

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le 3 avril 2018
Par Melle SAUVESTRE Manon**

Titre

**SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) : VERTUS THERAPEUTIQUES ET
BIOPIRATERIE**

Membres du jury :

Président : Monsieur Hennebelle Thierry, Professeur en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Assesseurs : Monsieur Roumy Vincent, Maître de conférences en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Madame Bocquet Laetitia, Doctorante en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Membre extérieur : Monsieur Lefèvre Bruno, Post-Doctorant en Sciences de l'Information et de la Communication à l'université Paris 13.



Faculté de Pharmacie 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 de Lille

Président :	Jean-Christophe CAMART
Premier Vice-président :	Damien CUNY
Vice-présidente Formation :	Lynne FRANJIÉ
Vice-président Recherche :	Lionel MONTAGNE
Vice-président Relations Internationales :	François-Olivier SEYS
Directeur Général des Services :	Pierre-Marie ROBERT
Directrice Générale des Services Adjointe :	Marie-Dominique SAVINA

Faculté de Pharmacie

Doyen :	Bertrand DÉCAUDIN
Vice-Doyen et Assesseur à la Recherche :	Patricia MELNYK
Assesseur aux Relations Internationales :	Philippe CHAVATTE
Assesseur à la Vie de la Faculté et aux Relations avec le Monde Professionnel :	Thomas MORGENROTH
Assesseur à la Pédagogie :	Benjamin BERTIN
Assesseur à la Scolarité :	Christophe BOCHU
Responsable des Services :	Cyrille PORTA

Liste des Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie
M.	DÉCAUDIN	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
M.	STAELS	Bart	Biologie Cellulaire

Liste des Professeurs des Universités

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	ALIOUAT	EI 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	Lab. de Médicaments et Molécules
Mme	DEPREZ	Rebecca	Lab. 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.	WILLAND	Nicolas	Lab. 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.	LANNOY	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	Lab. de Médicaments et Molécules
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie
Mme	CARON	Sandrine	Biologie cellulaire
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie
Mme	CHARTON	Julie	Lab. 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
M.	DHIFLI	Wajdi	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	Lab. de Médicaments et Molécules
Mme	FOULON	Catherine	Chimie Analytique
M.	FURMAN	Christophe	ICPAL
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
M.	MORGENROTH	Thomas	Législation
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
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Lab. de Médicaments et Molécules
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques
M.	YOUS	Saïd	Onco et Neurochimie
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques

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.	DAO PHAN	Hai Pascal	Lab. Médicaments et Molécules
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	DEMARET	Julie	Immunologie
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie

***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

À mes parents :

Merci d'avoir été présents à mes côtés durant toutes ces années, de m'avoir soutenue, encouragée et aidée au quotidien. Merci pour votre patience, notamment lors des périodes d'examens. Merci pour tout l'amour que vous m'avez donné et pour m'avoir écoutée et réconfortée dans les moments difficiles. Je suis très fière d'avoir des parents comme vous. Merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir donné les moyens d'atteindre mes objectifs et permis de réussir. Vous êtes des parents formidables.

À mes frères :

Grandir à vos côtés aura forgé mon caractère et m'aura permis d'avoir une enfance heureuse. À la fois modèles, confidents et complices. Merci d'avoir toujours été là pour moi.

À mes grands-parents, oncles, tantes, cousins et cousines :

Merci de faire que cette famille soit si soudée et merci pour tous les fous rires et tous les moments de bonheur que nous partageons ensemble.

À mes amis :

À ceux qui sont là depuis mon entrée à l'école primaire et ceux rencontrés par la suite. Merci pour votre amitié et votre présence à mes côtés durant toutes ces années. Vous avez toujours été là pour moi, dans les moments difficiles et dans les périodes de doutes. Des larmes aux rires, je sais que je peux toujours compter sur vous. Merci pour votre soutien et pour tous ces bons moments passés ensemble. Je vous en souhaite beaucoup d'autres.

À mon président de jury :

Pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse. Merci d'avoir accepté de prendre de votre temps pour lire et juger mon travail.

À mon conseiller de thèse :

Je tiens à exprimer ici mes sincères remerciements pour m'avoir accompagnée tout au long de ce travail. Merci pour votre implication, votre réactivité et votre disponibilité. Merci pour vos conseils et votre soutien durant la réalisation de cette thèse et pour tout le temps que vous m'avez consacré.

À Mme Bocquet et Mr Lefèvre :

Pour la gentillesse d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	11
INTRODUCTION	13
CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES ACIDES GRAS.....	14
I. Généralités sur les corps gras	14
A. Origine.....	14
B. Rôles	14
C. Classification	14
II. Les acides gras	15
A. Caractéristiques principales	15
B. Acides gras saturés et insaturés	15
1. Acides gras saturés	15
2. Acides gras insaturés.....	15
a) Acides gras monoinsaturés.....	16
b) Acides gras polyinsaturés.....	16
C. Acides gras essentiels.....	17
LA GRAINE SACHA INCHI (<i>PLUKENETIA VOLUBILIS</i>)	18
I. Etude botanique.....	18
A. Systématique.....	18
B. Habitat.....	19
C. Description botanique.....	19
1. La plante	19
2. Le fruit.....	20
3. Culture	21
II. Composition chimique	21
A. L'huile pressée	21
1. Notion de rapport oméga6/oméga3	22
2. Effets de l'augmentation du ratio oméga 6/oméga 3.....	23
3. Détermination du rapport idéal.....	23
B. Les minéraux.....	24
C. Les vitamines	25
1. La vitamine E	25
2. La vitamine A.....	26
3. La vitamine C.....	27
D. Les acides aminés.....	27
III. Etude pharmacologique et propriétés thérapeutiques	28
A. Utilisation par voie interne	28
1. L'hyperglycémie	28
2. L'athérosclérose.....	29
a) Le cholestérol	30
b) Les lipoprotéines.....	30
c) Dyslipidémies.....	30
d) Intérêt de la consommation du sacha inchi dans la prévention de l'athérosclérose	31
3. L'hypertension artérielle.....	31

4.	L'appareil gastro-intestinal	33
5.	Le métabolisme osseux	34
6.	L'inflammation.....	34
7.	L'immunité	35
8.	Grossesse et allaitement	36
9.	Système nerveux central	37
	a) Vieillesse et pathologies.....	37
	b) Dépression, stress et sommeil.....	38
	c) La vision.....	39
10.	Satiété et perte de poids	40
B.	Utilisation par voie externe	41
	1. Hydratation de la peau.....	41
	2. Vieillesse cutanée.....	42
	3. Acné et psoriasis.....	46
C.	Toxicologie et effets indésirables	47
IV.	Emplois.....	47
	A. Utilisation dans l'alimentation	48
	1. Sous forme de graine.....	48
	2. Sous forme d'huile	48
	3. Sous forme de poudre	49
	B. Utilisation cosmétique	49
V.	La biodiversité	50
	A. Généralités	50
	B. La convention sur la biodiversité	51
	C. Le Protocole de Nagoya	52
	1. Les ressources génétiques et leurs utilisations.....	52
	2. Les savoirs traditionnels	52
	3. Mise en œuvre du protocole	53
VI.	La biopiraterie.....	53
	A. Définition	54
	B. Cas de la France	54
	C. Cas du Pérou	55
	1. Indecopi	56
	a) Définition et missions.....	56
	b) Actions.....	57
	2. Société péruvienne de droit de l'environnement (SPDA).....	61
	3. La commission de lutte contre la biopiraterie.....	61
	4. Parallèle avec d'autres cas	62
	a) La maca.....	62
	b) Le margousier.....	63
VII.	Conclusion.....	64
	BIBLIOGRAPHIE.....	66

LISTE DES ABREVIATIONS

5-HT : Sérotonine
AFSSAPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé
AG : Acide gras
AGPI : Acide gras polyinsaturé
AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdien
ALA : Acide α -linoléique
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APA : Accès et partage des avantages
AQR : Apports quotidiens recommandés
ATP : Adénosine triphosphate
AVC : Accident vasculaire cérébral
AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdien
AL : Acide linoléique
CDB : Convention sur la diversité biologique
CCK : Cholécystokinine
DHA : Acide docosahexaénoïque
DMLA : Dégénérescence maculaire liée à l'âge
ER : Équivalent rétinol
HDL : High Density Lipoprotein
HTA : Hypertension artérielle
Indécopi : Institut national pour la défense de la libre concurrence et la protection de la propriété intellectuelle
INPI : Institut national de la propriété industrielle
IRD : Institut de recherche pour le développement
K : Potassium
LDL : Low Density Lipoprotein
Mg : Magnésium
MICI : Maladie inflammatoire chronique de l'intestin
 μ g : microgramme
mg : milligramme
OMPI : Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
OMS : Organisation mondiale de la santé
ONG : Organisation non gouvernementale
ONU : Organisation des nations unies
PA : Pression artérielle
PAD : Pression artérielle diastolique
PAS : Pression artérielle systolique
PNUE : Programme des nations unies pour l'environnement
PR : Polyarthrite rhumatoïde
SIPO : Office de la propriété intellectuelle
SNC : Système nerveux central
SPDA : Société péruvienne de droit de l'environnement
TG : Triglycérides
UV : Ultraviolet
VLDL : Very Low Density Lipoprotein

$\omega 3$: Oméga 3
 $\omega 6$: Oméga 6
 $\omega 9$: Oméga 9
Zn : Zinc

INTRODUCTION

Sacha Inchi ou *Plukenetia volubilis* Linneo de son nom latin est aussi appelée « Cacahuète des Incas » ou « Inca Inchi ». Sa distribution va de la Bolivie au Mexique bien que plus répandue dans les régions amazoniennes de la Colombie, de l'Equateur et du Pérou. Ce dernier étant de loin le plus important pays producteur actuel. Elle est utilisée depuis des millénaires en forêt amazonienne par les tribus et peuples autochtones.

L'efficacité des plantes médicinales est attestée par une histoire multimillénaire. Cependant, la médecine moderne a relégué la plupart des remèdes traditionnels au rang de curiosité. Il est indéniable que rien ne vaut les médicaments de synthèse quand il s'agit de soigner des maladies graves. En revanche, les maux de tous les jours et les indispositions passagères peuvent se soigner autrement que par des recours systématiques à l'artillerie lourde et il est souvent tout aussi efficace, voire préférable, de faire appel à la phytothérapie. Aujourd'hui, de plus en plus de patients se tournent vers des méthodes plus naturelles. L'utilisation des plantes suscite à nouveau l'intérêt des populations.

L'atout de la graine de Sacha Inchi est sa grande composition en acides gras et en composés mineurs de bonne valeur ajoutée. Ce qui conduit à des utilisations variées aussi bien en nutrition humaine que dans le domaine non alimentaire. Pour le secteur alimentaire, le développement de Sacha Inchi présente un réel intérêt pour l'alimentation humaine avec des nombreux effets bénéfiques sur la santé. Dans le secteur non alimentaire, la graine peut être utilisée dans le domaine des produits cosmétiques et pharmaceutiques.

Au cours de cette thèse, nous commencerons par un rappel sur les acides gras avant d'aborder l'histoire de la plante puis son étude botanique avec sa classification, sa description, sa culture et sa composition chimique. Ensuite, nous détaillerons ses différentes activités pharmacologiques et son usage par voie interne et externe ainsi que sa toxicité. Enfin, nous aborderons le problème posé par l'exploitation de cette plante médicinale en rapport avec la biopiraterie et des actions engagées à travers le monde pour se battre contre ce phénomène.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES ACIDES GRAS

I. Généralités sur les corps gras

A. Origine

Les corps gras constituent une famille très diversifiée comprenant les huiles, les margarines et le beurre. Ces matières grasses sont source d'énergie et sont donc indispensables à notre organisme. Ils ont une très forte teneur en lipides, environ 80% dans un beurre, 40% dans un beurre allégé et plus de 95% dans les huiles.

Les corps gras sont de deux origines : animale ou végétale. La première comprend les huiles et graisses animales et le beurre. La seconde inclut les graisses et huiles végétales ainsi que les margarines.

B. Rôles

Les lipides constituent une réserve énergétique pour l'organisme et sont stockés dans les tissus adipeux. La dégradation d'un gramme de lipide libère 9 Kcal contre 4 Kcal pour un gramme de glucide ou un gramme de protéine.

On retrouve les lipides membranaires qui sont les phospholipides, le cholestérol et les glycolipides qui forment des barrières souples et résistantes au sein de l'organisme. Ils participent à la barrière hydrique de l'épiderme et sont également le vecteur des vitamines liposolubles A, D, E et K.

Certains lipides entrent dans la composition des hormones stéroïdiennes, des médiateurs de l'inflammation ou des modulateurs de l'agrégation plaquettaire.

C. Classification

La famille des lipides comprend différentes molécules comme les triglycérides formés par un glycérol et trois acides gras, les acides gras seuls, les stérols et sphingolipides. Ici, nous aborderons uniquement les acides gras car ils sont les principaux constituants de la graine de Sacha Inchi.

Les lipides peuvent être scindés en deux grands groupes : les acides gras saturés et insaturés. Ils sont classés selon la nature de leur chaîne carbonée, le degré d'insaturation, et les substituants qui les composent.

II. Les acides gras

A. Caractéristiques principales

Les acides gras sont des acides organiques constitués d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Leur chaîne carbonée est de longueur variable allant de 4 à 26 atomes de carbone avec une extrémité formée par un groupement carbonyle - COOH polaire donc hydrophile. La chaîne carbonée est apolaire donc lipophile.

Il existe trois grandes familles : les acides gras saturés, les acides gras monoinsaturés et les acides gras polyinsaturés.

B. Acides gras saturés et insaturés

C'est la structure de la chaîne carbonée qui permet de distinguer les deux groupes d'acides gras par la présence ou non de doubles liaisons (CH=CH) à son niveau. Les acides gras saturés ne possèdent pas de doubles liaisons alors que les acides gras saturés en possèdent une ou plusieurs.

1. Acides gras saturés

On parle d'acides gras saturés lorsque les atomes de carbone de la chaîne carbonée sont reliés entre eux par des liaisons simples. On retrouve notamment l'acide stéarique et palmitique. Ils sont notés, dans la nomenclature, Cx:0 où x correspond au nombre d'atomes de carbone de la chaîne carbonée. Par exemple, l'acide palmitique C16:0 qui possède 16 atomes de carbone sans aucune double liaison.



Structure de l'acide palmitique

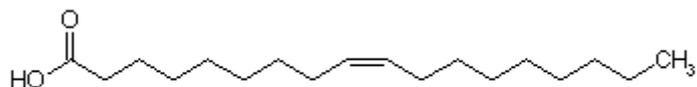
Ces acides gras saturés peuvent se trouver dans les corps gras animaux tel que le beurre. Plus ils sont en grande quantité plus la consistance sera solide.

2. Acides gras insaturés

Les acides gras insaturés possèdent une ou plusieurs doubles liaisons dans leur chaîne carbonée. La nomenclature consiste à compter les atomes de carbone en commençant par le carbone du groupe méthyle terminal. On note n-x où x est le carbone de la première double liaison en partant de ce groupement.

a) Acides gras monoinsaturés

Ils ne comportent qu'une seule double liaison. On retrouve l'acide oléique C18:1 n-9 signifiant qu'il possède 18 atomes de carbone et une double liaison au niveau du carbone 9 en partant du groupement méthyle terminal. Il peut aussi être noté C18:1 ω 9.



Structure de l'acide oléique

Ils sont surtout présents dans les huiles d'olive, arachide et colza.

b) Acides gras polyinsaturés

Ils comportent au moins deux doubles liaisons sur leur chaîne carbonée. Les principaux sont l'acide linoléique et l'acide α -linoléique.

L'acide linoléique est noté C18:2 n-6 ou ω 6 avec la structure suivante :



Structure de l'acide linoléique

L'acide α -linoléique est noté C18:3 n-3 ou ω 3 avec la structure suivante :



Structure de l'acide α -linoléique

Ils sont essentiellement présents dans les huiles de tournesol, de noix ainsi que dans les oléagineux (amandes, cacahuètes, noisettes).

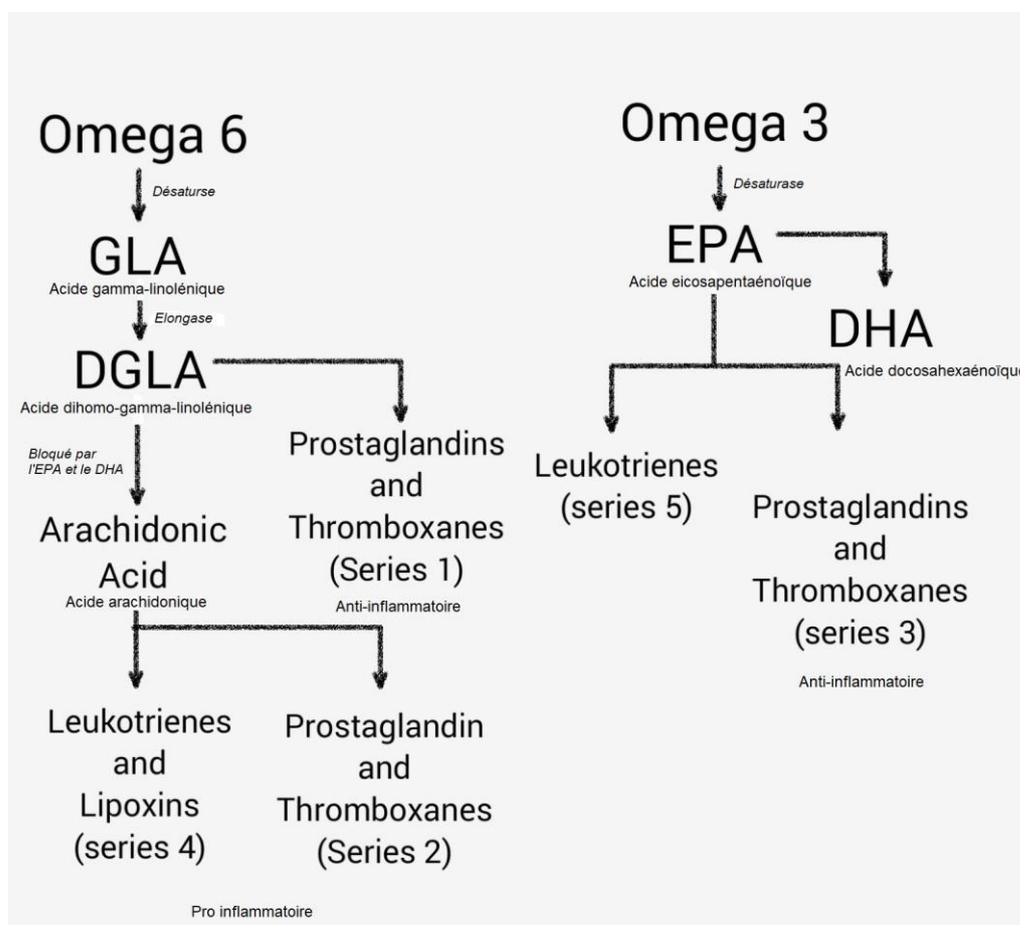
C. Acides gras essentiels

Les acides gras essentiels sont ceux qui ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme et qui doivent donc être obligatoirement apportés par l'alimentation. Ils font partie des acides gras polyinsaturés. On les retrouve essentiellement dans les graisses et les huiles végétales.

On retrouve l'acide linoléique C18:2 ω 6 que l'on appelle également couramment oméga 6 et l'acide α -linoléique C18:3 ω 3 appelé oméga 3. Ils ont des rôles très importants.

L'acide linoléique est un précurseur des prostaglandines et leucotriènes qui sont les médiateurs de l'inflammation et des prostacyclines et thromboxanes qui régulent l'agrégation plaquettaire (Anses, 2011). Il diminue également le taux de cholestérol circulant, participe à l'intégrité de la peau, et à la production d'ATP par les mitochondries (Gardner et Kraemer, 1995).

L'acide α -linoléique a un rôle important dans la vision, il participe au bon fonctionnement du système nerveux et diminue également le taux de triglycérides sanguin. Il abaisse le risque de survenue de maladies cardiovasculaires, auto-immunes, maladie de Crohn et certains cancers tel que celui du sein, colon et prostate. Il diminue le risque d'hypertension artérielle et possède un effet antiarythmique réduisant les risques de mort subite par fibrillation ventriculaire.



Biogenèse des eicosanoïdes

LA GRAINE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS*)

Sacha Inchi est une plante cultivée par les populations de l'Amazonie depuis plus de trois mille ans. Les graines du Sacha Inchi broyées en farine ou cuites ainsi que l'huile étaient consommées par les indiens pour la préparation de certains plats et de boissons.

Traditionnellement, les femmes péruviennes mélangeaient l'huile de Sacha Inchi avec de la farine afin d'obtenir une crème revitalisante pour la peau. Elle permet de lui donner une apparence plus juvénile.

Les graines étaient, elles, consommées grillées par les groupes ethniques Secoyas, Boras et Amueshas pour trouver force et courage. Les indigènes de l'Amazonie quant à eux consommaient les feuilles.

Elle est aussi traditionnellement utilisée pour stimuler la croissance des jeunes enfants ainsi que pour maintenir les personnes les plus âgées de la tribu en bonne santé.

I. Etude botanique

A. Systématique

Division	Spermatophytes
Subdivision	Angiospermes
Classe	Dicotylédones Vraies
Ordre	Malpighiales
Famille	Euphorbiaceae
Genre	<i>Plukenetia</i>
Espèce	<i>Plukenetia volubilis</i>

L'espèce *Plukenetia volubilis* fait partie du genre *Plukenetia* qui fait lui-même partie de la famille des Euphorbiacées. Cette famille comprend environ 7500 espèces dans le monde réparties dans environ 310 genres.

Il n'y a pas de sous-espèces définies bien que les agronomes aient décrit cinq variétés basées sur la région de culture. Le genre *Plukenetia* contient quatorze autres espèces.

Elle fait partie des dicotylédones ce qui signifie que la graine renferme un seul embryon à deux cotylédons, feuilles primordiales chargées de réserves en lipides, protéines et sucres. Ces réserves sont dégradées au cours de la germination par des enzymes, les molécules issues de cette dégradation sont alors transportées vers l'embryon qui les utilise pour continuer son cycle de développement.

Les Euphorbiacées font partie des angiospermes, c'est-à-dire des plantes à fleurs qui possèdent un ovaire qui deviendra un fruit après fécondation.

Les angiospermes sont une sous-division des spermatophytes qui sont des plantes à graines.

B. Habitat

Plukenetia volubilis est une plante originaire des forêts tropicales de la région amazonienne du Pérou, principalement dans la province de San Martin.

Elle est cultivée abondamment au Pérou mais aussi dans plusieurs pays d'Amérique du Sud tels que la Colombie, l'Equateur, la Bolivie, le nord-ouest du Brésil, le Venezuela ainsi qu'au Mexique et dans certaines îles du vent dans le sud des Caraïbes.

Elle est maintenant commercialement cultivée dans le sud-est de l'Asie, notamment en Thaïlande.

C. Description botanique

1. La plante

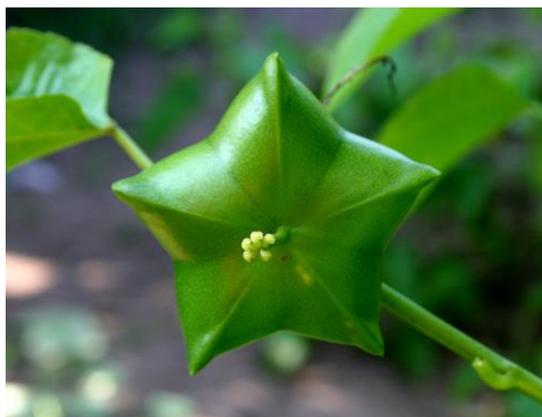


Plukenetia volubilis est une plante ligneuse, vivace et grimpante atteignant jusqu'à deux mètres de hauteur.

Les feuilles alternes sont larges à bords finement dentelés. Leur longueur est de 10 à 12 centimètres tandis que leur largeur est de 8 à 10 centimètres. Le pétiole fait 2 à 6 centimètres de long.

C'est une plante hermaphrodite avec de petites fleurs blanches dispersées en grappes, produisant un fourreau vert à six lobes qui brunit à maturité. Chaque lobe produit une graine.

2. Le fruit



Le fruit est en forme d'étoile. C'est une capsule de 4 à 5 centimètres de diamètre composée de quatre à sept lobes contenant chacun une graine. Il est vert et devient noirâtre quand il munit.

La floraison dure cinq mois mais il faut attendre huit mois pour les graines. A l'âge de deux ans, une centaine de fruits secs peuvent être récoltés donnant 400 à 500 graines par an.



Les graines ont la taille d'une cacahuète, elles grandissent en gousse pesant 45 à 100 grammes. Une graine fait 1,5 à 2 centimètres de diamètre, 7 à 8 millimètres d'épaisseur et pèse en moyenne 1 gramme. Elles sont de forme ovale et de couleur noire.

3. Culture

Plukenetia volubilis est cultivée dans un climat chaud entre 200 et 1700 mètres d'altitude sur les hauts plateaux des Andes du Pérou où le sol est plat, acide et riche en minéraux et nutriments. Elle pousse soit dans le versant de la montagne en rebord de forêt ou sur les plages alluviales près des rivières dans un lieu protégé de la pluie, des inondations, et des vents forts. Il est nécessaire qu'il y ait une disponibilité continue de l'eau et un bon drainage.

Neuf mois après la plantation des graines, les fruits mûrs sont sélectionnés et récoltés à la main. Les graines sont alors séchées au soleil et transformées en huile, en poudre ou sont simplement grillées.

Le pressage à froid permet d'obtenir une huile de la plus haute qualité en conservant les éléments nutritifs de l'huile et l'arôme tout en évitant la contamination par les métaux lourds.

II. Composition chimique

Plusieurs facteurs peuvent influencer la composition des graines tels que le sol, le climat ainsi que les conditions géographiques.

La graine de Sacha Inchi contient le plus haut niveau d'oméga 3, soit vingt fois plus que le saumon sauvage (2,5%, Anses). Elle est, de ce fait, la plus grande source d'oméga 3 à base de plante sur terre et contient huit acides aminés essentiels.

C'est une graine oléagineuse riche en acides gras polyinsaturés avec une composition de 93,7% d'acides gras total.

Sa composition générale est de 41,1% d'huile, 24,7% de protéines et 3,3% d'eau.

A. L'huile pressée

Une fois la graine pressée, on obtient une huile riche surtout en acides gras essentiels tels que l'acide α -linoléique C18:3 aussi appelé oméga 3 (ω 3) qui représente la moitié des acides gras totaux soit 50,8% et l'acide linoléique C18:2 connu sous le nom d'oméga 6 (ω 6) à 33,4% ce qui fait une proportion de 84,2% d'acides gras essentiels.

En plus faible proportion, on retrouve l'acide palmitique C16:0 à 4,4 %, l'acide stéarique C18:0 à 2,4% ainsi que l'acide oléique C18:1 ou oméga 9 (ω 9) à 9,1%.

Elle possède un très faible taux d'acides gras saturés de 6,2% en faisant un produit sain.

Fatty acid	Crude oil	NL	FFA	PL
Fractions (%)	100	97.2±0.9 ^a	1.2±0.7 ^b	0.8±0.4 ^c
C16:0 (Palmitic)	4.4±0.02 ^a	4.4±0.02 ^a	5.2±0.2 ^b	26.9±0.5 ^c
C18:0 (Stearic)	2.4±0.02 ^a	2.3±0.15 ^a	3.0±0.1 ^b	11.7±0.3 ^c
C18:1 n -9 (Oleic)	9.1±0.01 ^a	9.1±0.04 ^a	9.4±0.08 ^b	9.6±1.5 ^c
C18:2 (Linoleic)	33.4±0.04 ^a	32.9±0.02 ^b	32.3±0.1 ^c	40.3±2.7 ^d
C:18:3 (α -Linolenic)	50.8±0.03 ^a	51.2±0.10 ^b	50.1±0.1 ^c	11.5±1.3 ^d

^a Values are means \pm standard deviations of duplicate determinations. ^b Means in the same row followed by the same letter are not significantly different by LSD test.

NL : lipides neutres ; FFA : acides gras libres ; PL : phospholipides

Composition en acides gras de la graine de Sacha Inchi

Les acides gras sont les constituants majeurs des différentes classes de lipides comme les triglycérides situés principalement dans les tissus adipeux et constituants la forme principale de stockage de l'énergie et les phospholipides qui sont des lipides de structure car ils sont les constituants des membranes cellulaires.

	Acide linoléique	Acide alpha-linolénique	Acide laurique + myristique + palmitique	Acide oléique
Adulte	4%	1%	≤8%	15-20%

Apports nutritionnels conseillés par jour par l'ANSES (2010)

1. Notion de rapport oméga6/oméga3

Les oméga 6 sont des AG largement utilisés dans tout l'organisme pour des fonctions aussi diverses que celles des oméga 3. L'influence des oméga 6 sur le développement de cardiopathies liés à l'athérosclérose découle plus d'un déséquilibre entre les métabolites issus de ces AG et ceux provenant des oméga 3 que d'un excès isolé d'oméga 6 (Wang et al., 2009). En effet, les activités biologiques des oméga 3 et 6 ainsi que leurs métabolites sont en équilibre, leurs actions s'opposant souvent. On peut, par exemple, opposer l'action anti-inflammatoire des prostaglandines de la série 3 (à partir de l'acide α -linoléique) à l'action pro-inflammatoire des prostaglandines de la série 2 (à partir de l'acide arachidonique), ou encore la diminution de la production de thromboxane A2 induite par l'ingestion d'huile de poisson (riche en EPA et DHA) (Biesalski et Grimm, 2010). Les deux voies métaboliques partent de l'acide linoléique (LA) pour les oméga 6 et de l'acide α -linoléique pour les oméga 3. Ces deux voies sont parallèles car les métabolites sont issus de désaturations et d'élongations successives, mais leurs métabolites agissent de concert pour créer un environnement pro/anti-inflammatoire équilibré ainsi qu'une fluidité sanguine optimale (Russo, 2009). Le but de ce jeu d'opposition est de maintenir un environnement réactif en cas d'agression par l'intermédiaire du processus inflammatoire, mais d'en maîtriser le caractère délétère en le maintenant à très bas niveau en absence de besoin réel (Russo, 2009). Il en est de même pour le processus d'agrégation plaquettaire et de coagulation qui est maintenu réactif par la présence au sein des membranes de facteurs en faveur de la formation d'un thrombus (oméga 6) mais dont la réactivité est contenue par des facteurs d'activité opposée (oméga 3). Ainsi, en cas de déséquilibre, les processus

physiologiques sont perturbés et les risques de voir se développer une pathologique s'en voient accrus (Russo, 2009).

Rapport oméga 3/oméga 6	Effets
1/2 à 1/3	Diminution de l'inflammation dans la polyarthrite rhumatoïde
1/2,5	Diminution de la prolifération cellulaire dans les cancers colorectaux
1/4	Diminution de 70% de la mortalité par maladie cardiovasculaire
1/5	Diminution de la sévérité de l'asthme
1/10	Augmentation de la sévérité de l'asthme

Effets des différents rapport oméga 3/oméga 6 dans l'alimentation

2. Effets de l'augmentation du ratio oméga 6/oméga 3

Les acides gras de ces deux séries sont des composants importants des membranes cellulaires. Lorsque les oméga 3 sont consommés, ils remplacent partiellement les oméga 6 de la membrane cellulaire, tout particulièrement dans les érythrocytes, plaquettes, monocytes et hépatocytes (Simopoulos, 1994). Du fait de l'augmentation des quantités d'oméga 6, les métabolites eicosanoïdes obtenus à partir de l'acide arachidonique sont produits en plus grande quantité que ceux obtenus à partir de l'ALA. Ce déséquilibre contribue à la formation du thrombus à partir de la plaque d'athérome, ainsi qu'aux désordres allergiques, inflammatoires, auto-immuns et à la prolifération de certaines cellules (adipocytaires et cancéreuses notamment). En cas de déséquilibre vers les oméga 6, on observe des risques cardiovasculaires augmentés, une diminution de la fertilité (Simopoulos, 2002), une moins bonne régulation glycémique chez les diabétiques de type 2, et une augmentation du bruit de fond inflammatoire (Kalogeropoulos et al., 2010).

3. Détermination du rapport idéal

Si le rapport oméga 6/oméga 3 est estimé au paléolithique à 1, et qu'en France il est aujourd'hui d'environ 20, le rapport conseillé par l'Anses (2011) indique un rapport proche de 5 (inférieur ou égal à 5). Le rapport oméga 6/oméga 3 de la graine de Sacha Inchi est de 33,4/50,8 ce qui est égal à 0,7.

B. Les minéraux

	Magnésium (mg)	Zinc (mg)	Potassium (mg)	Calcium (mg)	Cuivre (mg)	Fer (mg)
Homme adulte	420	12	750	900	1,3	9
Femme adulte	360	10	750	900	1	16
Graine de Sacha Inchi (pour 100g)	321	4,9	556	241	1,3	10,4

Apports nutritionnels conseillés par jour par l'ANSES (2001)

La graine de Sacha Inchi est riche en minéraux essentiels tels que le magnésium (Mg), le zinc (Zn) et le potassium (K).

On y retrouve sept minéraux en composition diverse. L'élément le plus important étant le potassium (5563,5 mg/kg) suivi par le magnésium (3210 mg/kg) puis le calcium (2406 mg/kg). Elle pourrait donc être utilisée dans le régime alimentaire humain afin de compléter ces éléments.

En minorité on retrouve le fer (103,5 mg/kg), le sodium (15,4 mg/kg), le cuivre (12,9 mg/kg) et enfin le zinc (49 mg/kg).

Table 1
Chemical composition of the Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and physicochemical properties of their crude oil^a

Component	Value
<i>Seeds</i>	
Moisture (%)	3.3 ± 0.3
Fat (%)	42.0 ± 1.1
Protein (%)	24.7 ± 0.5
Ash (%)	4.0 ± 0.7
Total carbohydrate (%)	30.9 ± 0.6
Potassium (mg/kg)	5563.5 ± 6.4
Magnesium (mg/kg)	3210.0 ± 21.2
Calcium (mg/kg)	2406.0 ± 7.1
Iron (mg/kg)	103.5 ± 8.9
Zinc (mg/kg)	49.0 ± 1.1
Sodium (mg/kg)	15.4 ± 0.5
Copper (mg/kg)	12.9 ± 0.3

Composition en minéraux de la graine de Sacha Inchi

C. Les vitamines

Les vitamines sont des substances organiques indispensables à l'organisme, sans valeur énergétique propre. L'homme ne pouvant pas les synthétiser en quantité suffisante, elles doivent être fournies par l'alimentation. Elles sont classées en deux groupes selon leur solubilité.

La graine de *Plukenetia volubilis* est riche en vitamine A et vitamine E sous forme d' α -tocophérol qui sont liposolubles. Les études ayant analysé la graine de lin et d'autres graines oléagineuses (Ryan et al., 2007) et le soja (Boschin, Arnoldi, 2011) ont montré une teneur en tocophérols total plus basse ainsi qu'une activité de la vitamine E plus faible que pour la graine de Sacha Inchi (Pereira de Souza, 2013). La vitamine E étant anti-oxydante, cela confère à Sacha Inchi des propriétés antioxydantes permettant de combattre les radicaux libres et de lutter contre le vieillissement notamment de la peau. La vitamine C, hydrosoluble, intervient quant à elle dans les réactions radicalaires comme piègeur de radicaux libres ou, au contraire, comme producteur de radicaux hydroxyles en présence de fer et dans un contexte de réaction inflammatoire.

	Vitamine E (mg)	Vitamine A (μ g)	Vitamine C (mg)
Homme adulte	12	1000	80
Femme adulte	12	800	80
Femme enceinte	12	1000	90
Personne âgée	12	800	80

Apports quotidiens recommandés par l'organisation mondiale de la santé

1. La vitamine E

La vitamine E a un pouvoir antioxydant majeur au sein de l'organisme. Elle protège les cellules des effets néfastes des radicaux libres et est également anti-inflammatoire. Elle aide le système immunitaire à combattre les infections et agit comme vasodilatateur naturel permettant le relâchement des vaisseaux sanguins. Elle permet également d'accroître la résistance des lipoprotéines à l'oxydation et jouerait un rôle préventif dans la survenue de l'athérosclérose ou d'autres maladies cardiovasculaires.

L'apport quotidien recommandé (AQR) en vitamine E est fixé à 10 à 15 mg d' α -tocophérol qui est sa forme naturelle.

Une carence en vitamine E peut se manifester sur le long terme par des signes hématologiques, musculaires avec une abolition des réflexes tendineux, des troubles de la marche, ophtalmiques type rétinopathie pigmentaire et des problèmes neurologiques attribuables à une mauvaise conduction nerveuse.

La vitamine E a trois grands rôles : la lutte contre le vieillissement en aidant l'épiderme à rester souple et en préservant la beauté des ongles et cheveux, la protection contre certains cancers et enfin la protection contre les maladies cardiovasculaires.

Fraction	δ -Tocopherol	$\beta+\gamma$ -Tocopherol	α -Tocopherol	Total tocopherol content
Nut	2.95 ^a ± 0.01	5.05 ^a ± 0.15	0.99 ^b ± 0.06	8.99 ^a ± 0.16
Shell	0.57 ^b ± 0.01	0.65 ^b ± 0.01	1.84 ^a ± 0.02	3.06 ^b ± 0.02

Means followed by the same letters in columns do not differ by the Student's t-test ($p < 0.05$).

Composition en tocophérol (mg/100g) de la graine et de la coque de Sacha Inchi

La composition de la graine de Sacha Inchi en tocophérol total est de presque 9 mg pour 100 grammes.

2. La vitamine A

La vitamine A est présente dans le Sacha Inchi sous forme de rétinol. C'est un cofacteur de la rhodopsine, pigment protéique support de la vision crépusculaire retrouvé dans les bâtonnets de la rétine. Elle joue un rôle dans la vision et est utilisée dans le traitement des affections oculaires. C'est un constituant de certaines cellules du pourpre rétinien qui permettent de voir la nuit, de réagir aux éblouissements et à la lumière des écrans.

Elle joue un rôle également dans la croissance de l'organisme, la régulation du capital génétique, la reproduction, le métabolisme osseux, les défenses immunitaires en stimulant la prolifération des lymphocytes et en permettant la synthèse des immunoglobulines par les lymphocytes B. Elle protège des radicaux libres mais également de certains cancers et ralentit leur développement.

Le rétinol est utilisé dans l'industrie cosmétique. En stimulant les défenses naturelles de la peau, il aide à lutter contre le vieillissement et est devenu l'un des produits phare contre le vieillissement cutané. La vitamine A est notamment employée pour le traitement de l'acné et du psoriasis.

L'hypovitaminose A est un grave problème de santé publique dans de nombreux pays en voie de développement et une supplémentation en vitamine A serait bénéfique sur la réduction de la mortalité et de la morbidité dans ces pays. Dans les pays développés, la carence alimentaire est très rare, on la rencontre chez l'alcoolique, dans les pathologies hépatiques et les malabsorptions des graisses. Elle se manifeste par une diminution de la vision crépusculaire, un dessèchement cutané, une hyperkératose et une perte de cheveux. Sur le plan général, par une sensibilité accrue aux infections virales.

3. La vitamine C

La vitamine C, aussi connue sous le nom d'acide ascorbique, intervient dans le métabolisme des hormones surrénaliennes et sexuelles. Elle participe au métabolisme du fer en activant son absorption par la membrane intestinale mais aussi au métabolisme des glucides, lipides, acides aminés et protéines dont la formation du collagène qui intervient dans la tonicité de la peau.

Elle intervient également dans le métabolisme musculaire et cérébral en activant certains neurotransmetteurs ainsi que dans l'ossification. Elle possède un effet hémostatique en augmentant la résistance capillaire. Elle intervient aussi dans les mécanismes de défense immunitaire, elle permet de lutter contre les infections en favorisant la multiplication des leucocytes et des interférons.

La vitamine C a un rôle antioxydant important, en synergie avec la vitamine E et la vitamine A. Elle inhibe la propagation des radicaux libres et les processus oxydatifs. De ce fait, elle diminue la prévalence des maladies cardiovasculaires et des cancers notamment au niveau des voies aérodigestives.

Elle se retrouve, en définitif, dans presque toutes les fonctions de l'organisme.

La carence en vitamine C, connue sous le nom de scorbut, se retrouve surtout chez l'alcoolique chronique car l'acide ascorbique est utilisé pour le métabolisme de l'alcool. Elle se manifeste par une asthénie, anorexie et une irritabilité. La mauvaise synthèse du collagène entraîne rapidement la rupture de petits vaisseaux à l'origine d'ecchymoses. Des douleurs osseuses et des signes d'inflammation locale peuvent limiter certains mouvements.

D. Les acides aminés

La graine de *Plukenetia volubilis* contient tous les acides aminés essentiels qui ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme. Les acides aminés sont des composés organiques qui ont pour rôle le plus important le transport de nutriments et l'optimisation de leur stockage.

Le corps humain est composé à 20% de protéines formées à partir d'acides aminés. Elles sont responsables de la croissance, protègent contre les substances toxiques et les maladies et participent au bon fonctionnement de l'organisme. Une fois absorbées, ces protéines sont dégradées en acides aminés individuels.

Une carence en acides aminés peut affecter les performances ainsi que le bien-être et peut être responsable d'une augmentation de la tension artérielle, d'une insuffisance cardiaque, d'une baisse de l'humeur et d'un manque de concentration.

Dans la graine de Sacha Inchi, on retrouve notamment la phénylalanine (Phe) et la tyrosine (Tyr) qui jouent un rôle sur l'humeur à 79 mg/g. Également la leucine (Leu) à 64 mg/g, l'isoleucine (Ile) à 50 mg/g et la valine à 40 mg/g qui interagissent ensemble pour accélérer la cicatrisation du tissu musculaire, de la peau et des os. La lysine (Lys) à 43mg/g qui garantit l'absorption du calcium et qui est à l'origine de la formation du collagène qui constitue le cartilage. La thréonine (Thr) présente à 43

mg/g qui est, elle aussi, importante pour la formation du collagène. Et enfin la méthionine (Met) en moins grande quantité, 12 mg/g, qui est un puissant antioxydant. Elle détoxifie l'organisme et favorise la bonne santé des cheveux et des ongles. On y retrouve également des acides aminés non essentiels comme la cystéine et l'arginine.

TABLE I
Amino Acid Profile of Inca Peanut Protein Compared to Other Oilseed Protein^{a,b}

Amino Acid	Inca Peanut	Soybean	Peanut	Cottonseed	Sunflower	FAO/WHO/UNU Scoring Pattern ^c
Total protein, %	27	28	23	33	24	
Essential						
His	26	25	24	27	23	19
Ile	50	45	34	33	43	28
Leu	64	78	64	59	64	66
Lys	43	64	35	44	36	58
Met	12	13	12	13	19	...
Cys	25	13	13	16	15	...
Met + Cys	37	26	25	29	34	25
Phe	24	49	50	52	45	...
Tyr	55	31	39	29	19	...
Phe + Tyr	79	80	89	81	64	63
Thr	43	39	26	33	37	34
Trp	29	13	10	13	14	11
Val	40	48	42	46	51	35
Nonessential						
Ala	36	43	39	41	42	...
Arg	55	72	112	112	80	...
Asp	111	117	114	94	93	...
Glu	133	187	183	200	218	...
Gly	118	42	56	42	54	...
Pro	48	55	44	38	45	...
Ser	64	51	48	44	43	...
TEAA ^d	411	418	349	365	366	...
TAA ^e	976	985	945	936	941	...
TEAA as percent of TAA	42	42	37	39	39	...

^a Values for soybean, peanut, cottonseed, and sunflower were taken from Bodwell and Hopkins (1985).

^b Values shown are milligrams/gram of protein, unless otherwise noted ($N \times 6.25$).

^c Recommended level for children of preschool age (2-5 years), although recently recommended for evaluation of dietary protein quality for all age groups except infants (Joint FAO/WHO Expert Consultation 1990).

^d TEAA = total essential amino acids.

^e TAA = total amino acids.

Composition en acides aminés de la graine de Sacha Inchi

III. Etude pharmacologique et propriétés thérapeutiques

De nombreuses études ont été réalisées sur les effets pharmacologiques de Sacha Inchi employée sous diverses formes et pour une utilisation interne ou externe. Un certain nombre de substances a été identifié, cependant les mécanismes d'action n'ont pas toujours été déterminés.

A. Utilisation par voie interne

1. L'hyperglycémie

Le diabète est reconnu comme étant une des causes les plus importantes de morbidité et de mortalité à travers le monde. Environ 2,5 à 3% de la population mondiale souffre de cette maladie, une proportion qui peut atteindre 7% ou plus dans certains pays.

Le diabète est défini selon l'AFSSAPS par une glycémie à jeun supérieure à 1,26 g/L ou lors d'une hyperglycémie provoquée avec 75 grammes de glucose, une glycémie à 120 minutes et une glycémie à temps intermédiaire entre 0 et 120 minutes supérieure à 2g/L.

On distingue deux types de diabète :

- Le diabète de type I ou insulino-dépendant (DID). Survenant généralement chez le sujet jeune, il se caractérise par une carence absolue en insuline dont la cause est un processus auto-immun aboutissant à la destruction des cellules à insuline.
- Le diabète de type II ou non insulino-dépendant (DNID). Il associe deux facteurs : une insulino-résistance et un déficit en insuline. Le DNID peut être accompagné ou non d'une obésité et survient souvent après la quarantaine.

Les sujets diabétiques présentent la plupart du temps une hyperlipidémie avec une hypertriglycéridémie fréquente. Celle-ci est souvent associée à une hypercholestérolémie due à une augmentation des taux de LDL et VLDL. Parallèlement, chez les sujets diabétiques, on note une diminution des taux de HDL. Ainsi, les diabétiques sont plus exposés aux risques cardiovasculaires.

Le taux important d'oméga 3 contenu dans la graine de Sacha Inchi aide à contrôler le niveau de glucose dans le sang en régulant son métabolisme. Il régule aussi le taux d'insuline et diminue les fluctuations de la glycémie. Beaucoup d'études affirment qu'il pourrait réduire la résistance à l'insuline dans le diabète de type II et augmenter le nombre de récepteurs à l'insuline ainsi que l'affinité de l'insuline pour son récepteur (Russo, 2009).

D'autre part, le diabète est associé à une augmentation de dérivés réactifs de l'oxygène ou l'incapacité de l'organisme à réduire ces dérivés, processus connu comme stress oxydatif. Les anti-oxydants sont des substances importantes qui ont la capacité de protéger l'organisme des dommages causés par le stress oxydatif. Sacha inchi possède donc un intérêt particulier grâce à la grande présence d'anti-oxydants naturels, elle aide l'organisme à garder un équilibre normal des dérivés réactifs de l'oxygène.

2. L'athérosclérose

Dans les pays développés, les pathologies liées à l'athérosclérose sont la première cause de morbi-mortalité. Les taux de mortalité les plus élevés sont observés dans les pays du nord de l'Europe et en Amérique du Nord. Des arguments scientifiques montrent que Sacha Inchi joue un rôle majeur dans la prévention des maladies cardiovasculaires. Ces maladies sont très souvent dues à une mauvaise alimentation portant surtout sur les aliments gras et sont donc très accessibles à la prévention.

L'athérosclérose a des manifestations variées : infarctus du myocarde, angine de poitrine, accident vasculaire cérébral, artérites oblitérantes des membres inférieurs.

Selon l'OMS (1957) : « l'athérosclérose est une association variable de remaniements de l'intima des artères de gros et moyen calibre. Elle consiste en une

accumulation locale de lipides, de glucides complexes, de sang et de produits sanguins, de tissu fibreux et de dépôts calcaires. Le tout est accompagné de modifications de la média ».

a) Le cholestérol

Le cholestérol libre est d'origine animale exclusivement, il s'agit du stérol le plus représenté dans le corps humain. Sa biosynthèse est assurée principalement par le foie mais est aussi effectuée par d'autres organes. Son élimination intervient à travers les voies biliaires dans lesquelles il est excrété avec la bile dans l'intestin en l'état ou après transformation en acides biliaires. Le cholestérol et les acides biliaires sont réabsorbés en partie pour retourner au foie en réalisant une circulation entéro-hépatique continue. C'est un élément vital de l'organisme humain, celui-ci a besoin de cholestérol pour fonctionner. On le retrouve dans les membranes de toutes les cellules du corps humain.

b) Les lipoprotéines

N'étant pas solubles dans l'eau, les triglycérides et le cholestérol estérifié ne peuvent pas circuler librement dans le sang et, par conséquent, doivent être véhiculés sous forme de complexes appelés lipoprotéines.

Il existe plusieurs lipoprotéines :

- Chylomicrons
- VLDL : Very Low Density Lipoprotein
- LDL : Low Density Lipoprotein
- HDL : High Density Lipoprotein

Les LDL sont des lipoprotéines légères de basse densité qui transportent 50 à 70% du cholestérol total présent dans le plasma sanguin. Elles fournissent le cholestérol nécessaire à la vie des cellules des tissus extra-hépatiques.

Les HDL sont des lipoprotéines lourdes de haute densité qui transportent environ 30% du cholestérol sanguin. Elles sont synthétisées et sécrétées par le foie et l'intestin et assurent le transport retour du cholestérol, captant celui-ci au contact des cellules incapables de les dégrader et le ramenant vers le foie où il sera recyclé ou le rendant aux LDL pendant le transport sanguin.

c) Dyslipidémies

La dyslipidémie est le nom donné aux maladies du métabolisme des lipides. Les facteurs de risques cardiovasculaires sont ceux entraînés par une élévation du cholestérol total et du LDL cholestérol, une baisse du HDL cholestérol et une augmentation du pouvoir oxydatif des LDL sous l'action des radicaux libres. Chacune de ces perturbations peut conduire à l'athérosclérose mais sont le plus souvent concomitantes.

d) Intérêt de la consommation du sacha inchi dans la prévention de l'athérosclérose

Une étude américaine randomisée sur 30 sujets ayant reçu, en supplémentation de leur régime alimentaire habituel, 15 ml par jour d'huile de Sacha Inchi pendant 4 mois a démontré que la prise quotidienne de cette huile diminuait le niveau de cholestérol total dans le sang notamment les taux de LDL cholestérol et des triglycérides qui sont responsables des maladies cardiovasculaires et le dépôt de plaques dans les artères (Gonzales, 2014). En revanche, elle augmentait le HDL cholestérol connu sous le nom de « bon cholestérol ». La consommation de Sacha Inchi permet de réduire l'athérosclérose et donc les risques de maladies cardiovasculaires notamment l'AVC et de coronopathies en contrôlant le taux de cholestérol dans le sang et en stimulant la destruction du « mauvais cholestérol » comme le LDL et les triglycérides. Les oméga 3 diminuent les triglycérides et les VLDL, et augmentent le niveau d'HDL (Lee et Lip, 2003 ; Das, 2000). L'effet le plus marqué sur le profil lipidique quantitatif est porté sur la diminution des triglycérides plasmatiques (Anses, 2011).

L'athérosclérose et la thrombose ne sont qu'une seule maladie : l'athérombose. Le thrombus se forme en aval des plaques d'athérome ce qui ralentit localement ou même arrête le flux artériel. La lésion primaire, commune à l'athérosclérose et la thrombose, est l'effraction locale de l'endothélium artériel. Elle provoque sur place une adhésion, puis une agrégation des plaquettes provoquant alors des processus thrombogènes. Des études expérimentales ont démontré que la prise de Sacha Inchi qui est très riche en acides gras insaturés dont les oméga 6, permettait de réduire les risques de thrombose. Plusieurs études montrent le caractère protecteur des oméga 3 contre l'athérosclérose (William, 2008). Les concentrations sériques en ALA sont inversement corrélées à la fréquence de plaques d'athérome au niveau carotidien et fémoral (Sala-Vila et al., 2011).

Ainsi les différents oméga 3 agissent ensemble pour éviter la formation et rupture de la plaque d'athérome. Cela met en relief la nécessité d'apporter des sources d'ALA (1% de l'apport énergétique selon l'ANSES (2011)) pour une action globale renforcée.

3. L'hypertension artérielle

L'hypertension artérielle (HTA) est une condition morbide très répandue dans le monde. En France, l'HTA affecte environ 30% de la population âgée de plus de 50 ans et on estime qu'au moins 10 millions de personnes auraient intérêt à faire baisser leur tension artérielle.

Dans la majorité des cas, l'HTA est dite essentielle car elle n'a pas de causes organiques connues. Cependant, cette forme d'hypertension peut être largement prévenue par un mode de vie sain avec de bonnes habitudes alimentaires

CATEGORIE CLINIQUE	PRESSION SYSTOLIQUE (mm Hg)	PRESSION DIASTOLIQUE (mm Hg)
Optimale	<120	<80
Normale	<130	<85
Normale haute	130-139	85-89
Hypertension niveau 1	140-159	90-99
niveau 2	160-179	100-109
niveau 3	>=180	>=110

Classification de l'HTA selon l'OMS (1999)

Pression artérielle systolique : pression du sang dans les artères au moment du maximum de la contraction cardiaque

Pression artérielle diastolique : pression qui règne dans les artères au moment où le cœur se relâche.

L'HTA est une affection grave, souvent asymptomatique à ses débuts, elle évolue vers des complications redoutables et demeure une pathologie au taux de mortalité élevé. Les maladies cardiovasculaires et surtout les accidents vasculaires et cérébraux sont beaucoup plus fréquents chez les personnes ayant une tension artérielle élevée.

Plusieurs études ont reporté qu'utilisée en tant que complément alimentaire, Sacha Inchi grâce à sa richesse en oméga 3 et en particulier l'acide α -linoléinique, renforce le cœur. Elle diminue l'hypertension artérielle et aide à maintenir une tension artérielle stable (Gonzales, 2014). Elle améliore la circulation en réduisant la pression sanguine et évite le durcissement des vaisseaux sanguins. Elle prévient l'arythmie en modulant les canaux ioniques diminuant l'excitabilité myocardique (Mozaffarian et al., 2011), maintenant un rythme cardiaque stable et donc évite et réduit les crises cardiaques. Enfin, elle améliore le transfert de l'oxygène dans les tissus par le sang.

Les effets des oméga 3 vont dans le sens d'une légère diminution de la pression artérielle. Les résultats d'une méta-analyse de 2001 (36 études randomisées contrôlées, 2114 sujets, 50% avec de l'hypertension) révèlent une diminution de la pression artérielle chez les sujets hypertendus de 3,65 mm Hg en diastolique et 2,51 mm Hg en systolique (Cheriyen et al., 2007). Une autre méta-analyse plus ancienne (Morris et al., 1999) de 31 essais randomisés contrôlés arrive aux mêmes conclusions, avec un bénéfice augmenté sur la PA en cas d'hypertension et une légère diminution de la PAS (3,4 mm Hg) et de la PAD (2,0 mm Hg). Les oméga 3 sont donc à recommander chez les personnes souffrant d'hypertension.

Les autres actions des oméga 3 qui peuvent être évoquées au niveau cardiovasculaire sont une vasodilatation entraînant l'amélioration des fonctions endothéliales (Thies et al., 2003), et un effet anti-agrégant plaquettaire (Din et al., 2008). Les apports « physiologiques » suffisent à bénéficier des effets antiarythmiques, de protection contre le risque de mort subite, et de l'amélioration dans l'insuffisance cardiaque (0,5-1g/j) (Albert et al., 2002). Un apport même modeste, permet donc une action marquée sur la diminution des risques cardiovasculaires.

4. L'appareil gastro-intestinal

Au contact de la muqueuse duodénale, les graisses stimulent la libération d'une hormone, la cholécystokinine (CCK) qui détermine la vidange de la vésicule biliaire et la sécrétion du suc pancréatique contenant la lipase. Une fois déversée dans l'intestin, la bile émulsionne les lipides tout en permettant l'action des lipases pancréatiques et la dégradation des lipides qui sont ainsi absorbés par la muqueuse intestinale.

La constipation est définie comme un nombre insuffisant de selles soit moins de trois selles par semaine. Le traitement de la constipation est fondé sur des règles hygiéno-diététiques qui consistent en un régime enrichi en fibres et de l'activité physique pouvant être éventuellement associés à un laxatif. Avec plus de fibres que les brocolis, les pommes ou encore les pois chiches, la graine de Sacha Inchi est une source importante de fibres alimentaires qui favorisent la digestion. Elle prévient la constipation, les gonflements, les flatulences ainsi que les crampes intestinales. Elle diminue le risque d'hémorroïdes en facilitant le passage des selles.

Elle aide également le transport des substances nutritives dans le sang et par son pouvoir anti-oxydant, elle protège le foie et limite la création de substances stimulant le développement de processus inflammatoires.

Les effets bénéfiques des AGPI notamment les oméga 3 ont été démontré sur des modèles d'animaux, l'incorporation de ceux-ci dans la muqueuse intestinale des patients souffrant de MICI (maladies inflammatoires chroniques de l'intestin) est à l'origine d'effets anti-inflammatoires. De récentes recherches, encore très hypothétiques, affirment que la graine de Sacha Inchi pourrait avoir un effet positif sur la maladie de Crohn, notamment une meilleure histologie intestinale et un meilleur maintien de la rémission.

De par sa composition, la graine du Sacha Inchi caractérisée par une forte proportion d'AGI et un taux d'anti-oxydants élevé, aiderait aussi à prévenir et réduire le risque de cancer colorectal. Ce cancer est le deuxième plus meurtrier dans les pays industrialisés et son incidence semble corrélée à la consommation de graisses alimentaires. C'est la qualité des graisses ingérées qui est incriminée plus que la quantité totale ingérée.

5. Le métabolisme osseux

Les lipides totaux extraits de l'os représentent environ 1% du tissu osseux, 80% de ces lipides sont des triglycérides. L'acide gras le plus abondant est l'acide oléique, celui-ci joue un rôle déterminant dans la minéralisation du squelette. Il permet d'améliorer l'absorption intestinale du calcium et de la vitamine D. Les lipides sont présents dans des sites bien déterminés de l'os et du cartilage. Le taux de lipides extrait de l'os augmente significativement avec l'âge, à l'inverse de la minéralisation.

L'acide oléique et les oméga 3, en particulier l'ALA, contenus dans la graine du Sacha Inchi aident à une meilleure absorption du calcium par l'intestin. Ils augmentent par conséquent la densité osseuse et retarde la détérioration de l'os qui apparaît avec l'âge.

6. L'inflammation

L'inflammation est l'ensemble des réactions locales et générales de l'organisme à toutes réactions tissulaires. La plupart des études cliniques se sont concentrées sur l'utilisation des oméga 3 comme agent thérapeutique essentiel. Ceux-ci induisent plusieurs effets anti-inflammatoires dose-dépendants et peuvent nécessiter des apports nutritionnels relativement élevés. La graine du Sacha Inchi aiderait à combattre l'inflammation de par son très haut contenu en oméga 3 qui inhibe l'inflammation en bloquant la formation de médiateurs pro-inflammatoires et en perturbant la dimérisation du toll-like receptor 4 (TLR-4), contribuant ainsi à la diminution du NF- κ B, et ainsi de l'inflammation (Mozaffarian et al., 2011).

Elle agirait donc comme anti-inflammatoire naturel notamment au niveau des articulations. Elle améliore la mobilité des membres, réduit le gonflement des articulations ainsi que la raideur matinale et soulage la douleur de façon générale.

D'autres études portant sur une supplémentation en oméga 3 ont été menées pour plusieurs maladies inflammatoires et les effets bénéfiques semblent plus nombreux pour certaines d'entre elles comme l'asthme (plutôt chez les enfants que chez les adultes) ainsi que la polyarthrite rhumatoïde.

La polyarthrite rhumatoïde est une maladie auto-immune chronique dont l'étiologie reste mal connue. C'est une maladie systémique du tissu conjonctif, caractérisée par une inflammation articulaire chronique évoluant par poussées, provoquant progressivement des déformations symétriques des articulations touchées et s'accompagnant de diverses manifestations touchant d'autres organes que les articulations. Certains facteurs comme l'alimentation et les hormones ont un impact sur la pathogénèse de cette affection.

Les effets bénéfiques des oméga 3 ont été démontrés dans des modèles animaux de polyarthrite rhumatoïde et dans plusieurs études en double aveugle, randomisées et contrôlées par placebo. Elles ont utilisé en moyenne 3,3 grammes d'oméga 3 et leur durée était comprise entre 12 et 52 semaines. Presque toutes ces études constatent un effet favorable comme la baisse du nombre d'articulations enflées ou douloureuses, une durée réduite de la raideur matinale et une diminution de la consommation d'anti-inflammatoire.

L'activité anti-inflammatoire des protéines contenues dans la graine du sacha inchi a été évaluée par une étude récente, datant de février 2016, par la méthode de dénaturation des protéines. Le diclofénac sodique, un puissant AINS a été utilisé comme anti-inflammatoire de référence. Le mélange réactionnel était constitué de 2 ml de différentes concentrations d'isolat de protéines (100 à 1000 µg/ml) ou de diclofénac sodique (100 et 200 µg/ml) et de 2,8 ml de tampon phosphate salin mélangé à 2 ml de blanc d'œuf. Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = ((Ac-At)/Ac) \times 100$$

où At est l'absorbance de l'échantillon test et Ac l'absorbance de contrôle.

Cette étude a démontré que ces protéines ont un pouvoir inhibiteur anti-inflammatoire de 78,13% et donc une forte activité anti-inflammatoire in vitro. Cependant, pour obtenir le même effet que le diclofénac, la concentration de Sacha Inchi doit être 5 fois plus forte. Elle ne permet donc pas de remplacer un anti-inflammatoire mais contribue à diminuer l'inflammation.

Table 2: *In vitro* anti-inflammatory activity of sacha inchi protein isolate

Treatment	Concentration µg/ml	% Inhibition of denaturation
Protein isolate	100	7.77±0.39 ^a
	200	9.27±0.34 ^a
	500	18.94±1.09 ^b
	1000	78.13±0.44 ^c
Diclofenac Sodium	100	72.69±0.05 ^c
	200	76.20±2.5 ^c

SD: Standard deviation, results represent the average of three determinations ±SD. Different letters show statistical difference from the control group ($p < 0.05$) ANOVA and Turkey's test

Activité anti-inflammatoire in vitro des protéines de Sacha Inchi

Quelques études, mais peu, montrent également le rôle des oméga 6 ainsi que de l'acide oléique dans la défense anti-inflammatoire. Ceux-ci étant également présents dans la graine du Sacha Inchi, renforce son pouvoir anti-inflammatoire.

7. L'immunité

Le système immunitaire constitue le moyen de défense du corps humain contre les organismes infectieux et les autres perturbations issues de l'environnement. Son action repose sur une série complexe d'étapes qui empêchent l'entrée des organismes infectieux, les identifient s'ils parviennent à entrer, éliminent ces corps étrangers et conservent une trace de ces rencontres en mémoire. Le système immunitaire veille également à ce que l'hôte reste tolérant à ses propres molécules, cellules, tissus et autres substances environnementales bénignes. C'est-à-dire qu'il ne déclenche normalement pas de réponse immunitaire contre lui-même. On distingue deux types d'immunité :

- L'immunité innée : elle fournit une protection générale qui repose sur une reconnaissance et une réponse non spécifique aux pathogènes par les cellules immunitaires et constitue la première ligne de défense.
- L'immunité acquise ou adaptative : celle-ci évolue tout au long de la vie et est fortement spécifique. Elle est à l'origine d'une réponse immunitaire forte et de la mémoire immunologique.

Des études sur les animaux ont démontré que les AGI ont un potentiel pour moduler la réponse immunitaire plus particulièrement les monoinsaturés comme l'acide oléique. Les acides gras essentiels de la famille des oméga 6, notamment l'AL est un précurseur des médiateurs qui stimulent le système immunitaire.

D'autre part, les protéines contenues dans la graine du Sacha inchi renforcent le système immunitaire en formant des anticorps et aide à prévenir les maladies et les infections. Ces protéines aident les cellules immunitaires à identifier et détruire certains bactéries et virus.

8. Grossesse et allaitement

Les graisses sont des sources d'énergie ainsi qu'un matériau crucial des membranes. La grossesse et l'allaitement imposent des besoins nutritionnels importants pour la mère et le fœtus puis le nourrisson. La plupart des recherches sur les besoins lipidiques conduites ont mis l'accent sur les acides gras polyinsaturés (AGPI). Les principaux paramètres évalués examinés chez le nourrisson sont la maturité visuelle et cognitive ainsi que la croissance. Des recherches fondamentales confirment que les AGPI sont des composants nécessaires à la croissance rapide du système nerveux central au stade périnatal.

Une étude menée en 2014 a évalué l'évolution du taux d'acides gras après une simple administration orale de 15 ml d'huile de Sacha Inchi. Celle-ci a démontré que cette prise augmentait de façon conséquente le taux d'ALA dans les échantillons de sang et entraînait aussi une forte augmentation du taux de DHA (Gonzales, 2014).

En raison de son rôle membranaire, le DHA est particulièrement essentiel pendant les premiers stades du développement. Chez la femme enceinte, une supplémentation en DHA semble prévenir l'accouchement prématuré. Il est également essentiel pour le développement du cerveau et des autres organes chez le nouveau-né. Ainsi la consommation du Sacha Inchi pendant la grossesse et l'allaitement assure un meilleur développement neurologique du nourrisson.

Les effets des oméga 3 sur la neurogenèse ont été étudiés en particulier chez le rat. Chez les ratons dont la mère est déficitaire en oméga 3 pendant la gestation, on observe une diminution de la rapidité de la formation des neurones du cortex cérébral (Tam O, Innis SM, 2006). Dans ce contexte, une diminution de la taille moyenne des cellules neuronales au niveau de l'hippocampe, de l'hypothalamus et du cortex pariétal a été décrite (Ahmad A. et al., 2010 et 2002). La carence en ALA dans le régime alimentaire des femelles a pour conséquence de diminuer de 55 à 65% la concentration de DHA dans la composition des phospholipides membranaires cérébraux fœtaux et un ralentissement du développement cérébral (Chalon S.,

2005). Une amélioration de la dyslipidémie maternelle a aussi été mise en évidence lorsque les animaux sont soumis à un régime riche en oméga 3. Une diminution de l'incidence du diabète gestationnel a été observée, avec une réduction de la proportion de ratons macrosomes de 64 à 48% (Yessoufou A. et al., 2006). Des études ont également suggéré que l'usage des oméga 3 réduisait le risque de prééclampsie et d'hypertension artérielle (Williams MA, 1995). Par leur effet bénéfique sur le métabolisme des lipides et des hydrates de carbone, les acides gras essentiels pourraient présenter un intérêt chez la femme présentant un diabète gestationnel. Comme cela a été décrit chez le rat (Yessoufou A. et al., 2006), des apports en DHA pourraient réduire la macrosomie et les dyslipidémies induites par le diabète gestationnel. Il semblerait que la supplémentation en oméga 3 ait un effet bénéfique sur le syndrome dépressif maternel (Su KP et al., 2008). Des études chez l'animal suggèrent clairement un rôle bénéfique des oméga 3 apportés à la mère sur les réponses immunes allergiques du bébé. Chez la femme enceinte, peu d'études ont encore été menées, mais une tendance positive se dégage sur l'apparition de syndromes atopiques : la supplémentation en oméga 3 induit également des modifications des taux de cytokines mesurés au niveau du cordon ombilical, pouvant jouer un rôle protecteur contre le risque de développer des atopies (Dunstan JA et al., 2004 ; Krauss-Etschmann S et al., 2007).

La consommation de la graine de Sacha Inchi, riche en acides gras essentiels, pendant la grossesse pourrait donc être bénéfique.

9. Système nerveux central

a) Vieillesse et pathologies

Les coûts de santé liés aux troubles cérébraux connaissent une forte croissance et dépassent désormais l'ensemble des autres dépenses liées aux problèmes de santé. Ces coûts ont été évalués par le conseil européen du cerveau à 798 milliards d'euros dans la communauté européenne en 2017. Ce fardeau sanitaire pourrait bien, d'ici 2020, devenir l'un des trois plus importants au monde.

L'acide docosahexaénoïque (DHA) est le seul acide gras n-3 utilisé comme principal constituant structurel et fonctionnel des photorécepteurs, des neurones et de leurs synapses de signalisation au cours des 600 millions d'années de l'évolution animale. C'est l'une des raisons pour lesquelles la présence de DHA est absolument nécessaire au fonctionnement du cerveau humain.

Le DHA peut être synthétisé à partir de l'acide α -linoléique ou être apporté directement par l'alimentation. Le SNC se développe fortement au cours de la période prénatale et des premières années de la vie toutefois les AGPI aident à stabiliser et même inverser l'évolution des maladies neurodégénératives.

La consommation d'une huile équilibrée en termes de rapport acide linoléique et α -linoléique comme celle provenant de la graine du Sacha Inchi est recommandée afin de maintenir un cerveau en bonne santé. Quelques données issues d'une étude sur l'homme révèlent un besoin d'environ 18 mg d'ARA par cerveau adulte par jour et de 5mg de DHA par cerveau adulte par jour. L'étude de 2014 consistant à administrer 15 ml d'huile de Sacha Inchi a démontré que la concentration maximale d'ALA était de 2,84 mg/ml tandis que celui du DHA était de 2,60 mg/ml après une

seule ingestion. Sacha Inchi aide donc à nourrir les cellules du cerveau et à augmenter ses capacités en améliorant l'activité de celui-ci et le transfert entre les cellules nerveuses.

En définitif, la consommation du Sacha Inchi contribuerait à prévenir la démence, à stimuler les fonctions cognitives et à diminuer les pertes de mémoire. Grâce à son fort taux en oméga 3 et son pouvoir anti-oxydant, elle combat l'inflammation et le stress oxydatif qui sont à l'origine des désordres cognitifs causant sur le long terme des maladies neurologiques comme Alzheimer ajoutant à ça l'augmentation de DHA, des données issues d'essais cliniques suggèrent qu'elle pourrait être bénéfique et améliorer l'état de santé des patients qui en sont atteints.

b) Dépression, stress et sommeil

La dépression est l'un des troubles psychiatriques les plus fréquents. 7,5% des français âgés de 15 à 85 ans ont connu un épisode dépressif au cours des 12 derniers mois. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), d'ici 2020, la dépression deviendra la deuxième cause d'invalidité à travers le monde, après les troubles cardiovasculaires. On observe chez les personnes dépressives un déficit ou un déséquilibre de certains neurotransmetteurs comme la sérotonine. Ces déséquilibres perturbent la communication entre les neurones.

Sacha Inchi contient un fort taux de tryptophane qui est le précurseur de la sérotonine. Celle-ci est aussi appelée hormone du bien-être et est un neurotransmetteur qui aide à se sentir apaisé, calme et heureux. Elle permet aussi de stabiliser l'humeur en évitant les changements soudains ainsi que l'irritabilité.

Le stress désigne le mécanisme psychologique mis en œuvre par l'organisme pour faire face à une situation particulièrement éprouvante. Le stress est un ensemble de réactions de l'organisme lorsque celui-ci est soumis à des contraintes. Ce terme est plus souvent employé dans le sens d'anxiété, d'angoisse et ainsi se rattache à une part plutôt psychologique. La sérotonine permet de gérer le stress mais aussi de calmer l'anxiété engendrée par celui-ci.

On estime que 30% des adultes auraient des troubles de sommeil occasionnels et 10% souffriraient d'insomnie chronique. L'insatisfaction du sommeil ressentie peut être relative à la durée, la qualité ou à l'efficacité du sommeil. Les problèmes de sommeil peuvent impliquer une difficulté à initier le sommeil en début de nuit, à demeurer endormi au cours de la nuit, des réveils précoces sans avoir atteint une durée acceptable ou encore une impression de sommeil non réparateur. Ces différents symptômes nocturnes peuvent se combiner et s'accompagner de perturbations diurnes telles que la fatigue, des difficultés de concentration et une détérioration de l'humeur.

Comme montré dans le tableau de la composition en acides aminés de la graine de Sacha Inchi, le taux en tryptophane de celle-ci est plus de deux fois plus élevé que dans la graine de soja, de tournesol et de coton et presque trois fois plus élevé que dans la graine d'arachide. Par ce fort taux, elle est considérée meilleure que les autres graines oléagineuses (Gutiérrez et al., 2011). Contenant un taux de 29mg/g de protéine en tryptophane, elle est aussi meilleure que la banane (8mg/g), le chocolat (14,9mg/g), le camembert (15,5 mg/g), la mozzarella (23,2 mg/g), les œufs

(16,6 mg/g) et les amandes grillées (18 mg/g) aliments réputés pour avoir une teneur importante en tryptophane. Ce fort apport en tryptophane par la consommation de la graine du Sacha Inchi va augmenter le taux de libération de la sérotonine et améliorer la qualité du sommeil ainsi que sa durée. Il va également augmenter la capacité d'endormissement. Par ailleurs, le magnésium également présent dans cette graine aidera à la relaxation et la lutte contre les troubles du sommeil voire des insomnies et va diminuer la fatigue physique et mentale.

	<i>Plukenetia volubilis</i>	Banane	Tablette de chocolat	Camembert	Oeuf de poule entier	Amandes grillées	Mozzarella
Taux en tryptophane (mg/g)	29	8	14,9	15,5	16,6	18	23,2

Taux en tryptophane des aliments en mg par g de protéine

c) La vision

La vitamine A a pour principale fonction le maintien de la vision par la synthèse de la rhodopsine qui est un pigment photosensible présent au niveau des bâtonnets de la rétine impliqués dans vision nocturne. Le premier signe de déficit en rétinol est un retard à l'adaptation à la vision la nuit. Le rétinol est également indispensable pour maintenir l'intégrité de la cornée. Une carence en vitamine A peut favoriser la cataracte ainsi que la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). Elle aide à prévenir l'aveuglement nocturne et à maintenir une cornée saine et translucide. Le zinc permet au corps d'absorber la vitamine A et renforce son efficacité.

La graine de Sacha Inchi contient 80µg/100g de bêta-carotène aussi appelé provitamine A (Zuloeta A, 2014). L'apport quotidien recommandé par l'OMS est de 800 µg d'équivalent rétinol (ER). 1 ER correspond à 1µg de rétinol qui a la même activité que 6µg de β-carotène (Anses). La graine de Sacha Inchi contient donc 13 µg de rétinol. Elle possède une teneur en β-carotène plus élevée que le kiwi (52µg/100g), l'endive (50µg/100g), la crème anglaise (69,8µg/100g) et est comparable au jaune d'œuf (88µg/100g), au fromage de chèvre (91µg/100g). Anses.

Il a été prouvé que la vitamine C joue un rôle préventif en matière de cataracte et recule l'apparition de la DMLA.

Des études montrent aussi que la vitamine E peut prévenir la DMLA. En effet cet anti-oxydant ralentit le processus naturel d'oxydation de l'organisme, aidant ainsi à prévenir les maladies oculaires liées à l'âge ou à en ralentir la progression.

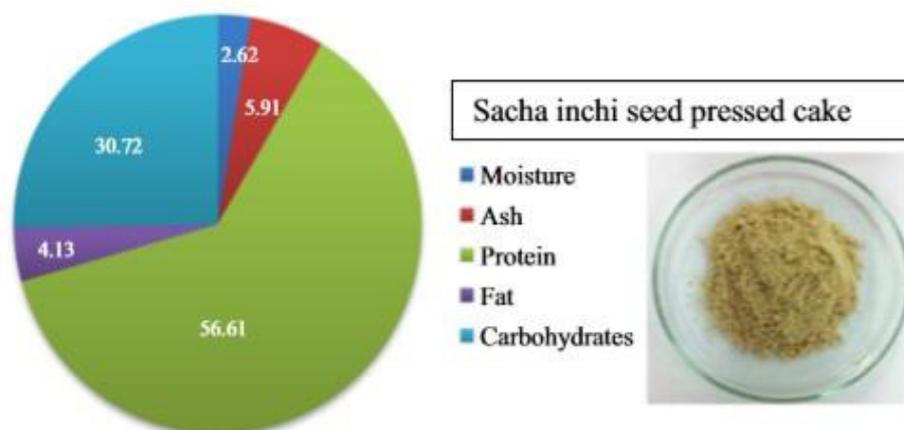
L'étude AREDS, dans son rapport 8 publié en 2001, a mis en évidence le rôle du stress oxydatif au cours de la DMLA et l'intérêt d'une supplémentation en vitamine C, vitamine E, bêta-carotène, zinc et en cuivre dans les formes débutantes de la DMLA. D'autres études ont montré un effet bénéfique de l'apport en acides gras polyinsaturés de la famille des oméga 3 en prévention primaire de la maladie.

Les oméga 3 sont essentiels pour le développement visuel chez l'enfant. Chez les adultes, une carence en oméga 3 peut entraîner des troubles visuels et accroître le risque de décollement de la rétine. D'après l'équipe de recherche et biochimiste Mike Sapieha, ils ralentiraient de façon significative la progression de la rétinopathie, maladie des yeux qui touchent surtout les personnes diabétiques.

De par sa richesse en tous ces composés, l'utilisation de la graine du Sacha Inchi aurait un réel intérêt contre les affections ophtalmiques notamment la DMLA.

10. Satiété et perte de poids

Le tourteau oléagineux est un sous-produit du traitement traditionnel de l'huile. Les graines sont pressées mécaniquement dans un processus appelé « pressage à froid ». Les huiles pressées à froid sont les huiles végétales de plus haute qualité par rapport aux huiles produites en utilisant des solvants chimiques. Le tourteau contient encore diverses quantités de composés bioactifs tels que des acides gras, des glycérides, des phosphatides, des stérols, des tocophérols, ainsi que des fragments de protéines (Chirinos et al., 2013). Une étude visant à déterminer la composition chimique, la qualité nutritionnelle et certaines propriétés chimiques d'un tourteau obtenu à partir de la culture de Sacha Inchi a été menée. Il a été prouvé que les protéines étaient le principal composant du tourteau de Sacha Inchi (56,61%) et que la teneur en graisse résiduelle (4,13%) ainsi que celle en humidité (2,62%) étaient basses (S. Rawdkuen et al., 2016). La graine entière de Sacha Inchi contient 30,9% de glucides qui sont, de ce fait, les seconds composants majoritaires de la graine. *Plukenetia volubilis* contient majoritairement de grandes quantités d'huile (54%), de protéines (27%) et de glucides, ce qui en fait une graine d'intérêt agroalimentaire important (Hamaker et al., 1992).



Composition du tourteau de Sacha Inchi

Le journal américain de la nutrition clinique a publié une étude qui s'est penchée sur l'augmentation de la satiété après un repas unique sur 24h. Les résultats ont montré qu'au cours de la journée, la satiété était plus importante et plus longue dans le groupe riche en protéines (protéines/glucides/lipides : 30/60/10% d'énergie) que dans le groupe riche en graisses (10/30/60% d'énergie). Il convient cependant de noter que dans ce cas, une plus grande satiété a été observée en réponse à une charge protéique trois fois plus élevée, une condition peu susceptible de représenter

un apport alimentaire normal pour la plupart des individus (Westerterp-Plantenga MS, 1999). Il a été démontré que la ghréline (hormone digestive stimulant l'appétit) favorise la prise alimentaire et peut faciliter la prise de poids (Hall WL, 2003). Les concentrations plasmatiques de ghréline suivent un schéma cyclique, augmentant avant les repas et diminuant après. La réduction post-prandiale est influencée par la proportion relative de macronutriments dans un repas, avec une diminution plus importante après l'ingestion de protéines et de glucides qu'après l'ingestion de graisses (Wang Z, 2000). Les protéines stimulent la thermogénèse induite par le régime alimentaire dans une plus grande mesure que les autres macronutriments (Raben A, 2003). Plusieurs études ont suggéré que les régimes alimentaires riches en protéines peuvent augmenter la perte de poids totale et augmenter le pourcentage de perte de graisse. Dans un essai randomisé de 6 mois sur 60 sujets obèses et en surpoids, la perte de graisse était presque deux fois plus élevée chez les sujets recevant un régime alimentaire riche en protéines (25% d'énergie, 128-139g/j) par rapport à un régime protéiné modéré (12% d'énergie, 76/80g/j) (Skov AR, 1999). Les avantages d'un régime riche en protéines ont également été démontrés dans des études à plus long terme. Dans une étude récente de 12 mois, 50 sujets obèses ou en surpoids ont initialement passé 6 mois à consommer un régime riche en protéines (25% d'énergie) ou moyennement protéique (12% d'énergie). Conformément aux études précédentes, la perte de poids était plus importante dans le groupe riche en protéines (-9,4 contre -5,9 kg). Au cours de la période de suivi de 6 mois qui a suivi, le groupe riche en protéines a connu une réduction de 10% supérieure du tissu adipeux intra-abdominal par rapport au groupe des protéines moyennes (Due A, 2004). Le bilan énergétique négatif produit par les régimes riches en protéines est probablement dû à une diminution de l'apport énergétique spontanée provoquée par une satiété accrue et un effet thermogénique plus important. Les groupes ayant un régime alimentaire riche en glucides et protéines ont une probabilité accrue de maintenir une perte de poids à 12 mois et au-delà (Clifton P, 2006). Toutes ces études suggèrent donc qu'une augmentation modérée des protéines dans le régime alimentaire habituel peut améliorer la régulation du poids corporel et augmenter la satiété.

De plus comme cité précédemment, le contenu important en tryptophane qui est le précurseur de la sérotonine permet de réguler et diminuer l'appétit, réduire la sensation de faim et sur le long terme entraîner une perte de poids et le stabiliser.

B. Utilisation par voie externe

1. Hydratation de la peau

La peau représente environ 2m² de surface et 15% du poids corporel. C'est un organe complexe ayant quatre fonctions essentielles : une fonction de protection, une fonction de sensibilité, une fonction métabolique et une fonction de thermorégulation. Elle est composée de trois couches principales : l'hypoderme, le derme et l'épiderme.

La déshydratation cutanée apparaît lorsque la teneur en eau du *stratum corneum*, couche la plus superficielle de l'épiderme, est inférieure à 10%. Elle a un retentissement direct sur la synthèse des différents constituants de la couche cornée et sur sa protection, et donc des conséquences immédiates sur l'aspect et le toucher

de la peau. Les origines de la déshydratation sont très diverses et peuvent être liées à différents facteurs environnementaux tels que le froid, la chaleur, la pollution, le soleil mais aussi des agressions mécaniques (rasages, épilations), chimiques (savons, détergents cosmétiques) ou encore due à certains médicaments à usage topique (cortisone, anti-acnéiques). Elle peut aussi être due à des facteurs physiologiques liés à l'âge et au sexe, à une carence vitaminique, aux phénomènes inflammatoires (eczéma, psoriasis) ou des facteurs génériques.

Utilisée traditionnellement contre le dessèchement cutané, l'huile de Sacha Inchi est aujourd'hui très prisée dans l'industrie cosmétique. Composée à plus de 90% d'acide gras notamment en acides gras essentiels oméga 3 et oméga 6, les tissus cutanés et capillaires l'absorbent rapidement permettant une hydratation en profondeur de la peau.

2. Vieillesse cutanée

Le vieillissement cutané est un phénomène irréversible, complexe et multifactoriel, variable selon les individus dans ses manifestations, sa précocité d'apparition et sa vitesse d'évolution. Les mécanismes du vieillissement semblent tous avoir pour dénominateur commun une surproduction de radicaux libres insuffisamment compensée par les systèmes naturels de protection, une rigidification des protéines dermiques, notamment des fibres de collagène, et une dégradation du matériel dermique par des facteurs enzymatiques (collagénases, élastases).

L'apparition des rides est un des signes les plus précoces du vieillissement cutané. Elle est due, en grande partie, à l'altération du tissu conjonctif. L'exposition exagérée aux rayonnements solaires (UV) est un des facteurs environnementaux majeurs impliqués dans l'accélération du processus du vieillissement de la peau. La correction d'une carence en acides gras essentiels permet de retarder le vieillissement cutané.

Sacha Inchi est une huile rare contenant 96% d'acides gras insaturés ce qui est remarquable. Grâce à sa forte composition en oméga 3,6 et 9 et en vitamine E, elle protège la peau des radicaux libres, augmente la microcirculation, améliore le teint, réduit et resserre les pores.

L'application quotidienne d'une préparation contenant un extrait provenant de la graine du Sacha Inchi a entraîné une augmentation du dépôt de collagène et d'élastine par stimulation des fibroblastes du derme. Ce qui a eu pour conséquence de réduire la formation de rides et de redonner l'élasticité de la peau.

La vitamine E et la vitamine C sont les anti-radicaux libres les plus utilisés dans les produits cosmétiques. Ils ont une propriété antioxydante qui leur permet de piéger les radicaux libres. La vitamine E naturelle est retrouvée dans l'huile de Sacha Inchi, c'est la forme α qui a l'activité vitaminique la plus puissante. Elle est très bien absorbée par voie cutanée. Sa propriété principale est l'action anti-radicalaire. Elle a aussi un rôle antioxydant sur les espèces réactives de l'oxygène qui sont très délétères. En limitant la formation des radicaux libres, la vitamine E protège les constituants cellulaires. Elle est aussi photoprotectrice, hydratante et améliore la microcirculation cutanée. Pour un effet anti-radicalaire la concentration en α tocophérol dans les cosmétiques est généralement comprise entre 0,02 et 0,05%.

L'une des principales propriétés de la vitamine C est son activité anti-radicalaire. L'application de la vitamine C permet donc de diminuer les dommages causés par les UV. Elle permet aussi la stimulation de la production du collagène. Les concentrations utilisées pour avoir une activité antioxydante dans les cosmétiques sont entre 0,5 et 3% pour l'acide ascorbique.

Le rétinol est à la fois un agent de desquamation et un stimulant cellulaire. Il a la capacité de stimuler la couche basale et de régulariser la kératinisation. Au niveau du derme, une stimulation de la synthèse de collagène et d'élastine a été démontrée ainsi qu'une augmentation de l'élasticité de la peau après une application quotidienne de vitamine A pendant 15 jours à des concentrations de 0,15 à 1,15% (Rosseti D, 2011).

L'effet anti-âge de Sacha Inchi a été démontré par une étude *in vitro* dont le principe était de mesurer le déplacement de la peau en réponse à une petite force sinusoïdale appliquée parallèlement à une surface cutanée (échantillon de peau humaine). Le paramètre exploré est le taux de ressort dynamique (DSR). Le DSR est le rapport de la force divisée par le déplacement. L'évaluation est faite de manière relative. Ce rapport est calculé en continu chaque minute et les résultats sont exprimés en pourcentage de modification du DSR en fonction du temps 0 (avant traitement). Ce rapport est calculé sur la base de signaux électriques et la force et le déplacement sont en mV. Le ramollissement de la peau dû au traitement avec un principe actif s'exprime par diminution du DSR tandis que le resserrement ou raffermissement de la peau se traduit par une augmentation du DSR.

L'échantillon est un tourteau résultant de l'extraction à froid par pression de l'huile de *Plukenetia volubilis* provenant des graines. Le tourteau est dégraissé à l'hexane pour éliminer l'huile restante. La peau a été montée sur une lame de verre et a été équilibrée pendant 2h dans une atmosphère contrôlée. Les propriétés mécaniques ont été testées dans 5 conditions :

- Contrôle sans traitement
- Peau traitée avec un placebo : Sepigel 1%
- Peau traitée avec l'extrait de *Plukenetia volubilis* à 0,75% en poids dans le placebo, ce qui signifie sur la base de la teneur en protéines 4,7 g/l de protéines
- Peau traitée avec l'extrait de *Plukenetia volubilis* à 1,5% en poids dans le placebo, ce qui signifie 9,4 g/l de protéines
- Peau traitée avec l'ingrédient actif Cognis du nom INCI protéine de soja diluée à 10% dans le placebo, ce qui signifie 4,7 à 5 g/l de protéines

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'évolution du DSR après 180 minutes.

TABLE 1

tightening activity of <i>Plukenetia</i> extract at 0.75% in a placebo formulation			
DSR value after 180 min (%)	Average	SEM (Standard Error Mean)	Statistics
Control	108,71	3,18	
Placebo	125,53	4,27	
<i>Plukenetia</i> extract according to example 2 at 0.75% (w/v) in placebo formulation	179,8	14,2	**
Cognis (= LS) active ingredient of INCI name: glycine soja (soybean) protein at 10% in placebo formulation	179,66	16,94	**
% increase of DSR referring to placebo at 180 min (%)			
	Average	SEM	
<i>Plukenetia</i> extract according to example 2 at 0.75% (w/v) in placebo formulation	43,54	11,20	
LS active ingredient of INCI name: glycine soja (soybean) protein at 10% in placebo formulation	42,22	9,40	

TABLE

tightening activity of <i>Plukenetia</i> extract at 1.5% in placebo formulation			
DSR value after 180 min (%)	Average	SEM	Statistics
Control	104,18	0,56	
Placebo	134,41	11,71	
<i>Plukenetia</i> extract according to example 2 at 1.5% (w/v) in placebo formulation	262,16	43,47	***
LS active ingredient of INCI name: Glycine Soja (Soybean) Protein at 10% in placebo formulation	187,13	20,44	**
% increase of DSR referring to placebo at 180 min (%)			
	Average	SEM	
<i>Plukenetia</i> extract according to example 2 at 1.5% (w/v) in placebo formulation	91,00	19,11	
LS active ingredient of INCI name: Glycine Soja (Soybean) Protein at 10% in placebo formulation	39,18	11,18	

** : significant referring to the placebo and control.
 *** : significant referring to the placebo and control and to *Plukenetia* extract at 0.75%.

L'effet anti-âge de l'extrait de *Plukenetia volubilis* à 0,75% est significatif (DSR 179,8%) en référence au placebo (DSR 125,53%) et au contrôle (DSR 108,71%) et aussi efficace que la protéine de soja (DSR 179,66%) avec un pourcentage d'augmentation du DSR par rapport au placebo de 43,54%. Un effet dose-activité est observé avec *Plukenetia volubilis* à 1,5% puisque le DSR atteint 187,13%.

In vivo, l'activité anti-âge a été évaluée à l'aide d'un cornéospinomètre. Cet appareil permet l'évaluation du comportement du *stratum corneum* sous microtorsion. La déformation angulaire de la peau a été mesurée en fonction du couple mécanique appliqué à la surface de la peau par une sonde comprenant une petite aiguille de 0,8 millimètres. La zone de contact était inférieure à 0,2 mm et l'évaluation se limitait à la couche cornée. Seul le poids de l'aiguille était appliqué sur la peau et le frottement parasite a été réduit. Le résultat est exprimé par un taux de ressort dynamique (DSR) qui est le ratio entre le couple mécanique (amplitude sinusoïdale constante) et l'angle de déformation angulaire de la peau. Une augmentation du DSR correspond à un effet de resserrement du *stratum corneum*.

La peau a été traitée avec :

- Un placebo : Emulgade® CM (spécialité cosmétique)
- Protéine de soja glycine à une concentration de 10% en poids dans l'emulgade® (4,5-5 g/l de protéines)
- Echantillon constitué de graines entières de *Plukenetia volubilis* sans leur tégument et broyées. La farine est ensuite extraite à l'hexane afin d'obtenir la farine dégraissée. Puis solubilisée dans l'eau et filtrée pour être diluée dans la solution d'Emulgade® pour obtenir une concentration finale de l'extrait de 0,8% (4,7-5,4 g/l de protéines)
- Echantillon de tourteau décrit précédemment et ayant subi les mêmes procédés

Product tested	% increase of DSR (T10/T0) Essay 1
Placebo (Emulgade ® CM)	-18.31%
LS active ingredient of INCI name: Glycine Soja (Soybean) Protein (10% in Emulgade ® CM)	25.99%
Plukenetia extract according to example 2 at 0.8% (w/v) in Emulgade ® CM	16.91%
Plukenetia extract according to example 1 at 0.8% (w/v) in Emulgade ® CM	29.75%

Les deux extraits de *Plukenetia volubilis* à 0,8% soit 4,5-5,4 g/l de protéines dans l'emulgade® CM ont montré un effet tenseur immédiat comme démontré par l'augmentation du DSR à 10 minutes par rapport au t0. À la même concentration en protéines, *Plukenetia volubilis* a montré à peu près le même effet tenseur que la protéine de soja.

Une autre étude a été réalisée sur 15 femmes âgées de 52 à 66 ans ayant appliqué 4 crèmes différentes (A à D) sur 4 zones marquées de l'avant-bras droit et gauche, deux fois par jour. Les images numérisées des zones marquées ont été faites à intervalles pré-réglés de deux semaines et évaluées selon le nombre et la profondeur des rides à l'aide d'un programme informatique.

Crème A :

Day Cream Cosmetic Preparation

Phase A	
Water	q.s. ad 100
Disodium EDTA	0.1
Propylene glycol	2
Glycerol	5
Phase B	
Chlophenesin	0.5
Diisopropyl sebacate	9
Cetearyl alcohol (75° C.)	2
Cyclohexasiloxane & cyclopentasiloxane	3
Phase C	
Phase C is formed from phases A and B combined at 75° C., homogenized for 5 minutes and cooled down to 35° C. at about 3,000 rpm.	
Phase D	
Homogenizing agent	0.3
Perfume	0.5
Complex 50+ of Example 1 (Inca inchi 1.5%, artichoke 2.5%, retinol hydr. 0.4%, relative to the overall weight of the complex)	10
Phase D is mixed with phase C at 20-35° C. and less than 1,000 rpm.	

Crème B : Crème A sans extrait d'artichaut ni de rétinol

Crème C : Crème A avec le rétinol mais sans extrait d'artichaut ni d'extrait de *Plukenetia volubilis*

Crème D : Crème A sans extrait de *Plukenetia volubilis* ni rétinol

Reduction of wrinkles [%]				
	A	B	C	D
Start of treatment	0	0	0	0
After 2 weeks	19-21	5-7	7-11	4-6
4 weeks	27-29	9-10	7-11	4-7
6 weeks	33-35	11-12	10-14	8-9
8 weeks	39-40	11-12	15-19	6-7
12 weeks	40-42	10-12	16-18	7-8

Ce tableau montre un meilleur résultat avec la préparation A, ce qui laisse présager une synergie. L'effet est significativement amélioré par rapport à l'utilisation du rétinol seul (préparation C). La préparation contenant l'extrait de *Plukenetia volubilis* seul (préparation B) a permis de réduire de 10% les rides, effet comparable à l'extrait contenant du rétinol seul.

3. Acné et psoriasis

L'acné et le psoriasis sont deux pathologies liées à une inflammation chronique de la peau.

Le psoriasis est une maladie fréquente puisqu'elle touche environ 2 à 3% de la population française à tous les âges de la vie. La maladie est relativement bénigne mais peut constituer un handicap difficile à vivre au quotidien et avoir un retentissement psychologique important. On ne connaît pas encore l'origine précise mais il est caractérisé par une prolifération accrue des kératinocytes qui sont les cellules constituant l'épiderme. Leur renouvellement est anormalement accéléré entraînant un épaissement et la formation de squames recouvrant les plaques. Cette inflammation chronique est à l'origine des plaques érythémateuses du psoriasis. Il est reconnu aujourd'hui comme étant une maladie auto-immune.

L'acné est une dermatose inflammatoire des follicules sébacés. Il affecte trois quarts des adolescents et commence généralement à la puberté et l'évolution est spontanément régressive dans la majorité des cas. L'acné est cependant le type d'affection, comme le psoriasis, ayant un retentissement psychologique important, interférant dans les relations sociales au quotidien. L'acné est caractérisée par une surproduction de sébum, une hyperkératinisation folliculaire, un stress oxydatif et de l'inflammation. Les indices selon lesquels les oméga 3 pourraient influencer positivement l'acné proviennent d'études épidémiologiques plus anciennes qui montrent que les communautés qui maintiennent un régime alimentaire riche en oméga 3 ont un faible taux d'acné (Logan AC, 2008). Un certain nombre d'études ont également montré que les patients souffrant d'acné peuvent être soumis à un stress oxydatif local et systémique accru et que les niveaux sanguins faibles de certains nutriments antioxydants et anti-inflammatoires pourraient refléter une hausse de l'acné (Arican O, 2005) comme la vitamine A et la vitamine E où de faibles taux sont associés à une sévérité de l'acné (El-Akawai Z, 2006).

Sacha Inchi, étant très riche en oméga 3 et contenant les vitamines anti-oxydantes, est partiellement efficace contre les désordres dermiques tels que l'acné, le

psoriasis, les marques résiduelles de boutons et les cicatrices. Les oméga 6 permettent de renforcer et reconstruire la barrière naturelle de la peau.

C. Toxicologie et effets indésirables

Des femmes travaillant dans une compagnie de cosmétique et qui étaient responsables de broyer les graines du Sacha Inchi afin d'obtenir la poudre pour extraire l'huile ont reporté souffrir de rhinoconjonctivite incessante et d'épisodes de toux, dyspnée et asthme pendant deux ans. Leurs symptômes disparaissaient pendant le weekend et les vacances faisant penser à un lien avec l'exposition professionnelle.

Une étude d'acceptabilité et de sécurité a été menée par une administration orale d'huile de sacha inchi à des sujets adultes. 30 sujets ont reçu 10 à 15 ml d'huile pendant 4 mois. L'acceptabilité a été évaluée par une auto-évaluation journalière et un test de Likert à la fin de l'étude. L'échelle de Likert consiste en une ou plusieurs affirmations pour lesquelles la personne interrogée exprime son degré d'accord ou de désaccord allant de 1 (tout à fait d'accord) à 5 (pas du tout d'accord). La sécurité a été évaluée avec un rapport des effets indésirables et la surveillance des marqueurs hépatiques et rénaux.

Les effets indésirables les plus fréquents décrits durant les premières semaines étaient des nausées qui s'atténuaient avec le temps. Les sujets ont reporté une faible acceptabilité de l'huile de sacha inchi la première semaine (37,5%) cependant celle-ci augmentait avec le temps pour atteindre 81,25 à 93,75 % la sixième semaine. Il n'y a pas eu de différences observées en fonction du sexe ou de la quantité d'huile ingérée. Les marqueurs biochimiques hépatiques et rénaux demeuraient inchangés.

La conclusion de cette étude était que la consommation de l'huile de Sacha Inchi avait une acceptabilité moyenne après la première semaine mais très bonne après la sixième semaine, une bonne sécurité et que les effets indésirables étaient mineurs après 4 mois de consommation.

IV. Emplois

Sacha Inchi, ayant été reconnu pour ses bienfaits sur la santé humaine, est maintenant largement utilisée dans l'industrie alimentaire et cosmétique.

A. Utilisation dans l'alimentation

1. Sous forme de graine



Les graines de sacha inchi peuvent se consommer telles quelles ou torrifiées. Elles permettent de préparer de nombreuses recettes. En effet, elles se laissent accommoder en cuisine de multiples façons que ce soit en accompagnement d'un repas, dans une salade ou dans un mélange de fruits secs.

2. Sous forme d'huile



Sacha inchi est aussi commercialisée en tant qu'huile végétale d'origine naturelle à la saveur herbacée et au goût proche de celui du petit pois ou de l'asperge. C'est l'une des huiles les plus riches en oméga 3 et oméga 6 du marché. Elle peut être utilisée dans les assaisonnements de salades et mise dans toutes sortes de plats afin de relever leur goût.

3. Sous forme de poudre



La poudre de protéines de Sacha Inchi contient tous les AA essentiels. Elle peut être utilisée dans les milk-shake et les jus de fruits mais aussi en pâtisserie dans les gâteaux, crèmes et ganaches ou encore en confiserie, dans le pain et les pâtes fait maison, les ragoûts, omelettes et soupes.

Cette poudre peut aussi être utilisée comme complément alimentaire par le sportif pour une récupération musculaire après l'effort.

B. Utilisation cosmétique

L'huile de Sacha Inchi utilisée dans l'industrie cosmétique est certifiée d'origine naturelle. Avec 96% d'acides gras essentiels et des anti-oxydants tels que la vitamine A et la vitamine E, elle est le composant de crème anti-âge, de soin du corps, des cheveux et du visage.

Les crèmes, laits, huiles pour le corps ou encore les gels douches sont utilisés comme soin pour protéger et réparer les peaux sensibles, déshydratées, sèches, agressées et soumises aux conditions extrêmes (vent, pollution, froid...). Les crèmes sont également préconisées pour les peaux enflammées et irritées, dans le soin des peaux atopiques dans des pathologies telles que le psoriasis et l'eczéma afin de les réparer et les protéger pour éviter les récurrences.

Elle entre aussi dans la composition de fluides, crèmes et sérums anti-âge pour le visage qui préviennent et luttent contre le vieillissement prématuré de la peau et le retard.

Elle peut être utilisée pure ou être mélangée avec d'autres huiles végétales et utilisée comme crème de jour ou de nuit ou encore en huile de massage pour relaxer les zones douloureuses, soulager les problèmes articulaires ou les phénomènes inflammatoires.

L'huile de Sacha Inchi peut être mélangée à un shampoing neutre ou être utilisée comme après shampoing pour les cheveux secs, ternes et abîmés.

V. La biodiversité

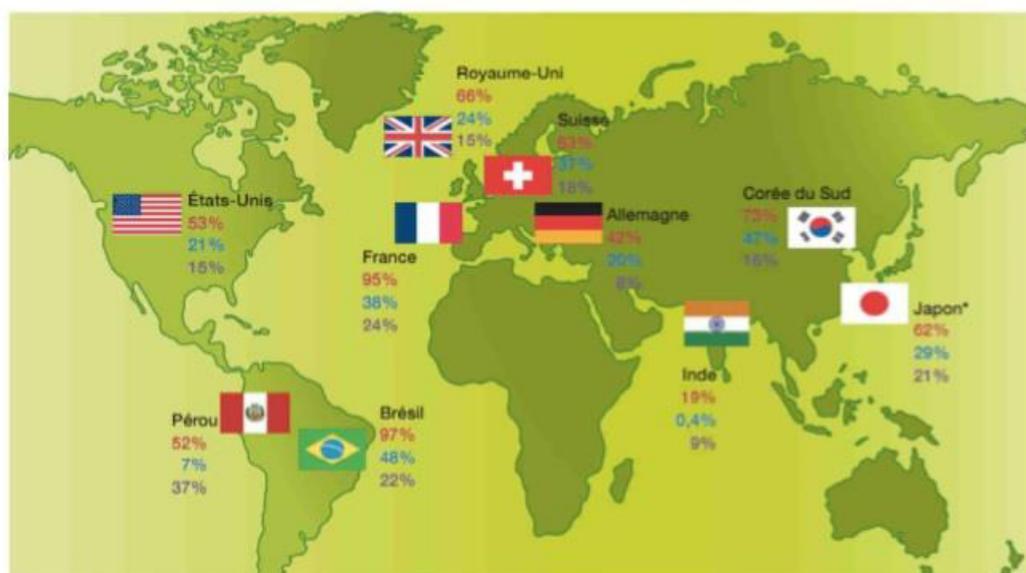
Les connaissances et les usages traditionnels des populations locales sur les bienfaits de leurs plantes sont convoités par l'industrie cosmétique car les consommateurs ont aujourd'hui un réel intérêt pour les ingrédients d'origine naturels. Afin de protéger le savoir-faire de ces populations, mais également la biodiversité des régions impactées, l'Organisation des Nations Unies (ONU) a adopté un traité international, la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), et un traité complémentaire, le Protocole de Nagoya.

A. Généralités

La biodiversité, ou diversité biologique, c'est l'ensemble des organismes vivants : êtres vivants, micro-organismes, plantes, champignons ou animaux. C'est donc la diversité des espèces, mais aussi celle des gènes qu'elles contiennent et des écosystèmes qu'elles forment. Cette biodiversité est source d'éléments vitaux pour l'homme et nourrit beaucoup d'activités humaines comme l'agriculture et l'industrie pharmaceutique.

L'exploitation des ressources biologiques de la planète par l'homme et ses activités industrielles détruisent les écosystèmes et menacent certaines espèces entraînant leur disparition. Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a convoqué un groupe d'experts en novembre 1988 dans le but d'analyser le besoin de créer une convention internationale sur la diversité biologique. C'est le 22 mai 1992 que les travaux se sont terminés avec la Conférence de Nairobi où la Convention a été adoptée. Le 5 juin 1992, la Convention a été ouverte à la signature lors du « Sommet de la Terre » de Rio pour une durée d'un an et a reçu 168 signatures.

La notion de biodiversité est aujourd'hui connue de la population mais sa définition n'est pas toujours très claire.

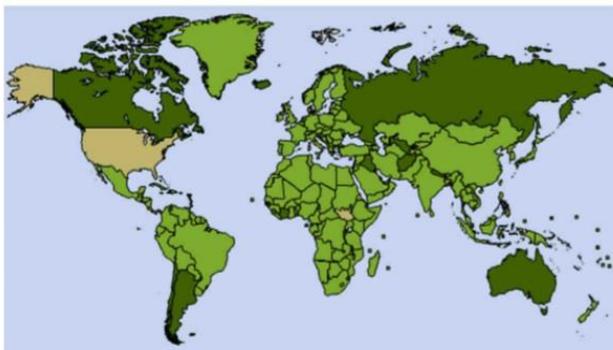


% de la population ayant entendu parler de la biodiversité
% de la population donnant une définition correcte de la biodiversité
% de la population donnant une définition partielle de la biodiversité.

Sensibilisation à la biodiversité à travers le monde

B. La convention sur la biodiversité

La Convention sur la Diversité Biologie est entrée en vigueur le 29 décembre 1993. Elle a trois objectifs principaux : la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable des composants de la diversité biologique, le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques. Ses parties sont actuellement au nombre de 191.



Pays signataires de la CDB (en vert)

Tous les deux ans, la Conférence des Parties se tient au siège de l'UNESCO afin d'assurer la mise en œuvre globale de la Convention. Elle a pour objectif le suivi du respect de la Convention et rassemble les pays ayant ratifié celle-ci. Les gouvernements doivent fournir un rapport présentant toutes les mesures prises pour se conformer aux dispositions de la Convention.

Avant la Convention, l'accès aux ressources biologiques était illimité car elles étaient considérées comme patrimoine de l'humanité. Les explorations prospectives et l'exploitation des plantes n'étaient pas réglementées. C'est pourquoi les pays en développement, qui possèdent la plupart de la biodiversité mondiale, se sont alors souciés de l'appropriation et de l'exploitation de leurs ressources propres par les pays développés.

L'article 15 de la Convention réglemente l'accès aux ressources génétiques. Il décrète que les gouvernements ont le droit de définir l'accès aux ressources génétiques de leur état : « étant donné que les états ont droit de souveraineté sur leurs ressources naturelles, le pouvoir de déterminer l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements et est régi par la législation nationale ». Cet article oblige un partage des avantages tirés des ressources avec le fournisseur, « chaque partie contractante prend les mesures [...], pour assurer le partage juste et équitable des résultats de la recherche et de la mise en valeur ainsi que des avantages résultants de l'utilisation commerciale et autre des ressources génétiques avec la partie contractante qui fournit ces ressources. Ce partage s'effectue selon des modalités mutuellement convenues. ».

L'article 8 j) de la Convention indique que « Chaque partie contractante, dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra, sous réserves des dispositions de sa législation nationale : respecte, préserve et maintient les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et en favorise l'application sur une plus grande échelle, avec l'accord et la participation des dépositaires de ces connaissances, innovations et

pratiques et encourage le partage équitable des avantages découlant de l'utilisation de ces connaissances, innovations et pratiques ». La Convention affirme donc le savoir traditionnel des peuples autochtones sur les ressources génétiques de leurs terres.

Dans le but d'appliquer ces deux articles, le Protocole de Nagoya a été rédigé et adopté.

C. Le Protocole de Nagoya

Le « Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation » est un traité complémentaire à la CDB. Il permet un cadre juridique pour rendre certain la mise en place du troisième objectif de la CDB c'est-à-dire assurer le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques. Le Protocole de Nagoya a été adopté le 29 octobre 2010 à Nagoya au Japon. Il a été ouvert à la signature le 2 février 2011 jusqu'au 1^{er} février 2012 au siège des Nations Unies à New-York. Selon l'article 33, le Protocole « entre en vigueur le quatre-vingt-dixième jour suivant la date de dépôt du cinquantième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion, par les États ou les organisations régionales d'intégration économique qui sont Parties à la Convention ». Le protocole a été ratifié par 105 pays dont la France le 31 août 2016. Les 50 ratifications ayant été obtenues, il est entré en vigueur le 12 octobre 2014.

1. Les ressources génétiques et leurs utilisations

Les ressources génétiques sont définies dans la CDB comme « le matériel génétique ayant une valeur effective ou potentielle ».

Les ressources génétiques sont utilisées afin de rechercher leurs propriétés et leur utilisation pour permettre d'enrichir le savoir et les connaissances scientifiques ou de produire des dérivés commerciaux. Ils sont utilisés pour accéder à une meilleure connaissance du monde naturel ou alors à des fins commerciales dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique ou encore dans le secteur agricole.

Le Protocole de Nagoya concerne aussi les savoirs traditionnels liés à ces ressources génétiques.

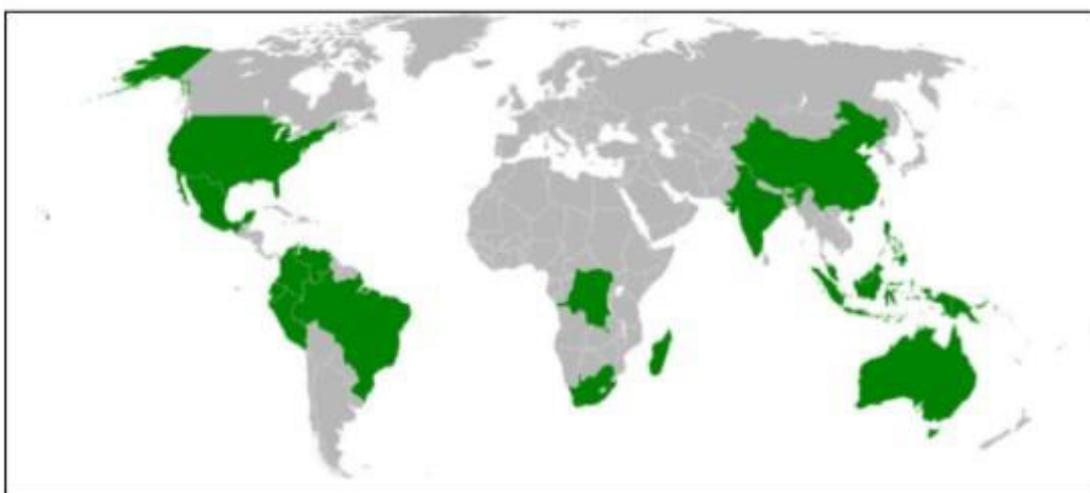
2. Les savoirs traditionnels

Les savoirs traditionnels désignent les connaissances, les pratiques, les techniques et le savoir-faire détenus par les communautés autochtones et locales sur leurs ressources génétiques. Elles sont les gardiennes et les protectrices de la diversité biologique de leur environnement. Pour vivre, ces populations utilisent quotidiennement depuis des siècles leurs ressources génétiques, ce qui leur permet d'acquérir des connaissances traditionnelles sur leur environnement local qui sont ensuite transmises et partagées oralement de génération en génération.

Les savoirs traditionnels sont très prisés par les entreprises pharmaceutiques ou cosmétiques car ce sont des informations utiles pour leur permettre d'identifier les ressources génétiques exploitables.

3. Mise en œuvre du protocole

La mise en œuvre nationale du protocole repose sur l'intégration des règles qu'il prévoit dans les pays fournisseurs et dans ceux ayant des centres de recherche sur leurs territoires. La mise en place de mesures législatives relative à l'APA (accès et partage des avantages) a été faite dans 57 pays, principalement situés en Amérique du Sud et en Asie. Les pays les plus avancés sur ce sujet font partie du groupe des pays mégadivers qui rassemble 17 pays considérés comme étant les plus riches de la planète en ressources biologiques. Leurs territoires occupent moins de 10% de la surface terrestre mais ils détiennent 75% de la biodiversité mondiale. Ces pays fournisseurs de ressources sont proactifs dans le but de recevoir les avantages résultant de l'utilisation de celles-ci.



Pays mégadivers (en vert)

L'Amérique du Sud et l'Asie jouent un rôle premier dans la mise en œuvre nationale des principes de la CDB et du Protocole de Nagoya.

C'est lorsque les entreprises ne respectent pas les principes du Protocole de Nagoya que l'on parle de biopiraterie.

VI. La biopiraterie

Selon l'Unesco, les peuples autochtones comptent 370 à 500 millions de personnes à travers le monde. Détentrices de savoirs ancestraux précieux et de connaissances fines sur leur environnement, ces communautés sont au cœur d'un réservoir de biodiversité qui aiguise les appétits des multinationales. La bio prospection est une première étape qui peut parfois mener à des découvertes que des scientifiques revendiquent et que des entreprises exploitent sur le plan commercial. La biopiraterie est avérée lorsque cette exploitation se fait sans consentement ni contrepartie pour les populations qui ont été à l'origine de l'avancée scientifique.

A. Définition

La biopiraterie, ou biopiratage, est l'utilisation abusive de la biodiversité. Elle peut être définie comme l'appropriation illégale et la commercialisation des ressources génétiques et des connaissances traditionnelles de populations autochtones ou locales sans leur autorisation. Les biopirates ont pour but de faire du profit à partir de produits ou d'ingrédients naturellement disponibles en copiant les méthodes des populations autochtones qui les utilisent au quotidien pour subvenir à leurs besoins.

Le mot biopiraterie fait référence aux pirates de la biodiversité (biopirates), des entreprises surtout cosmétiques, pharmaceutiques et agroalimentaires mais aussi des instituts de recherche qui vont s'accaparer et piller les ressources naturelles. Globalement ces entreprises et instituts de recherche viennent du nord, à 90% les brevets aujourd'hui détenus sur la biodiversité le sont par les Etats-Unis, l'Europe et le Japon.

La forme extrême de la biopiraterie est le dépôt de brevet, une injustice morale et financière pour les gardiens de traditions qui ont toujours existées, mais ont aucune « preuve » d'antériorité que la transmission orale, de génération en génération.

L'impact de la biopiraterie c'est le sentiment d'injustice, les peuples autochtones s'insurgent de la prédation biologique dont ils sont victimes car les multinationales s'emparent des ressources pour en faire leur business. Elle a aussi des conséquences plus concrètes en termes d'environnement. Une fois le brevet déposé, lorsqu'il va être exploité, il va y avoir une pression sur la ressource demandée qui peut aboutir par exemple à des monocultures ou des perturbations des écosystèmes. Il peut y avoir aussi des conséquences économiques, si on a une demande de la plante qui est plus forte, on peut avoir une augmentation des prix et alors les populations locales ont des difficultés d'accéder à des plantes qu'elles utilisent quotidiennement.

En plus de la maca, un produit péruvien qui était la proie du biopiratage des marchands chinois, il y a 68 autres produits péruviens qui sont dans le même danger, parmi lesquels le Sacha Inchi. Ceci est indiqué par un rapport de la Commission nationale contre le biopiratage, qui est présidée par Indecopi et à laquelle la République avait accès. Andrés Valladolid, président de cette commission, a souligné qu'à ce jour, 33 cas de biopiraterie ont été identifiés dans le système des brevets concernant les ressources génétiques d'origine péruvienne et les connaissances traditionnelles des peuples autochtones. En 2017, il y a 10 cas identifiés de biopiraterie, dans tous les pays asiatiques. La Chine, la Corée, le Japon, Taiwan, Hong Kong et les Philippines sont impliqués.

B. Cas de la France

En 2006, la société française Greentech décide d'exploiter les vertus du Sacha Inchi dont les bienfaits étaient connus des populations autochtones du Pérou. Elle s'engage dans la commercialisation de cet ingrédient prometteur et dépose un brevet auprès de l'INPI (institut nationale de la propriété industrielle) n° FR 2880278A1 afin de commercialiser des crèmes à base d'huile de sachu inchi. Elle estime donc avoir « inventé » l'usage d'huile de Sacha Inchi pour élaborer des crèmes de soin pour la peau et les cheveux. Ce brevet est donc la négation de l'existence d'usages

traditionnels antérieurs d'extraits de Sacha Inchi par de nombreux peuples amazoniens pour des applications cosmétiques, alimentaires et thérapeutiques. Or, de nombreuses populations locales amazoniennes utilisent quotidiennement ce composant naturel dans des préparations cosmétiques, alimentaires et thérapeutiques. Sous la pression de deux organisations, l'une péruvienne et l'autre française, qui se sont mobilisées et ont collaboré pour contester ce brevet illégitime, il sera finalement retiré en octobre 2009.

Côté péruvien, La commission nationale péruvienne de lutte contre la biopiraterie a présenté une opposition formelle par laquelle elle a réussi à démontrer que l'utilisation du Sacha Inchi dans des produits cosmétiques n'avait en rien été découverte par l'entreprise française, qui ne pouvait donc s'octroyer la paternité de cette invention.

En France, le collectif biopiraterie a médiatisé le cas en 2006 et a organisé les premières rencontres internationales contre la biopiraterie en 2009, au cours desquelles le représentant de la commission péruvienne de la lutte contre la biopiraterie a exposé le cas devant des responsables politiques, journalistes, experts, entreprises et associations.

Ce retrait annonce un tournant dans la lutte contre la biopiraterie en France. Le collectif de biopiraterie continue son travail de sensibilisation aux droits des peuples autochtones, afin d'alerter les citoyens-consommateurs, les élus et les entreprises à l'existence de la biopiraterie et des discours en faveur de l'environnement et des peuples du monde entier. Le collectif entend également poursuivre son travail de surveillance des cas potentiels de biopiraterie, en coopération avec un réseau d'organisations européennes, sud-américaines, africaines et asiatiques.

C. Cas du Pérou

Le Pérou possède une grande biodiversité et est, de ce fait, l'un des centres mondiaux les plus importants de ressources génétiques végétales. C'est l'un des pays d'Amérique du Sud qui a le plus exprimé sa volonté de développer le biocommerce éthique, tout en respectant les peuples autochtones de son territoire.

La population du Pérou est d'environ 32 millions d'habitants en 2017. Le tiers des habitants du pays sont des autochtones c'est-à-dire natif, originaire du pays et dont les ancêtres ont vécu dans ce pays. Cette population vit essentiellement en milieu rural, regroupée au sein de 5812 communautés paysannes (andines) et 1315 communautés autochtones (amazoniennes). C'est cette population autochtone qui est l'héritière des anciens péruviens qui, depuis plus de 10 000 ans ont domestiqué et diversifié les espèces végétales. Elle se trouve donc à l'heure actuelle dépositaire d'un vaste ensemble de savoirs traditionnels sur l'utilisation de ces espèces.

Selon les calculs, il existe 20 000 espèces végétales supérieures au Pérou (10% du total mondial) dont 5509 sont endémiques (environ 27%). Le Pérou est le cinquième pays au monde pour ce qui est du nombre d'espèces, le premier pour ce qui est du nombre d'espèces végétales aux propriétés connues et utilisées par la population (4400 espèces) et le premier pour ce qui est des espèces domestiquées autochtones (128 espèces). Ce pays possède 182 espèces de plantes autochtones domestiques présentant des centaines, voire des milliers, de variétés dont 174 d'origine andine,

amazonienne et côtière et 7 d'origine américaine qui ont été introduites il y a des siècles.

Les espèces donnant lieu ou pouvant donner lieu à une application industrielle atteignent le nombre élevé de 2642. Parmi ces espèces, 682 sont alimentaires 1044 médicinales, 60 servent à la production d'huile et 75 à celle de produits cosmétiques.

C'est la loi n°27811 du 10 août 2002 qui vise à protéger les savoirs traditionnels et qui a permis la mise en place de deux mesures. La première, c'est l'ouverture de 3 types de registres des connaissances collectives des peuples indigènes. Chaque type correspond à un degré particulier de confidentialité souhaitant être attribué aux savoirs qui y sont inscrits. Ces registres, référencant plus de 400 espèces de plantes et savoirs associés, garantissent aux populations locales la reconnaissance, la valorisation et la conservation de leurs savoirs et permettent de faciliter leur transmission aux générations suivantes. Leur consultation n'est autorisée qu'aux principaux offices de brevets lors d'examen des demandes. Toute entreprise souhaitant exploiter d'une manière commerciale l'un des savoirs recensés devra, après avoir obtenu le consentement préalable par un accord de licence, reverser 5% du chiffre d'affaires brut avant impôts généré par la vente des produits mis au point grâce à ce savoir. La seconde, c'est la mise en place d'une Communauté Nationale de Lutte contre la Biopiraterie. Cette commission effectue une veille internationale sur les demandes de brevets déposées auprès des offices afin de protéger les espèces d'origine péruvienne. Une liste de 35 plantes prioritaires a été établie.

1. Indecopi

a) Définition et missions

L'Institut national pour la défense de la libre concurrence et la protection de la propriété intellectuelle (Indecopi) a été fondé en novembre 1992 par le décret 25868.

Sa fonction est de promouvoir le marché et de protéger les droits des consommateurs. Il encourage également, dans l'économie péruvienne, une culture de concurrence loyale et honnête, tenant indemnes toutes les formes de propriété intellectuelle : des marques déposées et du copyright de l'auteur aux brevets et à la biotechnologie.

Indecopi est une agence publique spécialisée rattachée au Cabinet du Premier ministre, dotée d'un statut juridique indépendant de droit public interne. A ce titre, il jouit d'une autonomie fonctionnelle, technique, économique, budgétaire et administrative (décret 1033).

Grâce à son travail de promotion des normes de concurrence loyale et honnête entre les agents de l'économie péruvienne, Indecopi est aujourd'hui perçue comme une institution de service soucieuse de promouvoir une culture de l'égalité afin de satisfaire les citoyens, les entrepreneurs et l'État.

Sa mission est de promouvoir un marché qui fonctionne bien, au bénéfice des citoyens, des consommateurs et des entreprises, par la protection des

consommateurs, la prévention et le contrôle des pratiques qui restreignent la concurrence libre et loyale, la protection de la propriété intellectuelle et la promotion d'une infrastructure et une culture de qualité au Pérou.

Sa vision est que les citoyens, les consommateurs et les entreprises bénéficient d'un marché fonctionnant sans distorsions, grâce au travail technique, proactif, opportun, prévisible et fiable d'Indecopi. Ce travail garantit un environnement de concurrence libre et loyale dans lequel les droits des consommateurs sont respectés, ainsi que les droits de propriété intellectuelle, favorisant ainsi une infrastructure et une culture de qualité.

Il est important d'informer les peuples et d'obtenir leur consentement pour divulguer leurs savoirs et déposer un brevet

b) Actions

Cas de demandes de brevet et de brevets indus liés aux ressources biologiques péruviennes

ANNEE	RESSOURCE	BREVET ou APPLICATION	PAYS	ETAT
2017	Sacha Inchi	CN106074671 Application de l'extrait de feuilles de <i>plukenetia volubilis</i> à la préparation de médicaments hypoglycémiants	Chine	Une observation a été présentée
2017	Maca	KR1020160144791 "Composition pour soulager les symptômes de la ménopause féminine"	Corée	Une observation a été présentée
2017	Maca	JP2016210746 "Agent de promotion de la production du facteur de croissance des cellules endothéliales vasculaires"	Japon	Une observation a été présentée
2017	Tara	TW 201340975 "Composition anti-inflammatoire et antioxydante et procédé d'utilisation associé"	Taiwan	Une observation a été présentée
2017	Tara	HK 1199197 "Composition anti-inflammatoire et anti-oxydante et procédé d'utilisation associé"	Hong Kong	Une observation a été présentée
2017	Tara	CN 104066434 "Composition anti-inflammatoire et antioxydante et procédé d'utilisation associé"	Chine	Une observation a été présentée

2017	Maca	CN201610791732 "Composition de médecine traditionnelle chinoise contenant de la maca et méthode de préparation"	Chine	Une observation a été présentée
2017	Sacha Inchi	CN 201610618712 "Application de l'extrait de balle de <i>Plukenetia volubilis</i> dans la préparation de médicaments hypotenseurs"	Chine	Une observation a été présentée
2017	Maca, aguaje	PH2015000587U "Une formulation pour améliorer la poitrine et les fesses des femmes"	Philippines	Une observation a été présentée
2017	Maca, huanarpo macho, chuchuhuasi	PH 2015000586U "Une composition pour améliorer la libido masculine"	Philippines	Une observation a été présentée
2016	Maca	PL 401839 "Anti anémique et antioxydants pour les sportifs"	Pologne	Suspendu
2016	Maca	CN 104544074A "Un extrait de maca à haute stabilité et sa procédure de préparation"	Chine	Une observation a été présentée
2016	Maca	CN 104513173A "Un extrait de maca, procédure de préparation et son application"	Chine	Une observation a été présentée
2010	Maca	EP 2051724 "Une préparation pour le traitement de l'infertilité"	OEP	Rejeté
2012	Yacón	2011-079806 "Méthode de récupération et d'amélioration du diabète"	Japon	Abandonné
2011	Maca	"Agent pour prévenir le traitement de l'ostéoporose" (2010-235533)	Japon	Abandonné
2002	Maca	Compositions et procédés pour leur préparation à partir de <i>Lepidium</i> (WO 0051548)	OEP	Rejeté
2006	Maca	Produit alimentaire fonctionnel contenant du maca (publication N ° 2004-000171)	Japon	Rejeté
2006	Maca	Améliorant pour perturbation du sommeil (JP2007031371)	Japon	Rejeté
2008	Maca	Procédé de fabrication et composition d'un extrait de maca (Kr20070073663)	Corée	Rejeté

2009	Maca	Composition croissante de testostérone (jp2005306754)	Japon	Rejeté
2008	Sacha Inchi	Un extrait d'une plante appartenant au genre <i>Plukenetia volubilis</i> et son utilisation cosmétique. (EP1807038 A1)	OEP	Retrait
2008	Sacha Inchi	Un extrait d'une plante appartenant au genre <i>Plukenetia volubilis</i> et son utilisation cosmétique. (US2007264221 A1)	USA	Retrait
2008	Sacha Inchi	Un extrait d'une plante appartenant au genre <i>Plukenetia volubilis</i> et son utilisation cosmétique. (KR20070073873 A)	Corée	Retrait
2008	Sacha Inchi	Un extrait d'une plante appartenant au genre <i>Plukenetia volubilis</i> et son utilisation cosmétique. (JP2008518987 A)	Japon	Retrait
2008	Sacha Inchi	Utilisation d'huile et de protéines extraites de graines de <i>Plukenetia volubilis linneo</i> dans des préparations cosmétiques, dermatologiques et nutraceutiques. (FR 2880278)	France	Retrait
2007	Ambrosia	Utilisation d'extraits d' <i>Ambrosia peruviana</i> dans des compositions cosmétiques et dermopharmaceutiques (FR2904548 A1)	France	Abandonné
2006	Camu camu	Conserves de fruits de <i>Myrciaria dubia</i> (Publicación N ° 09 - 215475)	Japón	Abandonné
2006	Pasuchaca	Inhibiteur de l'A-glycosidase (P2005-200389A)	Japon	Abandonné
2000	Maca	Extrait de racines de <i>Lepidium Meyenii</i> pour des applications pharmaceutiques (US 6297995) 10 / 002,757	USA	Décerné
2000	Maca	Extrait de racines de <i>Lepidium Meyenii</i> pour des applications pharmaceutiques (US	USA	Abandonné

		6297995) 10 / 138,030		
2000	Maca	Extrait de racines de <i>Lepidium Meyenii</i> pour des applications pharmaceutiques (US 6297995) 09 / 878,141	USA	Abandonné
2000	Maca	Traitement de la dysfonction sexuelle avec un extrait de racines de <i>Lepidium Meyenii</i> (US 6,428,824)	USA	Décerné

Le dernier cas présenté date de 2017 et concerne Sacha Inchi. La commission nationale contre le biopiratage (piratage biologique) qui préside l'institut national pour la défense de la concurrence et la protection de la propriété intellectuelle (Indecopi) a déposé une opposition à un brevet demandé en Chine relatif au Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) de sorte qu'il ne soit pas accordé parce qu'il manque de nouveauté et d'inventivité, exigences requises pour obtenir un brevet. En effet, la société chinoise a l'intention de breveter un extrait de feuille de sachu inchi pour le traitement du diabète.

Ce nouveau cas de biopiraterie a été identifié par cette commission, lors de la détection de demande de brevet CN201610618692, déposé auprès de l'Office de la propriété intellectuelle de la République populaire de Chine (SIPO), intitulé « Application de *Plukenetia volubilis* extrait de feuilles pour la préparation de médicaments hypoglycémifiants ». Ceci fait référence à une composition pharmaceutique comprenant un ingrédient actif obtenu à partir de ladite ressource, à utiliser dans le traitement du diabète.

Cependant, la commission nationale a déterminé qu'une telle demande de brevet est indue parce qu'elle ne satisfait pas aux exigences de brevetabilité mentionnées ci-dessus. Pour cette raison, en coordination avec le ministère péruvien des affaires étrangères, l'opposition respective a été présentée à travers un rapport technique détaillé qui démontre le manque de nouveauté et d'inventivité de la demande susmentionnée.

Cette commission effectue des recherches dans les offices de brevets de tous les pays afin d'identifier les brevets et même les demandes qui leur sont soumises, dans lesquelles sont impliquées les ressources biologiques du Pérou et leurs connaissances utilisées qu'ont les communautés autochtones.

Il convient de rappeler qu'à ce jour, la commission nationale a identifié 33 cas de biopiraterie liés aux ressources biologiques péruviennes dans le système des brevets, dont 18 ont jusqu'à présent été résolus, tous en faveur du Pérou.

En 2008, il y a eu deux cas de biopiraterie portant sur l'usage cosmétique du Sacha Inchi pour traiter les rides. Dans les deux cas, les brevets avaient été déposés par des entreprises françaises qui prétendaient avoir découvert l'usage cosmétique du Sacha Inchi. Or la commission avait un document datant de 1982, le Convenio Andrés Bello, répertoriant un usage cosmétique de ladite huile chez différents peuples indigènes. Etant donné qu'il y avait un savoir et un usage traditionnel, ces entreprises ne pouvaient pas revendiquer « l'invention » de l'usage cosmétique de

l'huile. Ces brevets étaient basés sur les connaissances traditionnelles et étaient donc des cas de biopiraterie. Dans les deux cas, les entreprises ont compris qu'il était dans leur intérêt d'abandonner le brevet.

2. Société péruvienne de droit de l'environnement (SPDA)

La SPDA est une association créée en 1986 qui affronte divers cas de biopiraterie associés à des ressources d'origine péruvienne. Le plus connu est certainement celui de la maca avec un brevet octroyé tout d'abord à une entreprise américaine et ensuite acheté par une entreprise française au début des années 2000. Un brevet obtenu sur l'extrait de maca, qui a été questionné au Pérou, parce qu'ils considéraient que celui-ci avait été octroyé de façon illégitime et ne remplissait pas les exigences de brevetabilité.

Cette association s'est alors rendu compte qu'il y avait beaucoup d'autres ressources naturelles d'origine péruvienne qui faisaient aussi l'objet de brevets. Par exemple, les brevets sur le Sacha Inchi, le yacón (« poire de terre », *Smallanthus sonchifolius*, Asteraceae) et diverses autres variétés dont les demandes étaient parfois en cours et d'autres déjà soumises à des brevets aux Etats-Unis, en Europe, au Japon, en Corée et d'autres pays asiatiques.

La SPDA a comme politique institutionnelle de travailler au niveau des alliances et coopérations. Elle entre en relation et interagit avec des organisations indigènes pour tenter de les informer, attirer l'attention, sensibiliser sur la biopiraterie de l'importance des connaissances traditionnelles et du maintien de la biodiversité. Grâce à leur travail, le concept de biopiraterie est reconnu des représentants et communautés indigènes, ils comprennent de quoi il s'agit et sont plus prudents lors de la visite d'étrangers.

Elle fait partie de la commission de lutte contre la biopiraterie où elle représente les organisations non gouvernementales (ONG).

En 2014, la SPDA s'est vu remettre par France Libertés le Prix Danielle Mitterrand lors de sa deuxième édition. Ce prix récompense un acteur de la société civile ayant contribué à porter ses idées et met en lumière son engagement pour la défense des droits humains et des biens communs. L'action de la SPDA contribue à faire vivre les valeurs et visions des peuples autochtones d'Amérique Latine, valeurs portées par Danielle Mitterrand. Pour ces raisons, France Libertés considère la SPDA comme étant un acteur de référence qui contribue grandement à l'émergence d'alternatives à la biopiraterie.

3. La commission de lutte contre la biopiraterie

La commission de lutte contre la biopiraterie a été créée en mai 2004, par décret de loi n°28216, par le gouvernement péruvien. Elle a été créée pour la protection de l'accès à la biodiversité biologique du Pérou et de la connaissance collective des peuples autochtones. Cette commission est sous la présidence du conseil des ministres et est présidée par Indecopi. Elle a débuté en 2002 en traitant le cas du brevet octroyé sur la maca par un groupe de travail réduit, formé de 4 à 5

organisations. C'est en se rendant compte que ce cas était un parmi beaucoup d'autres sur les ressources péruviennes, qu'il a été envisagé d'élargir le groupe de travail et de le convertir en commission. Elle est formée de 13 institutions privées et publiques issues de secteurs liés au problème de la biopiraterie avec comme leader Indecopi. Sa mission est de développer des actions afin d'identifier, de prévenir et d'éviter les actes de biopiraterie sur les plantes péruviennes et sur les savoirs traditionnels qui y sont liés. Elle n'est pas contre l'usage des ressources génétiques du Pérou, à condition que cet usage et l'accès aux plantes, et aux savoirs qui y sont associés, soient réalisés à l'intérieur d'un cadre légal qui respecte les normes nationales et internationales.

Dans un premier temps, la commission a suivi de près 35 espèces clés. Aujourd'hui, elle suit les demandes de brevets relatives à 62 espèces du patrimoine péruvien. Sur les 35 espèces suivies préalablement, 18 cas problématiques ont été trouvés, 7 ont été résolus mais 11 restent en cours.

4. Parallèle avec d'autres cas

a) La maca

La maca ou *Lepidium meyenii* de son nom latin est une plante vivace de la famille des Brassicaceae dotée d'une racine pivotante charnue.



Racine de maca

Dans le cas de la maca, plante stimulante andine, le brevet portait sur une méthode de préparation d'extraits qui n'a jamais été exploitée, et l'entreprise détentrice du brevet a été à l'initiative de la redynamisation des plantations locales de maca au Pérou, le produit étant exporté tout à fait légalement suite à l'autorisation reçue du gouvernement péruvien.

La maca, plante originaire du Pérou, est considérée par les peuples andins comme un aliment de tous les jours. Cette plante, ressemblant à un gros navet, est réputée pour posséder de nombreuses propriétés telles que l'augmentation de la fertilité, la libido, la régulation des menstruations et de la ménopause, le soulagement de l'insomnie et la diminution des pertes d'audition et de vision. La maca trouve de nouveaux débouchés grâce au marché en croissance rapide des compléments alimentaires.

En 1988, l'entreprise américaine PureWorld dépose un brevet sur un extrait de maca obtenu au muséum de Lima. Puis, elle obtient en 2001 de l'Office américain des brevets, un brevet portant sur une méthode d'extraction. Elle commercialise sous le nom « Macapure », marque déjà déposée en 1986, un traitement des dysfonctionnements sexuels (stérilité ou impuissance) et un traitement du cancer chez l'homme et l'animal.

Suite à cet octroi, l'institut péruvien de la protection intellectuelle (Indecopi) réalise un examen approfondi des inventions revendiquées et conclut que les conditions nécessaires pour l'octroi d'un brevet ne sont pas réunies. En d'autres mots, faire un extrait de racines de maca et l'utiliser pour traiter le dysfonctionnement sexuel ou le cancer était évident, compte tenu de l'antériorité des savoirs indigènes identifiés par l'institut.

Ce cas a servi de contribution du Pérou aux travaux de l'OMPI dans le cadre de la protection des savoirs traditionnels liés aux ressources génétiques.

La maca est l'espèce qui enregistre le plus grand nombre de cas similaires. Elle a souffert du biopiratage car il y avait un accès illégal à la ressource génétique. Le gros problème étant que la maca se reproduit par graines et qu'il est très facile de les prendre. En outre, il y a des demandes de brevets liées à la maca qui prétendent être revendiquées en faveur de tiers, sans respecter les droits des peuples autochtones.

Le Centre National des Ressources Génétiques de l'Agrobiodiversité conserve des semences et des plantes utiles pour le développement agricole. Il vise à garantir la propriété matérielle et intellectuelle des peuples autochtones, à renforcer le système de connaissances traditionnelles, les technologies et les innovations des peuples autochtones et leurs systèmes culturels liés à la conservation et à l'utilisation durable de l'agrobiodiversité péruvienne. L'objectif de ce centre est de protéger la grande biodiversité et les produits indigènes au Pérou et ainsi empêcher d'être brevetés sur les marchés internationaux.

b) Le margousier

Le Margousier ou *Azadirachta indica* de son nom latin, encore appelé le neem, est un arbre originaire d'Inde appartenant à la famille des Meliaceae. Il est généralement cultivé dans les régions sèches de 50 pays tropicaux à travers le monde. Ses fruits et ses graines sont la source de l'huile de neem.



Margousier indien

Le cas de biopiraterie impliquant l'entreprise américaine GRACE d'agrochimie et le neem, est l'un des plus emblématiques. Le neem est mentionné dans des textes indiens écrits il y a plus de deux mille ans et a été utilisé pendant des siècles par les communautés locales dans l'agriculture comme insecticide et antiparasitaire, en médecine humaine et vétérinaire et en cosmétique.

Depuis les années 1980, de nombreux procédés et produits ont été brevetés au Japon, Etats-Unis et dans les pays européens. Dans les années 90, 64 brevets ont été déposés sur le neem pour ses propriétés par des entreprises privées, notamment un par l'entreprise d'agrochimie W.R. GRACE pour ses vertus fongicides. L'entreprise américaine, ayant obtenu le brevet, a mis en place une usine de fabrication en Inde afin de commercialiser son produit antifongique. La demande des graines a alors augmenté et entraîné une hausse des prix, si bien que les populations locales ne pouvaient alors plus se les procurer et ne pouvaient plus les utiliser au quotidien comme elles le faisaient. C'est après 10 ans de bataille juridique que le gouvernement indien a réussi à faire annuler ce brevet par le bureau européen des brevets qui a reconnu l'antériorité des savoirs traditionnels indiens sur le neem.

VII. Conclusion

Plukenetia volubilis est une plante utilisée traditionnellement depuis des millénaires pour ses vertus médicinales. De nombreux chercheurs se sont intéressés de très près à sa graine en raison de ses pouvoirs de guérison supposés miraculeux que la dimension traditionnelle lui attribue.

Les études ont démontré qu'une grande partie des propriétés pharmacologiques des graines est due au fort taux d'acide gras insaturés, plus fort taux d'une huile végétale, mais également à la présence des vitamines anti-oxydantes, des acides aminés essentiels et minéraux. Par ses composés, *Plukenetia volubilis* possède un spectre d'activités pharmacologiques très large. C'est un agent anti-inflammatoire, immunomodulateur, anti-oxydant, anti-âge, hypoglycémiant, hypocholestérolémiant, antihypertenseur entre autres.

Un grand nombre d'étude sur *Plukenetia volubilis* sont en cours de réalisation par des équipes de scientifiques et de chercheurs du monde entier et parallèlement des articles sur la graine sont continuellement publiés.

Ainsi, les données scientifiques récentes ou anciennes, en rapport à son usage médicinal, ses constituants et ses actions pharmacologiques, mettent conjointement en évidence le potentiel thérapeutique de cette graine.

De manière cohérente, son utilisation ne saurait substituer aux prescriptions du médecin ou à la prise de médicaments. Il reste un grand nombre d'interrogations comme la composition exacte des principes actifs de la graine, les mécanismes d'action en jeu et l'application thérapeutique et clinique sur les pathologies humaines, jusqu'à la formulation d'éventuels médicaments en découlant.

Toutefois, le corps scientifique et médical mondial admet et reconnaît d'après les connaissances actuelles que *Plukenetia volubilis* est une plante médicinale au sens

large, au potentiel thérapeutique futur très prometteur, au vu de l'immense intérêt grandissant qu'elle suscite. Sachant qu'environ 40% des principes actifs qui composent les médicaments allopathiques présents sur le marché sont plus ou moins directement d'origine végétal, il est fort probable que certains constituants de *Plukenetia volubilis* rentrent dans la composition de médicaments de demain.

Les graines sont utilisées comme agents thérapeutiques dans de nombreuses indications consacrées par l'usage traditionnel et populaire. On peut ainsi parler de potentiel remède phytothérapeutique.

Depuis 1997, de nombreux ingrédients et aliments ont fait leur entrée sur le marché européen sous le vocable attrayant de novel food, expression pleine de promesses pourtant ce n'est rien de plus qu'une définition juridique mise en place par la Commission européenne destinée à autoriser sur le marché européen les nouveaux ingrédients alimentaires. L'objet de la démarche : favoriser l'innovation tout en garantissant la sécurité des consommateurs. Le dernier novel food à avoir obtenu son autorisation est l'huile de Sacha Inchi. Une demande était en cours depuis 2005 et vient donc d'aboutir, ouvrant des débouchés européens à cette filière de production.

BIBLIOGRAPHIE

1. Clergeaud C. et L., Les huiles végétales : huiles de santé et de beauté. Editions Amyris, 2000.
2. Fanali C., Dugo L., Cacciola F. et al. Chemical Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 13043–13049
3. Maurer N.E., Hatta-Sakoda B., Pascual-Chagman G., Rodriguez-Saona L.E. Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry* 134. 2012, 1173–1180.
4. Chirinos R., Zuloeta G., Pedreschi R. et al. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) : A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry* 141. 2013, 1732–1739.
5. Cisneros F.H., Paredes D., Arana A., Cisneros-Zevallos L. Chemical Composition, Oxidative Stability and Antioxidant Capacity of Oil Extracted from Roasted Seeds of Sacha-Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 5191–5197.
6. Gutiérrez L.F., Rosada L.M., Jiménez A. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y Aceites*, Vol 62, No 1. 2011.
7. Gonzales G.F., Gonzales C. A randomized, double-blind placebo-controlled study on acceptability, safety and efficacy of oral administration of sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) in adult human subjects. *Food Chem Toxicol.* 2014, 65 :168–76.
8. Gonzales G.F., Gonzales C, Villegas L. Exposure of fatty acids after a single oral administration of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) and sunflower oil in human adult subjects. *Toxicol Mech Methods.* 2014, 24(1) :60-9.
9. Chasquibol N.A., Del Aguila C., Yácono J.C. et al. Characterization of glyceridic and unsaponifiable compounds of Sacha inchi oils. *J Agric Food Chem.* 2014, 15;62(41) :10162-9.
10. Follegatti-Romero L.A., Piantino C.R., Grimaldi R., Cabral Fernando A. Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *The Journal of Supercritical Fluids*, Volume 49, Issue 3. 2009, p.323–329.
11. Bondioli P., Della Bella L., Rettke P. Alpha linoleic acid rich oils. Composition of *Plukenetia Volubilis* (Sacha Inchi) oil from Peru. *Riv. Ital. Sostanze Grasse.* 2006, 83, 120-123.

12. Guillén M.D., Ruiz A., Cabo N. et al. Characterization of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and H NMR. Comparison with linseed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2003, 80, 755–762.
13. Krivankova B., Polesny Z., Lojka B. et al. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) : A Promising Oilseed Crop from Peruvian Amazon. *Utilization of diversity in land use systems : Sustainable and organic approaches to meet human needs.* 2007.
14. Hamaker B., Valles C., Gilman R. et al. Amino acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (*Plukenetia volubilis* L.). *Cereal Chem.* 1992, 6, 461–463.
15. Follegatti-Romero L.A., Piantino C.R., Grimaldi R., Cabral F.A. Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *J. Supercrit. Fluids.* 2009, 49, 323–329.
16. Hanssen H.P., Schmitz-Hübsch M. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) nut oil and its therapeutic and nutritional uses. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention.* Academic Press. 2011, 991–994.
17. Burdge G.C., Calder C.P. Conversion of α -linolenic acid to long-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprod. Nutr. Dev.* 2005, 45, 581–597
18. Wendel M., Heller A.R. Anticancer actions of omega-3 fatty acids-current state and future perspectives. *Anticancer Agents Med. Chem.* 2009, 9, 457–470.
19. Grynberg A. Hypertension prevention : From nutrients to (fortified) foods to dietary patterns. Focus on fatty acids. *J. Hum. Hypertens.* 2005, 19 (Suppl. 3), S25–S33.
20. Russo G.L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids : From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochem. Pharmacol.* 2009, 77, 937–946.
21. Gomez Candela C., Bermejo Lopez L.M., Loria Kohen V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health : Nutritional recommendations. *Nutr. Hosp.* 2011, 26, 323–329
22. Sathe S.K., Hamaker B.R., Sze-Tao K.W., Venkatachalam M. Isolation, purification, and biochemical characterization of a novel water soluble protein from Inca peanut (*Plukenetia volubilis* L.). *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4906–4908.
23. Bueso A., Rodríguez-Perez R., Rodríguez M. et al. Occupational allergic rhinoconjunctivitis and bronchial asthma induced by *Plukenetia volubilis* seeds. *Occup. Environ. Med.* 2010, 67, 797–798.
24. Dyer J.M., Stymne S., Green A. G., Carlsson A. S. High value oils in plants. *Plant J.* 2008, 54, 640–655.

25. Berryman C.E., Preston A.G., Karmally W. et al. Effects of almond consumption on the reduction of LDL-cholesterol : A discussion of potential mechanisms and future research directions. *Nutr. Rev.* 2011, 69, 171–185.
26. Hunter J.E. Studies on effects of dietary fatty acids as related to their position on triglycerides. *Lipids.* 2001, 36, 655–668.
27. Ruperez F.J., Martín D., Herrera E., Barbas C. Chromatographic analysis of α -tocopherol and related compounds in various matrices. *J. Chromatogr., A.* 2001, 935, 45–69.
28. Garmendia F., Pando R.R., Ronceros G. Effect of Sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) on the lipid profile of patients with Hyperlipoproteinemia. *Rev. Peruana Med. Exp.* 2011, 628-632.
29. Kumar B., Smita K., Cumbal L., Debut A. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil for one pot synthesis of silver nanocatalyst : an ecofriendly approach. *Ind. Crops Prod.*, 58. 2014, 238-243.
30. Nascimento A.K.L., Silveira R.F.M., Santos N.D. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of leaf extracts from *Plukenetia volubilis* Linneo (Euphorbiaceae). *Evid-Based Complemt. Alternat. Med.* 2013.
31. De Lorgeril M., Salen P. Alpha-linolenic acid and coronary heart disease. *Nutr Metab Cardiovas.* 2004, 14(3):162–169.
32. Ramaprasad T.R., Srinivasan K., Baskaran V. et al. Spray-dried milk supplemented with alpha-linolenic acid or eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid decreases HMG CoA reductase activity and increases biliary secretion of lipids in rats. *Steroids.* 2006, 71(5):409–415.
33. Simopoulos A.P. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Sci.* 2000, 79(7):961–970.
34. Wijendran V., Hayes KC. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu Rev Nutr.* 2004, 24:597–615.
35. Cai Z.Q., Yang Q., Tang S.X., Dao X.S. Nutritional evaluation in seeds of a woody oil crop, *Plukenetia volubilis* Linneo. *Acta Nutr Sin.* 2011, 33(2):193–195.
36. Wang X., Xu R., Wang R., Liu A. Transcriptome analysis of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds at two developmental stages. *BMC Genomics.* 2012, 13:716.
37. Thomson J.R. Sacha Inchi Is Supposedly The Next “Superfood,” But Something’s Fishy. *Huffington Post.* 2016.
38. Boone L. Powerful Plant-Based Superfoods : The Best Way to Eat for Maximum Health, Energy, and Weight Loss. *Fair Winds Press.* 2013.

- 39.** Pereira de Souza A.H., Gohara A.K., Rodrigues A.C. et al. Sacha inchi as potential source of essential fatty acids and tocopherols : multivariate study of nut and shell. *Acta Scientiarum. Technology* 35, n° 4. 2013.
- 40.** Quiroz Ravines L. 7 Super Secrets For My Vibrant Health : Boost Energy, Cut Stress, Slow Aging. 2015.
- 41.** Lee K.W., Lip G.Y.H. The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *An international journal of medicine*. 2003, 96 :465-480.
- 42.** Das U.N. Beneficial effect(s) of n-3 fatty acids in cardiovascular diseases: but, why and how?. *Prostaglandins Leukot. Essen. Fatty Acids*. 2000, 63: 351-362.
- 43.** Niu L., Li J., Chen M. S., Xu Z. F. Determination of oil contents in Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods : Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. *Ind. Crops Prod.*, 56. 2014, 187-190.
- 44.** Kinsella J.E. Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition, and health. *Food Technol*. 1988, 42(10): 124.
- 45.** Adam O., Wolfram G., Zollner N. Influence of dietary linoleic acid intake with different fat intakes on arachidonic acid concentrations in plasma and platelet lipids and eicosanoid biosynthesis in female volunteers. *Ann. Nutr. Metab*. 2003, 47(1): 31-36.
- 46.** Appel L.J., Sacks F.M., Carey V.J. et al. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. *JAMA*. 2005, 294(19): 2455-2464.
- 47.** Beresford S.A., Johnson K.C., Ritenbaugh C. et al. Low-fat dietary pattern and risk of colorectal cancer: the Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial. *JAMA*. 2006, 295(6): 643-654.
- 48.** Burlingame B., Nishida C., Uauy R., Weisell R. Fats and fatty acids in human nutrition. *Ann. Nutr. Metab*. 2009, 55: 1-3.
- 49.** Cetin I., Koletzko B. Long-chain omega-3 fatty acid supply in pregnancy and lactation. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. 2008, 11(3): 297-302.
- 51.** Decsi T., Koletzko B. N-3 fatty acids and pregnancy outcomes. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. 2005, 8(2): 161-166.
- 52.** FAO. Fats and oils in human nutrition. *FAO Food and Nutrition*. 1994, Paper 57.
- 53.** Gissi-Hf I. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acids in patients with chronic heart failure (the GISSI-HF trial) : a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2008, 372 : 1223-1230.

- 54.** He K., Merchant A., Rimm E.B. et al. Dietary fat intake and risk of stroke in male US healthcare professionals: 14 year prospective cohort study. *Br. Med. J.* 2003, 327(7418) : 777-782.
- 55.** Howard B.V., Manson J.E., Stefanick M.L et al. Low-fat dietary pattern and weight change over 7 years: the Women's Health Initiative Dietary Modification Trial. *JAMA*. 2006, 295(1) : 39-49.
- 56.** Hu F.B., Stampfer M.J. Manson, J.E. et al. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N. Engl. J. Med.* 1997, 337(21): 1491-1499.
- 57.** Hu F.B., Manson J.E., Willett W.C. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001, 20(1): 5-19.
- 58.** Katan M.B., Zock P.L., Mensink, R.P. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994, 60: 1017-1022.
- 59.** Kushi L., Giovannucci, E. Dietary fat and cancer. *Am. J. Med.* 2002, 113: 63-70.
- 60.** Mensink R.P., Katan M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler. Thromb.* 1992, 12(8): 911-919.
- 61.** Reddy W.S., Katan M.B. Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases. *Public Health Nutr.* 2004, 7: 167–186.
- 62.** WHO. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. *WHO Technical Report Series*. 2007, 935 : 1-265.
- 63.** Xu J., Eilat-Adar S., Loria C. et al. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease: the Strong Heart Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006, 84(4): 894-902.
- 64.** Jakobsen M.U., O'Reilly E.J., Heitmann B.L. et al. Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, 89: 1425-1432.
- 65.** Bazan, N.G. Omega-3 fatty acids, pro-inflammatory signaling and neuroprotection. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2007, 10: 136-141.
- 66.** Blank C., Neumann M.A., Makrides M., Gibson, R.A. Optimizing DHA levels in by lowering the linoleic acid to α -linolenic acid ratio. *J. Lipid Res.* 2002, 43: 1537-1543.
- 67.** Bowen R.A., Wierzbicki A.A., Clandinin M.T. Does increasing dietary linolenic acid content increase the docosahexaenoic acid content of phospholipids in neuronal cells of neonatal rats. *Pediatr. Res.* 1999, 45: 505-516.
- 68.** Burdge G.C., Calder, P.C. Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprod. Nutr. Dev.* 2005, 45: 581-597.

- 69.** Burdge G.C., Wootton S.A. Conversion of α -linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *Br. J. Nutr.* 2002, 88: 411-420.
- 70.** Calder P.C. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Pros. Leuk. EFA.* 2006, 75: 197-202.
- 71.** Vemuri M., Kelley D.S. 2008. The effects of dietary fatty acids on lipid metabolism. *Fatty Acids in Foods and their Health Implications.* 2008, 591-630.
- 72.** White P.J. Fatty acids in oilseeds (vegetable oils). *Fatty Acids in Foods and their Health Implications.* 2008, 227-262.
- 73.** Elmadfa I., Schwalbe P. Some Aspects of alpha-tocopherol bioavailability. *Fat Sci. Technol.* 1989, 91: 402-407.
- 74.** Holman R.T. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. *J. Nutr.* 1998, 128: 427-433.
- 75.** Holman R.T., Johnson S.B., Hatch T.F. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982, 35: 617-623.
- 76.** Sanders T.A. Fat and fatty acid intake and metabolic effects in the human body. *Ann. Nutr. Metab.* 2009, 55: 162-172.
- 77.** Siri-Tarino P.W., Sun Q., Hu F.B., Krauss R.M. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2010, 91:535-46.
- 78.** Hansen A.E., Wiese H.F., Boelsche A.N. et al. Role of linoleic acid in infant nutrition: clinical and chemical study of 428 infants fed on milk mixtures varying in kind and amount of fat. *Pediatrics*, 1963, 31: 171-192.
- 79.** Innis S.M. Essential fatty acids in growth and development. *Prog. Lipid Res.*, 1991, 30: 39-103.
- 80.** Lauritzen L., Hansen H.S., Jorgensen M.H., Michaelsen K.F. The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog. Lipid Res.* 2001, 40: 1-94.
- 81.** Uauy R., Hoffman D.R. Essential fatty acid requirements for normal eye and brain development. *Semin. Perinatol.* 1991, 15: 449-455.
- 82.** Uauy R., Mize C., Castillo-Durán C. Fat intake during childhood: metabolic responses and effects on growth. *Am. J. Clin Nutr.*, 2000, 72: 1354-1360.
- 83.** Uauy R., Mena P., Rojas, C. Essential fatty acids in early life: structural and functional role. *Proc. Nutr. Soc.* 2000, 59: 3-15.

- 84.** Lecerf J. -M. Vegetable oils: Particularities and usefulness. *Médecine des Maladies Métaboliques* 5, n° 3. 2011, 257- 62.
- 85.** MORENO J.J. The degree of insaturation of dietary fatty acids and the development of atherosclerosis. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2003, 14 :182-195.
- 86.** Collins D. Ancient Incan Superfood :Sacha Inchi Nuts A Potent Anti-Inflammatory. *Underground Health Reporter*. 2017.
- 87.** CNRS-CNERNA. : Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 2e éd. Paris : Tec & Doc Lavoisier. 1992.
- 88.** Munnich A., Ogier H., Saudubray J.M. Les vitamines. Aspects métaboliques, nutritionnels et thérapeutiques. *Masson*, 1987.
- 89.** Flores D., Lock O. Reassessing the ancient use of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) for nutrition, health and cosmetics. *Physiotherapy Magazine / J Phytotherapy*. 2013;13 (1):23-30.
- 90.** Simopoulos A.P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J Am Coll Nutr*. 2002, 21(6):495-505.
- 91.** Zhao G, Etherton TD, Martin KR. et al. Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr*. 2004, 134(11):2991-2997.
- 92.** Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones. New York, 2007.
- 93.** Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relative à la Convention sur la diversité biologique, 2010.
- 94.** Anaya S.J. Indigenous Peoples in International Law. 2^e éd, New York, *Oxford University Press*. 2004.
- 95.** Correa C.M. Protection and Promotion of Traditional Medicine – Implications for Public Health in Developing Countries. 2002.
- 96.** Joutard D. La biopiraterie, les savoirs traditionnels et le droit. *Bulletin de l'ICRA*. 2008.
- 97.** Dumesnil C. Les savoirs traditionnels médicaux pillés par le droit des brevets ? *Revue internationale de droit économique*. 2012.
- 98.** Jourdain E. L'Europe contre la biopiraterie. 2013.
- 99.** Paracchini A. Au Pérou, une commission pour lutter contre la biopiraterie. *Altermondes*. 2014.

- 100.** Aubertin C., Moretti C. La biopiraterie, entre illégalité et illégitimité. *Les marchés de la biodiversité*. 2007.
- 101.** Moretti C., Aubertin C. Stratégies des firmes pharmaceutiques : la bioprospection en question. *Les marchés de la biodiversité*. 2007, 27.
- 102.** Graille J. Lipides et corps gras alimentaires. Ed. Lavoisier Paris : Tec et Doc, 2003, 469p.
- 103.** Murat M. Nutrition et sécurité alimentaire. Ed. Lavoisier, 2009, 677p.
- 104.** Rossetti D., Kielmanowicz M.G., Vigodman S. et al. A novel anti-ageing mechanism for retinol: induction of dermal elastin synthesis and elastin fibre formation. *Int J Cosmet Sci*. 2011, 33(1):62-69.
- 105.** Logan AC. Linoleic and linolenic acids and acne vulgaris. *Br J Dermatol*. 2008, 158: 201-2.
- 106.** Arican O., Kurutas E.B., Sasmaz S. Oxidative stress in patients with acne vulgaris. *Mediators Inflamm*. 2005, 14: 380-384.
- 107.** El-Akawai Z., Abdel-Latif N., Abdul-Razzak K. Does the plasma level of vitamins A and E affect acne condition?. *Clin Exp Dermatol*. 2006, 31: 430-434.
- 108.** Gardner C. D., Kraemer H.C. Monounsaturated versus Polyunsaturated Dietary Fat and Serum Lipids. A Meta-Analysis. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 15, n° 11. 1995, 1917- 1927.
- 109.** Wang S., Wu D., et al. Reduction in dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids: eicosapentaenoic acid plus docosahexaenoic acid ratio minimizes atherosclerotic lesion formation and inflammatory response in the LDL receptor null mouse. *Atherosclerosis*. 2009, 204: 147-155.
- 110.** Biesalski H.K., GRIMM P. Atlas de poche de nutrition. Flammarion, 2010, Paris. 80-125
- 111.** Russo G.L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*. 2009, 77:937-946
- 112.** Simopoulos A.P. Is insulin resistance influenced by dietary linoleic acid and trans fatty acids? *Free rad. Biol. Med*. 1994, 17: 367-372
- 113.** Simopoulos A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother*. 2002, 56: 365-379
- 114.** Kalogeropoulos N. et al. Unsaturated fatty acids are inversely associated and n-6/n-3 ratios are positively related to inflammation and coagulation markers in plasma of apparently healthy adults. *Clin. Chim. Acta*. 2010, 411: 584-591.

- 115.** Ryan E., Galvin K., O'Connor T.P. et al. Phytosterol, squalene, tocopherols content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2007, 62 :85-91.
- 116.** Boschini G., Arnoldi A. Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chemistry*. 2011, 127 :1199-1203.
- 117.** William H. Omega-3 fatty acids : the « japanese » factor?. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008, 52 :425-427.
- 118.** Ala-Vila A., Cofan M., Nuñez I. et al. Carotid and femoral plaque burden is inversely associated with the α -linolenic acid proportion of serum phospholipids in Spanish subjects with primary dyslipidemia. *Atherosclerosis*. 2011, 214: 209-214.
- 119.** Mozaffarian D., Wu J.H. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease : effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011, 58 :2047-2067.
- 120.** Cheriyan J., O'Shaughnessy K.M., Brown M.J. Primary prevention of CVD : treating hypertension. *Clinical evidence*. 2007, 214 :1-20.
- 121.** Morris M.C., Sacks F., Rosner B. Does Fish Oil Lower Blood Pressure ? A meta-analysis of controlled trials. *Circulation*. 1999, 88 :523-533.
- 122.** Thies F., Garry J.M., Yaqoob P. et al. Association of n-3 polyunsaturated fatty acids with stability of atherosclerotic plaques : a randomized controlled trial. *Lancet*. 2003, 361 : 477-485.
- 123.** Albert C.M., Campos H., Stampfer M.J. et al. Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death. *N. Engl. J. Med.* 2002, 346 :1113-1118.
- 124.** Tam O., Innis S.M. Dietary polyunsaturated fatty acids in gestation alter fetal cortical phospholipids, fatty acids and phosphatidylserine synthesis. *Dev Neurosci*. 2006, 28 :222-229.
- 125.** Ahmad A., Moriguchi T., Salem N. Decrease in neuron size in docohexaenoic acid-deficit brain. *Pediatr Neurol*. 2002, 26 : 210-218.
- 126.** Ahmad A., Murthy M., Greiner R.S. et al. A decrease in cell size accompanies a loss of docohexaenoate in the rat hippocampus. *Nutr Neurosci*. 2002, 5 : 103-113.
- 127.** Chalon S. Omega-3 fatty acids and monoamine neurotransmission. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2006, 75 : 259-269.
- 128.** Yessoufou A., Soulamann N., Merzouk S.A. et al. N -3 fatty acids modulate antioxidant status in diabetic rats and their macrosomic offspring. *Int J Obes*. 2006, 30 : 739-750.
- 129.** Williams M.A., Zingheim R.W., King I.B., Zebelman A.M. Omega-3 fatty acids in maternal erythrocytes and risk of preeclampsia. *Epidemiology*. 1995, 6 : 232-237.

- 130.** Su K.P., Huang S.Y., Chiu T.H. et al. Omega-3 fatty acids for major depressive disorder during pregnancy: results from a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Psychiatry*. 2008, 69 : 644-651.
- 131.** Dunstan J.A., Mori T.A., Barden A. et al. Effects of n -3 polyunsaturated fatty acid supplementation in pregnancy on maternal and fetal erythrocyte fatty acid composition. *Eur J Clin Nutr*. 2004, 58 : 429-437.
- 132.** Krauss-Etschmann S., Shadid R., Campoy C. et al. Nutrition and Health Lifestyle (NUHEAL) Study Group Effects of fish-oil and folate supplementation of pregnant women on maternal and fetal plasma concentrations of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid: a European randomized multicenter trial. *Am J Clin Nutr*. 2007, 85 : 1392-1400.
- 133.** Rossetti D., Kielmanowicz M.G., Vigodman S. et al. A novel anti-ageing mechanism for retinol: induction of dermal elastin synthesis and elastin fibre formation ». *International Journal of Cosmetic Science* 33. 2011, 1: 62- 69
- 134.** El-akawi Z., Abdel-Latif N., et Abdul-Razzak K. Does the plasma level of vitamins A and E affect acne condition?. *Clinical and Experimental Dermatology* 31. 2006, 3 : 430- 434
- 135.** Union for Ethical Biotrader. Accès et partage des avantages : principes, règles et pratiques. 2009.
- 136.** Organisation des Nations Unies. Convention sur la Diversité Biologique. 1992.
- 137.** Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. Fiche technique de la série ABS : le protocole de Nagoya sur l'accès et le partage des avantages. 2011.
- 138.** Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. Fiche technique de la série ABS : Introduction à l'accès et au partage des avantages. 2011.
- 139.** Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. Fiche technique de la série ABS : Utilisation des ressources génétiques. 2011.
- 140.** Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. Fiche technique de la série ABS : Connaissance traditionnelles. 2011.
- 141.** Johnson P.W. Biopiraterie, quelles alternatives au pillage des ressources naturelles et des savoirs ancestraux?. Editions Charles Léopold Mayer. 2011.
- 142.** Organisation des Nations Unies. Protocole de Nagoya. 2010.
- 143.** Site internet de la Convention sur la diversité biologique. www.cbd.int.
- 144.** Collectif pour une alternative à la biopiraterie. Biopiraterie : comprendre, résister, agir. 2012.
- 145.** Site internet d'Indecopi. www.indecopi.gob.pe.

Université de Lille 2
FACULTE DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES DE LILLE
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2017/2018

Nom : SAUVESTRE
Prénom : Manon

**Titre de la thèse : SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) : VERTUS
THERAPEUTIQUES ET BIOPIRATERIE**

**Mots-clés : *Plukenetia volubilis*, Sacha Inchi, plante, phytothérapie, acides gras
insaturés, oméga 3, oméga 6, huile végétale, biopiraterie.**

Résumé :

Le Sacha Inchi, de son nom latin *Plukenetia volubilis*, est une plante ligneuse, de la famille des Euphorbiacées. Les parties utilisées de la plante sont les graines et les feuilles. Elles ont une grande place dans la médecine traditionnelle à travers l'histoire du Pérou et d'autres pays d'Amérique du Sud. Sur le plan culinaire, elles sont également consommées de nos jours comme fruits secs accompagnants ou composants les repas aux Etats-Unis et en Asie. Comme pour de nombreuses plantes médicinales, leurs vertus ont été délaissées voire oubliées à la faveur des molécules de synthèse. Mais dès les années 90 et surtout cette dernière décennie, un fort intérêt a gagné les chercheurs et les industriels du monde entier pour cette plante, notamment sur le plan thérapeutique. Les recherches sont de plus en plus approfondies, aboutissant à la découverte de nouvelles molécules et des actions pharmacologiques très large : la plante agit sur le système immunitaire, elle posséderait des propriétés antidiabétiques, hypotensives, anti-inflammatoires, hypoglycémiantes, anti-cancéreuses et bien d'autres. Cet attrait pour la plante, amène les firmes pharmaceutiques à déposer des brevets, parfois aux dépens des peuples autochtones entraînant des cas de biopiraterie.

Membres du jury :

Président : Monsieur Hennebelle Thierry, Professeur en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Assesseurs : Monsieur Roumy Vincent, Maître de conférences en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Madame Bocquet Laetitia, Doctorante en Pharmacognosie à la faculté de pharmacie Lille 2.

Membre extérieur : Monsieur Lefèvre Bruno, Post-Doctorant en Sciences de l'Information et de la Communication à l'université Paris 13.