S. Antioxidant activity of a ginger extract (Zingiber officinale). Food Chemistry. 102(3). 2007. P. 764-770.
110. Rupasinghe V, Gunathilake K. Recent perspectives on the medicinal potential of ginger. Botanicals: Targets and Therapy. Octobre 2015. P.55.
111. Ahmad B., Rehman MU., Amin I., Arif A., Rasool S, Ahmad S., Bhat, Insha Afzal, et al. A Review on Pharmacological Properties of Zingerone (4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-butanone). The Scientific World Journal. Avril 2015.
112. Shmueli H., Domniz N., Yahav J. Non-pharmacological treatment of Helicobacter pylori. World J Gastrointest Pharmacol Ther. Mai 2016; 7(2). P. 171-178
113. El Younis CM, Abulafia O, Sherer DM. Rapid marked response of severe hyperemesis gravidarum to oral erythromycin. Am J Perinatol 1998; 15: 533-534 [DOI: 10.1055/s-2007-994055]
114. 60 Ishiguro K, Ando T, Maeda O, Ohmiya N, Niwa Y, Kadomatsu K, Goto H. Ginger ingredients reduce viability of gastric cancer cells via distinct mechanisms. Biochem Biophys Res Commun 2007; 362: 218-223
115. Goetz P. , Ghedira K. Phytothérapie anti-infectieuse. Phytothérapie Pratique Springer Paris : 2012 .
116. Kim HS., Park HD. Ginger Extract Inhibits Biofilm Formation by Pseudomonas aeruginosa PA14. Plos One. 8(9). 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0076106

117. Park M., Bae J., Lee DS. Antibacterial activity of [10]-gingerol and [12]-gingerol isolated from ginger rhizome against periodontal bacteria. Novembre 2008. *Phytotherapy research journal* 22(11). P. 1446–1449. DOI:10.1002/ptr.2473
118. Sivasothy, Y., Chong, W. K., Hamid, A., Eldeen, I., Ibrahim, M., Sulaiman, S. F., Awang, K. Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chemistry*, 2011, Vol.124(2), P. 514-517.
119. Schnitzler P., Koch C., Reichling J. American Society for Microbiology. Susceptibility of Drug-Resistant Clinical Herpes Simplex Virus Type 1 Strains to Essential Oils of Ginger, Thyme, Hyssop, and Sandalwood .*Antimicrobial agents and chemotherapy*. Mai 2007. Vol. 51. P. 1859–1862 No. 5, DOI10.1128/AAC.00426-06.
120. Denyer CV., Jackson P., Loakes DM., Ellis MR., Young DA., Isolation of antirhinoviral sesquiterpenes from ginger (*Zingiber officinale*).*J Nat Prod*. Mai 1994. 57(5). P.658-62.
121. Kalra M., Khatak M., Khatak S. Cold and Flu : conventional vs botanical and nutritional therapy, *international journal of drug development and research*, janvier-mars 2011, 3(1). P. 314-327.
122. Chang, J.S., Wang, K.C., Yeh, C.F., Shieh, D.E. and Chiang, L.C. ‘Fresh ginger (*Zingiber officinale*) has anti-viral activity against human respiratory syncytial virus in human respiratory tract cell lines. *J Ethnopharmacol*. Janvier 2013. 145(1). P.146-51. DOI: 10.1016/j.jep.2012.10.043.
123. Cady RK., Goldstein J., Nett R., Mitchell R., Beach ME., Browning R. A double-blind placebo-controlled pilot study of sublingual feverfew and ginger (LipiGesic™ M) in the treatment of migraine. *Headache*. Juillet-Août 2011. 51(7). P. 1078-86. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2011.01910.x.
124. Muhammed M., Prakash L. Ginger (*Zingiber officinale*) product write-up. Sabinsa Corporation. 2007
125. Mustafa, T. and Srivastava, K.C. ‘Ginger (*Zingiber officinale*) in migraine headache’. *Journal of Ethnopharmacology*. 1990, 29(3). P. 267-273

126. Citronberg, J., Bostick, R., Ahearn, T., Turgeon, D.K., Ruffin, M.T., Djuric, Z., Sen, A., Brenner, D.E. Zick S.M. Effects of ginger supplementation on cell-cycle biomarkers in the normal-appearing colonic mucosa of patients at increased risk for colorectal cancer: results from a pilot, randomized, and controlled trial. *Cancer Prev Res.* Avril 2013. 6(4). P. 271-81
127. Manju V., Nalini N. chemopreventive efficacy of ginger, a naturally occurring anticarcinogen during the initiation, post initiation stages of 1,2 dimethylhydrazine-induced colon cancer. *Clinica chimica acta.* 2005, 358(1-2). P. 60-67.
128. Karna, P., Chagani, S., Gundala, S.R., Rida, P.C., Asif, G., Sharma, V., Gupta, M. V. and Aneja, R. 'Benefits of whole ginger extract in prostate cancer'. *British Journal of Nutrition.* 2012, Vol.107(4). P. 473-484
129. Jeong, C., Bode, A.M., Pugliese, A., Cho, Y., Kim, H., Shim, J. Li, H., Jiang, H. and Dong, Z. '[6]-Gingerol Suppresses Colon Cancer Growth by Targeting Leukotriene A4 Hydrolase'. *Cancer Res.* 2009; 69. P. 5584-5591.
130. Nicoll, R. & Henein, M. Y. Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A hot remedy for cardiovascular disease? *International Journal of Cardiology.* 2009. Vol. 131(3). P. 408-409
131. Andallu, B., Radhika, B. and Suryakantham, V. 'Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia'. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2003;58(3). P. 1-7
132. Arablou, T., Aryaeian, N., Valizadeh, M., Sharifi, F., Hosseini, A. and , M. 'The effect of ginger consumption on glycemic status, lipid profile and some inflammatory markers in patients with type 2 diabetes mellitus'. *Jun 2014, Vol. 65: (4).* P. 515-520
133. Mahluji, S., Attari, V.E., Mobasser, M., Payahoo, L., Ostadrahimi, A. and Golzari, S.E. 'Effects of ginger (*Zingiber officinale*) in plasma glucose level, HbA1c and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *Int J Food Sci Nutr.* Septembre 2013 ;64(6). P. 682-686

134. Alizadeh R., Roozbeh F., Saravi M., Pouramir M., Jalali F. Moghadamnia AA. Investigation of the effect of ginger on the lipid levels. A double blind controlled clinical trial. Saudi Med J. Septembre 2008 . 29(9). P. 1280-1284
135. Li, Y., Tran, V.H., Duke, C. and Roufogalis, B.D. 'Preventive and Protective Properties of Zingiber officinale (Ginger) in Diabetes Mellitus, Diabetic Complications, and Associated Lipid and Other Metabolic Disorders: A Brief Review'. Evid Based Complement Alternat Med. 2012.
136. Lin RJ., Chen CY., Lee JD., Lu CM., Chung LY., Yen CM. Larvicidal constituents of Zingiber officinale (ginger) against Anisakis simplex. Planta Med. Novembre 2010. 76(16). P. 1852-8. DOI: 10.1055/s-0030-1249971.
137. El-Bahy NM., Nazh EK. Anthelmintic activity of ginger, curcumin, and praziquantel against Raillietina cestocillus (in vitro and in vivo). Parasitol Res. Juillet 2015. 114(7). P. 2427-34. DOI: 10.1007/s00436-015-4416-0.
138. Qureshi S., Shah AH., Tariq M., Ageel AM. Studies on herbal aphrodisiacs used in arab system of medicin.The American Journal of Chinese Medicine. Janvier 1989, Vol. 17(1). P.57-63. DOI: 10.1142/S0192415X89000103).
139. Chen, B. H., Wu, P.Y., Chen, K.M., Fu, T.F., Wang, H.M. and Chen C.Y. Anti-allergic potential on RBL-2h3 cells of some phenolic constituents of Zingiber officinale (ginger). J Nat Prod. 2009. 72. P. 950-3
140. Shariatpanahi, V., Mokhtari, M., Taleban, F.A., Alavi, F., Salehi Surmaghi, M.H., Mehrabi, Y. and Shahbazi, S. Effect of enteral feeding with ginger extract in acute respiratory distress syndrome. J Crit Care. Avril 2013 .28(2). P. 217
141. Ghayur, M. N., Gilani, A. H. and Janssen, L. J. 'Ginger attenuates acetylcholine-induced contraction and Ca²⁺ signaling in murine airway smooth muscle cells'. Can J Physiol Pharmacol. 2008. 86(5). P. 264–71

142. Suekawa M, Ishige A, Yuasa K, Sudo K, Aburada M, Hosoya E. Pharmacological studies on ginger. I. Pharmacological actions of pungent constituents, (6)-gingerol and (6)-shogaol. *J Pharmacobiodyn.* Novembre 1984. 7(11). P. 836-48.
143. Lumb AB. Mechanism of antiemetic effect of ginger. *Anesthesia* 1993. 48; P. 1118
144. Shukla, Y. and Singh, M. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *Food Chem Toxicol.* 2007 May; 45(5).P. 683-690.
145. Ghayur mN, Gilani AH. Species differences in the prokinetic effects of ginger. *int J Food Sci Nutr* 2006;57(1-2). P. 65-73
146. Asami A, Shimada T, Mizuhara Y, Asano T, Takeda S, Aburada T, Miyamoto, K, Aburada M, Pharmacokinetics of [6]-shogaol, a pungent ingredient of *Zingiber officinale* Roscoe (Part I). *Journal of Natural medicine.* 2010. 64(3). P. 281-287.
147. Ding, G.H., Naora, K., Hayashibara, M., Katagiri, Y., Kano, Y., Iwamoto, K., 1991. Pharmacokinetics of [6]-gingerol after intravenous administration in rats. *Chem. Pharm. Bull. Tokyo.* 39 . P.1612–1614.)
148. Naora, K., Ding, G., Hayashibara, M., Katagiri, Y., Kano, Y., Iwamoto, K., 1992. Pharmacokinetics of [6]-gingerol after intravenous administration in rats with acute renal or hepatic failure. *Chem. Pharm. Bull. Tokyo.* 40. P. 1295–1298.)
149. Surh, Y.J., Lee, S.S., 1994. Enzymic reduction of gingerol, a major pungent principle of ginger, in the cell-free preparation of rat liver. *Life Sci.* 54. P.321–326.
150. Pfeiffer, E., Heuschmid, F.F., Kranz, S., Metzler, M., 2006. Microsomal hydroxylation and glucuronidation of [6]-gingerol. *J. Agric. Food Chem.* 54. P. 8769–8774.
151. Nakazawa, T., Ohsawa, K., 2002. Metabolism of [6]-gingerol in rats. *Life Sci.* 70. P. 2165–2175.

152. Ginger | University of Maryland Medical Center [Internet]. [cité 12 sept 2016]. Disponible sur: <http://umm.edu/health/medical/altmed/herb/ginger>
153. Rani, M.P., Krishna, M.S., Padmakumari, K.P., Raghu, K.G. and Sundaresan, A. 'Zingiber officinale extract exhibits anti-diabetic potential via modulating glucose uptake, protein glycation and inhibiting adipocyte differentiation: an *in vitro* study. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2012;92(9). P.1948–1955.
154. Banerjee S., Mullick Hl., Banerjee J. Zingiber officinale : a natural gold. International Journal of pharma and bio sciences. Janvier-mars 2011. Vol 2(1). P. 283-294.
155. Levine S.G. 1990 - Identification of Unknowns by Melting Point and Thin-Layer Chromatography in Combination - *J. Chem. Ed.*, 67. P. 972.
156. Bounias M. L'analyse biochimique quantitative par nanochromatographie en couche mince. Choix des techniques utilisant les plaques préfabriquées sur supports souples. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Mason, 197 p.
157. Canorel F. Patent medicine, poison et complot : une note sur le Ginger jake (1ère partie). Mithridate – Bulletin d'histoire des poisons. Juillet 2010, n° 2. P. 2-17
158. Épices. Gingembre (Zingiber officinale Roscoe). Spécifications - Spices. Ginger (Zingiber officinale Roscoe). Specification. BS ISO 1003:2008. France: Association Française de Normalisation(AFNOR). Juin 2008.
159. Association européenne des épices. Spécifications minimales de qualité (Révision n°4). [En ligne]. [France]: European spice association. Décembre 2011. [cité le 12 décembre 2016]. 23p. Disponible : <file:///C:/Users/Ang%C3%A8le/Downloads/esaqualityminimadocument191104-versionfr.pdf>.
160. CCM: principe [Internet]. [cité 12 déc 2016]. Disponible sur: http://www.sciences-enligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/chimie/chi_exp/chromatographie/chromato_couch_mince.htm

161. Evans WC. Trease and Evans Pharmacognosy, 16e ed. Saunders Elsevier. 2002. P.289-292.
162. Stoilova I., Krastanov A., Stoyanova A., Denev P., Gargova S., Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*), Food Chemistry. Vol 102(3). P. 7646770.
163. FAO Codex. Norme codex pour le gingembre (codex stan 218-1999) [En ligne]. France. 1999. [cité le 12 décembre 2016]. P.4.
164. Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Partie B : Chimie organique, étude de la synthèse d'un composé biologiquement actif : le gingérol. [En ligne]. France: Educscol. [cité le 12 décembre] 6 P. Disponible: http://eduscol.education.fr/rnchimie/conc_gen/annales/01_ecrit/cg_01_orga.pdf
165. Parthasarathy VA, Chempakam B, Zachariah TJ. Chemistry of Spices. CABI; 2008. 457 p.
166. Nobrega L.P., Monteiro A.R., Meireles M.A.A., Marques M.O.M. Comparison of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin obtained with ethanol and isopropanol with that obtained with pressurized CO₂. Cienciae Tecnologia de Alimentos. 1997. 17(4). P. 408–412.
167. Huile essentielle de gingembre : propriétés et utilisation [Internet]. [cité 12 déc 2016]. Disponible sur: <http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-gingembre>
168. Allais D. Fiche phytothérapie : le gingembre. Actualités pharmaceutiques. Limoges. N°483. Mars 2009. P.53-54.
169. Arthur D. 5 Ginger. The international journal of aromatherapy. 1996. Vol 7(4) . P. 21-23

170. Rani K. Cyclisation of farnesyl pyrophosphate into sesquiterpenoids in ginger rhizomes (*Zingiber officinale*). 1999. *Fitoterapia* 70(6). P.568–574.
171. Govindarajan, V.S. (1982) Ginger – chemistry, technology and quality evaluation: part I. *CRC Critical Reviews*. 17(1). P. 1–96.
172. Ramirez A, M. del C., Timmermann, B.N., Gang D.R. Biosynthesis of curcuminoids and gingerols in turmeric (*Curcuma longa*) and ginger (*Zingiber officinale*): identification of curcuminoid synthase and hydroxycinnamoyl-CoA thioesterases. *Phytochemistry*. 2006. 67(18). P. 2017–2029.
173. Williamson E, Driver S, Baxter K. *Stockley's Herbal Medicines Interactions*. London: Pharmaceutical Press. 2009. 432 P.
174. Yoshikawa M., Yamaguchi S., Kunimi K., Matsuda H., Okuno Y., Yamahara, J., Murakami N. Stomachic principles in ginger. III. An anti-ulcer principle, 6-gingesulfonic acid, and three monoacyldigalactosylglycerols, gingerglycolipids A,B, and C, from *Zingiberis Rhizoma* originating in Taiwan. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 1994. 42(6) P. 1226–1230.
175. Yamahara J., Mochizuki M., Huang Q.R., Matsuda H., Fujimura H. The anti-ulcer effect in rats of ginger constituents. *Journal of Ethnopharmacology*. 1988. 23(2–3). P.299–304.
176. Yamahara J., Huang Q.R., Li, Y.H. Xu, L., Fujimura H. Gastrointestinal motility enhancing effect of ginger and its active constituents. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 38(2). 1990. P.430–431.
177. Haniadka R., Saldanha E., Sunita V., Palatty P.L., Fayad R., Baliga M.S. A review of the gastroprotective effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Food Funct*. Juin 2013. 4(6). P. 845-55
178. Gonlachanvit, S., Chen, Y.H., Hasler, W.L., Sun, W.M. and Owyang, C. Ginger reduces hyperglycaemia-evoked gastric dysrhythmias in healthy humans: possible role of endogenous prostaglandins. *J Pharmacol. Exp. Ther.*, 2003;(203). P.1098-1103

179. Jean D., Cariel L. Utilisation d'un ou plusieurs shogaol(s) en tant qu'aphrodisiaque [Internet]. [cité 14 déc 2016]. France. Date de dépôt de Brevet: Septembre 2002. Disponible sur: <http://www.google.com/patents/WO2002070069A2>
180. Li, Y., Tran, V.H., Duke, C. and Roufogalis, B.D. 'Preventive and Protective Properties of Zingiber officinale (Ginger) in Diabetes Mellitus, Diabetic Complications, and Associated Lipid and Other Metabolic Disorders: A Brief Review'. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012; 2012: 516870
181. Marcus D., Snodgrass W. Do not harm: avoidance of herbal medicines during pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2005;105. P. 1119-1122
182. Friedman, J. Teratology society: presentation to the FDA public meeting on safety of dietary supplements during pregnancy. *Teratology.* 2000;62. P. 134-137
183. Zick, S. M., Djuric, Z. [...], and Brenner, D.E. Pharmacokinetics of 6-, 8-, 10-Gingerols and 6-Shogaol and Conjugate Metabolites in Healthy Human Subjects. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* Aug 2008; 17(8). P. 1930-1936
184. GINGER: Uses, Side Effects, Interactions and Warnings - WebMD [Internet]. [cité 12 sept 2016]. Disponible sur: <http://www.webmd.com/vitamins-supplements/ingredientmono-961-ginger.aspx?activeingredientid=961&activeingredientname=ginger>
185. Weidner MS., Sigwart K. The safety of a ginger extract in the rat. *J Ethnopharmacol.* Décembre 2000;73(3). P. 513-20.
186. Vaes LP, Chyka PA. Interactions of warfarin with garlic, ginger, ginkgo, or ginseng: nature of the evidence. *Ann Pharmacother.* Décembre 2000;34(12). P.1478-82.
187. European medicines agency. Assessment report on *Zingiber officinale* Roscoe, rhizoma. [En ligne]. 27 mars 2012. [cité le 14 décembre 2016]. 49 P. Disponible: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPC_assessment_report/2012/06/WC500128140.pdf

188. Jiang X, Williams KM, Liauw WS, et al. Effect of ginkgo and ginger on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of warfarin in healthy subjects. *Br J Clin Pharmacol.* 2005; 59 .P. 425–32
189. Lesho EP, Saullo L, Udvari-Nagy S. A 76-year-old woman with erratic anticoagulation. *Cleve Clin J Med.* 2004; 71. P. 651–6.
190. Weidner MS, Sigwart K. Investigation of the teratogenic potential of a zingiber officinale extract in the rat. *Reprod Toxicol.* Février 2001;15(1). P. 75-80.
191. Wilkinson JM. Effect of ginger tea on the fetal development of Sprague-Dawley rats. *Reprod Toxicol.* Déc 2000;14(6). P.507-12.
192. Shalansky S, Lynd L, Richardson K, Ingaszewski A, Kerr C. Risk of warfarin-related bleeding events and supratherapeutic international normalized ratios as associated with complementary and alternative medicine: a longitudinal analysis. *Pharmacotherapy.* 2007; 27, 1237–47.
193. Hornick, Betsy, and Eric Yarnell. "Medical Uses for Ginger". *HowStuffWorks.com.* 2006. [cité le 14 décembre 2016]. Disponible: <http://health.howstuffworks.com/wellness/natural-medicine/alternative/medical-uses-for-ginger-ga.htm>.
194. Al-Qattan KK, Al-Sawan SM et al. The use of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) as a potential antiinflammatory and antithrombotic agent. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* Décembre 2006; 67(6). P. 475-8.
195. Mousa SA. Antithrombotic effects of naturally derived products on coagulation and platelet function. *Methods Mol Biol* 2010; 663. P. 229-40
196. Thomson M, Al-Qattan KK, Al-Sawan SM, et al. The use of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) as a potential anti-inflammatory and antithrombotic agent. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2002; 67. P. 475.

197. Nurtjahja-tjendraputra E, Ammit AJ, Roufogalis BD et al. Effective anti-platelet and COX-1 enzyme inhibitors from pungent constituents of ginger. *Thromb Res*, 2003; 111(4-5). P. 259-65.
198. Gingembre - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 14 déc 2016]. Disponible sur: <http://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/gingembre-zingiber-officinalis.html>
199. Lacroix D. Phytothérapie, Aromathérapie et Troubles digestifs. *Le moniteur des pharmacies*. 2013, Vol.191. P. 1-15.
200. Akhani SP, Vishwakarma SL, Goyal RK. Anti-diabetic activity of Zingiber officinale in streptozotocin induced type I diabetic rats. *J Pharm Pharmacol* 2004; 56. P.101-5.
201. Young, H., Liao, J., Chang, Y., Luo, Y., Lu, M. and Peng, W. 'Synergistic effect of ginger and nifedipine on human platelet aggregation: a study in hypertensive patients and normal volunteers'. *Am J Chin Med*. 2006;34. P.545-551
202. Spolarich AE, Andrews L. An examination of the bleeding complications associated with herbal supplements, antiplatelet and anticoagulant medications *J Dent Hyg*. 2007; 81 (3). P. 67.
203. Young HY, Liao JC, Chang YS et al. Synergistic effect of ginger and nifedipine on human platelet aggregation: a study in hypertensive patients and normal volunteers. *Am J Clin Med* 2006; 34 (4). P. 545-51
204. Okonta JM, Uboh M, Obonga WO. Herb-Drug Interaction: A Case Study of Effect of Ginger on the Pharmacokinetic of Metronidazole in Rabbit. *Indian J Pharm Sci*. 2008;70(2). P. 230-2.
205. Pharmacopeial convention. USP adopts ginger monograph. *Herbalgram* 1997;41. P.12

206. Goëb P, Pesoni D. Huiles essentielles guide d'utilisation: 170 conseils pratiques, 50 huiles essentielles, 10 huiles végétales. Issy-les-Moulineaux : Éditions Ravintsara, 2010
207. Voisin H. Matière médicale du praticien homéopathe. 2 e éd. Maloine. 1976. P.1226.
208. Perotto C. L'utilisation des plantes et de leurs principes actifs dans le traitement de la douleur à travers le monde.[Thèse d'exercice en pharmacie]. France : faculté de pharmacie de Limoges; 2013.
209. Pelt JM. Les Épices. Fayard; 2002. 92 P.
210. Le gingembre atténue les douleurs dentaires. Passeport santé [Internet]. [cité 14 déc 2016]. Disponible sur: <http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=solutions-naturelles-rage-de-dents-le-gingembre-lutte-contre-la-rage-de-dents#>
211. Le gingembre - Vertus et bienfaits du gingembre - Recettes [Internet]. Passeport santé. [cité 14 déc 2016]. Disponible sur: http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=gingembre_nu
212. Buronzo AM. Les incroyables vertus du gingembre. Jouvence Maxi-pratiques; 2013. 120 P.
213. Association Zhongyi - Diététique Chinoise [Internet]. [cité 14 déc 2016]. Disponible sur: http://www.zhongyi.net/medecine_chinoise/dietetique0.php3
214. Bradley PR. British Herbal Compendium: A Handbook of Scientific Information on Widely Used Plant Drugs. Vol 1. Bournemouth: British Herbal Medicine Association; 1992.
215. World Health Organization. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants, Vol1. Geneve: World Health Organization; 1999.

216. The ayurvedic pharmacopeia of india. Part I; vol II. Government of india, ministry of health and family welfare.
217. Indian drug Manufacturers' Association. Indian herbal pharmacopeia. Mumbai. 2002.
218. Kapoor L. D. Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants. CRC Press; 1990.
219. VIDAL - Interféron bêta [Internet]. [cité 16 janv 2017]. Disponible sur: https://www.vidal.fr/substances/16607/interferon_beta/
220. Grande Camomille - Bienfaits, Usages, Posologie, Avis [Internet]. [cité 16 janv 2017]. Disponible sur: http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=grande_camomille_ps#
221. Japanese Pharmacopoeia. Crude Drugs and Related Drugs. 17 ed. The ministry of health, labour and welfare. 1 avril 2016.
222. Ojewole J.A. Analgesic, anti-inflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizomes (*Zingiberaceae*) in mice and rats'. *Phytother Res.* Septembre 2006; 20(9): P764-772.
223. Rong X., Peng G., Suzuki T., Yang Q., Yamahara J., Lic Y. A 35-day gavage safety assessment of ginger in rats . *Regul Toxicol Pharmacol.* Juillet 2009. 54(2): P 118-123. DOI:10.1016/j.yrtph.2009.03.002.
224. Khaki A, Fathiazad F, Nouri M, Khaki AA, Chelar C, Ozanci C, GhafariNovin M, Hamadeh M . The effects of ginger on spermatogenesis and sperm parameters of rat. *Iranian J. Reprod. Med.* 2009 ; 7: P 7-12.
225. Nagabhushan M., Amonkar A-J., Bhide S.V. Mutagenicity of gingerol and shogaol and antimutagenicity of zingerone in salmonella/microsome assay. *Bombay. Cancer letters.* Août 1987. Vol 36 (2). P 221-233. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3835\(87\)90094-2](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3835(87)90094-2)
226. Alnaqeeb M-A., Thomson M., Al-Quatta K., Kamel F., Mustafa T., Ali M. Biochemical and histopathological toxicityof an aqueous extract of ginger in female rats. *Kuwait J. Sci . Eng.* 2003. 30(2). P25-48.

227. Soudamini K., Unnikrishnan M-C., Sukumaran K., Kuttan R. Mutagenicity and anti-mutagenicity of selected spices. *Indian J. Physiol Pharmacol.* 1995. 39(4) : 347-353.
228. Sivaswamy SN, Balachandran B, Balanehru S, Sivaramakrishnan VM. Mutagenic activity of south Indian food items. *Indian J Exp Biol.* 1991. 29(8): p 730-737.
229. Nakamura H., Yamamoto T. Mutagen and anti-mutagen in ginger, *Zingiber officinale*. *Mutation research letters.* Février 1982. Vol 103(2). P 119-126.
230. Nakamura H., Yamamoto T. The active part of the [6]-gingerol molecule in mutagenesis. *Mutat Res.* Novembre 1983. 122(2):p 87-94.
231. Pharmacopée européenne 9.0. *Zingiberis rhizoma*. 9e ed. Janvier 2011. P 1472.
232. European medicines agency. Science medicines health, Committee on Herbal Medicinal Products. Assessment report on *Zingiber officinale* Roscoe, rhizoma . 27 mars 2012.
233. Base de données sur les Médicaments du centre de documentation de l'OCP. Décembre 2002. Clickadoc. [consulté le 15 juin 2015].
234. Homéopathie Boiron, laboratoire pharmaceutique - Boiron [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.boiron.fr/>
235. Gauthier Y. Nouveaux produits. Sea-Band Des chewing-gums contre les nausées. *Le moniteur des pharmacies.* 2015, 3076(1). P. 22.
236. Gifrer - [Internet]. Gifrer. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.gifrer.fr/>
237. MATERNOV, votre grossesse sans les petits maux ! [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <https://www.maternov/?gclid=CNjL35qp19ECFUcQ0wodTb0BAQ>

238. VIDAL - GUM AFTACLEAR bain bouche aphtes lésions buccales [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: https://www.vidal.fr/parapharmacie/162081/gum_aftaclear_bain_bouche_aphtes_lesions_buccales/
239. Cellulite Incrustée 15 jours - Femme - | Somatoline Cosmetic [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.somatolinecosmetic.fr/produits/femme/cellulite-incrustee-action-intensive/>
240. Weleda - Cosmétiques bio et naturels - Laboratoire pharmaceutique - Homéopathie - Compléments alimentaires [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <https://www.weleda.fr/?gclid=CNvyyvKp19ECFcYp0wodV4sM5g>
241. Arkopharma France - Laboratoire pharmaceutique spécialisé dans la phytothérapie - Solutions pour régime minceur, articulations douloureuses. Vitamines et gélules de plantes. [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.arkopharma.fr/>
242. Awang, D.V.C., Ginger. 1992. Can. Pharm. J. 125, 309–311
243. Haltrecht H. L'herbologie en médecin vétérinaire. Focus centre vétérinaire DMV. 28 octobre 2015. Volume(numéro entre parenthèses):pagination.
244. OVULO-FLASH Liquide [Internet]. OBIONE. [cité 29 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.obione.fr/produits/ovulo-flash-5l/>
245. Vétérinaire.fr LP. HOEMATOL - Médicament [Internet]. Le Point Vétérinaire.fr. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.lepointveterinaire.fr/dmv/consulter/O0298-36497/hoematol.html>, <http://www.lepointveterinaire.fr/dmv/consulter/O0298-36497/hoematol.html>
246. NAUSELIB 36 comprimés | Cooper [Internet]. [cité 29 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.cooper.fr/nauselib-36-comprim%C3%A9s>

247. European medicines agency. Community herbal monograph on *Zingiber officinale* [En ligne]. 27 mars 2012. [cité le 22 février 2017]. 6 P. Disponible: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_Community_herbal_monograph/2012/06/WC500128142.pdf

Liste des tableaux

Tableau I	Place de la famille des Zingibéracées selon la classification <i>APG IV (Angiosperms Phylogeny Group)</i>	Page 13
Tableau II	Données issus de l'outil statistique FAOSTAT : production 2013 de gingembre en Tonnes en fonction des pays	Page 32-34
Tableau III	Fiche nutritionnelle de l'ANSES : tableau de composition nutritionnelle CIQUAL (2013)	Page 68-71
Tableau IV	Quantités de polyphénols présents dans 100g de gingembre frais ou séché (issu de la base Phenol-Explorer : Database on polyphenol content in foods 3.6.)	Page 73

Liste des figures

- 1 Ravindran P.N., Nirmal Babu K. Ginger : The genus *Zingiber*. Etats-Unis :CRC Press; 2005. Figure 2.3 Floral diagram of ginger flower; p.20
- 2 Bihaki A. <http://www.gerbeaud.com> [En ligne]. France. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. *Hedychium coronarium* - RDPixelShop / flickr.com. Disponible : <http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/hedychium,1675.html>
- 3 <http://www.tela-botanica.org> [En ligne]. France. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burtt & R. M. Sm. Disponible: <http://www.tela-botanica.org/apd-nn-20085-synthese>
- 4 Goltra P. <http://ntbg.org> [En ligne]. Etats-Unis. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. *Kaempferia rotunda* : Flower detail. Disponible : <http://ntbg.org/plants/imageonly.php?rid=3184&plantid=11930>
- 5 <http://www.tela-botanica.org> [En ligne]. France. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. *Costus speciosus* (J.Koenig) Sm. Disponible: <http://www.tela-botanica.org/bdtxa-nn-2879-synthese>
- 6 wikipedia.[En ligne]. France. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. Gingembre: *Zingiber officinale*. Disponible:<https://fr.wikipedia.org/wiki/Gingembre>
- 7 <http://lagastronomiecrue.com/archives/gingembre/>[En ligne]. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 8 vintageprintable [En ligne]. France. 27 mars 2016 [consulté le 09 novembre 2016]. Ginger root. German educational plate, botany, black background. 19th Century. Disponible : <http://vintageprintable.com/botanical/botanical-educational-plates/botanical-educational-plate-black-zingiber-officinale-roscoe/>
- 9 <http://www.swissginger.ch/le-gingembre.html> [En ligne]. Suisse. [Consulté le 23 Janvier 2017]

- 10 Euring A., B. Ergo Msc. Dessin d'une tige florale et d'une tige stérile de gingembre. [En ligne]. Disponible: abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 11 Pharmacie Deschamps. Photo d'une tige florale de gingembre. Belgique. [En ligne] http://www.pharmaciedeschamps.be/fr/actualites.html?pid_news=809.
- 12 Euring A., B. Ergo Msc. Dessin d'une feuille de gingembre. [En ligne]. Disponible: abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 13 <http://jungletropicale.com/2012/08/zingiber-officinale/> [En ligne]. Photo d'une feuille [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 14 Euring A., B. Ergo Msc. Dessin d'une fleur de gingembre. [En ligne]. Disponible: abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doc. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 15 <http://jungletropicale.com/2012/08/zingiber-officinale/> [En ligne]. Photo d'une inflorescence de gingembre [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 16 Euring A., B. Ergo Msc. géographique avec la distribution géographique du gingembre. [En ligne]. Disponible: abergo1.e-monsite.com/medias/files/ginger1.doccarte. [Consulté le 23 Janvier 2017].
- 17 <http://www.swissginger.ch/le-gingembre.html> [En ligne]. Champs de gingembre en Indonésie Suisse. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 18 <http://www.swissginger.ch/le-gingembre.html> [En ligne]. Gingembre cultivé et récolté en Suisse (Genève) par Swiss Ginger. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 19 <http://www.swissginger.ch/le-gingembre.html> [En ligne]. Photo de Baby ginger. Suisse. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 20 <http://www.chinesejars.com/other-chinese-jars/chinese-ginger-jars-history-and-what-they-were-used-for/> [En ligne]. Chine. [Consulté le 23 Janvier 2017]

- 21 <http://www.gingembre.biologique.bio/huile-essentielle-antioxydant/> [En ligne]. Huile essentielle de gingembre. France. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 22 <https://french.alibaba.com/product-detail-img/naturel-ol-or-sine-de-gingembre-meilleure-qualit-huile-de-gingembre-60387618761.html> [En ligne]. Oléorésine de gingembre [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 23 <http://www.sow-vanille.com/fr/69-gingembre-frais-poudre-bio> [En ligne]. Poudre de gingembre. France. [Consulté le 23 Janvier 2017]
- 24 United States Pharmacopeial Convention, éditeur :USP Dietary supplements compendium: DSC ; (2). Rockville, Md: USP; 2015.
- 25 United States Pharmacopeial Convention, éditeur :USP Dietary supplements compendium: DSC ; (2). Rockville, Md: USP; 2015
- 26 Diagramme représentant la moyenne en macronutriments pour 100g de gingembre d'après les données de (41)
- 27 OVULO-FLASH Liquide [Internet] [cité 29 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.obione.fr/produits/ovulo-flash-5l/> d'après (244).
- 28 HOEMATOL. Gamme Moureau - Alimentation Pigeons - Loos Aliments [Internet]. [cité 29 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.loos-aliments.com/Catalogue/categorie.aspx?pk=1127430>
- 29 Phytoest Gingembre (Phytoest) d'après **(233)**
- 30 Nausélib (Cooper) d'après **(246)**
- 31 *Zingiber officinale* – Teinture mère, solution gouttes buvables (Boiron) d'après **(234)**
- 32 *Zingiber officinale* granules en tube 30 CH (Boiron) d'après **(234)**
- 33 Arkogélules Gingembre (Arkopharma) d'après **(233)**
- 34 Maternov Nausées de grossesse (Maternov) d'après **(237)**

- 35 Naturactive gingembre (Pierre Fabre) d'après **(233)**
- 36 Solution buvable Gifrer Mal des transports (Gifrer) d'après **(236)**
- 37 Tisane Bien-être digestif pour femme enceinte (Gifrer) d'après **(236)**
- 38 Chewing-Gums anti-nausées (Sea-band) d'après **(235)**
- 39 GUM Aftaclear, bain de bouche soin aphtes et petites lésions buccales (Sunstar) d'après **(238)**
- 40 Divert Alain – Shampooing tonique au gingembre (Biolab) d'après **(233)**
- 41 Somatoline Cosmetic cellulite incrustée 15 jours (Rogé Cavailles) d'après **(239)**
- 42 Arkoessentiel Gingembre (Arkopharma) d'après **(241)**
- 43 Phytosun'Aroms Gingembre – Huile essentielle (Omega Pharma) d'après **(233)**
- 44 Granules aux huiles essentielles- Digestion (Arkopharma) d'après **(241)**

Liste des abréviations

- % : pour cent
- 5-HT : 5-hydroxytryptamine
- µg : microgramme
- °C : degré Celsius
- AMM autorisation de mise sur le marché
- ANSM : agence national de sécurité du médicament et des produits de santé
- CE : conformité européenne
- CI50 : concentration inhibitrice 50 ou concentration inhibitrice moyenne
- CCM : chromatographie sur couche mince
- cm : centimètre
- Cmax : concentration maximale
- CMB : concentration minimale bactéricide
- CMI : concentration minimale inhibitrice
- COX : cyclo-oxygénase
- CRP : protéine C-réactive
- DMH :diméthylhydrazine
- DPPH : diphényle picrylhydrazyle
- ESCOP :European Scientific Cooperative On Phytotherapy
- g : gramme
- GLUT-4 : glucose transporter type 4
- h: heure
- HRSV :virus respiratoire syncytial humain
- HSV : Herpes Simplex Virus
- IL : interleukine
- j: jour
- Kel : elimination rate constant
- kg : kilogramme
- HDL : high density lipoprotein
- LDL : low density lipoprotein
- LDL-C : low density lipoprotein cholesterol
- TNF α : Tumor Necrosis Factor
- l : litre
- LDH : lactate déshydrogénase
- m : mètre
- MDA : malondialdéhyde
- min : minute
- ml : millilitre
- mm : millimètre
- NADPH :nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
- NF- κ B :nuclear factor-kappa B
- nm : nanomètre
- OMS : Organisation mondiale de la santé
- PBS : Phosphate Buffered Saline
- pg : picogramme
- ppb :part per billion
- PGE2 : enzyme prostaglandine
- Tmax : temps maximal

- VEGF : Vascular endothelial growth factor
- VNR : Valeurs Nutritionnelles de Référence
- V/V : volume/volume
- W/W : weight/weight

Université de Lille 2
FACULTÉ DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES DE LILLE
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2016/2017

Nom : FOINE

Prénom : Angèle

Titre de la thèse : Les *Zingiberaceae* en phytothérapie : l'exemple du gingembre

Mots-clés : Zingibéracées – *Zingiber officinale* – gingembre – gingérols – shogaols – culture – phytothérapie - nausées

Résumé :

Ce travail étudie une plante faisant partie de la famille des Zingibéracées : le gingembre ou *Zingiber officinale*. C'est une plante herbacée qui possède un rhizome en forme de corne. Cette plante est connue et utilisée depuis des siècles comme condiment mais aussi comme plante médicinale dans les pays orientaux et de plus en plus dans les pays occidentaux.

Des recherches faites sur cette plante ont permis de trouver sa composition chimique : les sesquiterpènes sont retrouvés dans l'huile essentielle, les gingérols et les shogaols dans l'oléorésine.

Des études ont prouvé son action dans les nausées et vomissements et des essais prometteurs nous permettent d'envisager de nouvelles utilisations en tant que protecteur gastrique, anti-viral, anti-cancéreux, hypoglycémiant et hypocholestérolémiant.

Membres du jury :

Président : M. Hennebelle Thierry, Professeur en Pharmacognosie à la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille

Assesseur : Mme Rivière Céline, Docteur en Pharmacie Maître de Conférences à la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille

Membre extérieur : M. Pezin Emmanuel, Docteur en Pharmacie, Pharmacie du Val de Lys, Aire-Sur-La-Lys