



AVERTISSEMENT

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

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

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

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

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

T/PH/N/2005/221
UNIVERSITE HENRI POINCARÉ – NANCY I

Double

2005

FACULTE DE PHARMACIE

LE CHOCOLAT DANS TOUS SES ETATS

THESE



Présentée et soutenue publiquement

Le 13 Avril 2005

Pour obtenir

Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

Par Stéphanie DAVERIO

Née le 3 JUILLET 1979

№ 31608

Membres du Jury :

- Président
- Directeur
- Juge

Mle Françoise HINZELIN, Maître de Conférence
Mme Blandine MOREAU, Assistant
M. Michel ARMAND, Artisan Chocolatier

✓

BU PHARMA-ODONTOL



104 069547 3

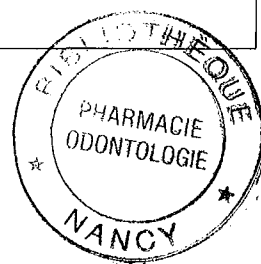
UNIVERSITE HENRI POINCARÉ – NANCY I

2005

FACULTE DE PHARMACIE

LE CHOCOLAT DANS TOUS SES ETATS

THESE



Présentée et soutenue publiquement

Le 13 Avril 2005

Pour obtenir

Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

Par Stéphanie DAVERIO

Née le 3 JUILLET 1979

DB 31608

Membres du Jury :

- Président
- Directeur
- Juge

Mle Françoise HINZELIN, Maître de Conférence
Mme Blandine MOREAU, Assistant
M. Michel ARMAND, Artisan Chocolatier

Membres du personnel enseignant 2004/2005

Doyen

Chantal FINANCE

Vice Doyen

Francine PAULUS

Président du Conseil de la Pédagogie

Pierre LABRUDE

Responsable de la Commission de la Recherche

Jean-Claude BLOCK

Directeur des Etudes

Gérald CATAU

Responsable de la Filière officine

Gérald CATAU

Responsables de la Filière industrie

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Isabelle LARTAUD

Responsable de la Filière hôpital

Jean-Michel SIMON

DOYEN HONORAIRE

M. VIGNERON Claude

PROFESSEURS HONORAIRES

Mlle BESSON Suzanne

Mlle GIRARD Thérèse

M. JACQUE Michel

M. LECTARD Pierre

M. LOPPINET Vincent

M. MARTIN Jean-Armand

M. MORTIER François

M. MIRJOLET Marcel

M. PIERFITTE Maurice

PROFESSEURS EMERITES

M. BONALY Roger

M. HOFFMAN Maurice

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

Mme FUZELLIER Marie-Claude

Mlle IMBS Marie-Andrée

Mme POCHON Marie-France

PROFESSEURS

M.	ASTIER Alain	Pharmacie clinique
M.	ATKINSON Jeffrey	Pharmacologie cardiovasculaire
M.	AULAGNER Gilles	Pharmacie clinique
M.	BAGREL Alain	Biochimie
Mlle	BATT Anne-Marie	Toxicologie
M.	BLOCK Jean-Claude	Santé publique
Mme	CAPDEVILLE-ATKINSON Christine	Pharmacologie cardiovasculaire
Mme	FINANCE Chantal	Virologie, immunologie
Mme	FRIANT-MICHEL Pascale	Mathématiques, physique, audioprothèse
Mlle	GALTEAU Marie-Madeleine	Biochimie clinique
M.	HENRY Max	Botanique, mycologie
M.	JOUZEAU Jean-Yves	Bioanalyse du médicament
M.	LABRUDE Pierre	Physiologie, orthopédie, maintien à domicile
Mme	LAURAIN-MATTAR Dominique	Pharmacognosie
M.	LALLOZ Lucien	Chimie organique
M.	LEROY Pierre	Chimie physique générale
M.	MAINCENT Philippe	Pharmacie galénique
M.	MARSURA Alain	Chimie thérapeutique
M.	MERLIN Jean-Louis	Biologie cellulaire oncologique
M.	NICOLAS Alain	Chimie analytique
M.	REGNOUF de VAINS Jean-Bernard	Chimie Thérapeutique
M.	RIHN Bertrand (Professeur associé)	Biochimie
Mme	SCHWARTZBROD Janine	Bactériologie, parasitologie
M.	SIEST Gérard	Biochimie
M.	SIMON Jean-Michel	Droit officinal, législation pharmaceutique
M.	VIGNERON Claude	Hématologie, physiologie

MAITRES DE CONFERENCES

Mme	ALBERT Monique	Bactériologie - virologie
Mme	BANAS Sandrine	Parasitologie
M.	BOISBRUN Michel	Chimie Thérapeutique
Mme	BOITEUX Catherine	Biophysique, Audioprothèse
M.	BONNEAUX François	Chimie thérapeutique
M.	CATAU Gérard	Pharmacologie
M.	CHEVIN Jean-Claude	Chimie générale et minérale
M.	CHILLON Jean-Marc	Pharmacologie
M	CLAROT Igor	Chimie analytique
Mme	COLLOMB Jocelyne	Parasitologie, conseils vétérinaires
M.	COULON Joël	Biochimie
M.	DANGIEN Bernard	Mycologie
M.	DECOLIN Dominique	Chimie analytique
M.	DUCOURNEAU Joël	Biophysique, audioprothèse, acoustique
M.	DUVAL Raphaël	Microbiologie clinique
Mme	FAIVRE Béatrice	Hématologie
M.	FERRARI Luc	Toxicologie
Mle	FONS Françoise	Biologie végétale, mycologie
M.	GANTZER Christophe	Virologie
M.	GIBAUD Stéphane	Pharmacie clinique
Mle	HINZELIN Françoise	Mycologie, botanique
M.	HUMBERT Thierry	Chimie organique
M.	JORAND Frédéric	Santé, environnement
Mme	KEDZIEREWICZ Francine	Pharmacie galénique
Mle	LAMBERT Alexandrine	Biophysique, biomathématiques
M.	LAMPRECHT Alf	Pharmacie galénique
Mme	LARTAUD Isabelle	Pharmacologie
Mme	LEININGER-MULLER Brigitte	Biochimie
Mme	LIVERTOUX Marie-Hélène	Toxicologie
Mme	MARCHAL-HEUSSLER Emmanuelle	Communication et santé
Mme	MARCHAND-ARVIER Monique	Hématologie
M.	MENU Patrick	Physiologie
M.	MONAL Jean-Louis	Chimie thérapeutique
M.	NOTTER Dominique	Biologie cellulaire
Mme	PAULUS Francine	Informatique
Mme	PERDIAKIS Christine	Chimie organique
Mme	PERRIN-SARRADO Caroline	Pharmacologie
Mme	PICHON Virginie	Biophysique
Mme	SAUDER Marie-Paule	Mycologie, botanique
Mle	THILLY Nathalie	Santé publique
M.	TROCKLE Gabriel	Pharmacologie
Mme	ZINUTTI Colette	Pharmacie galénique

PROFESSEUR ASSOCIE

Mme	GRISON Geneviève	Pratique officinale
-----	------------------	---------------------

PROFESSEUR AGREGÉ

M.	COCHAUD Christophe	Anglais
----	--------------------	---------

ASSISTANTS

Mme	BEAUD Mariette	Biologie cellulaire
Mme	BERTHE Marie-Catherine	Biochimie
Mme	MOREAU Blandine	Pharmacognosie, phytothérapie
Mme	PAVIS Annie	Bactériologie

SERMENT DES APOTHICAIRES



Je jure, en présence des maîtres de la Faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION,
NI IMPROBATION AUX OPINIONS EMISES DANS LES
THESES, CES OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES
COMME PROPRES A LEUR AUTEUR ».

**A notre Directeur de Thèse,
Madame Blandine MOREAU,
Assistant**

Vous nous avez accompagnés dans la réalisation de ce travail. Nous vous remercions particulièrement pour votre rigueur et pour le temps que vous nous avez consacré.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de notre profond respect et de toute notre reconnaissance.

**A notre Président de jury,
Mademoiselle Françoise HINZELIN,
Maître de conférence**

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Nous vous remercions pour l'aide et le soutien que vous nous avez apportés lors de la réalisation de ce travail.

Que ce travail soit le témoignage de notre gratitude et de notre profond respect.

**A notre juge,
Monsieur Michel ARMAND,
Artisan chocolatier**

Nous vous remercions d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse, d'examiner et de juger ce travail malgré vos nombreuses obligations.

Nous vous remercions pour l'accueil chaleureux que vous nous avez réservé et pour l'aide que vous nous avez apportée.

Veillez trouver en ce travail l'expression de notre profonde reconnaissance.

**A TOUS CEUX QUI ONT PERMIS ET PARTICIPE, DE PRES OU DE LOIN, A LA REALISATION DE
CET OUVRAGE.**

A mes parents,

Considérez ce travail comme ma plus grande reconnaissance pour votre soutien, votre
patience et votre confiance.

Avec tout mon amour. .

A mes grands-mères,

Avec toute mon affection et toute ma tendresse.

A Sébastien et Isabelle et à Mathieu,

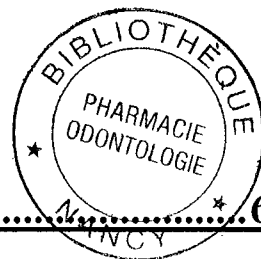
Pour tous les moments de complicité partagés et pour tous ceux qui suivront.

A toute ma famille

A tous mes amis.

Pour tous les bons moments passés ensemble, sur les bancs de la faculté ou ailleurs.

SOMMAIRE



INTRODUCTION.....6

1^{ERE} PARTIE : HISTOIRE DU CHOCOLAT.....7

I. Etymologie	7
II. Période précolombienne : le nectar des dieux.....	7
A. Les Olmèques	7
B. Les Mayas	8
C. Les Toltèques et les Aztèques	10
III. Les aventuriers espagnols	12
A. Christophe Colomb	12
B. Hernán Cortés	13
1. Le cacao : une monnaie, un aliment	14
2. Les plantations de cacaoyer	15
IV. Le pouvoir du chocolat	16
V. Le chocolat parcourt le monde	17
A. L'Espagne	18
B. Les Pays-Bas	19
C. L'Italie.....	19
D. La France	20
E. La Suisse	21
F. L'Allemagne et l'Autriche	21
G. La Grande-Bretagne	22
H. Les Etats-Unis d'Amérique.....	23
VI. De la fève à la confiserie	24
A. De la fève à la boisson	24
1. Une bouillie mousseuse	24
2. La version espagnole	27
B. De la boisson à la confiserie.....	27
1. La presse de Van Houten	27
2. Les industriels entrent en jeu	28
3. Du chocolat qui se mange	29
VII. Le chocolat et l'Eglise	30
A. Le chocolat brise-t-il le carême ?	30
B. Le chocolat de Chiapa	31
C. Des stimulants dangereux	31

VIII. Le chocolat et la médecine	32
A. De bons et de méchants effets... ..	32
B. L'« aliment de Vénus »	33
1. Au temps de la Conquête.....	34
2. La défense de la morale	34
3. De célèbres adeptes	34

2^{EME} PARTIE : BOTANIQUE

I. Classification	36
II. Morphologie	36
A. L'arbre, ses racines et ses tiges	36
B. Les feuilles	38
C. Les fleurs	40
D. Les fruits	45
E. Les graines	48
III. Biotope	49
A. Climat	50
B. Situation	50
C. Terrain	51
D. Parasites et maladies	53
IV. Différentes variétés de cacaoyer	53
A. L'habitat	54
1. Variété <i>Criollo</i>	54
2. Variété <i>Forastero</i>	54
3. Variété <i>Trinitario</i>	55
B. Les cabosses	55
C. Les graines	56
D. Le cacao	56

3^{EME} PARTIE : FABRICATION.....

I. Obtention de la fève de cacao	58
A. Récolte	58
B. Ecabossage et extraction.....	59
C. Fermentation	61
D. Séchage	64
E. Stockage	66

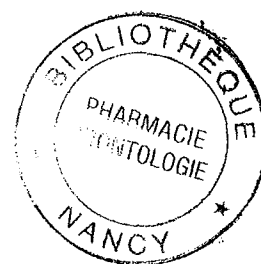
II. Obtention de la pâte de cacao	67
A. Nettoyage et calibrage	67
B. Torréfaction	68
C. Concassage, décorticage et dégermage	70
D. Mélange des cacaos	70
E. Broyage et affinage	71
III. Cacao en poudre et beurre de cacao	72
A. Fabrication du cacao en poudre	73
1. Alcalinisation du cacao	73
2. Extraction	73
3. Blutage des tourteaux	74
4. Le Mélange	74
B. Le beurre de cacao	75
1. Obtention	75
2. Présentation et composition	76
3. Utilisations	76
4. Pharmacopée	77
5. Législation	77
IV. La Fabrication du chocolat	78
A. Malaxage	79
B. Broyage-affinage	80
C. Conchage	80
D. Tempérage	82
E. Moulage et enrobage	84
F. Conservation	85

4^{EME} PARTIE : LE CHOCOLAT ET LA SANTE87

I. Composition et modification dans la fève brute	87
A. Composition de la graine fraîche.....	87
1. Composition chimique de l'amande.....	87
2. Composition chimique de la coque.....	89
3. Composition chimique de la pulpe	89
B. Modifications dues à la fermentation.....	89
C. Modification lors du séchage.....	90
D. Modifications au cours de la torréfaction.....	91
II. Composition du chocolat.....	91
A. Aspect nutritionnel	91
1. Macronutriments	92
a. Glucides	92
b. Lipides	93
c. Protides	94
d. Fibres.....	95

2. Micronutriments	95
a. Sels minéraux	95
b. Vitamines	98
c. Autre	99
3. Valeur énergétique	99
B. Aspect pharmacologique	100
1. Bases puriques ou bases xanthiques	101
a. Caféine	102
b. Théobromine	103
2. Amines biogènes	104
a. Phényléthylamine	104
b. Tyramine	106
c. Sérotonine	106
3. Salsolinol	107
4. Anandamide	107
5. Polyphénols	108
a. Flavonoïdes	109
b. Tanins	111
6. Histamine	111
III. Chocolat et effets physiologiques	112
A. Chocolat et métabolisme	112
1. Chocolat et diabète	112
2. Chocolat et cholestérol	114
3. Chocolat et obésité	115
4. Chocolat et système digestif	116
a. Chocolat et crise de foie	116
b. Chocolat et digestion	116
c. Chocolat et constipation	118
B. Chocolat et psychisme	118
1. Effet tonique du chocolat	118
2. Le chocolat : un aphrodisiaque ?	119
3. Chocolat et dépression	120
C. Chocolat et effets antioxydants	122
1. Chocolat et maladies cardio-vasculaires	123
2. Chocolat et protection contre le cancer	124
D. Chocolat et autres effets	125
1. Chocolat et caries	125
2. Chocolat et acné	126
3. Chocolat et allergie	127
4. Chocolat et migraine	128
IV. Chocolatomanie	129
V. Chocothérapie	132
A. La chocothalasso	132
B. PHYTOCHOC®	133

<u>CONCLUSION</u>	<u>135</u>
<u>GLOSSAIRE</u>	<u>136</u>
<u>LISTE DES FIGURES</u>	<u>138</u>
<u>ANNEXE.....</u>	<u>139</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE.....</u>	<u>146</u>



INTRODUCTION

Il est dit que « neuf personnes sur dix aiment le chocolat, la dixième ment ».

D'autant qu'aujourd'hui, les industriels n'en finissent pas de dévoiler ses arômes ou de lui donner de nouvelles formes, tandis que la science lui reconnaît de vraies vertus.

Depuis les Mayas jusqu'à nos jours, en passant par les hautes sociétés du XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle, le chocolat a été paré de toutes les vertus : boisson sacrée, aliment fortifiant, remède aux multiples propriétés thérapeutiques ou inversement accusé de tous les maux : migraine, constipation, crise de foie, acné, cholestérol... Du statut de produit médicamenteux, il est passé à celui de gourmandise consommée avec un profond sentiment de culpabilité.

Par ce travail nous allons tenter de démêler le vrai du faux, de justifier les vertus et d'apprécier les reproches à leur juste valeur.

Ce travail se décompose en quatre parties. En premier lieu, nous aborderons l'origine du chocolat et les premières utilisations de la graine du cacaoyer en Amérique centrale. Puis, nous ferons la description botanique de *Theobroma cacao* L. Dans une troisième partie, nous décrirons les différentes étapes de la transformation de la graine en chocolat. Quant aux éventuels effets sur la santé, ils feront l'objet d'une quatrième partie.

1^{ère} PARTIE : HISTOIRE DU CHOCOLAT

I. Etymologie [46, 48, 13]

L'origine du mot « chocolat » est controversée. Pour les uns, le mot chocolat, composé de « choco » : bruit et de « atle » : eau, dériverait des mots aztèques *tchoco* et *latte* signifiant le bruit fait par le batteur de chocolat lorsqu'il remue la boisson pour la faire mousser. Pour d'autres, il aurait une origine maya et dériverait du mot *xocoalt* (prononcez chocoatl), signifiant probablement « eau fermentée » et désignant une boisson faite en rajoutant, aux fèves torréfiées et broyées, de l'eau, de la farine de maïs, du piment et des épices.

Le mot « cacao » vient du mot maya *cacau* qui désignait le fruit de l'arbre aux cabosses, transformé en *cacahuatl* par les Toltèques et les Aztèques.

Quant au terme « *Theobroma cacao* », nom scientifique du cacaoyer, il signifie « nourriture des Dieux ». Il aurait pour origine une légende Toltèque.

II. Période précolombienne : le nectar des dieux

Les origines de cette substance sensuelle que nous connaissons sous le nom de chocolat remontent à la préhistoire du Nouveau Monde, à l'univers mystérieux des Olmèques et des Mayas. C'est en effet à ces anciennes civilisations établies au cœur de l'Amérique centrale que l'on doit la culture de l'arbuste qui permet de produire les fèves de cacao.

A. Les Olmèques [35, 27]

Il y a trois mille ans, les Olmèques, l'une des civilisations mésoaméricaines les plus anciennes, vivaient dans la forêt vierge au sud de Veracruz, sur le golfe du Mexique. En reconstituant l'ancien lexique olmèque, la linguistique moderne a révélé qu'il incluait le mot « cacao ».

Par ailleurs, la terre des Olmèques possédait précisément la chaleur, l'humidité et l'ombre nécessaire au cacaoyer pour s'épanouir, si bien qu'un grand nombre d'historiens pensent aujourd'hui que ce sont les Olmèques, et non les Aztèques comme on le croit souvent, qui furent les premiers à cultiver cet arbuste.

B. Les Mayas [35, 43, 8, 47, 46, 18, 15, 27]

Bien après la disparition des Olmèques, les Mayas s'établirent dans une vaste région s'étendant de la péninsule du Yucatan au Mexique jusqu'aux Chipas et à la côte pacifique du Guatemala. Son climat humide était parfait pour les cacaoyers qui y prospéraient à l'ombre des forêts tropicales. Les Mayas appelaient cet arbuste *cacahuaquchtl*, c'est-à-dire « arbre », comme si pour eux aucun autre arbre ne méritait de nom. A leurs yeux, cet arbuste était la propriété des dieux, et les fruits qui poussaient le long de son tronc un don de ces derniers. De la simple cueillette à la récolte organisée, les Mayas furent les premiers à porter un réel intérêt à ce produit de la forêt et à en développer la culture. Des poteries peintes représentant les Mayas en pleine récolte de cabosses de cacaoyers datant de 1800 avant J.-C. permettent d'attribuer la découverte du cacao à ces indiens d'Amérique centrale. C'est à cette époque qu'ils domestiquent le cacaoyer dans les plaines humides du Yucatan. Jusqu'alors, l'arbre ne poussait qu'aux confins de la forêt tropicale.

A l'ère dite classique (une période de grand développement artistique, intellectuel et spirituel), les Mayas construisirent de magnifiques palais et temples dont les murs de pierre étaient gravés d'images sacrées représentant des cabosses de cacao, symboles de vie et de fertilité.

Connus sous le nom de « peuple du livre », les Mayas ont mis au point un système d'écriture à base de hiéroglyphes inscrits sur de fragiles feuilles d'écorce. Aujourd'hui, il reste seulement quatre de ces livres, tous datant de la période post-classique. Ils contiennent de multiples images de dieux représentés en train de pratiquer divers rituels au cours desquels les fèves de cacao apparaissent fréquemment. Le texte fait quant à lui souvent référence au cacao en tant que nourriture des dieux. Les nombreuses représentations du cacaoyer et de ses fruits parmi les sculptures retrouvées sur les ruines des cités Mayas témoignent de l'importance du cacao dans la vie de ces peuples anciens.

Cependant, les premières traces de sa consommation, des récipients contenant des restes de cacao, ne remontent qu'à 600 avant J.C. Des chercheurs américains ont traqué les traces de cacao dans des poteries provenant de tombes d'un site archéologique Maya à Colha en Amérique Centrale. Ils ont ainsi détecté de la théobromine, un composé que l'on trouve uniquement dans le cacao parmi les plantes de cette région du monde. Les 14 poteries étudiées sont datées de 600 ans avant J.C. à 250 ans après J.C. La présence de cacao dans trois de ces poteries indique que son usage est antérieur de près d'un millénaire à ce que l'on avait jusque là pu démontrer.

A quoi servait-il auparavant ? Comment les Mayas en vinrent-ils à élaborer le processus complexe de transformation des fèves en chocolat ? Mystère...Ce que l'on sait, c'est qu'ils obtenaient, à partir des fèves fermentées, grillées, puis concassées sur des pierres plates, une pâte qu'ils mélangeaient à de l'eau. Le tout était chauffé, le beurre de cacao remontait à la surface. Le liquide était ensuite battu avec une branche pour obtenir une mousse durable. Dans leurs livres, ils décrivent plusieurs façons de préparer et d'aromatiser cette mixture, qui pouvait prendre toutes sortes de consistances, depuis celle d'une bouillie épaissie avec de la farine de maïs jusqu'à celle d'une décoction plus fluide destinée à être bue. Diverses épices parfumaient la préparation, la principale étant le piment.

Pour les Mayas, cette boisson au chocolat était parée de vertus revigorantes et aphrodisiaques. Elle était réservée aux rois et aux nobles et se buvait aussi lors de cérémonies religieuses où elle était censée nourrir le corps au-delà de la mort. C'était un breuvage sacré. Les fèves quant à elles étaient envoyées à la cour comme tribut, elles servaient de monnaie d'échange.

On trouve d'autres preuves de l'utilisation du cacao par les Mayas sur les nombreuses poteries peintes découvertes dans leurs sites funéraires. Au Guatemala, en 1984, on trouva dans une tombe plusieurs récipients qui servaient de toute évidence à boire du chocolat. L'un d'entre eux, un superbe spécimen qui contenait des résidus du breuvage, porte d'ailleurs le symbole maya du cacao sur son couvercle.

C. Les Toltèques et les Aztèques [35, 43, 8, 47, 30, 13, 27]

Après la chute mystérieuse de l'Empire Maya vers 900 ans après J.C., ce furent les Toltèques, une civilisation très raffinée, qui s'installèrent sur l'ancien territoire maya, suivis plus tard par les Aztèques venus du nord du Mexique. C'est avec l'occupation par les Toltèques du plateau central du Mexique que débudent les nombreuses légendes auxquelles le chocolat est associé.

La légende du serpent à plume

Le roi de ce peuple, Topiltzin, s'était attribué, en montant sur le trône, le nom de l'antique dieu de la création, du savoir et de la culture, Quetzalcóatl, qui ressemblait à un serpent couvert de plumes d'oiseau vertes et dorées. Vers l'an 980, il installa sa capitale à Tula, au nord de la vallée de Mexico, et fit de cette ville un véritable foyer de civilisation.

La légende attribue à Quetzalcóatl d'avoir rapporté des semences de cacaoyer des terres sacrées des premiers hommes et d'avoir ainsi introduit cet arbre, créé pour les dieux, dans les paradisiaques jardins aux alentours de Tula. Elle veut aussi que, formés par lui à la culture de cet arbre, les disciples du souverain aient transmis leur savoir à leurs descendants, de sorte que les peuples méso-américains purent ensuite en développer les plantations.

L'erreur du roi fut de donner la primauté au bienfaisant Quetzalcóatl, et cela au détriment du dieu guerrier Tezcatlipoca, que vénéraient la majorité des Toltèques. Jaloux, celui-ci revêtit l'apparence d'un vieillard et, s'étant introduit auprès du roi, parvint à l'enivrer avec un étrange breuvage que l'on prétend être du chocolat. La vengeance était accomplie : convaincu qu'il devait quitter son royaume, le roi abdiqua et prit le chemin de l'exil en 999. Il s'embarque sur un petit radeau, promettant de revenir pour reprendre son royaume en main... La légende de cet exil est entrée dans la mythologie aztèque et les astrologues prédirent qu'en 1519, un roi au visage pâle reviendrait libérer son peuple. Cette prédiction allait grandement influencer le sort du Nouveau Monde.

Les Aztèques, à mesure qu'ils s'installèrent en Amérique centrale, reprirent l'usage du cacao et en poursuivirent le commerce. La boisson était toujours un produit de luxe que nobles et guerriers s'offraient parfois en dehors des rituels, mais à la différence des Mayas, ils la préféraient parfumée, selon leur richesse, de cannelle, de vanille, d'eau de fleur d'oranger et relevée de poivre et de clou de girofle.

Après séchage ils se servaient des fèves comme monnaie d'échange lors des trocs : un lapin se payait 10 fèves et une esclave, 100. Ces échanges sont relatés dans les carnets de bord de Christophe Colomb lorsque celui-ci découvre en 1492 les îles Bahamas.



Figure n ° 1 : Quetzalcóatl

[8]

III. Les aventuriers espagnols

A. Christophe Colomb [35, 30, 13, 46, 27]

Si l'on considère généralement le conquistador espagnol Hernán Cortés comme le premier Européen à avoir pressenti le potentiel du chocolat des Aztèques, c'est néanmoins à Christophe Colomb que l'on doit attribuer la découverte de ce produit.

En 1502, vers la fin du mois de juillet, à l'issue de son quatrième et dernier voyage vers les Antilles, Christophe Colomb atteignit l'île Guanaja au large des côtes honduriennes. Il est sans le savoir le premier européen à découvrir le cacao mais il ne lui prête aucun intérêt. Selon la légende, il y fut accueilli par des Aztèques qui lui offrirent un sac plein de ce qui semblait être de grosses amandes en échange de quelques-unes de ses marchandises. Devant son étonnement, les Aztèques lui expliquèrent que ces fèves permettaient de préparer une boisson très particulière, le *tchcolatl* (ou *xocolatl*). Leur chef lui en fit la démonstration en demandant à des serviteurs d'en préparer sur-le-champ. Christophe Colomb et son équipage trouvèrent l'amère concoction brune qu'on leur proposa répugnante, mais ils rapportèrent cependant quelques fèves en Espagne pour étonner leurs compatriotes, bien loin d'imaginer la future valeur économique de ces graines.



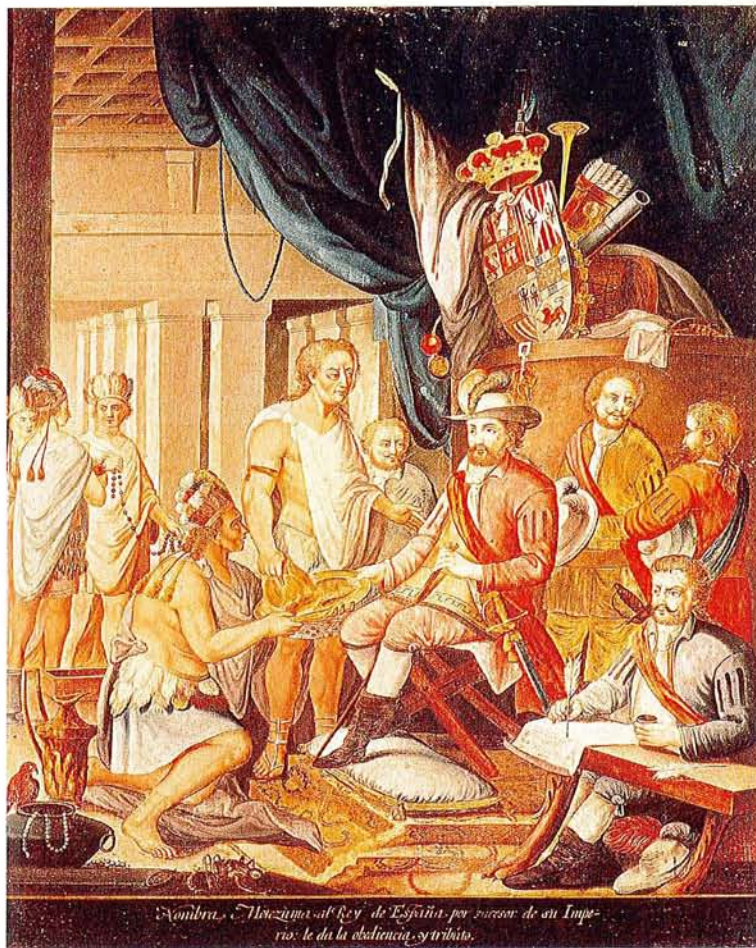
Figure n° 2 : Les Aztèques offrant des cadeaux de bienvenue à Christophe Colomb

[35]

Ces échanges sont relatés dans les carnets de bord de Christophe Colomb. Il notait alors : « un grand bateau indigène de vingt-cinq rameurs vint à notre rencontre, leur chef abrité par un toit nous offrit des tissus, de beaux objets en cuivre et des amandes qui leurs servent de monnaie et avec lesquelles ils préparent une boisson ».

B. Hernán Cortés [35, 8, 18, 27]

En 1519 Hernán Cortés, le conquistador envoyé par Charles Quint, souverain d’Espagne, débarque sur la côte du Tabasco, au Mexique, avec onze bateaux, sept cents hommes et quatorze canons ; sa venue va changer à jamais la vie des Aztèques.



Lauros-Giraudon (Musée de l'Amérique, Madrid)

Figure n° 3 : Moctezuma reçoit Hernán Cortés royalement

[49]

L'empereur aztèque de l'époque, Moctezuma, crut qu'il était la réincarnation de Quetzalcóatl, le dieu-roi toltèque exilé dont le retour avait été prédit pour cette même année. Les Aztèques se prosternent devant cet homme blanc et lui offrent des fèves de cacao, leur plus précieux trésor. Cette confusion facilita la tâche de Cortés et de ses hommes qui gagnèrent Tenochtitlan, la capitale aztèque, où Moctezuma les reçut royalement. L'empereur leur offrit de nombreux cadeaux, dont une plantation de cacaoyer, tandis qu'un banquet extravagant était préparé en leur honneur.

Lorsque Moctezuma se rendit compte de son erreur, Cortés, prenant conscience du danger qu'il courait, l'emprisonna avec l'aide d'indigènes complaisants. En l'espace de deux ou trois ans, le royaume aztèque s'effondra.

Contrairement à Christophe Colomb, Cortés comprit très vite la grande valeur économique de la fève de cacao, à la fois comme aliment et comme monnaie.

1. Le cacao : une monnaie, un aliment [35, 18, 8, 47, 46, 27]

Les écrits de Thomas Gage, un moine dominicain anglais du XVII^e siècle, constituent une mine de renseignements sur le chocolat. Visitant la ville de Mexico, Gage décrit la façon dont la fève de cacao est utilisée « tant comme viande que comme argent liquide ».

Sans doute est-ce la longue conservation des amandes de cacao, après séchage au soleil, qui les fit choisir comme « monnaie » par les peuples précolombiens. Un jésuite donna aux fèves le nom d'« amandes pécuniaires » ; il les décrivait comme « de l'argent béni, qui ne rend pas ses possesseurs avarés puisqu'il ne peut être conservé ou caché sous terre », sans doute parce que les fèves finissent par pourrir.

Un des contemporains de Cortés rapporte qu'il était possible d'acheter au marché un lapin contre 10 fèves, un cheval ou une mule contre 50, un esclave contre 100. Et, plus étonnant encore, l'or s'achetait de la même manière.

C'est aussi avec cette monnaie qu'une à deux fois par an, les Indiens payaient leur tribut à Moctezuma. D'où les immenses réserves que les Espagnols découvrirent dans le palais du souverain.

Hernán Cortés s'intéresse très vite à ce cacao utilisé pour préparer une boisson nourrissante, dont l'usage est très répandu dans l'entourage du souverain.

Au début, cette boisson amère ne plaît guère aux Espagnols, plus attirés par l'or que par la découverte de la culture indigène. « Plutôt propre à être jetée aux cochons que consommée par les hommes ! » dira un des soldats.

Saisissant la valeur de cet « or brun », il en parla à l'empereur Charles Quint dans une de ses lettres et en rapporta avec lui, ainsi que le savoir-faire pour reproduire le breuvage, lorsqu'il regagna l'Espagne. A la faveur d'une entrevue avec le souverain, à Tolède, il lui fit goûter ce breuvage exotique. Mais le goût aztèque n'est pas celui de la cour : les piments sont écartés et du sucre est ajouté au breuvage, désormais servi chaud.

2. Les plantations de cacaoyer [35, 27]

Lorsque Cortés s'embarqua pour le Nouveau Monde, son principal objectif était de découvrir el Dorado, l'or aztèque. Devant son échec à trouver cet or tant rêvé, il se tourna vers les fèves de cacao. Ayant remarqué l'importance de leur utilisation en tant que monnaie, Cortés comprit rapidement que l'on pouvait littéralement faire pousser de l'argent sur des arbres. Il consacra les cinq années qui suivirent à exploiter le potentiel commercial de cet « or liquide » en créant des plantations de cacaoyer un peu partout aux Antilles.

D'une culture bon marché, le cacao s'avérait assez rentable, et la perspective de l'argent facile attira un grand nombre de colons espagnols. Ils eurent donc bientôt établi des plantations au Mexique, en Equateur, au Venezuela, au Pérou et dans les îles de la Jamaïque et d'Hispaniola (qui regroupe aujourd'hui les états d'Haïti et de la république Dominicaine).

Les colons espagnols essayèrent de garder jalousement le secret de la culture et de la préparation du cacao, à juste titre : ils gagnaient en effet beaucoup d'argent en traitant les fèves en Amérique latine avant de les expédier vers l'Espagne. Mais cela ne dura qu'un temps. La popularité du chocolat gagna peu à peu tous les autres pays d'Europe. A partir de là, la demande explose et les plantations de cacaoyers fleurissent dans les colonies. Après l'Espagne, la France, la Hollande, la Grande-Bretagne et le Portugal transforment leurs terres d'Amérique latine, du Sud-est asiatique et d'Afrique en plantations de cacaoyers.

Ils établissent à leur tour leurs propres routes commerciales et leurs propres installations pour le traitement des fèves. Le commerce est florissant, alimenté par la passion pour le chocolat. Si, depuis, la culture du cacao a fait le tour du monde, c'est toujours dans ces régions d'origine que l'on produit les fèves les plus appréciées.

IV. Le pouvoir du chocolat [35, 27]

Pour les Aztèques, le chocolat était source de sagesse spirituelle et d'une immense énergie. Vénérée pour ses vertus aphrodisiaques, la boisson chocolatée constituait le breuvage de rigueur des cérémonies de mariage. L'empereur Moctezuma avait la réputation de boire cinquante flacons de chocolat par jour et de se fortifier systématiquement en en buvant une tasse avant d'entrer dans son harem.

Bien que consommé de façon quotidienne, le chocolat était encore considéré comme un luxe exotique réservé aux rois, aux nobles et aux rangs supérieurs de la hiérarchie religieuse. Du fait de ses propriétés énergétiques reconnues, on donnait également du chocolat aux guerriers aztèques pour les fortifier durant les campagnes militaires.

Les colons espagnols tombèrent à leur tour sous l'emprise mystique du chocolat. Une fois habitués au goût étrange de la boisson, ils s'y adonnèrent avec enthousiasme.

De plus en plus conscient de ses vertus réparatrices, Cortés réussit à convaincre Carlos I d'Espagne de l'énorme potentiel de cet aliment venu du Nouveau Monde, « [...] boisson divine qui rend résistant et combat l'extrême fatigue. Une tasse de ce précieux breuvage permet à un homme de marcher pendant toute une journée sans manger. »

Droits, rituels et cérémonies

Les écrits des voyageurs qui se sont rendus au Nouveau Monde nous apportent une vision fascinante des rites, rituels et cérémonies étranges et parfois barbares liés à la fève de cacao et à la consommation de chocolat.

Divers rituels rythmaient la culture du cacao. Ainsi, les Mayas organisaient au moment des semences une cérémonie au cours de laquelle ils sacrifiaient aux dieux un chien portant une tache couleur cacao.

Une autre pratique qui nécessitait une certaine volonté exigeait que les planteurs fassent abstinence pendant treize nuits. Ils pouvaient retrouver leur femme la quatorzième nuit, avant d'aller semer les graines. Un troisième rite consistait à placer les graines dans de petits bols avant d'effectuer des rituels secrets en présence d'une idole. On prélevait ensuite du sang de diverses parties du corps pour en oindre l'idole. Une autre coutume encore résidait dans l'arrosage de la terre où l'on allait semer les graines avec du sang de volailles sacrifiées. Il est également fait mention de danses frénétiques et de sacrifices sanglants, les participants passant la journée et la moitié de la nuit à danser en se nourrissant exclusivement de cacao. D'après une autre légende, le gagnant d'un certain type de jeu de balle avait l'honneur d'être sacrifié. On faisait alors ingurgiter au malheureux de grandes quantités de chocolat afin de colorer son sang avant de lui ouvrir la poitrine, de prélever son cœur et de le présenter aux dieux honorés, croyait-on, par ce sang riche en cacao.

Les aztèques utilisaient aussi le chocolat pour se peindre le visage lors de certaines cérémonies religieuses. Les premiers planteurs espagnols croyaient de même qu'effectuer des rites secrets assurait une bonne récolte, et ils organisaient eux aussi des festivités au moment des semences. Le chocolat a donc toujours été considéré comme une substance puissante, un don des dieux, une source de vie et de vitalité.

V. Le chocolat parcourt le monde [35, 8, 15, 13, 27]

C'est au XVI^e siècle, lorsque les colons se mirent à exploiter les richesses du Nouveau Monde, que le chocolat entreprit son voyage vers les pays d'Europe. Il arriva d'abord en Espagne, suivit ensuite les routes commerciales jusqu'en Europe du Nord et en Grande-Bretagne aux XVII^e et XVIII^e siècles et repartit enfin outre-Atlantique, vers les Etats-Unis.

Jusqu'ici, la façon d'accommoder le chocolat n'avait guère changé depuis les Mayas malgré quelques améliorations avec l'adjonction de sucre de canne et de vanille : il s'agissait exclusivement d'une boisson. Certes, le chocolat solide a déjà fait des apparitions, notamment en Espagne, sous forme de boudins ou de pastilles de pâte de cacao dure et peu sucrée, mais on est loin de l'onctuosité recherchée aujourd'hui, car ce chocolat n'était en fait que de la pâte de cacao granuleuse séchée...

A. L'Espagne [35, 18, 8, 46, 27]

C'est probablement par l'intermédiaire de marchands, mais aussi par les contacts qu'entretenaient les couvents et les monastères du Nouveau Monde avec leurs homologues espagnols, que le chocolat se fraya un chemin jusqu'en Espagne. En 1524, Cortés expédie des fèves de cacao à Charles Quint qui adore cette nouvelle boisson et accorde aux Espagnols le monopole du commerce du cacao. Les premières introductions de fèves en Espagne se firent d'abord en petite quantité. La première vraie cargaison ne fut débarquée dans ce même pays qu'en 1585. A partir de ce moment, la demande de l'Europe ne cessa de croître.

L'engouement en Espagne fut immédiat et le chocolat devint rapidement partie intégrante du quotidien des Espagnols, notamment dans la haute société. L'arôme du chocolat plaît et on prête à celui-ci toutes les vertus : il soulage le foie, aide à la digestion, calme les fièvres, fortifie le cœur et est même...aphrodisiaque. A la cour ou dans les salons mondains, l'aristocratie en raffolait. La couronne également, car le commerce du cacao remplissait ses coffres de taxes qui couvraient largement les frais de transport.

Des *chocolaterias* firent leur apparition dans la plupart des villes du pays, et il devint à la mode de s'y rendre l'après-midi pour boire une tasse du breuvage mousseux dans lequel on trempait du *picatoste* ou pain frit. Cette coutume est restée très vivace en Espagne, où il y a encore beaucoup de *chocolaterias*. On a maintenant l'habitude de boire le chocolat dans le courant de la matinée et les *churros* frais (beignets allongés) remplacent le *picatoste*.

Ce n'est qu'assez tardivement que le chocolat entra dans la composition des confiseries et des desserts. En Espagne comme dans le reste de l'Europe, il fut longtemps associé aux aliments stimulants comme les épices, le café et le thé.

S'il a tout d'abord été utilisé comme boisson, c'était aussi un ingrédient qui parfumait les plats salés. Comme les Mexicains, les Espagnols ajoutent en effet traditionnellement du chocolat aux sauces qui accompagnent les viandes et le gibier, voire le poisson.

B. Les Pays-Bas [35, 43, 27]

Au XIV^e siècle, les Pays-Bas devinrent territoire espagnol. Ainsi les Hollandais découvrirent le chocolat très tôt. La Compagnie hollandaise des Indes orientales commença au XVII^e siècle à expédier jusqu'à Amsterdam des fèves de cacao. Elle installa ses propres fabriques aux Pays-Bas.

Jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, la production était néanmoins limitée. Privilège de la cour et des classes aisées, le chocolat allait le rester longtemps car sa consommation était soumise à de lourdes taxes.

Grâce à l'invention de Coenraad Van Houten qui a mis au point le cacao en poudre en 1828, la Hollande allait occuper une place prépondérante dans l'histoire du chocolat. Tout s'y prêtait : la situation océanique du pays, qui favorisait l'importation des fèves, l'absence des droits de douane sur ces importations et la présence de voies fluviales parfaitement navigables vers le reste de l'Europe.

C. L'Italie [35, 43, 8, 27]

Plusieurs théories s'affrontent sur le moment et la façon dont le chocolat est arrivé en Italie. D'après certains historiens, cela se serait produit vers la moitié du XVI^e siècle, lorsque le duc Emmanuel Philibert, exilé, revint au pouvoir après avoir goûté aux plaisirs du chocolat en Espagne. Si l'on suit la croyance populaire en revanche, le chocolat aurait été importé en 1606 par un marchand florentin, Antonio Carletti, au retour d'un voyage dans les Indes Occidentales. La thèse la plus probable enfin avance que le chocolat a été introduit comme médicament par les couvents et les monastères.

Longtemps, les Italiens n'y virent que le breuvage. Chaud ou froid, les *cioccolatieri* avaient l'art de le préparer et, dans les années 1720, la réputation du chocolat que l'on consommait dans les cafés de Florence et de Venise avait franchi les frontières. Français, Allemands et Suisses comptaient parmi ses adeptes. Cette réputation devait perdurer.

Une industrie chocolatière s'implanta très tôt dans le nord de l'Italie, à Turin et à Milan notamment. Son renom était tel que l'on y venait d'autres pays européens pour y faire son apprentissage. Les fabriques de chocolat se mirent à exporter leurs nouveaux produits dans toute l'Europe.

D. La France [35, 18, 43, 7, 15, 27]

La France tomba elle aussi rapidement sous le charme du chocolat. Comme pour l'Espagne et l'Italie, plusieurs théories s'affrontent quant aux circonstances de sa première apparition. Pour certains, elle serait le fruit d'un contact entre des monastères français et espagnols. Selon une autre thèse, le chocolat aurait été introduit en France comme médicament. Il est vrai que selon l'historien français Bonaventure d'Argonne, le cardinal de Richelieu buvait du chocolat « pour calmer sa rate et apaiser sa rage et son mauvais caractère », secret qui lui avait sans doute « été communiqué par des moines espagnols ». Il ne fait toutefois aucun doute que, comme dans les autres pays d'Europe, la mode a été essentiellement lancée par la noblesse et la cour royale.

D'après la théorie la plus populaire, la boisson aurait fait son apparition en 1615 lorsque Louis XIII épousa la jeune infante Anne d'Autriche, fille de Philippe III d'Espagne. La nouvelle reine de France avait la passion du chocolat et le fit connaître aux membres de la cour, où il fit des ravages – le conseiller personnel du roi, le cardinal Mazarin, refusait absolument d'aller où que ce soit sans son chocolatier personnel. Plus tard, Marie-Antoinette, qui elle aussi appréciait beaucoup le chocolat, créa la charge prestigieuse de « chocolatière de la reine ». Le « chocolat du roi » devint une festivité rituelle très en vogue à laquelle il était du dernier chic d'être convié.

Le breuvage devait connaître une faveur croissante à la suite du mariage de l'infante Marie-Thérèse d'Autriche, fille du roi d'Espagne Philippe IV, avec le roi Louis XIV en 1660.

Parmi les nombreuses anecdotes sur ce sujet, citons celle de Marie-Thérèse qui aurait déclaré : « Je n'ai que deux passions : le chocolat et le roi » (dans cet ordre !). La princesse avait emmené avec elle une servante espagnole qui lui préparait son chocolat tous les matins.

Les dames de la cour du roi de France étaient intriguées par cette boisson, d'autant plus que la rumeur la prétendait aphrodisiaque, et les ventes de chocolat s'envolèrent dans le pays.

En France, le chocolat a toujours déchaîné les passions. En 1664, les érudits louaient sa valeur nutritionnelle, sans doute du fait de sa teneur en matières grasses, tandis que d'autres l'attaquaient violemment, accusant ceux qui en buvaient de dépravation.

E. La Suisse [35, 8, 27]

Dans la seconde moitié du XVII^e siècle, le chocolat fit son apparition dans toutes les grandes villes d'Europe. Si la Suisse devait devenir par la suite l'un des principaux producteurs de bonbons de chocolat, la boisson y arriva relativement tard. C'est à Zurich en 1697 qu'on le remarque pour la première fois, après que le maire de la ville eut le plaisir d'en boire lors d'un voyage à Bruxelles. Vers la moitié du XVIII^e siècle, le chocolat était devenu plus courant. Ce n'est qu'en 1750 que la Suisse y succombe, convaincue par les marchands ambulants italiens qui le vendaient sur les foires et les marchés.

F. L'Allemagne et l'Autriche [35, 43, 8, 27]

Comme la Suisse, l'Allemagne adopta assez tardivement le chocolat. Dans les années 1640, un savant allemand aurait rapporté à Nuremberg du chocolat qu'il avait acheté à la faveur d'un voyage à Naples. Là aussi, les vertus thérapeutiques furent d'abord prises en considération. Pendant des années, considéré comme un médicament, il ne fut vendu que par les apothicaires. Vers la moitié du XVII^e siècle cependant, il commença à susciter dans la haute société un enthousiasme qui variait d'une ville à l'autre.

L'Allemagne commença à produire son propre chocolat à grande échelle en 1756, lorsque le prince Guillaume de la principauté de Lippe fonda une fabrique à Steinhude et y amena des ouvriers portugais, particulièrement experts dans la fabrication du chocolat. Des chocolateries virent ensuite le jour dans tout le pays.

En Autriche, l'aristocratie viennoise adopta rapidement la nouvelle boisson quand l'empereur Charles VI quitta Madrid pour installer sa cour – et son chocolat ! – à Vienne en 1711. L'Autriche ne leva pas d'impôts aussi prohibitifs que l'Allemagne sur le chocolat, il ne fut donc pas réservé à l'aristocratie. C'est ainsi que l'on raconte qu'un Allemand en visite à Vienne fut horrifié de voir un simple tailleur boire une tasse du meilleur chocolat.

Les Allemands et les Autrichiens étaient d'excellents pâtisseries. Toutefois, comme pour les Italiens, il fallut attendre pour qu'ils cessent de considérer le chocolat seulement comme une boisson et l'intègrent dans leurs recettes. Mais notre patience fut largement récompensée : leur meilleure création, la Forêt Noire, est aujourd'hui vénérée dans le monde entier.

G. La Grande-Bretagne [35, 18, 43, 8, 27]

Les Anglais ne connurent le cacao qu'assez tardivement. Au XVI^e siècle ils n'accordaient pas la moindre importance à cette nouvelle denrée. Même les pirates qui harcelaient ports et routes commerciales espagnols semblaient ignorer sa valeur économique et culturelle. Ils en auraient jeté de dégoût des chargements entiers.

Lorsque le chocolat arriva enfin en Grande-Bretagne, c'est pratiquement en même temps que deux autres stimulants, le thé venu d'Asie et le café venu d'Afrique. C'est le café qui séduisit d'abord la société britannique (il était relativement meilleur marché) mais le chocolat ne tarda pas à lui emboîter le pas.

La première maison du chocolat fut ouverte par un Français à Londres en 1657. Mais cher, il était considéré comme un breuvage réservé à l'élite. Pour les classes supérieures aisées, ces maisons de café et de chocolat étaient devenues le dernier salon où l'on cause.

En Angleterre comme dans d'autres pays, le gouvernement vit dans le chocolat une source potentielle de revenus. Les importateurs furent obligés d'acquitter une forte somme pour chaque sac de fèves de cacao introduit dans le pays, et en 1660 une taxe fut imposée sur tout le chocolat fabriqué et vendu en Angleterre. En conséquence, la contrebande de fèves de cacao s'intensifia et le frelatage du chocolat devint un procédé courant.

Vers 1850, cette lourde imposition avait tout de même diminué, grâce au volume important des importations mais aussi à l'influence d'industriels quakers* respectés qui avaient convaincu le gouvernement des vertus nutritionnelles du chocolat. Celui-ci était désormais à la portée de tous et l'engouement vint vite... En témoignent les maisons de chocolat qui se multiplièrent à Londres.

Si la première fabrique de chocolat vit le jour à Bristol en 1728, le développement des chocolateries anglaises se fit essentiellement à partir du XIX^e siècle, grâce à deux quakers : Cadbury et Rowntree.

H. Les Etats-Unis d'Amérique [35, 8, 27]

C'est vers 1765 que le chocolat retraversa l'Atlantique pour l'Amérique du Nord, probablement dans des poches d'officiers anglais rejoignant les colonies de la côte Est. Nous savons par ailleurs que Domingo Ghirardelli, confiseur italien établi à Lima au Pérou, exportait des fèves de cacao de l'Amérique du Sud vers San Francisco pour pourvoir aux besoins de la foule attirée par l'or. Il se peut aussi que les fèves de cacao soient arrivées aux Etats-Unis de Jamaïque après la perte du contrôle de l'île par les Espagnols. Comme le prévoyait Thomas Jefferson, troisième président des Etats-Unis, « la supériorité du chocolat, tant du point de vue de la santé que de celui de l'apport nutritionnel, le fera rapidement préférer au thé et au café en Amérique, comme c'est déjà le cas en Espagne. » Du fait de la nature même de la société américaine, le chocolat y reçut un accueil assez différent de celui qu'il avait eu en Europe. Si les riches habitants de la côte Est appréciaient cette boisson, ils la dégustaient chez eux : les salons de chocolat n'existaient pas outre-Atlantique. Autre différence, la clientèle visée : en Europe le chocolat était plutôt réservé à la haute société, aux Etats-Unis il fut d'emblée populaire, l'accent étant mis d'avantage sur l'aspect « nourriture saine » que sur l'élégance et la sophistication. Il y toucha de ce fait une partie bien plus importante de la population. La première fabrique de chocolat fut fondée dans le Massachusetts en 1765.

VI. De la fève à la confiserie

A. De la fève à la boisson [35, 40, 27]

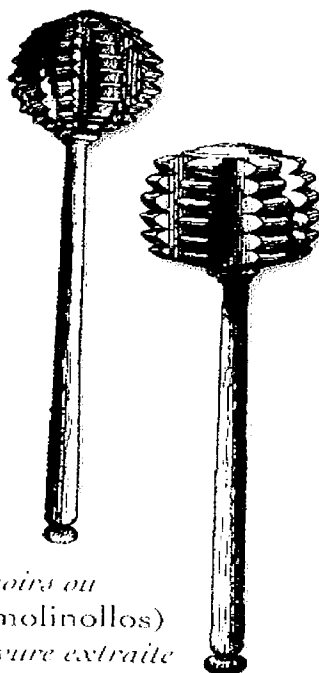
Le breuvage des Aztèques n'avait pas grand-chose en commun avec la boisson crémeuse, riche et délicieusement veloutée que nous connaissons aujourd'hui : il était amer, gras et servi froid. Les européens qui le découvrirent rapportèrent plusieurs façons de le préparer. Giramolo Benzoni, botaniste italien du XVI^e siècle, décrit ainsi la méthode qui avait cours dans les zones rurales : « ils prennent les fruits dont ils ont besoin, les mettent dans un pot en terre puis les font sécher sur le feu. Ils les cassent ensuite entre deux pierres et les réduisent en farine. Ils versent ensuite cette poudre dans des moitiés de calebasses, mouillent cette farine peu à peu avec de l'eau, en ajoutant souvent du piment. Les gens les plus modestes ne mettent rien d'autre que du cacao, du maïs, quelques piments et de l'anis. » Le maïs servait à absorber le beurre de cacao qui flottait à la surface tout en liant et en épaississant la boisson.

La meule jouait apparemment un rôle important dans la fabrication : « ils ont une large pierre lisse, bien polie et enduite d'un émail très dur, fabriquée expressément pour cet usage. Ils écrasent le cacao très finement sur cette pierre puis passent à une autre pierre large, sous laquelle ils entretiennent un feu doux. » Du fait de la rusticité de cette opération, toutes sortes de particules indésirables (coquilles, peaux, fibres) étaient encore présentes dans la boisson. D'où l'avis de Benzoni, pour qui « cette préparation semble convenir davantage aux cochons qu'aux hommes ».

1. Une bouillie mousseuse [35, 40, 27]

Selon le jésuite José de Acosta, « le principal usage de ce cacao est une boisson dont ils font grand cas, et ce, sans raison aucune : elle est en effet infecte pour quiconque n'y est pas accoutumé, avec son écume ou sa mousse qui est très désagréable au goût ».

Pour les Mayas et les Aztèques, cette mousse était un élément essentiel de la boisson, c'en était même la partie la plus délectable. Les Mayas faisaient mousser la boisson en la versant d'un récipient dans un autre depuis une certaine hauteur. Plus tard, les Aztèques inventèrent un ustensile auquel les Espagnols donnèrent le nom de *molinillo*, un fouet en bois doté à une extrémité de pales d'une forme particulière que l'on glissait dans le trou pratiqué dans le couvercle du pot à chocolat.



Deux mousoirs ou moulinets (molinillos) en bois. Gravure extraite du Bon usage du Thé, du Café & du Chocolat de Nicolas de Blégny (1687).

Figure n° 4 : Exemples de *molinillo*

[20]

Le *molinillo* sert encore aujourd'hui ; on en voit dans les magasins et sur les marchés d'Amérique latine. La conception de cet ustensile en bois n'a pas changé ; on trouve également de superbes pots et fouets anciens en argent et d'autres matériaux décoratifs qui sont devenus des objets de collection.

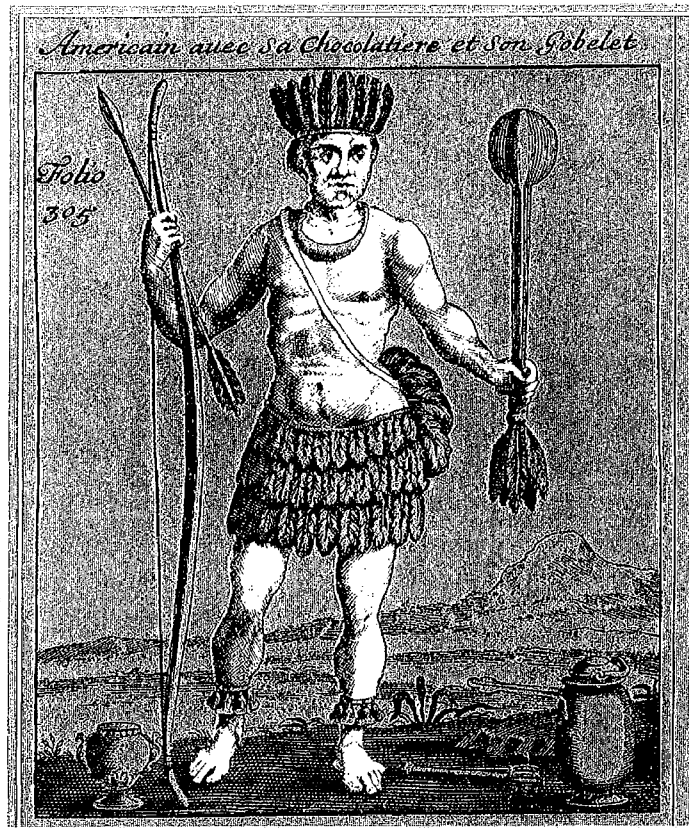


Figure n° 5 : Un américain avec sa chocolatière et son gobelet

[18]

Certains parfums relevaient les divers breuvages préparés pour les seigneurs : le piment, le quatre épice, les clous de girofle, la vanille, une variété de poivre noir, divers pétales de fleurs et les noisettes.

Ce n'est que bien plus tard que l'on mélange du sucre à la boisson. Une légende avance que les religieuses d'Oaxaca, une ville aztèque occupée par les Espagnols jusqu'en 1522, mirent au point de nouvelles recettes destinées à plaire aux colons. Elles ajoutèrent du sucre et des épices douces comme la cannelle et l'anis, et c'est ainsi que le breuvage amer des Aztèques aurait commencé à évoluer et à se rapprocher de la délicieuse boisson que nous connaissons aujourd'hui.

2. La version espagnole [35]

En 1701, un Anglais qui voyageait en Espagne fit un compte rendu long et détaillé du processus de fabrication mis au point par les Espagnols. Après les étapes préliminaires de torréfaction, de concassage et de broyage, la brisure de cacao obtenue était moulue en une fine pâte avec beaucoup de sucre, de cannelle, de vanille et de musc. Le chocolat était ensuite compacté en blocs, un peu comme aujourd'hui, mais ces blocs servaient uniquement à préparer une boisson et non des confiseries.

Cette recette semble avoir été suivie en Espagne et dans le reste de l'Europe jusqu'à ce que le processus soit révolutionné par les prouesses technologiques du Hollandais Van Houten au XIX^{ème} siècle.

B. De la boisson à la confiserie

1. La presse de Van Houten [35, 8, 40, 27]

A ses débuts, le chocolat était une boisson extrêmement riche. Il contenait une matière grasse, le beurre de cacao, qui avait tendance à remonter à la surface et à flotter en formant de petites mares graisseuses peu appétissantes. Les fabricants réussissaient à surmonter en partie ce problème en introduisant des féculents pour absorber ce gras, dans le droit fil de la tradition aztèque consistant à ajouter de la farine de maïs.

Parallèlement, depuis des années, les chocolatiers essayaient de trouver un moyen d'éliminer ce beurre de cacao. Ce fut chose faite en 1828 lorsqu'un chimiste hollandais du nom de Coenraad Van Houten breveta une nouvelle presse hydraulique extrêmement performante. Sa machine était en mesure d'extraire environ 50% du beurre de cacao présent dans la « liqueur » (la pâte obtenue après le broyage des fèves), donnant ainsi des tourteaux raffinés et secs que l'on pouvait ensuite moulinier en une poudre fine.

Il traita ensuite la poudre ainsi obtenue avec des sels alcalins pour faciliter sa dissolution dans l'eau. Le processus, qui prit le nom de *dutching* ou procédé hollandais (on parle encore de solubilisation), avait également pour effet de foncer la teinte du chocolat et d'alléger son

parfum, une curieuse anomalie dans la mesure où l'on pense généralement que le chocolat noir est plus fort en goût.

La patience de Van Houten révolutionna l'industrie du chocolat. Elle aboutit à la production de ce que nous appelons maintenant le cacao en poudre et qui à l'époque de Van Houten portait le nom d'« essence de cacao ». La presse de Van Houten fut enfin à l'origine de l'étape suivante dans l'industrie du chocolat : la production de confiseries à grande échelle.

2. Les industriels entrent en jeu [8, 40, 27]

Au début du XIX^e siècle, la vapeur remplace l'hydraulique et améliore les rendements, encourageant la création d'industries spécialisées dans la fabrication de chocolat. Le niveau de vie augmente, le chocolat se démocratise. Chocolatiers et industriels se lancent dans l'aventure et bâtissent de véritables empires : Coenraad Van Houten aux Pays-Bas en 1815, John Cadbury en Grande Bretagne à partir de 1824, Jean-Antoine-Brutus Menier en France en 1825 suivi par son fils Emile-Justin, Philippe Suchard en Suisse en 1826. La production est devenue industrielle. Ce sont finalement ces industriels qui vont donner au chocolat la forme, la saveur et la texture dont nous nous délectons aujourd'hui.



Figure n° 6 : Affiche publicitaire Menier

[35]

3. Du chocolat qui se mange [35, 8, 40, 27]

Après avoir extrait le beurre de la fève, les industriels furent confrontés à une question inéluctable : que faire de ce produit ? Il était bien trop bon pour qu'on le jette ! L'un des fabricants de chocolat eut alors l'idée de faire fondre le beurre de cacao et de la mélanger avec du cacao en poudre et du sucre.

Le résultat obtenu était une pâte lisse et malléable qui supportait cette addition de sucre sans devenir granuleuse, car la matière grasse facilitait sa dissolution.

En 1836, Menier père a l'idée d'ajouter plus de beurre de cacao au broyat des fèves : plus onctueux, son chocolat est vendu en tablettes. Une révolution.

En 1875, les Suisses Daniel Peter et Henri Nestlé inventent le chocolat au lait. Et dans la course à l'onctuosité, leur compatriote Rodolphe Lindt frappe un grand coup : il invente la conche, merveilleuse machine qui malaxe pâte de cacao et sucre donnant au produit une texture veloutée inédite.

La pâte était par ailleurs suffisamment fluide pour être coulée dans des moules. Le concept du « chocolat à manger » était né. Ces tablettes rencontrèrent un succès immédiat, et les ventes démarrèrent en flèche. Conséquence de ce nouvel engouement, le cours du beurre de cacao s'envola. Le chocolat à manger devint, comme on avait pu le prévoir un produit coûteux, très recherché par la haute société.

Les premiers chocolatiers n'étaient pas assez puissants pour importer directement leurs fèves de cacao ou investir dans des équipements coûteux. Ils se contentaient d'acheter à de grandes fabriques industrielles de gros blocs de chocolat de couverture qu'ils faisaient fondre pour confectionner à la main leurs propres bonbons.

Pendant la Seconde Guerre mondiale l'industrie chocolatière américaine connut un immense essor avec des millions de tablettes envoyées aux troupes américaines qui se trouvaient en Europe.

En un siècle, le chocolat s'est émancipé de sa forme liquide ancestrale pour devenir « fondant » ou « à croquer ». Et son histoire n'est pas close. L'imagination des chocolatiers a pris le relais, ils travaillent les matières et expérimentent les mariages de nouveaux arômes pour proposer tablettes fondantes, pâte à tartiner, bonbons... tout ce dont on peut rêver en chocolat.

VII. Le chocolat et l'Eglise [35, 8, 40, 27]

L'Eglise joua un certain rôle dans l'histoire du chocolat. Les jésuites, bien décidés à accroître le pouvoir de l'Eglise catholique, constituaient une force politique majeure tant en Europe qu'en Amérique latine. C'est par ces missionnaires, tout comme par les explorateurs du Nouveau Monde, que le chocolat a été rapporté en Europe via un réseau international de monastères et de couvents.

Jusqu'au XVIII^e siècle, les moines et les sœurs fabriquaient le chocolat selon les méthodes transmises par les Aztèques. Dans son livre publié en 1648, Thomas Gage parlait d'« églises à cloîtres qui font beaucoup parler d'elles, non pour leurs pratiques religieuses, mais pour leur savoir-faire en matière de boissons au cacao ».

Dans le Nouveau Monde, l'Eglise adopta généralement une attitude très pragmatique à l'égard du chocolat. Convaincus qu'il était bon pour la santé, les moines et les sœurs l'appréciaient en outre beaucoup parce qu'il les sustentait pendant les longues périodes de jeûne qu'ils devaient observer. Dans l'Ancien Monde cependant, les religieux ne partageaient pas toujours cet avis. Ainsi, en 1650, la Société de Jésus (c'est-à-dire les jésuites) interdit à ses membres de boire du chocolat.

A. Le chocolat brise-t-il le carême ? [35, 40, 27]

La passion pour le chocolat à boire n'était pas réservée aux seuls nobles. Au XVII^e siècle, au sein de l'Eglise aussi, sa consommation allait bon train. On en servait même aux cardinaux pendant les élections papales. Et pendant les jours de jeûne décidés par l'Eglise ? Egalement ! Certes, faire gras (consommer de la viande et faire un repas copieux avant la messe du soir ou pendant le carême) était interdit, mais il n'y avait aucune restriction pour les liquides et l'on ne se privait pas de chocolat. Ce qui n'était pas du goût de tous. Certains ordres considéraient que la boisson était trop nourrissante et qu'elle rompait le jeûne. Bientôt, la question fut sur toutes les lèvres de la communauté ecclésiastique. Elle entraîna de vifs débats qui trouvèrent écho jusqu'à Rome. Heureusement, le cardinal Brancaccio mit fin à ces tergiversations.

En 1664 il affirme très sérieusement que «les liquides ne rompent pas le jeûne, qu'il s'agisse du vin ou du chocolat ». En revanche, le chocolat solide, dès son apparition, fut évidemment proscrit. Le dimanche de Pâques, fin du carême, est ainsi l'occasion bénie de se rattraper...

B. Le chocolat de Chiapa [35, 27]

L'évêque de Chiapa a sans doute émis l'objection la plus vive à l'encontre de cette boisson. On raconte en effet que les dames de la haute société se plaignaient « de la grande faiblesse et délicatesse de leur estomac, au point disaient-elles qu'elles n'étaient plus capables de continuer à aller à l'église...à moins de boire une tasse de chocolat chaud... C'est pourquoi il était d'usage qu'elles demandent à leurs servantes de leur en apporter à l'église ce qui ne manquait pas d'entraîner une grande confusion et d'interrompre la messe et le sermon ».

Gêné par ces dérangements incessants, l'évêque afficha une note expliquant que quiconque boirait ou mangerait à l'église serait excommunié. Les femmes se vengèrent en refusant d'assister au sermon de l'évêque et en allant à la messe au couvent. C'est alors que l'évêque tomba malade et mourut huit jours plus tard. Selon la rumeur une tasse de chocolat l'avait empoisonné. Un proverbe populaire fit alors son apparition dans la région : « Attention au chocolat de Chiapa ! ».

C. Des stimulants dangereux [35]

A l'époque où le chocolat était très en vogue en Europe, on assistait parallèlement à l'augmentation de la consommation d'autres produits tropicaux tels le café, le thé, le tabac, le rhum et le sucre. Les Européens semblaient commencer à apprécier les stimulants. L'Eglise prit fermement position contre ces nouveaux produits, à l'exception du sucre, les déclarant potentiellement dangereux. Cela n'empêcha pas les gens d'enfreindre ces règles, pour le chocolat notamment.

VIII. Le chocolat et la médecine

Jusqu'au XIX^e siècle, le chocolat ne cessa de susciter les plus vives controverses quant à ses propriétés et ses « contre-indications ». Tantôt loué, tantôt décrié, ami toujours objet du plus grand intérêt de la part des médecins et nutritionnistes, il connut une histoire liée à ses caractéristiques alimentaires plutôt qu'à sa seule saveur gourmande.

A. De bons et de méchants effets... [43, 35, 18]

Autrefois, le chocolat était paré de bien des vertus. C'était une sorte de remède miracle que les savants-médecins recommandaient pour remédier aux maux les plus divers.

Dès le IV^e siècle, lorsque les Mayas commencèrent à cultiver les cacaoyers, le chocolat était utilisé pour ses vertus thérapeutiques. Les sorciers d'alors prescrivaient le cacao comme stimulant ou bien comme baume apaisant. Les guerriers en buvaient pour se donner de l'énergie, tandis que le beurre de cacao servait à panser les plaies.

Plus tard, les Aztèques préconisaient en cas de diarrhée une potion de cacao mélangé avec les ossements de leurs ancêtres exhumés et réduits en poudre. Les colons espagnols connaissaient eux aussi les propriétés thérapeutiques du cacao. Un voyageur rapporte que ses compatriotes « en font une pâte qui est selon eux bonne pour l'estomac et contre le catarrhe* ».

Le chocolat reçut cependant un accueil mitigé de la part de la communauté scientifique et médicale, qui vociférait aussi fort que l'Eglise quand il s'agissait de débattre des bons et des mauvais aspects de cette nouvelle substance mystérieuse. Au XVI^e siècle, alors que la médecine en était à ses balbutiements, de nombreuses théories étaient fondées sur le principe des humeurs « chaudes » et « froides », ou sur les énergies du corps dont le déséquilibre rendait malade. Les Espagnols qui déclarèrent le chocolat « froid » essayaient de neutraliser ses effets en le buvant chaud, parfumé avec des épices « chaudes ». Ils avaient du mal à comprendre comment les Aztèques pouvaient boire le chocolat sans le chauffer.

Au XVII^e siècle, le chocolat reçut l'approbation de plusieurs botanistes et médecins qui avaient découvert qu'il contenait toutes sortes de substances bénéfiques.

La Faculté française de médecine approuva officiellement l'usage du chocolat en 1661.

L'homme de loi et gastronome Brillat-Savarin le résumait ainsi dans sa *Physiologie du goût* :

« Le chocolat est très convenable aux personnes qui se livrent à une grande contention de l'esprit, aux travaux de la chaire ou du barreau, et surtout aux voyageurs...il convient à l'estomac le plus faible, s'est avéré bénéfique dans des cas de maladies chroniques et demeure le dernier recours dans les affections du pylore. » Certains de ses contemporains affirmaient que le chocolat soignait la tuberculose. Un médecin français, ayant probablement remarqué que le chocolat semblait mettre les gens de bonne humeur, était convaincu de ses mérites comme antidépresseur.

Ces louanges n'étaient cependant pas universelles. Un médecin de la cour toscane du XVIII^e siècle mit les bâtons dans les roues de ses confrères en déclarant que le chocolat était « chaud » et qu'il était insensé d'y ajouter des drogues « chaudes ». Il avait de toute évidence remarqué les effets de la caféine car il cite parmi les effets secondaires du chocolat le bavardage incessant, l'insomnie, l'irritabilité et l'hyperactivité chez les enfants.

Les Français eux aussi s'en détachèrent pendant une courte période, l'accusant d'être à l'origine de « vapeurs », de palpitations, de vents et de constipation. Toutefois, les vertus médicinales et nutritionnelles du chocolat étaient généralement bien acceptées.

Au début du XIX^e siècle, des charlatans commencèrent à tirer parti de l'approbation du chocolat par le corps médical. Diverses formes de « chocolat médicinal » firent leur apparition, tel le « chocolat pectoral » ou le « chocolat analeptique ». Enfin, le chocolat fut accepté par les hôpitaux, les sanatoriums*, la marine, l'armée et diverses institutions.

Le chocolat appartenait alors au domaine des apothicaires et non des chocolatiers.

B. L'« aliment de Vénus » [43, 27]

Ce qualificatif attribué au chocolat par le médecin viennois Johann Michael Haider s'insère dans ce siècle des Lumières où, plus que jamais, lui furent prêtées de rares vertus en matière de stimulation amoureuse.

1. Au temps de la Conquête

Certes, les indiens de la Nouvelle-Espagne voyaient dans le cacaoyer l'arbre du dieu Quetzalcóatl, réputé pour donner la fortune et la force, sexuelle entre autres, et ils croyaient déjà que le chocolat était propre à réveiller le désir. L'empereur aztèque Moctezuma buvait du chocolat avant de visiter son sérail et d'honorer ses nombreuses femmes. Mais n'était-ce pas là oublier un peu qu'à cette époque on aimait à faire entrer dans la composition de ce breuvage une certaine dose de poivre du Mexique, excitant s'il en est ?

2. La défense de la morale

Néanmoins, cette spécificité du chocolat gagna l'Europe. Au XVII^e siècle, elle ne manqua pas de provoquer une controverse, particulièrement dans les milieux religieux. En 1624, le théologien Johannes Franciscus Rauch, s'élevant contre un usage déraisonnable de cette boisson dans les monastères, en arriva même à en demander l'interdiction pure et simple pour ces lieux pieux. Sans prendre position dans le débat, des scientifiques vinrent accréditer la croyance en des propriétés aphrodisiaques du chocolat.

3. De célèbres adeptes

Le XVIII^e siècle allait abonder dans ce sens. Réputé pour ses conquêtes amoureuses, Casanova préférait, dit-on, le chocolat au champagne. Quant à la comtesse Du Barry, elle en faisait boire, affirme-t-on aussi, à ses amants. Cette conception d'un chocolat incitateur à la luxure se maintint ensuite tout au long du XIX^e siècle, avec moins de force cependant.

2^{ème} PARTIE : BOTANIQUE [19, 4]

Le terme cacao qui provient des mots indigènes *cacahuatl* ou *cacahoalt* apparaît pour la première fois dans la littérature en 1605.

En 1737 le naturaliste Suédois Carl Von Linné délaisse l'appellation cacao pour introduire dans sa classification le nouveau nom de *Theobroma cacao* L. (du grec « theos » : Dieu et « broma » : breuvage) faisant ainsi référence à la connotation religieuse donnée par les indiens à l'histoire du chocolat.



Figure n° 7 : Le cacaoyer

[4]

I. Classification [21, 29, 34, 4, 46]

Le cacaoyer est une plante qui appartient à la classe des Dicotylédones. Il est classé dans l'ordre des Malvales, la famille des Sterculiaceae et le genre *Theobroma*.

La famille des Sterculiaceae rassemble environ 700 espèces subtropicales ou tropicales réparties en une soixantaine de genres. Le genre *Theobroma* regroupe, quant à lui, une vingtaine d'espèces de petits arbres, tous originaires de la forêt amazonienne et des autres zones tropicales humides de l'Amérique Centrale et de l'Amérique du Sud.

Les cacaoyers présentent de multiples formes morphologiques mais ils appartiennent tous à une même espèce, dénommée aujourd'hui *Theobroma cacao* L.

Les cacaoyers sont répartis en 3 grands groupes : les Criollos, les Forasteros et les Trinitarios, ce dernier étant issu du croisement entre les deux premiers.

II. Morphologie

Le cacaoyer porte à la fois des fleurs, des feuilles et des fruits. Les feuilles et les fleurs ne poussent que sur les parties ligneuses de l'arbre, le tronc ou les branches. Les fruits n'apparaissent qu'au bout de la quatrième année.

A. L'arbre, ses racines et ses tiges [21, 29, 34, 30, 46]

Le cacaoyer est un arbre pouvant atteindre une hauteur de 10 à 15 mètres quand il pousse à l'état sauvage, mais sa croissance sur les plantations est limitée à 4 à 10 mètres pour faciliter la récolte. Il atteint sa taille adulte à 10 ans et vit 40 ans en moyenne ; les cacaoyères de plus de 100 ans sont rares.

Lorsque les jeunes arbres sont âgés de 12 à 16 mois et qu'ils ont atteint une hauteur comprise entre 1 et 2 mètres, le bourgeon terminal (à l'extrémité supérieure de l'hypocotyle, futur tronc) dégénère spontanément. La tige principale différencie 3 à 5 bourgeons axillaires qui donnent naissance à une couronne formée de branches avec des feuilles alternes à pétiole court. Ces branches sont caractérisées par une croissance indéfinie avec des poussées foliaires discontinues, appelées « flushs ». L'un des bourgeons axillaires de la couronne développe par la suite une nouvelle tige verticale, qui apparaît comme la continuation du tronc principal et acquiert la même structure que ce dernier. Elle se subdivise plus tard en une deuxième couronne constituée elle aussi de 3 à 5 branches. Chaque année, un nouveau verticille se forme. Les cacaoyers adultes sont ainsi formés de plusieurs couronnes superposées, avec une disparition plus ou moins rapide et prononcée des étages inférieurs. En culture, l'arbre est taillé pour ne former qu'une seule couronne. Les arbres vont ainsi atteindre une hauteur de 4 à 10 mètres, qui dépend de la vigueur du génotype, de l'espacement entre les arbres et de l'ombrage.

Le tronc droit, élancé et dépouillé, d'un diamètre de 20 à 25 centimètres se ramifie donc à 1 mètre, 1,50 mètre du sol en un verticille de 3 à 5 branches qui s'entrecroisent, ce qui lui confère une silhouette noueuse.

L'écorce est très mince, d'un brun cannelle à reflets argentés, elle devient plus épaisse en vieillissant. Le bois est de couleur rosé, poreux donc léger.

En sol suffisamment profond, le système racinaire est constitué, chez l'arbre adulte, d'un réseau formé d'un pivot central vertical pouvant atteindre 1 à 2 mètres de long, et d'une couronne de racines latérales superficielles responsables de l'essentiel de l'absorption de l'eau et des minéraux par la plante. Bien développées au contact de la zone humifère, ces dernières couvrent une surface supérieure à celle qui correspond à la projection de la frondaison sur le sol (jusqu'à 6 mètres autour du tronc). Aussi, en plantation, les systèmes racinaires des différents arbres sont étroitement entremêlés.

Les racines remontent vers la surface et y développent de nombreuses radicelles qui forment un « chevelu » très touffu. Ces radicelles hébergent certains champignons qui joueraient un rôle dans la captation d'éléments nutritifs du sol.

L'ensemble du système racinaire représente environ 20 % de la matière sèche totale des arbres, également répartie entre pivot et racines latérales.



Figure n° 8 : Cacaoyer en forêt tropicale

[4]

Les arbres présentent un dimorphisme : alors que les troncs sont orthotropes* et que leurs feuilles suivent une distribution radiale*, les branches sont plagiotropes* avec des feuilles alternées*.

B. Les feuilles [21, 29, 34, 30, 4, 46, 39]

Le cacaoyer est un arbre toujours vert.

Quand on froisse les feuilles entre les mains, elles produisent un bruit comparable à celui des billets de banque. D'où le nom qui leur est donné à la Réunion de « feuilles du banquier ».

Les feuilles sont épaisses et très grandes : elles mesurent 20 à 30 centimètres de long sur 5 à 12 centimètres de large. Elles sont lisses, brillantes à bord plein ou légèrement dentelé.

Le limbe est simple, entier, pointu et le plus souvent ovale, mais peut aussi être elliptique, oblongue ou lancéolé.

Seule la face inférieure possède des stomates. Les feuilles exposées directement au soleil sont généralement moins grandes que celles qui poussent à l'ombre.

Les feuilles, à pétiole cylindrique, présentent elles aussi des caractères dimorphiques. Les feuilles produites sur les troncs orthotropes ont un long pétiole et sont symétriques. Les autres ont un pétiole plus court et sont légèrement asymétriques.

Les nervures sont pennées avec une nervure principale bien marquée et une douzaine de nervures secondaires proéminentes qui se raccordent à la nervure médiane. Un nombre important de nervures tertiaires forme un réticulum dense.



Figure n° 9 : Rameau feuillé et florifère

[4]

La production des feuilles à l'extrémité des branches se fait par des flushs successifs qui génèrent de 3 à 6 paires de feuilles à chaque fois. Cette production se fait par plusieurs poussées au cours de l'année (4 à 5 par an) qui alternent avec des périodes de repos (d'une durée évaluée à huit semaines) pendant lesquelles les bourgeons reprennent leur « hibernation ». Les poussées foliaires ne sont pas continues et une même branche porte le plus souvent des feuilles correspondant à deux ou trois de ces poussées. Le déterminisme du rythme des flushs dépend au moins partiellement du régime des précipitations.

L'arbre porte toujours des feuilles, mais elles sont d'âge différent.

La couleur des feuilles varie avec l'âge :

- jeunes, leur couleur varie du vert pâle au rouge foncé en fonction des génotypes. Elles sont alors molles et pendantes. Elles sont pourvues, à leur base, de deux stipules qui tombent rapidement. C'est la phase active de leur vie, qui dure 4 à 5 mois ;

- ensuite, elles foncent graduellement jusqu'à prendre une couleur verte ou brune. Elles s'endurcissent progressivement avec le temps, se redressent et s'orientent par rapport à la lumière. Elles tombent, en partie à la saison sèche, cassantes, avec une teinte de cuir. Leur durée de vie est de l'ordre d'une année.

Les arbres à fruits rouges ont en général des feuilles plus foncées que ceux à fruits jaunes ; cette particularité est précieuse car elle permet de distinguer les variétés dites « nobles » (*Criollo*) des variétés ordinaires (*Trinitario* et *Forastero*).

Une double articulation du pétiole, formant deux renflements, permet aux feuilles de tourner constamment, quelque soit la direction des rayons solaires, leur face vers la lumière. Le feuillage très dense et persistant peut se développer sur 6 à 8 mètres de diamètre et ne laisse ainsi pratiquement pas filtrer le soleil.

C. Les fleurs [21, 29, 34, 30, 4, 46, 39]

Comme de nombreux arbres tropicaux, le cacaoyer porte à la fois des feuilles, des boutons, des fleurs et des fruits. Les fleurs et les fruits poussent à même le tronc.

Le cacaoyer porte un nombre très important de petites fleurs, jusqu'à 100 000 par arbre et par an. Selon les génotypes, les arbres peuvent produire des fleurs pendant des périodes marquées ou durant toute l'année. Dans les régions où il existe une saison des pluies, elles apparaissent surtout à cette période. Les facteurs qui influencent la floraison sont essentiellement l'éclairement, les régimes thermiques et hydriques, ainsi que la compétition avec les fruits déjà formés.

Le cacaoyer commence à fleurir entre 18 mois et 3 ans. La production est maximale à 5 ans et baisse après 25 ans.

La vie des fleurs est de courte durée, ne dépassant pas 48 heures.

L'inflorescence est une cyme bipare de 1 à 5 fleurs, généralement 2 ou 3 aux ramifications très courtes (1 à 2 millimètres). Le renouvellement fréquent de ces inflorescences en des mêmes points de l'écorce aboutit à la formation de petits massifs renflés appelés coussinets floraux. Ces inflorescences se différencient à l'aisselle des feuilles quelques temps après leur chute. Les fleurs poussent donc en bouquets directement sur le tronc et les branches les plus âgées (fleurs caulinaires ou cauliflories) mais jamais sur les jeunes rameaux. Cette insertion sur le vieux bois est caractéristique. Elles se développent à partir des bourgeons axillaires latéraux secondaires, le bourgeon axillaire principal ayant avorté.



Figure n° 10 : Fleurs sur le tronc (fleurs caulinaires)

[4]

La fleur est de très petite taille par rapport aux fruits : de 5 à 10 millimètres de diamètre (8 millimètres en moyenne). Elle est régulière (ou actinomorphe*), pentamère* et hermaphrodite. Elle ne présente ni parfum ni nectar.

La fleur est rattachée au coussinet floral par un pédoncule de 1 à 3 centimètres environ. Ce dernier est creusé d'un sillon circulaire, à environ 1 centimètre de sa base, qui pourra devenir la zone d'abscission si la fleur ne poursuit pas un développement normal jusqu'au fruit.

Un caractère particulier réside dans la conformation du périanthe :

- le calice se compose de 5 sépales blancs ou roses, légèrement soudés à la base, allongés, lancéolés, à bords un peu ciliés. Dans le bouton floral, les cinq sépales sont exactement juxtaposés (préfloraison valvaire).
- la corolle est constituée de 5 pétales dont la base est de la même couleur que les sépales et la partie supérieure jaunâtre. Ils sont libres, alternent avec les sépalès, et sont tordus dans la préfloraison : chacun d'entre eux recouvre, par un de ses bords, le bord voisin du pétale suivant.

Les cinq pétales sont de forme complexe. Leur base est étroite. Ils s'élargissent d'abord pour former une partie concave en forme de cuillère tournée vers l'intérieur dans laquelle se logent les anthères (la cuculle). Puis ils se prolongent par une fine languette jaunâtre terminée par une spatule cordiforme retournée vers l'extérieur de la fleur (la ligule).

Le gynécée est formé d'un ovaire supère composé pluriloculaire : il comprend 5 carpelles soudés en 5 loges qui contiennent chacune de six à dix ovules de type anatrope à placentation axiale (les cloisons ovariennes disparaîtront dans le fruit). Il est surmonté de cinq styles, soudés sur presque toute leur longueur, mais divisés à leur extrémité en cinq stigmates tubulaires qui restent le plus souvent agglomérés.

L'androcée est monadelphé*, il forme un tube complet composé de 5 étamines fertiles qui appartiennent au verticille interne, alternant avec 5 staminodes stériles correspondant au verticille d'étamines externes.

Les étamines, épipétales*, sont glabres et dressées. Elles sont recourbées vers l'extérieur de telle sorte que les anthères prennent place à l'intérieur de la cuculle du pétale correspondant.

Les anthères* sont constituées de 4 sacs polliniques.

Les staminodes, épisépales*, le plus souvent de couleur violacée, conservent un port érigé et dominant le style, dont elles limitent l'accessibilité. Elles se dressent autour du gynécée, unies à la base en un tube réduit entourant l'ovaire.

L'épanouissement du bouton floral commence dans l'après midi par un début de séparation des sépales, et s'achève au début de la matinée suivante. Il dure donc moins de 24 heures ce qui laisse peu de temps à la fleur pour être fertilisée. Toute fleur non fécondée tombe dès le second jour. La déhiscence des anthères se produit en même temps que l'ouverture de la fleur. Les grains de pollen ont un diamètre d'environ 20 micromètres, sont sphéroïdes et visqueux. Une fois libérés, leur durée de vie ne dépasse pas 48 heures.

La reproduction s'effectue par pollinisation. Ce phénomène de pollinisation a fait l'objet de nombreuses controverses entre les partisans du transport du pollen par le vent et ceux qui considèrent que les insectes jouent le rôle principal dans cette dissémination. La structure de la fleur rend difficile la mise en contact du pollen avec le style ou les stigmates, de par la position des anthères et la présence de la barrière que constitue la couronne de staminodes stériles. Les grains de pollen, par suite de leur viscosité élevée, restent groupés en masses plus ou moins importantes, difficilement transportables par le vent.

La pollinisation est donc strictement entomophile. Les fleurs ne produisant pas de nectar ni d'arôme pour attirer d'autres insectes, la transmission de ce pollen épais ne peut se faire que par l'intermédiaire de moucheron. Sur certaines plantations, ce sont des jeunes filles aux gestes précis et aux mains habiles qui accomplissent ce travail, armées d'un fin pinceau.

Ce pollen est incompatible pour le pistil de la même fleur, des fleurs du même arbre ou des autres arbres de la plantation. Ce phénomène est qualifié d'auto-incompatibilité.

La fécondation est donc très difficile ; elle ne concerne qu'une fleur sur cent.

Le cacaoyer produit annuellement plusieurs milliers de fleurs, mais une très grande majorité d'entre elles chutent rapidement et les arbres portent rarement plus de quelques dizaines de fruits. Cet important taux de chute des fleurs est en partie dû à des phénomènes de sous pollinisation. Une autre cause d'échec dans l'évolution d'une fleur en fruit est le flétrissement physiologique, phénomène généralement considéré comme un processus de régulation de la charge de fruits en fonction des capacités de l'arbre. Enfin, la nutrition minérale des arbres (en particulier la carence en bore) joue un rôle sur le développement des graines à l'intérieur des fruits.

Seulement une fleur sur 500 développera un fruit (soit un demi à deux kilo par an), mais quel fruit ! Il s'appelle cabosse.



G. F. Schmidt gez. u. lith.

Theobroma Cacao L.

Figure n° 11 : Planche de *Theobroma cacao* L.

D. Les fruits [21, 29, 34, 30, 4, 46, 39]

Un cacaoyer donne ses premiers fruits entre 3 et 5 ans. La production se poursuit ensuite pendant une trentaine d'années. Le fruit est appelé chérelle pendant sa phase de croissance et prend le nom de cabosse lorsqu'il atteint sa taille définitive. Il arrive à maturité 5 à 7 mois après la floraison. La maturation se traduit par un changement de couleur du cortex.

Environ 20% des chérelles se dessèchent avant d'arriver à maturité. Ce dessèchement n'est ni une maladie, ni la conséquence d'attaque de parasites mais semble être la manifestation d'un mécanisme physiologique régulateur.

La couleur de la cabosse diffère selon les espèces et varie en arrivant à maturité : un fruit vert devient jaune, alors qu'une cabosse rouge-violet évolue vers l'orange.



Figure n° 12 : Cabosse immature, cabosse mûre, cabosses très mûres, cabosse sèche

[4]

Relié au tronc et aux branches par un court pédoncule, le fruit est une baie charnue indéhiscence, volumineuse et dure. Il s'agit de baie ovoïde ornée de 5 à 10 sillons longitudinaux et verruqueux. Le fruit est arrondi à la base, bosselé, ventru, et s'amincit lentement vers le sommet. Il a la forme d'un ballon de rugby de 15 à 30 centimètres de longueur pour un diamètre de 6 à 12 centimètres.

La cabosse peut peser de 200 à plus de 800 grammes avec une moyenne de 400-500 grammes.



Figure n° 13 : Fruits sur le tronc (fruits caulinaires)

[4]

Le fruit comporte une enveloppe ou péricarpe, de 10 à 15 millimètres d'épaisseur, un peu charnue dans sa zone externe, et fibreuse (présence de tissus lignifiés) dans la partie interne. Elle devient dure et résistante à maturité.

Chaque fruit renferme une cavité contenant 25 à 75 graines ovoïdes, appelées fèves, dont la coloration peut varier du blanc au violet. Elles sont groupées en 5 rangées longitudinales autour de la colonne placentaire centrale. Les fèves sont noyées dans une pulpe mucilagineuse épaisse, blanche ou jaunâtre dont elles se nourrissent. Cette pulpe est à la fois sucrée et légèrement acidulée, adhérente et provient de la lyse des cloisons ovariennes.



Figure n° 14 : Cabosse ouverte transversalement,
laissant apparaître la pulpe qui entoure les graines ou fèves

[4]

L'embryon, de petite dimension, est entouré de deux gros cotylédons plissés qui occupent presque tout l'espace disponible à l'intérieur des téguments. L'albumen est réduit à une fine membrane transparente entourant l'embryon.

A maturité, les fèves flottent dans la cabosse, et le fruit sonne creux. Elles deviennent immédiatement prêtes pour la germination qui peut même avoir lieu à l'intérieur de la cabosse. Le pouvoir germinatif persiste seulement quelques heures lorsque les fèves sont extraites des cabosses et exposées à l'air libre. Elles sont extrêmement sensibles au degré d'humidité, qui doit toujours rester élevé, ainsi qu'aux basses températures.

Toutes les cabosses n'arrivent pas à maturité, certaines avortent, d'autres sèchent sur l'arbre. Suivant la plantation, la variété cultivée, l'âge de l'arbre, la manière dont il est entretenu et la qualité du sol, le cacaoyer ne parvient à porter à maturité que 20 à 35 cabosses.

La cabosse n'étant pas déhiscence, les fèves ne tombent pas naturellement sur le sol. Dans les conditions naturelles, les graines sont disséminées par l'intermédiaire de petits mammifères, comme les singes, les écureuils, les rats ou encore les biches, qui ouvrent la cabosse encore fixée à l'arbre, sucent la pulpe dont ils sont friands et recrachent les fèves. Cette pulpe est aussi utilisée dans certaines régions par les indigènes pour préparer une boisson rafraîchissante ainsi qu'une sorte de confiture.

E. Les graines [21, 34, 30, 4, 39, 19]

La graine du cacaoyer est inscrite à la pharmacopée française dans la révision de la TABLE ALPHABETIQUE DES DROGUES VEGETALES INSCRITES A LA IX^{ème} EDITION datée d'août 1997.

Elle appartient à la liste A des plantes médicinales traditionnellement utilisées en allopathie ou en homéopathie.

Chaque graine ou fève a une forme d'amande (forme amygdaloïde) et pèse 2 à 3 grammes à l'état frais. Elles mesurent 20 à 30 millimètres de long sur 10 à 15 millimètres de large et 7 à 15 millimètres d'épaisseur.



Figure n° 15 : Graines ou fèves amygdaloïdes

[4]

Les graines fraîches n'ont pas d'odeur. Leur saveur est très astringente et amère (la théobromine contenue dans la graine est responsable de son amertume).

Elles doivent être soumises à la fermentation, puis séchées pour la conservation.

Elles ne prendront leur couleur, qui va du brun rougeâtre au brun grisâtre qu'après fermentation prolongée et dessiccation.

Les fèves sont des graines exalbuminées constituées de deux éléments : l'enveloppe et l'amande.

- l'enveloppe, que l'on appelle coque ou tégument, est mince mais résistante, coriace, rosée, très nervurée ; elle contient l'amande. Le tégument est riche en tanins.

- l'amande est elle-même formée de deux parties : l'albumen et deux cotylédons.

- * la fine couche d'albumen, muqueux, recouvre et pénètre dans les replis des deux cotylédons.

- * les deux gros cotylédons plan-convexes, inégalement plissés, charnus et riches en corps gras, entourent le petit embryon violet. Ceux-ci sont formés de trois couches cellulaires : une couche de cellules épidermiques, une couche de cellules parenchymateuses de réserve particulièrement riches en triglycérides, glycérides, acides aminés, enzymes et amidon, et une couche de cellules pigmentées responsables de la coloration des cotylédons ; du blanc des *Criollo* au violet foncé des *Forastero*, on passe par des teintes intermédiaires pour les *Trinitario*.

Les graines constituent la partie essentielle utilisée dans l'alimentation après transformation. Elles sont la matière première à partir de laquelle sont fabriqués, par des opérations complexes, le chocolat, la poudre de cacao et le beurre de cacao, excipient pour suppositoires.

Les diverses substances contenues dans la fève ne vont révéler leur arôme qu'après torréfaction ; en effet, l'agréable arôme de « chocolat » que le public apprécie n'existe pas dans la graine fraîche.

III. Biotope

Le cacaoyer est un arbre fragile, très dépendant de la chaleur et de l'eau. Pour que le cacaoyer cultivé ait une croissance régulière, une floraison et une fructification abondantes, des pousses foliaires normales et bien réparties au cours de l'année, il faut :

- une température moyenne voisine de 25°C
- qu'il pousse à l'ombre d'autres arbres
- une très forte humidité atmosphérique
- une pluviosité abondante et uniforme

A. Climat [21, 4, 46, 18]

Le climat qui convient le mieux au cacaoyer correspond aux conditions qui règnent dans la forêt tropicale dont il est originaire, c'est-à-dire très chaud et humide.

La température moyenne optimale avoisine les 26°C, avec des maxima qui n'excèdent pas 30-32°C et des minima supérieurs à 18-21°C. Les températures inférieures à 10°C sont létales.

L'humidité relative de l'air doit rester toujours très élevée (85 à 90%) pour éviter le dessèchement et la chute des feuilles.

La pluviosité doit être abondante et uniforme : elle dépasse de préférence 1 500 millimètres par an, mais il est surtout important que les précipitations soient régulièrement réparties tout au long de l'année. L'espèce est très sensible aux déficits hydriques et les arbres supportent mal les saisons sèches d'une durée supérieure à trois mois. Le cacaoyer peut se trouver dans des zones provisoirement inondées.

Les vents, en particulier les vents secs, peuvent provoquer des dégâts importants dans les frondaisons, les jeunes plants étant particulièrement sensibles.

Le cacaoyer résiste très mal au rayonnement direct du soleil ; en effet, au début de sa croissance, il ne possède que quelques feuilles qui ne sont pas suffisantes pour protéger ses fruits. Il a donc besoin de beaucoup d'ombre et il est nécessaire de le cultiver en association avec des arbres plus élevés et plus robustes que lui (bananier plantain, cocotier) qui le protègent du soleil et du vent.

Il est possible d'aménager des plantations en forêt en abattant les arbres de taille moyenne et en conservant les grands arbres, pour l'apport de leur ombrage et leur protection contre les vents violents et desséchants.

B. Situation [21, 30, 46]

Les cacaoyers poussent uniquement dans des régions tropicales humides soit la bande comprise entre le 22^{ème} parallèle, Cuba au nord et le 21^{ème} parallèle, la Réunion au sud. Cette zone est appelée « ceinture du cacao ».

L'altitude idéale est 400 à 600 mètres (700 mètres maximum).

Les cacaoyers sont cultivés en Amérique du Sud (Brésil, Equateur, Venezuela), en Afrique (Ghana, Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun) et dans le sud asiatique (Sri Lanka, Java).

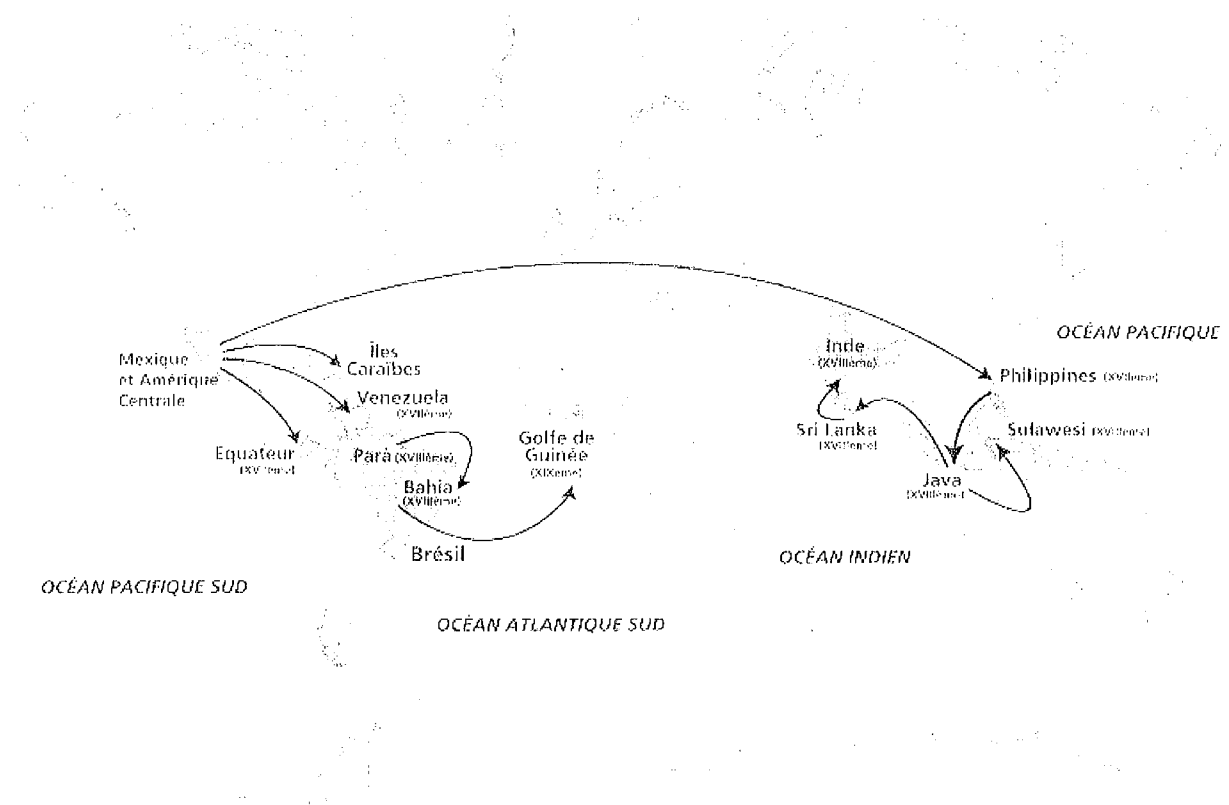


Figure n° 16 : Localisation des plantations de cacaoyer

[46]

C. Terrain [21, 4, 46]

La qualité du sol a une grande importance : il doit être profond, meuble et riche en azote, en potasse et en matière organique ce qui est le cas des forêts équatoriales. Les sols de granit ou de roches volcaniques, riches en humus, conviennent bien.

Cependant, dans le système de fronts pionniers, les critères de choix d'implantation des nouvelles parcelles sont surtout les disponibilités en surfaces forestières et la capacité de mobilisation d'une force de travail suffisante. Il est rare que les lieux de plantation soient déterminés en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols. Le cacaoyer est ainsi cultivé sur des sols extrêmement variés.

Les exigences dépendent beaucoup du régime des précipitations dans lequel l'arbre évolue et de l'adaptation de l'ombrage au climat. En effet, le cacaoyer peut avoir une bonne croissance des organes aériens et atteindre un bon niveau de production sur des sols peu profonds, grâce au développement important de son système racinaire secondaire. Cependant dans ces conditions, il devient très sensible à toute saison sèche un peu prolongée. C'est dans les sols d'une profondeur supérieure à 1,5 mètre dans lesquels il peut développer un important pivot, qu'il va ainsi le mieux résister aux climats les moins favorables et à une conduite culturale de plein soleil.

Les besoins en matière de texture du sol sont aussi pour beaucoup fonction des conditions climatiques et des modes de culture. En effet, un bon drainage est nécessaire pour éviter l'asphyxie des racines en saison pluvieuse. Cependant la capacité de rétention en eau doit être suffisante pour éviter les effets néfastes d'un déficit hydrique pendant les périodes sèches. Ainsi, dans les climats très humides, la qualité du drainage sera le facteur essentiel alors qu'en conditions plus sèches, une bonne rétention en eau deviendra l'élément le plus important.

Pour ce qui concerne la nature chimique des sols, on peut retenir que le cacaoyer préfère des sols plutôt riches en matière organique et neutres.

Les plantations comptent 1 000 cacaoyers à l'hectare, qui fournissent environ 350 kg de graines. Cependant, en fonction des engrais et des nouvelles sélections, le rendement peut atteindre 2,5 tonnes à l'hectare.

D. Parasites et maladies [21, 46]

Des soins particuliers doivent être apportés aux cacaoyers car ils peuvent être touchés par des parasites ou des maladies.

Tous les organes du cacaoyer, les tiges, les feuilles, les coussinets floraux, les fruits et les racines, peuvent être affectés par des champignons pathogènes. Plusieurs affections virales ont aussi été répertoriées.

Les cinq maladies qui provoquent les dégâts les plus importants sont : la pourriture brune des cabosses et les chancres de l'écorce dus aux *Phytophthora*, le balai de sorcière, la moniliose, le gonflement des tiges (CSSV), et le Vascular Streak Dieback (VSD)

A chaque fois que *T. cacao* a été introduit dans une région nouvelle, il y a rencontré des insectes capables de l'attaquer. Ils peuvent être défoliateurs, foreurs des rameaux et des tiges, piqueurs ou suceurs des branchettes ou des cabosses, ou encore rongeurs des racines. Les deux ravageurs du cacaoyer les plus importants à l'échelle mondiale sont d'une part les mirides et d'autre part le foreur des cabosses.

Les parasites animaux sont aussi très nuisibles. Les rats, les singes et les perroquets, friands des cabosses, représentent un fléau tout comme les larves de divers insectes qui creusent des galeries dans le bois. Les criquets, les cochenilles et surtout les punaises s'attaquent aux feuilles.

IV. Différentes variétés de cacaoyer

Tous les cacaoyers appartiennent au genre *Theobroma*. Il n'existe pas de variété de cacaoyer au sens strict du terme. Il s'agit toujours de populations plus ou moins hétérogènes, composées d'individus plus ou moins hétérozygotes. Seules trois d'entre elles sont cultivées pour produire le cacao : le *Criollo*, le *Forastero* et le *Trinitario*, de qualité inégale.

Aux cacaoyers traditionnels se substituent progressivement les matériels améliorés proposés par les Centres de Recherches.

A. L'habitat [21, 34, 29, 30, 4, 46, 18]

1. Variété Criollo

Criollo signifie « du pays » en créole ; c'est « l'arbre à chocolat » des Mayas. C'était le seul type de cacaoyers cultivés au XVIIe siècle. On le cultive aujourd'hui essentiellement dans les pays d'origine du cacao (Nicaragua, Guatemala, Mexique, Venezuela et Colombie) ainsi qu'à Trinidad, en Jamaïque, à Grenade et dans quelques régions d'Asie.

C'est un arbre fragile et de faible rendement, en voie de disparition. Les arbres se caractérisent par une productivité limitée, un manque de vigueur, une grande sensibilité aux maladies et une très faible capacité d'adaptation à des conditions qui diffèrent de celles de leurs sites respectifs de collecte. Ainsi, en dépit de l'excellente qualité de leurs fèves pour la chocolaterie, les *Criollo* ne sont presque plus cultivés actuellement. Par ailleurs, les exploitations qui subsistent encore sont très rarement constituées de plantations pures *Criollo*, mais plutôt de mélanges où sont aussi présentes des formes *Forastero* ou hybrides introduites plus récemment.

Par conséquent il ne représente que 5 à 10% de la production mondiale et fournit les chocolateries de luxe.

2. Variété Forastero

Forastero signifie « étranger » en espagnol. Ces cacaoyers sont originaires de Haute Amazonie. Ce sont les arbres les plus cultivés et les plus répandus à travers le monde. Ils doivent leur succès à leur homogénéité, leurs bonnes caractéristiques agronomiques et leur excellente capacité d'adaptation à de nouveaux territoires. Ils sont beaucoup plus robustes (on le surnomme le robusta du cacao) et productifs, si bien qu'ils représentent 70 à 80 % de la production mondiale de cacao.

Les foyers de culture les plus importants se trouvent au Brésil et en Afrique de l'Ouest. Introduit à l'époque coloniale sur l'île de Sao Tomé, le *Forastero* a peu à peu conquis tout l'ouest du continent. On le cultive au Ghana, au Nigéria, en Côte d'Ivoire, en Nouvelle Guinée. On le retrouve aussi cultivé, souvent en mélange avec des *Trinitario*, dans la plupart des pays d'Amérique tropicale et aux Antilles : au Surinam, au Costa Rica, au Mexique, au Guatemala, en Colombie, au Venezuela et en République Dominicaine.

C'est aujourd'hui le cacao africain par excellence.

3. Variété *Trinitario*

Quant au *Trinitario* « venu du paradis », il correspond à tout un groupe de cacaoyers hybrides obtenus par croisement entre les *Criollo* et les *Forastero*. Comme le rappelle son nom, c'est à Trinidad qu'il a vu le jour. A la suite de la destruction des *Criollo* de l'île Trinidad par un cyclone en 1727, de nouvelles semences de *Forastero* furent ramenées d'Amazonie. L'hybridation fût spontanée et très rapide avec les *Criollo* rescapés du sinistre.

Les *Trinitario* possèdent des caractéristiques intermédiaires entre les deux groupes. Leurs caractéristiques de couleur, entre le blanc des *Criollo* et le sombre des *Forastero*, en font des produits recherchés pour la fabrication des poudres.

Aujourd'hui des *Trinitario* sont cultivés dans tous les pays où furent autrefois cultivés les *Criollo* (Mexique et Amérique centrale, Trinidad et îles Caraïbes, Colombie, Venezuela...). Les *Trinitario* sont peu présents en Afrique, à l'exception du Cameroun. D'autres productions proviennent de l'Asie du Sud-Est (Java, Papouasie Nouvelle Guinée, Sri Lanka) et de l'Océanie (Samoa, Fidji).

Cette variété représente 10 à 15% de la production mondiale.

B. Les cabosses [21, 34, 30]

* Les cabosses du *Criollo* sont allongées, étroites, côtelées, avec une extrémité pointue. Leur paroi est verruqueuse, peu épaisse à sillons proéminents et le cortex est tendre, facile à couper.

Elles sont de couleur rouge-violacé quand elles sont jeunes et deviennent jaunes à maturité.

* Celles du *Forastero* sont de forme plus ou moins ovale, à surface lisse très superficiellement sillonnée, et présentent une extrémité arrondie et une base légèrement étranglée en goulot de bouteille. Les parois sont épaisses, difficiles à couper.

Vertes à l'état jeune, elles deviennent jaunes à maturité.

* Quant au groupe *Trinitario*, il est génétiquement hétérogène et réunit les caractères des deux autres groupes.

La couleur des cabosses est intermédiaire à toutes celles des *Criollo* et des *Forastero*.

C. Les graines [21, 34, 30, 4, 46]

* Les graines du *Criollo* sont de qualité excellente. Les fèves sont rondes, dodues et claires, toujours bien pleines, à cotylédons presque blancs quand elles sont fraîches, plus rarement violets clairs. Elles sont blanches chez les purs *Criollo*. La coloration plus ou moins marquée des fèves en violet est un bon marqueur de la présence d'allèles d'origine *Forastero* dans les populations cultivées.

Ces graines sont à faible teneur en tanins.

* Au contraire, les graines du *Forastero* sont plates. Les cotylédons à l'état frais sont violets foncés, parfois presque noirs.

Elles fournissent le cacao courant à teneur en tanins la plus élevée.

* Quant aux *Trinitario* leurs cotylédons, généralement de couleur violet foncé, donnent un cacao dont la qualité est comparable à celle des *Forastero*.

D. Le cacao [21, 34, 29, 30, 4, 18, 35]

* Le *Criollo* est le cacao noble, le plus délicat et le plus estimé. Cette variété fournit un cacao de qualité exceptionnelle, très fin, très aromatique, à saveur douce ne présentant qu'une amertume légère. Il a une faible teneur en tanins.

Le parfum et l'arôme exceptionnels du *Criollo* sont très appréciés des chocolatiers du monde entier. Il est principalement utilisé dans la chocolaterie de luxe pour la fabrication des chocolats fins. C'est d'une certaine façon une « série limitée ».

Pure, cette variété donne un chocolat clair tirant sur le pourpre, mais les chocolatiers l'utilisent rarement seule car elle est assez rare et très chère. Il n'est donc pas surprenant que cette fève soit toujours associée à d'autres variétés.

Malgré sa valeur, il a tendance à être abandonné à cause de son faible rendement (moins de 1 % de la production mondiale) et de sa faible résistance aux agresseurs.

* Le *Forastero* donne un chocolat de couleur très foncée, presque noire. Son parfum est plus fort et plus amer que celui du *Criollo*. Il s'agit d'un cacao robuste, au goût très prononcé et très corsé. Sa saveur amère et ses arômes acides sont dus à une teneur en tanins très élevée. C'est un cacao ordinaire, appelé le « robusta du cacao ». Il est le cacao de consommation courante, la base de la plupart des mélanges de chocolat.

Citons une exception, la variété hybride *amenolado* cultivée en Equateur. La délicatesse de son parfum et la finesse de son arôme en font l'équivalent des meilleures fèves du monde.

* Le *Trinitario* a hérité de la robustesse du *Forastero* et du parfum délicat du *Criollo*. Il donne des cacaos corsés et longs en bouche, plus ou moins fins selon la région de culture, à teneur élevée en matières grasses, dont les meilleurs sont, sans conteste, ceux de leur île d'origine.

Il est utilisé essentiellement pour les mélanges.

* Deux autres groupes de cacaoyers cultivés, distincts des trois premiers, ont été répertoriés : il s'agit d'une part, des cacaoyers *Nacional* originaire d'Equateur, dont les surfaces sont en diminution mais qui restent néanmoins encore cultivés aujourd'hui, et d'autre part des cacaoyers guyanais, qui apparaissent comme des vestiges d'anciennes plantations abandonnées depuis très longtemps.

Le *Nacional*, variété traditionnelle de l'Equateur, a longtemps été classé parmi les *Forastero*. Les études récentes indiquent cependant qu'il s'agit d'une population indépendante. Les cabosses de couleur verte, sont grandes, ovales, avec un léger étranglement à la base, et possèdent une pointe émoussée. Le péricarpe est épais et marqué de sillons profonds, la surface est assez rugueuse. Les fèves sont grosses, de couleur violette plus claire que celle typique des *Forastero* amazoniens.

Il fournit un cacao assimilé aux cacaos « fins », dont les caractéristiques aromatiques particulières sont responsables de la réputation de qualité du cacao équatorien.

Très sensible à la maladie du balai de sorcière, le *Nacional* est de moins en moins utilisé en plantation.

3^{ème} PARTIE : FABRICATION

Pour obtenir le chocolat, il faut procéder à une série d'opérations délicates, à des dosages savants pour un mélange subtil de plusieurs variétés de fèves. Le plus souvent, celles-ci ne sont pas transformées en chocolat dans le pays producteur. La grandeur d'un chocolat dépend aussi de la proportion de sucre et d'ingrédients ajoutés comme le lait ou la vanille. Chaque chocolatier préserve jalousement la recette de ses mélanges...

I. Obtention de la fève de cacao

Cette opération nécessite plusieurs étapes réalisées sur le lieu de la récolte.

Il faut des micro-organismes et beaucoup de réactions chimiques pour que les fèves développent finalement un bon goût de cacao. Car sans ce processus lent, le chocolat ne serait qu'amertume.

A. Récolte [35, 4, 43, 21, 29, 39, 46]

Pour faciliter cette opération, les arbres sont taillés deux fois par an afin d'être maintenus à une hauteur de 6 ou 7 mètres. Comme ils sont fragiles, les cueilleurs ne montent jamais dessus.

La récolte est une opération délicate toujours effectuée manuellement. En effet, le pédoncule de la cabosse est porté par un coussinet floral qui supporte également des bourgeons, des fleurs et de jeunes cabosses qu'il faut préserver pour les récoltes à venir. De même il ne faut pas blesser l'arbre afin de ne pas ouvrir de brèche à des champignons parasites.

On prélève les cabosses en coupant la queue à l'aide de machettes pour les cabosses les plus basses ou à l'aide d'élagueurs aux bords très tranchants, montés sur une longue perche de bambou, pour les fruits qui poussent en haut des arbres.

La cueillette a lieu exactement à maturité. En effet une récolte tardive entraîne des risques de pourriture et de germination des graines et une récolte précoce diminue le rendement ; les graines immatures, mélangées aux graines mûres, donnent à la récolte une saveur désagréable diminuant sa valeur marchande.

La maturité s'apprécie à la couleur des cabosses et au son mat qu'elles émettent lorsqu'on les tapote. Des années d'expérience sont nécessaires pour pouvoir déterminer avec certitude si la cabosse est mûre ; les cueilleurs compétents sont très recherchés. Un ouvrier habile ramasse en moyenne 1500 cabosses par jour.

Malgré son manque de précision, cette méthode s'avère suffisante pour éviter les défauts liés à la maturité.

Selon le climat du pays producteur, la récolte se fait deux fois par an ou toute l'année.

Elle se fait toute l'année dans les régions très humides, avec un temps fort de mai à décembre. Les cabosses sont alors cueillies à intervalles réguliers de 10 à 15 jours, 3 semaines au maximum.

En revanche, dans d'autres régions du monde, elle a lieu deux fois par an. La récolte principale s'étale de septembre à décembre en Afrique de l'Ouest et au Brésil, alors qu'elle a lieu d'avril à juillet en Equateur ; les cabosses sont de bonne taille et les fèves très belles. La récolte intermédiaire se déroule de mars à mai en Afrique de l'Ouest et au Brésil, tandis qu'elle prend place d'août à décembre en Equateur ; les cabosses sont moins nombreuses et plus petites, d'où des fèves moins belles.

Chaque arbre peut produire 20 à 35 cabosses soit 1 à 4 kg de graines par an.

B. Ecabossage et extraction [35, 43, 21, 29, 39, 46]

L'influence de l'écabossage sur la suite des opérations et sur la qualité finale des fèves est importante. Contrairement à ce que l'on pourrait penser *a priori*, l'écabossage n'est pas une opération mineure qui ne consisterait qu'à ouvrir les cabosses et à en extraire les graines.

Très longtemps il a été conseillé d'effectuer cette opération immédiatement après la récolte des cabosses. Différentes études ont montré que, au contraire, un stockage des cabosses entre la récolte et leur ouverture présentait un aspect bénéfique. Il permet en particulier une diminution de l'acidité des graines et une montée plus rapide de la température au cours de la fermentation. La durée idéale pour le stockage des cabosses varie de cinq à quinze jours.

Indéhiscentes, les cabosses doivent être ouvertes manuellement ce qui nécessite une main d'œuvre importante ; ce travail est le plus souvent réalisé par des femmes ou des enfants (tous les essais de mécanisation se sont révélés décevants car beaucoup de graines étaient broyées). Dans de nombreux pays producteurs, les cabosses sont fendues à l'aide d'un objet tranchant (machette, coutelas...) qui peut endommager les précieuses graines sous-jacentes et ouvrir ainsi une porte à la pénétration des moisissures. L'utilisation d'un gourdin pour éclater le cortex est bien préférable.



Figure n° 17 : Ecabossage

[17]

Les 30 à 50 graines, entourées de leur pulpe blanche mucilagineuse, sont extraites avec les doigts. Il est important de bien les séparer les unes des autres. Sinon, des agglomérats de fèves se forment, empêchant une pénétration correcte de l'air entre les graines d'où des problèmes de fermentation.

L'écabosseur doit profiter de cette opération pour retirer les fèves défectueuses.

Les cabosses pourries ont été soigneusement éliminées ; celles résultant de l'extraction des graines constituent un excellent aliment pour le bétail ou sont utilisées comme engrais. Au Nigéria, après réduction en poudre, ces cosses servent à faire du vin, de l'eau de vie ou du vinaigre de cacao.

Les graines fraîches n'ont pas d'odeur, leur saveur est très astringente et amère. Elles doivent être soumises à la fermentation.

C. Fermentation [35, 4, 43, 21, 29, 30, 39, 46, 8]

Les fèves n'ont pas naturellement le goût du cacao. Pour l'acquérir, elles doivent d'abord fermenter. La fermentation est l'étape primordiale du traitement post-récolte du cacao. Encore souvent empirique, elle a une grande importance pour le développement ultérieur de l'arôme et pour la qualité du cacao.

Le temps entre l'ouverture des cabosses et la mise en fermentation doit être aussi court que possible, de l'ordre de 3 à 4 heures maximum.

Suivant les régions et l'importance des plantations, plusieurs techniques sont utilisées.

Le plus souvent, graines fraîches et pulpes sont mises à fermenter en tas coniques à même le sol ou sur des feuilles de bananier disposées à cet effet. On peut aussi effectuer la fermentation dans des caisses de bois ou de ciment à fond perforé (fermentoirs), voire dans des paniers tressés. L'ensemble est recouvert de feuilles de bananiers ou de sacs. Les graines ne doivent pas être enfermées dans des récipients étanches : les jus doivent pouvoir s'écouler librement.



Figure n° 18 : Mise en fermentation en petites caisses

[46]

Les graines doivent être aérées de temps à autre par brassage ce qui permet d'obtenir une fermentation homogène et d'apporter l'oxygène nécessaire à la fermentation acétique.

A l'intérieur de la cabosse, les graines et la pulpe qui les entoure sont stériles. Immédiatement après l'écabossage, elles sont inoculées naturellement par les micro-organismes (bactéries, levures) de l'environnement, véhiculés par l'air, les insectes, les mains des travailleurs, les outils, le matériel...

La fermentation a pour but de tuer la fève en dévitalisant l'embryon (pour l'empêcher de germer), de la débarrasser de la pulpe mucilagineuse qui l'entoure (un simple lavage à l'eau nuirait à l'arôme du futur cacao), et de provoquer des modifications biochimiques au sein des cotylédons (gonflement, disparition de la couleur initiale remplacée par la couleur brune caractéristique du cacao, développement des précurseurs d'arôme, diminution de l'astringence et de l'amertume pour les amener à un niveau agréable).

Cette opération comporte deux phases : une fermentation microbiologique alcoolique de la pulpe et un ensemble de réactions biochimiques au sein des cotylédons.

Durant les premières vingt-quatre heures, des levures du groupe des *Saccharomyces* (*S. cerevisiae*) se développent, transformant le sucre de la pulpe en éthanol. C'est la fermentation alcoolique. Cette opération entraîne un échauffement de la graine. Le lendemain, la température atteint 40 à 50°C ce qui détruit le pouvoir germinatif de l'embryon. L'éthanol produit finit par tuer les levures. L'oxygène apporté en remuant la masse en fermentation permet à de nouvelles bactéries de prendre la relève et à la fermentation acétique de se produire.

Acetobacter et *Gluconobacter* métabolisent ainsi l'éthanol non éliminé par évaporation en acides acétique et lactique. Ces acides détruisent la paroi de pectine qui recouvre les fèves, celles-ci ne sont alors plus imperméables, ce qui permet aux métabolites produits par les micro-organismes de pénétrer dans les cotylédons. Certes, les réactions biochimiques ne sont pas toutes identifiées, mais elles amorcent notamment la dégradation des protéines contenues dans les fèves en acides aminés et en peptides, composants qui sont les précurseurs des arômes du cacao, ultérieurement libérés par la torréfaction. Elles détruisent aussi aux deux tiers les polyphénols des fèves, molécules responsables de leur astringence. L'amertume, quant à elle, diminue à mesure que s'échappent les bases xanthiques. Enfin, les tanins des fèves se condensent au cours de la fermentation, leur donnant la couleur brune caractéristique du cacao.

Pour la durée de la fermentation, les pratiques sont extrêmement variables, non seulement selon les pays et les variétés de cacao, mais aussi selon chaque planteur. Cela va de l'absence totale de fermentation à des durées de 6 à 8 jours. La qualité du cacao en dépend.

Le moment opportun pour arrêter la fermentation dépend de critères subjectifs : gonflement des fèves, odeur de la masse, couleur des cotylédons, chute de la température, ce qui demande expérience et pratique.

Au-delà d'une semaine, il faut interrompre la fermentation par séchage afin d'éviter l'intervention de bactéries comme *Escherichia coli*, *Pseudomonas* ou *Enterobacter* et la formation d'amines dont l'odeur putride imprégnerait définitivement les fèves...

Après la fermentation, les graines contiennent encore 55 à 60% d'eau, teneur qui doit être inférieure à 8% pour la conservation.

D. Séchage [35, 43, 4, 21, 29, 30, 39, 46, 8]

Après la fermentation vient le séchage. Dans quelques cas assez rares, les fèves sont lavées entre fermentation et séchage pour finir d'éliminer la pulpe résiduelle mais cela nuit à l'arôme. Le séchage des graines permet l'arrêt de la fermentation, la diminution de leur humidité et l'élimination de l'acide acétique.

Il ne doit être ni trop lent, les fèves moisiraient, ni trop rapide, elles deviendraient acides. Pour ce faire deux possibilités existent : le séchage solaire et le séchage artificiel.

Le séchage solaire

On observe de nombreuses techniques : séchage sur natte, séchoir à toit mobile, séchoir basculant... Une grande partie des fèves de cacao produites dans le monde est séchée au soleil, en couche mince (3 à 4 centimètres) sur des aires cimentées ou des claies de séchage. L'utilisation de bâches en plastique posées sur le sol peut être une bonne solution quand les installations n'existent pas ou sont insuffisantes.

Quelque soit la technique utilisée, un remuage périodique permet d'homogénéiser la couche et de donner à toutes les graines le même gradient de séchage. On apprécie la siccité du produit fini par le toucher et, surtout, par le son des fèves agitées dans la main.

Le séchage solaire, progressif, sans dépense énergétique, permet la poursuite des réactions biochimiques pendant les premiers jours et conduit à des cacaos de bonne qualité et de faible acidité volatile. De plus les UV du rayonnement solaire provoquent une certaine stérilisation de la coque des fèves, assurant une protection contre les moisissures.

Cette méthode présente cependant des inconvénients : lente (7 à 15 jours), elle nécessite des surfaces importantes (1 m² pour 20 kg de fèves fermentées) et de la main d'œuvre pour brasser les fèves plusieurs fois par jour, pour les couvrir la nuit et en cas de pluie. Quand ces précautions ne sont pas prises, des reprises d'humidité ont lieu et des fèves moisies apparaissent.



Figure n° 19 : Séchage solaire sur claies avec toit mobile

[46]

Le séchage artificiel

Dès que l'on dispose de grandes quantités de cacao, les surfaces nécessaires au séchage solaire deviennent trop importantes et le coût de la main d'œuvre devient très lourd. De même, lorsque la récolte a lieu pendant une période particulièrement humide, le séchage solaire se révèle inopérant. Dans ces cas, il faut recourir au séchage artificiel. Il remplace ou vient en complément de la méthode naturelle.

Ce séchage est beaucoup plus rapide que le séchage solaire et dure en général un à deux jours suivant le taux initial d'humidité.

Il utilise des tables de séchage en tôle perforée, rectangulaires ou circulaires, sur lesquelles les fèves sont disposées en couche épaisse (30 à 50 centimètres). Un ventilateur souffle de l'air chauffé par des feux de bois à travers le lit de graines et généralement des systèmes mécaniques assurent le brassage régulier des fèves.

Il existe également des séchoirs rotatifs cylindriques dans lesquels l'air chaud est amené par l'axe perforé de l'appareil.

Le séchage artificiel présente des avantages importants :

- rapidité et simplicité d'organisation
- économie de main-d'œuvre et de surface
- obtention d'un produit très homogène
- inexistence des risques de réhumidification (donc absence de fèves moisies)

Il présente aussi des inconvénients, parmi lesquels la rétention des acides volatils dans les cotylédons. En effet, pour le cacao, deux composés doivent être évaporés durant le séchage : l'eau et l'acide acétique. Ce dernier, formé pendant la fermentation et nécessaire à la formation des précurseurs de l'arôme, doit être ensuite éliminé. Dans le cas d'un séchage rapide, de type artificiel à air chaud, des problèmes apparaissent pour extraire l'acide acétique de la graine ce qui peut conduire à un cacao à goût acide.

Un autre défaut vient de l'utilisation de feux de bois dont la fumée est en contact avec les fèves. Ceci entraîne l'apparition de goûts et d'odeurs de fumée très désagréables.

La maîtrise du séchage artificiel est apparue nécessaire pour obtenir un cacao peu acide et de bonne qualité. Pour cela il a été fait appel à deux innovations : le séchage par conduction* (au lieu de convection*) et l'utilisation de l'atmosphère fermée et contrôlée.

La fève pesait 2 à 3 g à l'état frais. Après séchage, son poids est de 1 g environ.

Ces opérations conduisent au cacao marchand, matière première de l'industrie chocolatière.

E. Stockage [21, 29, 39, 46]

La dernière étape avant l'exportation du cacao est le stockage ; il a lieu à plusieurs niveaux : chez le planteur, chez l'acheteur et chez l'exportateur.

Certains producteurs ne voient dans le stockage que l'action d'entreposer du cacao plus ou moins longtemps, puis de contrôler son humidité et éventuellement de le ressécher avant sa vente.

Il faut cependant tenir compte de ce que peut subir le produit au cours de son stockage : les reprises d'humidité sont responsables, comme lors du séchage, de l'apparition de fèves moisies mais aussi de l'hydrolyse de la matière grasse, donnant un beurre acide et de mauvaise qualité. Dans les entrepôts, le ramollissement des fèves dû aux reprises d'humidité favorise les attaques d'insectes.

Un autre défaut lié au stockage est en effet l'infestation par des insectes, qui conduit aux fèves mitées. Outre la perte de poids générée par leur action, les trous de pénétration sont autant de portes ouvertes aux moisissures internes (*Aspergillus*, *Penicillium*).

Enfin, un problème de qualité important trouve son origine dans le stockage : si les fèves sont stockées dans un endroit enfumé, près d'un lieu où se fait la cuisine, à proximité de réserves de gasoil, d'insecticides, d'engrais, si les sacs utilisés sont usagés, pourris, ou ont contenu d'autres produits, le cacao, de par sa richesse en matière grasse, va fixer ces odeurs étrangères et deviendra défectueux.

Donc le stockage du cacao en zone de production n'est pas aisé, le climat n'y étant pas favorable.

Celui-ci s'effectue soit dans de vastes silos, soit dans des entrepôts où les fèves restent sur des palettes dans leurs sacs d'origine. Les locaux font l'objet d'un contrôle sévère et permanent en termes d'hygiène, de température et de degré d'hygrométrie (ils doivent être secs et frais : 16°C environ).

Les fèves sont embarquées pour l'exportation sur des bateaux dans ces sacs ou en conteneurs aérés pour éviter les effets de la condensation. La suite des opérations est réalisée par les fabricants de chocolat.

II. Obtention de la pâte de cacao

Les différentes opérations nécessaires à l'obtention de la pâte de cacao sont réalisées en chocolateries.

A. Nettoyage et calibrage [35, 43, 21, 29, 8, 34]

Les fèves de cacao arrivent à la chocolaterie dans l'état dans lequel elles ont quitté les plantations des pays producteurs. Elles ont été fermentées et séchées, mais il s'agit toujours d'une matière première, la partie comestible se trouvant à l'intérieur d'une peau dure, poussiéreuse, portant des restes de pulpe séchée.

Les fèves subissent un nettoyage préliminaire qui permet d'éliminer par tamisage les petits cailloux et autres particules indésirables provenant des sacs. Elles passent ensuite sur une bande transporteuse qui les amène d'abord vers des silos, puis de là, vers les installations de nettoyage et de calibrage.

Tamis, brosses, soufflerie, aspiration et séparateurs magnétiques les débarrassent, par vannage, nettoyage et courant d'air, de tous les corps étrangers et impuretés telles que ficelles, cailloux, bois, métal, morceaux de cabosses, fèves agglomérées ou brisées, poussière, sable, débris de sac ... qui s'y sont mêlés après la récolte et au cours du voyage.

Le calibrage permet de classer les fèves par catégories de taille homogène.

Au sortir des diverses machines, les fèves font l'objet d'un examen soigneux au cours duquel sont éliminées celles qui n'ont pas le degré de maturité souhaité ou qui présentent des défauts, ainsi que toute impureté restée accrochée.

Les fèves saines nettoyées et calibrées sont ensuite rassemblées dans des conteneurs ou bien directement acheminées vers les installations de torréfaction à l'aide de bandes transporteuses.

B. Torréfaction [35, 4, 43, 21, 29, 34, 30, 8]

La torréfaction est une étape cruciale qui consiste à griller les fèves entre 100 et 140°C pendant 20 à 40 minutes.

Elle a plusieurs fonctions. En premier lieu, elle développe l'arôme du cacao à partir des précurseurs ; c'est elle aussi qui donne aux fèves leur belle couleur « chocolat ». En outre, elle dessèche d'une part la pellicule qui enveloppe le « grué » (partie véritablement comestible de la graine), facilitant son élimination, et d'autre part le grué lui-même, abaissant son taux d'humidité à 1,5-2%. Il est ainsi prêt pour le concassage. Enfin elle permet de détruire les moisissures et d'éliminer une partie de l'acide acétique.

La torréfaction est effectuée dans un cylindre métallique animé d'un mouvement rotatif. La chaleur uniformément répartie pénètre la fève sans brûler la coque. Elle se fait habituellement en continu, mais parfois par charge.

Le degré de torréfaction est extrêmement important. En effet, si la torréfaction est excessive, elle détruit l'arôme naturel de la fève. Inversement, si elle est insuffisante, il est difficile d'éliminer les pellicules et il persiste un peu de l'amertume de la fève brute. Les fabricants qui veulent que leur chocolat soit fort en arôme sans pour autant augmenter la teneur en cacao cherchent à obtenir ce résultat en prolongeant la torréfaction.

La température de torréfaction varie en fonction de la variété des fèves de cacao, de leur texture et de leur parfum. Les variétés les plus délicates (*Criollo* et *Trinitario*) sont généralement torréfiées à des températures plus basses que les variétés les plus corsées afin d'optimiser le développement des arômes.

Sont aussi pris en compte la taille des fèves, leur degré de maturité, leur taux d'humidité et le type de séchage qu'elles ont subies. Enfin, l'opération diffère selon le produit que l'on vise à obtenir ; ainsi il est conseillé de torréfier à une température plus élevée les fèves destinées à la fabrication du cacao en poudre.

L'ouvrier torréfacteur doit pouvoir saisir le moment où le cacao a atteint la couleur voulue sinon le goût et la qualité peuvent être compromis ; il juge également en fonction de la sonorité du grain, de sa friabilité, de son odeur.

Une fois grillées, les fèves chaudes sont déversées dans un refroidisseur (cuve hermétique, ventilée par air froid) le plus rapidement possible. Ce refroidissement brutal permet d'arrêter la torréfaction (pour éviter que le processus ne se poursuive à l'intérieur de la graine), de préserver les principes aromatiques du cacao et d'empêcher le passage d'une partie de la matière grasse dans la coque.

Les machines d'aujourd'hui sont adaptées pour répondre à toutes ces exigences.

C. Concassage, décorticage et dégermage [35, 21, 43, 29, 34, 30]

Le but de ces opérations est de séparer les différents éléments : la coque (ou tégument), l'amande (les cotylédons) et le germe. La torréfaction rend la coque cassante et, de ce fait, facilite le concassage des fèves.

Au cours de cette étape, les fèves torréfiées et refroidies, dont la coque a éclaté, sont brisées entre deux rouleaux striés tournant à des vitesses différentes. Puis coques et cotylédons sont séparés à l'aide d'un système de succion pneumatique qui, dans un courant d'air, emporte les débris de coques, plus légers que les cotylédons. Pelures et impuretés restantes sont séparées par densité sur des tamis vibrants, de façon qu'il ne reste que les cotylédons.

Mais sur chacun d'eux subsiste un germe ligneux qui n'est pas comestible ; celui-ci est retiré à l'aide d'une dégermeuse, dans laquelle passent les fèves décortiquées.

Au terme de ces opérations de nettoyage, torréfaction et concassage, les fèves de cacao ont perdu quelque 20% de leur poids.

Ce cacao concassé s'appelle le gruë de cacao ou nibs qui, en dépit d'une certaine âpreté, sent déjà le chocolat.

Rien ne se perd.

Les brisures de coques, ou pelures, sont récupérées et utilisées dans l'industrie chimique, car elles renferment encore un peu de beurre de cacao. D'autre part, elles servent d'engrais en agriculture, de compost pour le jardinage, d'aliment pour le bétail et parfois font office de combustible. La pharmacie les emploie aussi pour la théobromine qu'elles contiennent.

D. Mélange des cacaos [21, 35, 34]

C'est ici qu'interviennent la science et les premiers secrets de fabrication du chocolatier. Suivant le type de chocolat que l'on désire obtenir, il est parfois nécessaire de mélanger différents types de fèves. Ces dosages permettent de maintenir la qualité constante et la saveur propre à chaque produit en dépit de la diversité de provenance des cacaos.

Cette étape consiste à peser une quantité bien précise de diverses variétés de cacao, puis à verser le tout dans un mélangeur cylindrique situé en amont des broyeurs.

Le mélange des fèves est généralement moins précis pour le cacao en poudre que pour le chocolat. Ce dernier exige de la part du chocolatier un immense savoir-faire, la connaissance des arômes caractéristiques des diverses variétés ne s'acquérant qu'après des années d'expérience.

Il existe de subtiles différences entre le parfum de chaque type de fève et l'arôme final est obtenu en mélangeant deux ou trois variétés, voire davantage, après la torréfaction. Le chocolatier doit déterminer la juste proportion de fèves corsées et de fèves à l'arôme délicat pour produire un bon chocolat, et il gardera jalousement le secret de sa formule.

Les variétés de fèves sont couramment divisées en deux catégories :

- les variétés corsées : Accra, Cuba, Dominique, Grenade, Pará, Surinam, St Lucia, Trinidad
- les variétés à l'arôme délicat : Caracas, Jamaica, Java, Madras, Maurice, Seychelles, Sri Lanka

On obtient un excellent chocolat en mélangeant 42 % de Trinidad, 21 % de Pará et 37 % de Caracas.

E. Broyage et affinage [21, 35, 4, 43, 29, 34, 30, 8]

Les cotylédons concassés (nibs) sont broyés à chaud (50 à 70°C) dans une série de rouleaux de plus en plus serrés qui les réduisent en fines particules. On utilise aussi des moulins cylindriques, à disques, à broches, à billes. Le point de fusion du beurre de cacao se situant à 34-35°C, le résultat du broyage est une pâte fluide épaisse et odorante, brune foncée, dite « pâte de cacao » ou encore « liqueur de cacao » (nom scientifique).

La pâte de cacao peut être maintenue fluide à la chaleur, ou moulée et refroidie ; elle porte alors le nom de « masse de cacao ».

Cette étape est suivie d'un second broyage, l'affinage, qui a pour effet de réduire la granulation des particules solides en une taille imperceptible à la langue et au palais (généralement entre 20 et 30 microns).

La pâte de cacao est un produit naturel qui contient environ 50% de beurre de cacao.

Elle peut être utilisée telle quelle, mais son amertume très intense limite son emploi à la coloration ou l'aromatisation de produits en pâtisserie.

Sinon, à ce stade, le traitement ultérieur de la pâte dépend de son utilisation finale. Elle prendra deux chemins différents. Elle peut aller directement en chocolaterie pour la fabrication du chocolat ou être pressée pour donner le beurre de cacao et le tourteau.

Ce dernier, réduit en poudre par broyage, donnera la poudre de cacao, matière première de base pour les déjeuners, les boissons et les produits laitiers cacaotés, et les imitations de chocolat.

Le beurre va actuellement presque exclusivement dans le chocolat ; les débouchés en pharmacie décroissant d'année en année.

III. Cacao en poudre et beurre de cacao

La pâte de cacao chauffée est soumise à très forte pression pour obtenir deux produits : le beurre de cacao (partie liquide) et le tourteau de cacao (partie solide). Le tourteau de cacao sert de base à la préparation de poudres de cacao. Le beurre de cacao, quant à lui, est principalement utilisé pour la préparation de couvertures de chocolat.



Figure n ° 20 : Bloc de beurre de cacao et bloc de tourteau de cacao

[46]

A. Fabrication du cacao en poudre [23]

La poudre de cacao fait l'objet d'une définition légale : « les dénominations « cacao en poudre », « poudre de cacao » sont réservées au produit de la pulvérisation, après ou sans dégraissage, de la pâte de cacao, à la condition que le *cacao en poudre* ou la *poudre de cacao* obtenus renferment au minimum 18% de beurre de cacao, calculés sur la matière sèche ». (décret du 19-12-1910 remplacé par le décret du 16-11-1951).

La fabrication du cacao en poudre consiste à soustraire de la pâte une grande partie du beurre de cacao par de puissantes presses hydrauliques. Les résidus sont compressés en tourteaux qui seront ensuite broyés une dernière fois.

1. Alcalinisation du cacao [21, 34, 35]

Les fèves subissent généralement une alcalinisation avant la torréfaction. Ce procédé a plusieurs buts : rendre le cacao plus soluble dans l'eau, modifier sa couleur (augmentation de son intensité), alléger son arôme (disparition des composants acides).

Cette opération consiste à mouiller le grain avec une liqueur alcaline, le plus souvent du carbonate de potassium, à laisser réagir, puis à sécher et à torréfier dans une machine appelée maturateur.

2. Extraction [21, 29, 8, 4, 34]

Il faut dégraisser partiellement la pâte de cacao. Pour cela la pâte (naturelle ou alcalinisée) est chauffée et soumise à de très fortes pressions dans des presses hydrauliques. Cette extraction permet de séparer deux produits : le beurre de cacao (partie liquide) et le tourteau de cacao (partie solide) qui sert de base à la préparation des poudres de cacao.

La pression est réglable et détermine la quantité de matière grasse restant dans les tourteaux. Ainsi, le tourteau dit « gras » contient encore 20 à 25% de beurre de cacao ; un pressage plus poussé donne un tourteau maigre, contenant 10% de beurre de cacao seulement.

Après refroidissement, le tourteau est présenté sous forme de galettes.

3. Blutage des tourteaux [21, 29, 34, 4]

Le traitement en bluterie des tourteaux de cacao consiste à les concasser puis à les broyer dans des broyeurs à broches afin d'obtenir une poudre de cacao grossière. Cette poudre est ensuite affinée dans des moulins à marteaux ou à broches.

A la fin de ces opérations, la poudre est chaude et doit être refroidie et stabilisée à 18-20 °C ; pour ce faire, elle passe dans un tube muni d'une enveloppe extérieure dans laquelle circule de l'eau froide.

4. Le Mélange [21, 29, 35]

Pour obtenir du chocolat en poudre ou du cacao sucré, on ajoute du sucre (68% maximum) et de la vanille (en général).

On ajoute parfois un émulsifiant (notamment s'il s'agit d'un cacao destiné à préparer des boissons instantanées froides) qui facilite encore la dissolution de la poudre dans l'eau ou dans le lait froid. Il s'agit généralement de lécithine, un émulsifiant à base de soja, ou de jaune d'œuf.

Les petits-déjeuners sont aussi caractérisés par la présence de farines ajoutées en plus ou moins grande quantité. Ces farines sont précuites et il est désormais inutile de faire cuire les poudres à petit-déjeuner (la cuisson leur donne cependant une plus grande onctuosité). Dans la pratique, l'adjonction de farine se fait sous forme de poudre provenant d'un biscuit spécialement préparé.

Le mélange obtenu est ensuite tamisé et conditionné pour le commerce.

B. Le beurre de cacao

1. Obtention [43, 4, 8, 21]

Cette matière grasse est extraite de la pâte de cacao.

La méthode la plus couramment utilisée est celle des presses hydrauliques, dans lesquelles la pâte de cacao chauffée est soumise à une très forte pression. Le liquide qui s'en échappe subit ensuite divers traitements. Il est filtré pour en éliminer fibres et impuretés, puis tempéré, c'est-à-dire maintenu quelques temps à sa température de fusion pour que ses cristaux puissent se cristalliser dans leur forme la plus stable. Enfin le beurre est raffiné pour en neutraliser l'acidité ainsi que pour le décolorer et le désodoriser.

Limpide et d'un jaune très pâle, il peut être alors refroidi et moulé en pains.



Figure n° 21 : Le beurre de cacao

[4]

2. Présentation et composition [10, 21, 1]

Le beurre de cacao est un solide qui se présente en pains rectangulaires ; il est onctueux au toucher, de consistance dure et à cassure cireuse. Il est légèrement brillant, d'une teinte blanc-jaunâtre. Sa saveur est douce et agréable, son odeur analogue à celle du chocolat.

Il rancit assez difficilement ; cependant, à la longue, il perd son aspect poli, blanchit et se recouvre d'une efflorescence d'acide gras. Il est alors impropre à l'usage pharmaceutique.

Il fond entre 32°C et 35°C.

Le beurre de cacao est constitué de triglycérides d'acides gras : l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acide oléique. La forme cristalline β de ces glycérides a la propriété de fondre entre 32 et 35°C, c'est-à-dire qu'à la température du corps humain elle passe à l'état liquide, ce qui est favorable à la fabrication de suppositoires. En revanche les autres formes cristallines ne sont pas stables et il est possible d'avoir un changement de forme cristalline en cours de chauffage, ce qui est un grave inconvénient pour la confection des suppositoires. C'est pourquoi, il ne faut pas dépasser 35-36°C au cours de la préparation.

3. Utilisations [43, 21, 1, 23, 29, 12, 11]

Le beurre de cacao constitue environ 54 à 56 % du cacao et on en extrait 42 à 44 %. On l'emploie en chocolaterie, en pharmacie et en cosmétologie.

Les débouchés en pharmacie décroissent d'année en année. Naguère utilisé comme excipient pour la fabrication des suppositoires, il est actuellement de plus en plus remplacé par des glycérides semi-synthétiques, plus faciles d'emploi et de meilleure conservation. Cependant, il a conservé des emplois en cosmétologie et en parfumerie notamment pour la fabrication des bâtons pour les lèvres.

Le beurre va actuellement principalement en chocolaterie. Le rôle du beurre de cacao est essentiel dans la fabrication du chocolat ; le produit lui doit ses remarquables qualités de conservation.

Il est également utilisé dans le secteur agroalimentaire.

4. Pharmacopée [19]

Le beurre de cacao est inscrit à la Pharmacopée française depuis la première édition (en 1818). 170 ans et dix éditions plus tard, celui-ci est toujours présent dans la X^{ème} et dernière édition (1982). On y trouve la monographie complète du produit.
(Voir annexe)

5. Législation [46]

Le problème des matières grasses végétales.

Les « Cocoa Butter Equivalent » (ou CBEs) sont des matières grasses végétales compatibles avec le beurre de cacao. Il s'agit de l'illipé, de l'huile de palme, du sal, du karité, du kokum, du gurgi et des noyaux de mangue.

Les pays fondateurs de la CEE (Allemagne, Bénélux, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas) excluaient l'utilisation de graisses végétales dans le chocolat. Traditionnellement, la Grande-Bretagne, l'Irlande et le Danemark pouvaient en incorporer à hauteur de 5% tout en gardant l'appellation chocolat.

Aujourd'hui, le principe de la libre circulation des marchandises à l'intérieur de l'Union Européenne a imposé une nouvelle législation sur le chocolat (abordée dans le chapitre suivant).

IV. La Fabrication du chocolat [21, 35, 43, 34, 8]

La seconde filière de production, celle qui donne du chocolat, est très différente.

Pâte de cacao, beurre de cacao... La fabrication du chocolat débute véritablement. A ces deux matières premières, il convient toutefois d'associer d'autres ingrédients.

Certains textes datant de l'époque de la Conquête du Nouveau Monde font état du sucre dans la préparation du chocolat. Mais cet ingrédient n'a apporté sa complémentarité au cacao que lorsque les Espagnols entreprirent de modifier la composition du breuvage. Initialement, l'ajout du sucre à la préparation du chocolat intervenait « pour tempérer l'âpreté naturelle qui se rencontre dans la plupart des ingrédients qu'on emploie pour cette composition ; mais encore pour l'aider à se conserver » (P.S. Dufour, 1685). Double fonction, donc. La seconde ne se justifie plus aujourd'hui. En revanche, le sucre continue à participer au goût du chocolat.

De plus, pour faciliter les dernières étapes de la fabrication du chocolat, la réglementation officielle autorise l'ajout, à très faible dose, d'émulsifiants. Ce sont la lécithine végétale (tirée le plus souvent de l'huile de soja) et les phosphatides d'ammonium. La première doit être techniquement pure et son ajout ne doit pas être supérieur à 0,2%. Pour les seconds, la teneur ne doit pas excéder 0.5%, sauf dans le cas du cacao en poudre, du chocolat de ménage au lait et du chocolat vermicelle ou en flocons, pour lesquels elle peut atteindre 1% au plus. Le recours à ces additifs n'est pas systématique.

La liste des ingrédients pouvant entrer dans le chocolat noir est donc très limitée : pâte de cacao, beurre de cacao, saccharose, lécithine végétale.

Eventuellement des substances aromatiques (vanille, cannelle, miel, café ...) viennent compléter la composition.

Pour les chocolats au lait, on ajoute différentes poudres de lait et produits dérivés du lait, matière grasse et matière sèche. Le pourcentage de chaque élément dépend de la variété et du type de chocolat à obtenir.

Quant au chocolat blanc les puristes refusent de l'intégrer à l'univers du chocolat parce qu'il ne comporte pas de pâte de cacao et se limite à un mélange de beurre de cacao, de sucre et de lait. En France, il a fallu attendre le décret du 13 juillet 1976 pour qu'il soit rattaché aux produits de cacao et de chocolat.

Certaines matières comestibles (fruits secs, noisettes, amandes, riz soufflé, noix de pécan, raisins par exemple) peuvent être ajoutées mais elles ne font pas partie à proprement parler du chocolat. Leur proportion doit être comprise entre 5 et 40% du poids du produit fini si elles sont incorporées en morceaux apparents et séparables, mais ne doit pas dépasser 30% si elles sont ajoutées sous forme pratiquement indiscernable. Cet apport doit être indiqué dans la dénomination des produits finis.

Le 3 août 2003, la directive européenne 2000/36/CE sur les produits de cacao et de chocolat est entrée en application. Son objet ? Autoriser les fabricants à substituer jusqu'à 5% du beurre de cacao sur le produit fini par une graisse végétale. Etant donné le prix élevé des fèves de cacao, l'opération permet en effet d'abaisser les coûts de fabrication. Mais pour que le consommateur s'y retrouve, la mention claire et visible : « contient des matières grasses végétales en plus du beurre de cacao » est obligatoire.

En France, 8000 professionnels se sont rassemblés en un Mouvement de défense du chocolat traditionnel qui, s'il n'a pu empêcher l'application de la directive, a obtenu du gouvernement le droit d'apposer un label « *pur beurre de cacao* ». Une façon de préserver une authenticité mise à mal.

A. Malaxage [35, 21, 29, 34, 43, 46, 8]

La pâte de cacao, maintenue fluide par la chaleur, est mélangée au beurre de cacao et au sucre en poudre (saccharose). Le tout est malaxé dans un mélangeur jusqu'à obtention d'une masse fluide et grasse. On obtient du chocolat noir. Pour fabriquer du chocolat au lait, on ajoute dans le mélangeur du lait en poudre.

Le malaxage a lieu dans un pétrin rond avec une base horizontale circulaire sur laquelle passent de lourdes meules de granite. Ces mélanges se font automatiquement ce qui garantit une parfaite régularité de la production.

Le rôle de cette opération est d'homogénéiser le mélange et de l'amener à la consistance voulue pour le broyage. A ce stade, la masse obtenue possède déjà un goût agréable mais a un aspect granuleux d'où l'objet de l'opération suivante qui permet de réduire la taille des particules à moins de 25 microns.

B. Broyage-affinage [35, 21, 29, 34, 43, 46]

Le broyage-affinage permet d'abaisser la granulométrie de la pâte de chocolat, encore trop grossière (environ 100 microns), à celle demandée dans les spécifications du produit (jusqu'à 20 microns). Il se fait dans des broyeurs à cinq cylindres superposés de plus en plus serrés et tournant de plus en plus vite. La pression y est de 30 bars.

Un fin film de pâte passe entre les deux premiers cylindres, puis s'étire vers la deuxième paire de rouleaux en glissant à travers une fente à l'écartement soigneusement réglé. Lorsque la pâte de chocolat sort du cinquième cylindre, elle est fine comme du papier à cigarettes. Ce broyage facilite le déchirement des cellules de cacao et l'écrasement des cristaux de sucre. Les particules solides sont réduites à une taille imperceptible à la langue et au palais, c'est-à-dire à moins de 20 microns.

C'est en partie à ce broyage que le chocolat doit son onctuosité. C'est à lui aussi, s'il est bien mené, que le chocolat doit sa qualité.

Pour certains chocolatiers industriels, l'affinage s'arrête là, mais le chocolat de bonne qualité subit un traitement supplémentaire, le conchage.

C. Conchage [35, 4, 21, 29, 34, 18, 43, 46, 8]

Le conchage intervient aussitôt après le broyage-affinage et fait du chocolat un produit stable. Cette opération s'effectue dans de grandes cuves, les conches. C'est le chocolatier suisse Rodolphe Lindt qui les inventa en 1879. Le nom conche vient de l'espagnol *concha*, coquillage, et fait référence à la forme première de l'appareil. En effet le conchage était autrefois effectué dans un récipient en forme de coquille.

Aujourd'hui, il existe deux types de conches :

- les conches longitudinales à l'intérieur desquelles des rouleaux de granite écrasent la pâte suivant un mouvement continu de va-et-vient.
- les conches circulaires, plus fréquentes, dotées de rotors ayant un mouvement circulaire.

Le conchage consiste à brasser doucement à chaud la pâte de chocolat liquide pendant une période assez longue. Le chauffage est progressif ; il ne doit pas dépasser 80 à 85°C pour le chocolat noir et 55 à 60°C pour le chocolat au lait (de l'eau froide circule dans la double enveloppe de la conche pour maintenir une température constante). La pâte est continuellement brassée, agitée, malaxée, étirée. La durée de cette agitation régulière est de 24 à 72 heures selon le résultat désiré ; un conchage insuffisant conduit à un chocolat plat, sans goût et parfois trop acide.

Les fabricants de chocolat bon marché consacrent seulement douze heures au conchage, tandis que les bons chocolatiers poursuivent ce processus pendant plusieurs jours, rajoutant parfois un peu de beurre de cacao pour rendre le chocolat encore plus onctueux. De la lécithine est aussi ajoutée afin de favoriser le glissement des particules de chocolat les unes sur les autres et de parvenir ainsi à la fluidité nécessaire.



Figure n° 22 : Un conchage prolongé transforme la pâte grumeleuse en un chocolat velouté et très onctueux

[35]

Le conchage est une opération capitale en chocolaterie. Il vise à rendre la pâte plus malléable, à réduire son taux d'humidité et à en éliminer l'acidité restante. La texture finale, lisse, onctueuse et brillante du chocolat lui revient. De plus, le chocolat y perd ce qu'il a gardé d'âcreté et y gagne en arôme.

C'est également à cette étape que sont ajoutés divers parfums : cannelle, café, essence d'orange ou clous de girofle par exemple. La vanille est utilisée de façon presque systématique depuis l'époque des Aztèques. Nos palais sont si habitués à son parfum dans le chocolat qu'un chocolat sans cet arôme serait comparable à du pain sans sel. Dans les chocolats haut de gamme, on utilise de l'extrait de vanille pur, tandis que les variétés meilleur marché contiennent de la vanilline, arôme artificiel.

La pâte repose ensuite 72 heures et ses arômes continuent d'évoluer.

Après le conchage, la pâte est stockée telle quelle : c'est le chocolat liquide. L'expédition en citerne est alors possible.

Cette masse peut à nouveau subir une série de transformations, conduisant au chocolat solide.

D. Tempérage [4, 35, 21, 29, 34, 43, 8]

Avant de travailler le chocolat, qu'il soit noir ou au lait, le chocolatier doit procéder au tempérage. Cette opération complexe assure au chocolat son aspect brillant, sa « casse », sa bonne conservation, son onctuosité, ainsi que sa facilité de travail (moulage et enrobage).

Pendant les opérations précédentes, la pâte de chocolat a sans cesse été maintenue à une température supérieure au point de fusion du beurre de cacao. Le chocolat doit être tempéré pour passer de l'état liquide à l'état solide.

C'est un processus délicat dans la mesure où le beurre de cacao contient plusieurs types de matières grasses qui ont toutes des points de fusion différents. Si la pâte de chocolat est refroidie trop lentement, une partie des matières grasses reste liquide et se sépare de la masse, ce qui crée un voile à la surface du chocolat lorsque celui-ci se solidifie. De plus le beurre se solidifie en différentes structures cristallines, dans un intervalle de température allant de 17 à 35°C environ. Or la température idéale du chocolat destiné au moulage ou à l'enrobage se situe entre 24 et 28°C, selon les pâtes. Il convient donc d'éviter que ne se produise cette diversité de cristaux, pour obtenir une cristallisation homogène du beurre de cacao.

Il faut aussi noter que les graisses végétales issues de plantes tropicales, autorisées à hauteur de 5 %, élèvent le point de fusion du chocolat. Ainsi il se conserve mieux à température plus élevée, ce qui constitue un avantage évident.

Le tempérage consiste à refroidir graduellement la pâte de chocolat, sans cesser de la mélanger, de façon à assurer une meilleure répartition des cristaux de matières grasses dans la masse, puis à réchauffer celle-ci pour lui rendre la fluidité nécessaire au travail. C'est ce que l'on appelle la courbe de cristallisation.

Ce cycle de refroidissement et réchauffage est effectué dans une tempéreuse, cuve à double manteau à circulation d'eau, dotée d'un brasseur et chauffée au bain-marie. Ces machines sont automatiques, un thermostat permettant de contrôler la température de l'eau et de maîtriser ainsi la courbe.

La pâte, stockée à l'état liquide à 40°C, est préalablement réchauffée avant d'être introduite dans la tempéreuse qui la refroidit. Pour le chocolat noir, la courbe de refroidissement passe de 50-55°C à 26-28°C, pour le chocolat au lait de 45-50°C à 25-27°C et pour le chocolat blanc de 40°C à 24-26°C. Elle varie aussi selon l'emploi final du chocolat (moulage, enrobage, etc.).

Le réchauffage, quant à lui, ramène la masse à 31-33°C pour le chocolat noir, 28-30°C pour le chocolat au lait et 27-29°C pour le chocolat blanc.

Le tempérage fait aussi intervenir la notion de durée ; le temps nécessaire pour obtenir un bon tempérage peut atteindre 30 à 40 minutes.

Après le tempérage, le chocolat destiné à la confection de tablettes ou de blocs est acheminé vers les installations de remplissage des moules, tandis que celui pour les décors est dirigé vers des installations d'enrobage. La pâte y est transportée par pompage dans des tuyauteries chauffées ce qui lui évite de se solidifier.

On peut alors lui ajouter noisettes, céréales, nougatine, etc.

E. Moulage et enrobage [35, 29, 35, 43, 8]

La pâte de chocolat, tempérée et liquide, se prête au moulage. Pour des tablettes pleines (ou massives), elle est coulée dans les moules, par le biais d'une peseuse, ou doseuse, qui garantit un poids constant. Les moules défilent ensuite sur une tapoteuse mécanique, qui, par une trépidation continue, permet à la masse de se tasser et d'épouser la forme des moules, tout en la débarrassant des bulles d'air restantes. Les moules passent enfin dans un tunnel de réfrigération, à 6-7°C environ. Le chocolat s'y refroidit et, en se solidifiant, se rétracte dans les moules. Il ne reste alors qu'à démouler les tablettes, dans un lieu dont la température doit être de 14-15°C, puis à les conditionner.

Pour les tablettes pleines comportant une garniture (fruits secs, entiers ou concassés, fruits confits...), l'ajout de la garniture au chocolat se fait avant le remplissage des moules et le processus reste donc le même.

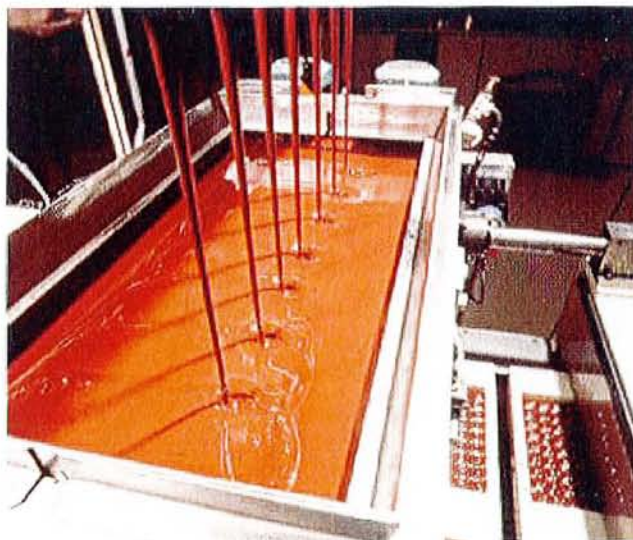


Figure n° 23 : Moulage du chocolat de couverture en grosses tablettes

[46]

Après toute cette série d'opérations, le chocolat sera livré aux divers transformateurs (pâtisseries, chocolateries, confiseries, biscuiteries...)

Le chocolat liquide peut également servir à confectionner des moulages creux, parfois garnis de friandises. Ces moulages étant souvent destinés aux enfants, les chocolatiers laissent libre cours à leur imagination. On trouve aujourd'hui toutes sortes de sujets en chocolat : poissons, cœurs, lions, hippopotames, voitures, crocodiles et bien d'autres. Du fait du contact avec la surface lisse du moule en métal, les sujets creux en chocolat de bonne qualité sont très brillants, ce qui les rend encore plus attirants.

Enfin des bonbons de toutes sortes peuvent y être plongés et égouttés : c'est l'enrobage.

L'enrobage est la délicate technique qui consiste à recouvrir le cœur des bouchées. Pour ce faire, on introduit du chocolat dans une enrobeuse où il est agité et maintenu à une température juste assez élevée pour le conserver à l'état liquide. Lorsqu'il pénètre dans l'installation d'enrobage, le cœur des confiseries doit pour sa part être chaud, mais pas trop afin de ne pas se déformer. Par ailleurs, s'il est froid, il risque de gonfler au contact de l'enrobage chaud, ce qui ferait « éclater » le bonbon. L'enrobage intervient non seulement pour les chocolats haut de gamme présentés dans les emballages de luxe, mais aussi pour napper de chocolat les barres fourrées industrielles que l'on trouve dans le monde entier.

F. Conservation [35, 21, 29]

La chaleur et l'humidité sont les principaux ennemis du chocolat, car toutes deux peuvent faire apparaître un voile à sa surface. La température idéale pour le conserver se situe entre 10°C et 15°C (soit légèrement supérieure à celle qui règne dans un réfrigérateur), tandis que l'humidité doit être comprise entre 60 et 70 %.

Une température trop élevée provoque un changement de l'état cristallin du beurre de cacao ; il apparaît un « blanchiment gras » dû à la remontée à la surface des cristaux de beurre, qui recristallisent ensuite. Ce voile n'affecte pas le goût du chocolat mais en gâche l'aspect. De plus, du fait de sa forte teneur en beurre de cacao, une température trop élevée fera ramollir le chocolat et nuira à son brillant – au-delà de 32°C, il fondra.

Un voile dû à l'humidité est plus ennuyeux. Ce sont cette fois les cristaux de sucre qui remontent ; ils se dissolvent dans l'atmosphère humide puis recristallisent et forment un film gris désagréable. Cela entraîne une détérioration de la texture et du goût du chocolat et il ne reste plus qu'à le jeter.

Par ailleurs, le chocolat absorbe facilement les odeurs environnantes. Il convient donc de le conserver dans un récipient hermétique ou dans une pièce bien aérée.

Enfin il doit être conservé à l'abri de la lumière car une exposition trop longue provoque une oxydation du chocolat et un rancissement.

Ainsi, le chocolat en tablettes se conserve plusieurs mois. Quant aux chocolats fourrés, ils doivent être consommés dans le mois qui suit leur fabrication, et les chocolats au beurre ou à la crème, comme les truffes, doivent l'être au bout de quelques jours.

4^{ème} PARTIE : LE CHOCOLAT ET LA SANTE

I. Composition et modification dans la fève brute [30, 7]

La composition chimique de la fève de cacao n'est pas celle de la pâte de cacao, elle varie considérablement. Au cours des différentes étapes de fabrication du chocolat, des modifications physico-chimiques et organoleptiques apparaissent, transformant la graine de cacao.

	AMANDE DE FEVE DE CACAO	PATE DE CACAO
Protides	12 à 18 %	6,4 %
Lipides	45 à 56 %	54 %
Glucides	13 à 15 %	28 %
dont amidon	6 à 8 %	8 %
cellulose	4,5 %	3 %
autres glucides	3 %	17 %
eau	5 à 8 %	2 %
théobromine	1 à 3 %	1 %
caféine	0,5 à 0,8 %	0,05 %
composés phénoliques	5 à 10 %	5 %
cendres	2 à 5 %	3 %

A. Composition de la graine fraîche

La graine fraîche est composée de l'amande, de la coque et de la pulpe.

1. Composition chimique de l'amande

L'amande, constituée par l'embryon et l'albumen (tissu nourricier), représente 90 % du poids de la graine. La répartition de ses différents composants est la suivante :

- 5 à 8 % d'eau

- 2 à 5 % d'éléments minéraux et de vitamines

Il s'agit essentiellement de calcium, de magnésium, de phosphore, de potassium, de fer et de cuivre et des vitamines D, B1, B2, B6.

- 12 à 18 % de protéines

Elles sont présentes sous forme de peptides et d'enzymes.

- 45 à 56 % de lipides

Ce sont surtout le beurre de cacao composé de triglycérides d'acides gras saturés et insaturés, notamment d'acides palmitique (25 à 29 %), stéarique (31 à 35 %) et oléique (34 à 36 %).

Les stérols sont également présents, mais en quantité peu importante.

La masse lipidique contient enfin des acides volatils, ainsi que des composés basiques qui contribuent à la saveur de la graine après torréfaction.

- 13 à 15 % de glucides

Il s'agit de sucres simples ou oses : saccharose surtout mais aussi fructose et glucose, et de polysaccharides : amidon (6 à 8 %) dans les cotylédons, cellulose et pectine.

- 1 à 4 % de bases xanthiques

Elles sont représentées par la théobromine au taux de 1 à 3 % et par la caféine (0,5 à 0,8 %) ; la théophylline n'est présente qu'à l'état de traces.

- 5 à 10 % de composés phénoliques

Il s'agit de substances polyphénoliques hydrosolubles et de tanins insolubles.

C'est l'oxydation de ces composés au cours de la fermentation qui aboutit à la formation de « cacaonine » encore appelé « rouge de cacao » ou « pourpre de cacao », responsable de la couleur de la graine.

- des acides organiques :

Ils n'entrent pas dans la formation de l'arôme du cacao mais participent à sa saveur acide. Ces acides phosphorique et citrique, essentiellement, mais aussi malique, lactique, oxalique, tartrique et succinique, voient leur teneur augmenter avec la maturation des fruits.

2. Composition chimique de la coque

La coque ou tégument séminal, représente 10 % du poids total de la graine. Elle est plus riche en sels minéraux et amidon que l'amande et ne contient pas plus de 3 à 6 % de lipides.

Son taux en théobromine, à l'état frais, n'est que de 0,01 %. Il augmente au cours de la fermentation jusqu'à 1,5 % conjointement avec la diminution de la teneur des cotylédons.

3. Composition chimique de la pulpe

La pulpe renferme :

- 85 % d'eau
- 10 à 12 % de glucides (glucose, fructose et mucilages)
- de l'acide citrique

La graine fraîche est dépourvue d'odeur et sa saveur est fortement astringente, preuve de la richesse en polyphénols.

La matière première est soumise à une fermentation qui élimine partiellement les sucres, fait apparaître le parfum et provoque l'oxydation des polyphénols, annonçant la couleur ultérieure du cacao. Ensuite elle est desséchée.

B. Modifications dues à la fermentation

La pulpe mucilagineuse qui entoure les graines est riche en sucre et acide citrique. Après un ensemencement bactérien, les sucres, en anaérobiose relative, subissent deux premières fermentations : une fermentation alcoolique et une lactique. La pulpe se liquéfie alors, ce qui permet une oxygénation du milieu et autorise ainsi une troisième fermentation : la fermentation acétique.

Formation des précurseurs d'arôme.

Les acides aminés libres, les peptides et les sucres réducteurs représentent les principaux précurseurs d'arôme du cacao. Ils résultent de l'hydrolyse des protéines et des glucides.

Evolution des polyphénols libres.

Leur décroissance est de l'ordre de 70 % au cours de cette phase et survient essentiellement entre le 2^{ème} et le 3^{ème} jour. Les anthocyanes s'hydrolysent puis se polymérisent d'où la disparition de la couleur de la graine et la diminution de son astringence. L'action de polyphénoloxydases sur les composés phénoliques conduit à l'apparition de quinones ; celles-ci favorisent une désamination oxydative des acides aminés libres en acides cétoniques précurseurs d'aldéhydes aromatiques. Après oxydation, les produits ainsi formés donnent au cacao sa couleur brune caractéristique.

Evolution des purines.

Lors de la fermentation, ces produits migrent dans les téguments ce qui provoque une diminution de l'amertume de l'amande. C'est ainsi que le taux de théobromine s'accroît de 0,01 à 1,5 % dans les téguments.

Evolution de l'acidité :

Elle se réduit lors de cette phase. L'arôme du cacao est alors plus fin et la qualité du chocolat est meilleure.

C. Modification lors du séchage

A ce niveau, le tégument et l'amande sont colorés en brun-rouge. L'odeur est caractéristique et agréable, et la saveur astringente et amère est moins marquée. Cette opération permet une diminution supplémentaire de l'acidité, une diminution de l'humidité, ainsi que la fin de l'oxydation des substances polyphénoliques conduisant à la couleur brune caractéristique.

D. Modifications au cours de la torréfaction

Cette étape contribue à développer l'arôme du cacao à partir des précurseurs apparus lors des opérations précédentes. Ainsi les aldéhydes, formés à partir d'amines et de produits de dégradation des sucres, se condensent entre eux pour donner des composés à saveur chocolatée.

L'arôme du cacao, dont la composition est très complexe, est composé de plus de 70 substances volatiles à fonctions organiques diverses : acides, phénols, alcools...

II. Composition du chocolat

A. Aspect nutritionnel [49, 21, 43]

Voyons maintenant la composition chimique du chocolat noir, en sachant qu'il s'agit de valeurs moyennes, car les chiffres sont variables en fonction de l'origine des fèves choisies, du traitement industriel subi et de la quantité de sucre ajoutée.

Pour 100g de chocolat noir nous avons :

- Glucides	63 g
- Lipides	29 g
- Protides	5 g
- Fibres	9 g
- Sels minéraux et vitamines	1 g
- Tanins	1 g
- Eau	1 g
- Divers	1 g

Il est aussi intéressant de comparer la composition d'un chocolat noir haut de gamme avec celle d'un chocolat au lait de ménage.

Composition d'un chocolat noir haut de gamme :

- 56-70 % de cacao, dont 31 % de beurre de cacao
- 29-43 % de sucre en poudre très fine
- 1 % de lécithine et d'extrait naturel de vanille

Composition d'un chocolat au lait de ménage :

- 11 % de cacao
- 3 % de matière grasse végétale
- 20 % de lait
- 65 % de sucre
- 1 % de lécithine et de vanilline

1. Macronutriments

a. Glucides [16, 28, 18, 32, 30, 49, 2, 43]

La quantité de glucides est variable : plus le chocolat est riche en cacao, moins il contient de sucre. Un chocolat à 53 % de cacao contient 47 % de sucre ajouté, alors qu'un chocolat à 70 % de cacao n'en contient plus que 30 %.

Il s'agit des glucides de la fève [oses simples (saccharose, fructose et glucose) et polysaccharides (amidon, cellulose et pectine)], et des sucres ajoutés en cours de préparation (saccharose et sirop de glucose).

Dans le cas du chocolat noir, on utilise du saccharose cristallisé finement broyé.

La législation prévoit l'utilisation de sucres autres que le saccharose. Les produits de chocolat peuvent, en effet, contenir :

- du glucose cristallisé (dextrose), du fructose, du lactose ou du maltose, à concurrence au total de 5 % du poids total du produit et sans qu'il soit nécessaire de le déclarer ;
- du glucose cristallisé (dextrose) dans une proportion supérieure à 5 % et non supérieure à 20 % du poids total du produit. Dans ce cas, la dénomination du produit est accompagnée de la mention « avec glucose cristallisé » ou « avec dextrose ».

Dans les chocolats « fourrés », aux noisettes, aux fruits secs... les celluloses non assimilables et l'amidon sont présents en plus grande quantité.

Avec 63 g en moyenne pour 100 g de chocolat noir, les glucides représentent 60 % de l'apport calorique du chocolat. Même si on remplace le saccharose par des polyols* et des édulcorants comme le sorbitol, la valeur nutritive du chocolat ne baisse guère plus de 15 %.

b. Lipides [2, 16, 18, 8, 39, 12, 13, 22, 30, 34]

Les lipides, qui proviennent du beurre de cacao, fournissent 30 % des calories contenues dans le chocolat noir. Ils sont surtout composés d'acides gras présents sous formes de triglycérides. Leur composition est de 60 % d'acides gras saturés : l'acide palmitique (26 %) et l'acide stéarique (34 %) et de 40 % d'acides gras insaturés : l'acide oléique (37 %), l'acide linoléique (2 %) et l'acide arachidonique (1 %).

L'acide stéarique se désature très rapidement dans l'organisme pour donner de l'acide oléique et porter ainsi le taux réel de ce dernier à près de 70 %.

Au total on peut considérer que la fraction d'acides gras saturés est voisine de 25 % et celle d'acides gras insaturés de 75 %.

Les acides gras sont accompagnés de stérols et de traces de vitamine D. Ils sont indispensables pour le transport des vitamines dites liposolubles (vitamines A, D, E, K). La stabilité du beurre de cacao est assurée par la présence de tocophérol (vitamine E) qui le protège de l'oxydation.

Sa teneur en cholestérol est très faible, voire négligeable : 1,3 mg pour 100 g en moyenne.

c. **Protides** [18, 30, 21, 49, 43]

Le chocolat noir renferme 5 g de protéines pour 100 g.

Voyons la teneur en grammes des acides aminés présents dans 100 g de chocolat noir :

Acide aspartique	1,22	Lysine	0,68
Acide glutamique	2,56	Méthionine	0,20
Alanine	0,77	Phénylalanine	0,76
Arginine	0,77	Proline	0,70
Cystine	0,32	Sérine	0,75
Glycocolle	0,70	Thréonine	0,20
Histidine	0,32	Tryptophane	1,50
Isoleucine	0,55	Tyrosine	0,51
Leucine	1	Valine	0,80

Sur le plan qualitatif, le chocolat noir contient les 8 acides aminés indispensables à l'organisme (obligatoirement apportés par l'alimentation dans la mesure où il ne sait pas les synthétiser). Isoleucine, leucine, lysine, phénylalanine, méthionine, thréonine, tryptophane et valine sont retrouvés dans la composition protéique du chocolat, mais en moindre proportion que dans l'œuf qui sert de norme de référence pour l'équilibre idéal en acides aminés.

Ne contenant pas de lait, le chocolat noir apporte approximativement deux fois moins de protéines que le chocolat blanc ou au lait. Or, les protéines sont essentielles pour la croissance, l'entretien et la remise en état du corps humain.

La ration quotidienne de protéines d'un adulte devrait être d'un gramme par kilo (soit 70 g pour un homme de 70 kg). La teneur protéique du chocolat noir étant de 6 g pour 100 g, il ne couvre pas les besoins quotidiens et ne peut donc en être la source exclusive.

d. Fibres [34, 49]

Les fibres sont des polysaccharides complexes. 100 g de chocolat noir en contiennent 9 g :

- 4 g de lignine
- 2 g de cellulose
- 1,8 g de gommes
- 1,2 g de pentosanes

Cette quantité de fibres est tout à fait notable puisqu'elle est la même que pour 100 g de pain complet. Elle peut contribuer à régulariser le transit intestinal et donc lutter contre une tendance à la constipation contrairement à certaines idées reçues.

La ration quotidienne de fibres devraient être de 40 g, or nous n'en consommons en moyenne que 20 g.

2. Micronutriments

a. Sels minéraux [2, 16, 38, 18, 10, 8, 13, 22, 32, 30, 34, 21, 49, 43, 45]

Le chocolat contient des éléments minéraux très importants pour le bien-être tant physique qu'intellectuel.

Sels minéraux pour 100g de chocolat noir :

Potassium	400 mg	Fer	3 mg
Magnésium	112 mg	Cuivre	0,8 mg
Phosphore	280 mg	Nickel	0,26 mg
Chlore	100 mg	Zinc	0,2 mg
Calcium	100 mg	Fluor	0,05 mg
Sodium	12 mg	Iode	0,005 mg

Le potassium (AJR Apport Journalier Recommandé : 500 à 3000 mg)

Le potassium, en concentration importante dans le chocolat noir (400 mg pour 100 g) intervient dans la régulation de l'équilibre hydrique et acido-basique de l'organisme. Il empêche la fuite de l'eau hors des cellules. Il intervient aussi dans l'excitabilité musculaire et dans le métabolisme cardiaque. Un léger manque de potassium peut conduire à une fatigue musculaire et des crampes, tandis qu'une carence entraîne des troubles graves, notamment cardiaques.

Le chocolat représente un apport de potassium tout à fait intéressant, spécialement pour les sportifs. Cependant sa forte teneur implique qu'il soit écarté du régime de l'insuffisant rénal.

Le magnésium (AJR : 350 mg)

Le chocolat est une bonne source de magnésium, une tablette de chocolat noir de 100 g couvre 30 % des besoins journaliers d'un adulte ! Ceci est déjà bien connu des nutritionnistes et des diététiciens, voire des amateurs de chocolat eux-mêmes, et confirmé par des expériences sur l'animal.

Le magnésium intervient comme cofacteur dans plus de 300 réactions enzymatiques, en particulier dans celles qui conduisent à la relaxation musculaire et à la synthèse de protéines. Il assure ainsi un bon équilibre nerveux et régularise l'excitabilité musculaire.

Il participe en outre à la libération de l'énergie provenant de notre alimentation et joue un rôle dans la prévention des inflammations.

De plus, il agit au niveau du cerveau comme antidépresseur : il y stimule la sécrétion de dopamine, un neurotransmetteur impliqué dans la sensation de plaisir, plus communément appelé le « circuit de récompense ». Stimulation que provoque aussi...alcool, opiacés, morphine, cocaïne, cannabis, amphétamines.

Une carence en magnésium entraîne fatigue, anxiété, insomnie, tremblements, troubles digestifs tel que constipation, sans oublier tous les symptômes rassemblés sous le terme de spasmophilie.

La meilleure façon de prévenir cette carence est de couvrir les besoins en magnésium. Et ce, d'autant plus que le mode de vie est anxiogène, l'anxiété étant une cause importante de perte magnésique. En effet, le stress entraîne une diminution de la magnésémie en stimulant la sécrétion de minéralocorticoïdes et glucocorticoïdes. Ces derniers augmentent l'excrétion rénale du magnésium et diminuent son absorption intestinale.

Le phosphore (AJR : 800 mg pour l'adulte)

Le phosphore, combiné au calcium, intervient dans la constitution de la trame osseuse et des dents. 100 g de chocolat noir en apporte 280 mg ce qui est loin d'être négligeable. (230 mg pour 100 g de chocolat au lait).

Le calcium (AJR : 800 mg pour l'adulte)

C'est l'élément minéral le plus important du corps. Il joue un rôle fondamental dans la construction et le maintien du capital osseux et dans la constitution des dents. Le calcium est aussi indispensable au fonctionnement cellulaire, à la contraction musculaire, y compris celle du cœur, au bon fonctionnement du système nerveux, à l'activité des enzymes et enfin à la coagulation du sang.

Comparés au chocolat noir, le chocolat au lait et le chocolat blanc ont un petit « plus » de calcium grâce au lait qui entre dans leur composition. Ils apportent en moyenne 230 à 290 mg de calcium pour 100 g contre 100 mg pour le chocolat noir.

Calcium et phosphore interviennent dans l'ossification et le maintien du pool osseux et préviennent les crampes et la fatigue musculaire.

Le fer (AJR : 10 à 20 mg)

Il est capital pour la formation des globules rouges et pour l'oxygénation du corps et donc du cerveau.

Le coefficient d'absorption est de seulement 5 % pour le fer d'origine végétale donc son apport par le chocolat est très faible.

Le cuivre (AJR : 3 mg)

Le cuivre est un antioxydant ; il agit comme co-facteur de la superoxyde dismutase (SOD : système enzymatique naturel ayant un rôle anti-radicaux libres). Or on a mis en évidence le rôle des substances antioxydantes dans la prévention de nombreuses maladies, en particulier cancéreuses.

La plus forte contribution vient du chocolat noir qui fournit 22 % des apports journaliers recommandés en cuivre pour 100 g (le chocolat au lait 11 %).

L'iode (AJR : 0,12 mg)

Il intervient dans le métabolisme thyroïdien.

Le sodium

La pauvreté du chocolat noir en sodium (12 mg pour 100 g) lui permet d'être mangé par les personnes suivant un régime sans sel. Le chocolat au lait, en revanche, est à éviter car 100 g renferment 100 mg de sodium.

Le zinc (AJR : 15 mg)

Il intervient dans le métabolisme des gonades, dans les processus de défense immunitaire et dans l'état cutané.

Le fluor (AJR : 1 mg)

Il est indispensable pour assurer le bon état des dents. En complément du calcium, il renforce la résistance de l'émail.

Nous venons de voir la richesse du chocolat noir en ces divers sels minéraux ; cependant, leur biodisponibilité dans cet aliment est mal connue.

b. Vitamines [18, 30, 21, 34, 2, 43]

Les vitamines constituent une famille de molécules indispensables au bon équilibre du métabolisme. Leur absence, par carence partielle ou totale, entraîne des troubles graves.

Le chocolat est riche en vitamines. Dans 100 g de chocolat noir nous trouvons :

Vitamine B1	0,07 mg	Vitamine E	5,3 mg
Vitamine B2	0,08 mg	Vitamine PP	0,60 mg
Vitamine B3	0,40 mg	Acide folique	0,01 mg
Vitamine B6	0,02 mg	Bêta-carotène	0,04 mg
Vitamine B5	0,60 mg		

Les vitamines A, C et D ne sont présentes qu'à l'état de traces.

Le transport des vitamines dites liposolubles (vitamines A, D, E, K) est assuré par les acides gras.

La vitamine E (ou tocophérol) et le bêta-carotène

En ce qui concerne le chocolat noir, seul l'apport en vitamine E est non négligeable. Les besoins quotidiens sont de 15 mg et 100 g de chocolat noir en apportent 5 mg.

Cette vitamine possède des propriétés anti-oxydantes : elle lutte contre les radicaux libres et protège ainsi les acides gras insaturés des membranes cellulaires de l'oxydation. Elle est donc potentiellement intéressante dans la lutte contre le vieillissement des cellules et joue un rôle dans la prévention des cancers.

La présence de bêta-carotène renforce l'effet anti-oxydant du tocophérol.

Dans le chocolat, la stabilité du beurre de cacao est assurée par la présence de cette vitamine E qui le protège de l'oxydation.

Notons également que le chocolat au lait est source de vitamine B2 qui participe à l'assimilation des glucides, protéines et lipides par l'organisme.

c. Autre [34, 49]

L'acide oxalique

Le cacao en poudre en contient 700 mg pour 100 g et le chocolat noir environ 200 mg. Ce qui représente un problème pour les personnes souffrant de calculs urinaires à base d'oxalates. En cas de lithiase oxalique connue, la consommation de chocolat est contre indiquée.

3. Valeur énergétique [2, 28, 18]

Riche en glucides et en lipides, le chocolat est un aliment très énergétique : 100 g de chocolat noir fournissent en moyenne 520 kcal (550 kcal pour 100 g de chocolat au lait) alors que, par comparaison, 100 g de viande n'apportent que 170 kcal.

Consommé en quantité raisonnable il a sa place dans notre alimentation. Les glucides et les lipides sont les principaux carburants pour le corps et l'esprit. Nous en avons besoin au quotidien pour toute activité, travailler, faire du sport, réfléchir...

De plus, de par sa teneur en matières grasses, il se digère lentement, ce qui entretient un sentiment de satiété.

Attention cependant aux autres ingrédients comme les noisettes, les amandes, le nougat, l'alcool...qui augmentent le nombre de calories.

En fin de compte, le chocolat, par ses propriétés énergétiques et toniques, sa richesse en sels minéraux et son apport en vitamines est un produit d'un grand intérêt alimentaire. Ainsi fût-il très tôt recommandé pour l'alimentation des enfants, surtout le chocolat au lait pour sa richesse en calcium.

B. Aspect pharmacologique [2, 15, 18, 32, 49, 13, 12]

Le chocolat contient plusieurs substances « psychoactives » que l'on ne trouve guère ailleurs ou alors en plus petites quantités. La théobromine et la caféine sont connues pour leurs effets psychostimulants. Deux autres substances, la phényléthylamine et la tyramine agissent sur le cerveau et procurent un sentiment de satisfaction et de bien-être. Quant à la sérotonine, c'est un neuromédiateur employé comme antidépresseur en pharmacologie. Le chocolat contient également de l'anandamide, lipide du cerveau, qui produirait des effets relaxants et du salsolinol, un antidépresseur.

Enfin, le chocolat contient des composés polyphénoliques, substances antioxydantes qui luttent contre les radicaux libres.

100 g de chocolat renferment en moyenne :

- Théobromine	500 mg	- Phényléthylamine	1 mg
- Caféine	70 mg	- Histamine	0,9 mg
- Sérotonine	2,7 mg	- Anandamide	traces
- Salsolinol	2,5 mg	- Composés phénoliques	170 mg
- Tyramine	1,2 mg		

1. Bases puriques ou bases xanthiques [10, 8, 11, 13, 22, 30, 21, 12, 23]

On trouve dans le chocolat de la théobromine, de la caféine et des traces de théophylline. Ces molécules appartiennent à un groupe de composés désignés sous le nom de bases puriques ou bases xanthiques, parce qu'ils dérivent d'une substance appelée purine.

Les bases xanthiques produisent des effets pharmacologiques qualitativement identiques mais quantitativement différents :

- sur le système nerveux central : les xanthines sont des stimulants qui facilitent l'activité corticale, inhibent le sommeil, diminuent la sensation de fatigue. Cette activité est surtout marquée pour la caféine. Elles stimulent les centres respiratoires et vasomoteurs bulbaires, diminuent le seuil de sensibilité des chimiorécepteurs au dioxyde de carbone.
- sur l'appareil cardio-vasculaire : les bases puriques développent un effet inotrope positif* consécutif à une action sur le métabolisme cardiaque. On note également une augmentation de la fréquence et du débit cardiaque et une augmentation du débit coronarien. L'effet sur les vaisseaux périphériques est peu marqué. Des trois bases puriques c'est la théophylline qui est la plus stimulante de l'activité cardiaque.
- sur les muscles striés : stimulation de la contraction musculaire.
- sur la musculature lisse : théophylline et, plus faiblement, théobromine, induisent une relaxation des muscles bronchiques mais aussi des muscles des voies biliaires et des uretères.
- sur la diurèse : ces trois bases xanthiques augmentent le débit sanguin rénal et ont une activité diurétique notable, directe, au niveau du tubule ; l'effet est plus prolongé pour la théobromine.

La richesse du chocolat en bases xanthiques lui vaut d'être un aliment à éviter en cas de goutte.

a. **Caféine** [23, 10, 11, 39, 32, 30, 13, 8]

La caféine se rencontre dans différentes plantes et notamment dans le thé, le café, le guarana, le cacao, la noix de kola et le maté.

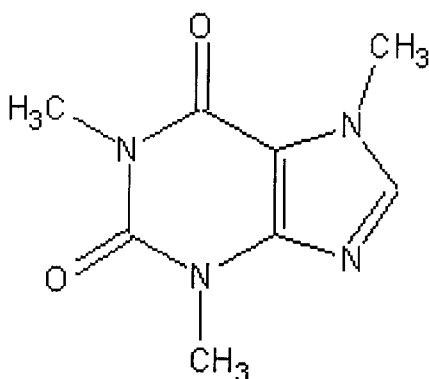


Figure n° 24 : Formule de la caféine ou méthylthéobromine ou triméthylxanthine
[23]

La caféine est présente dans de nombreuses boissons largement consommées (café, thé, soda au cola, guarana, maté et bien entendu chocolat). Elle est très employée comme agent pharmacologique, en particulier en association avec de nombreuses autres substances (antipyrétiques, antalgiques...) et en cosmétique, par voie percutanée, dans un but amincissant comme lipolytique (contre les surcharges adipeuses sous-cutanées localisées).

Elle est inscrite sur la liste des substances dopantes interdites, mais tolérée si la concentration urinaire ne dépasse pas 12 µg/ml.

Propriétés thérapeutiques

Elle augmente l'énergie des systoles cardiaques et produit (à doses non toxiques) une vasoconstriction périphérique d'où résulte une hypertension artérielle et une augmentation de la diurèse ; mais celle-ci est également favorisée par l'action spécifique qu'exerce la caféine sur les épithéliums des tubules rénaux.

La caféine induit en outre une action stimulante sur le système nerveux central.

La caféine est aussi connue pour augmenter la sécrétion d'épinéphrine, substance bloquant les récepteurs de l'adrénaline ce qui diminue les effets du stress.

Enfin, la caféine augmente les dépenses de l'organisme en matériaux nutritifs.

b. Théobromine [4, 23, 18, 10, 32, 30, 11, 13, 8, 39, 29]

Dans la graine de cacao (et donc dans le chocolat), les bases xanthiques sont aussi représentées, en plus grande proportion, par la théobromine.

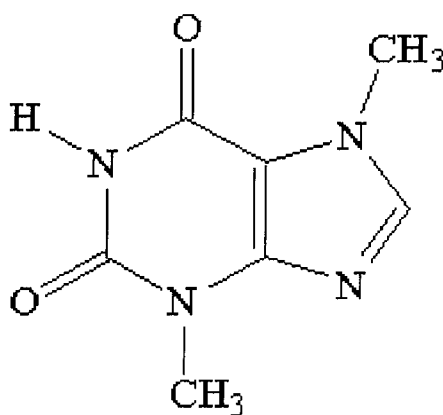


Figure n° 25 : Formule de la théobromine ou diméthylxanthine
[23]

Propriété thérapeutique

Les effets de la théobromine sont analogues à ceux de la caféine : c'est un formidable dopant qui stimule le système nerveux. C'est aussi un vasodilatateur et un stimulant cardiaque mais moins toxique que la caféine ; elle n'élève pas la tension artérielle. C'est surtout par sa puissante action diurétique due à l'irritation qu'elle produit sur les épithéliums rénaux, qu'elle se distingue de la caféine.

La toxicité de la théobromine est faible. Il est noté une intolérance qui se manifeste par une irritation gastrique avec anorexie, des nausées et vomissements, et une céphalée.

La théobromine abaisse la pression du sphincter inférieur de l'œsophage, provoquant un reflux acide. Elle a un effet cariostatique qui permet de lutter contre la carie dentaire.

2. Amines biogènes

Il y a dans le chocolat plusieurs amines susceptibles d'induire des effets sur le psychisme : phényléthylamine (PEA), tyramine et sérotonine.

a. Phényléthylamine [10, 8, 13, 32, 30, 21, 48, 2, 36, 43]

Nous avons vu que le magnésium agissait au niveau du cerveau comme antidépresseur en y stimulant la sécrétion de dopamine. Mais le chocolat contient des molécules bien plus puissantes que le magnésium qui pourraient également agir sur la dopamine. Notamment la phényléthylamine (PEA) présente au taux de 1 mg pour 100 g.

La PEA est la structure de base des amines biogènes (adrénaline, noradrénaline, dopamine, sérotonine)

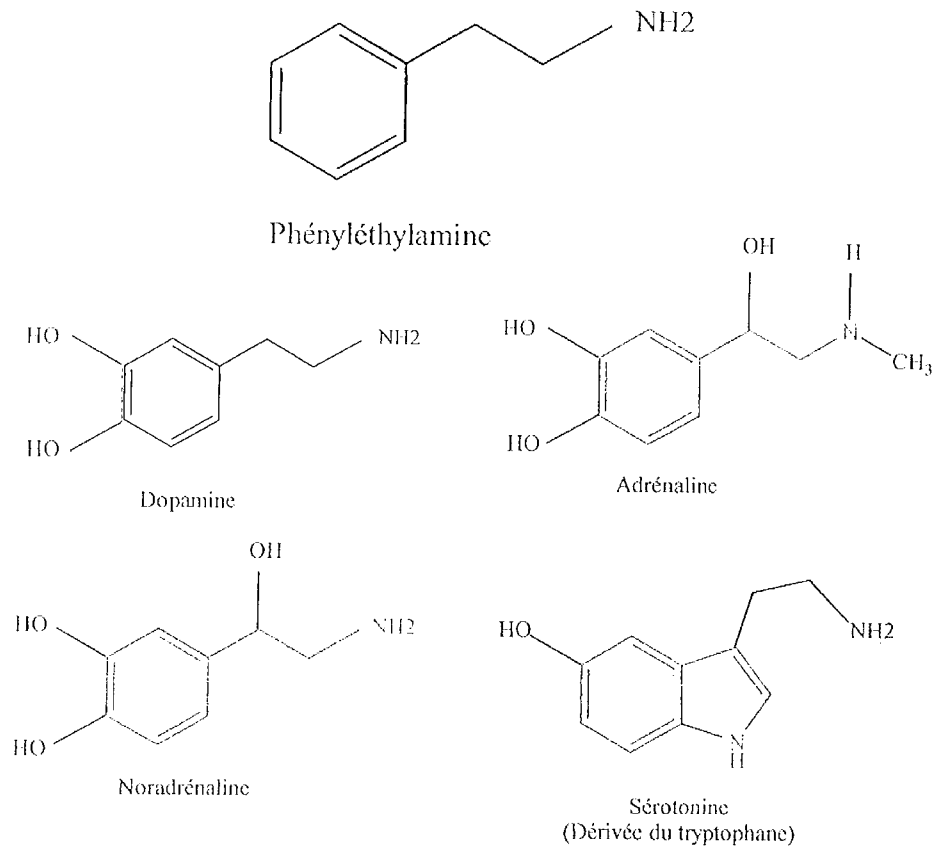


Figure n° 26 : Formule de la phényléthylamine
[30]

La PEA est présente naturellement dans le corps humain. Elle est distribuée de façon homogène dans le SNC. Lipophile, elle traverse la barrière hémato-encéphalique contre un gradient de concentration. Elle est produite par le tissu cérébral et est métabolisée par la monoamine oxydase (MAO) et l'aldéhyde-deshydrogénase. S'il existe un déficit en MAO, elle s'accumule anormalement dans le corps et, de par ses propriétés vasodilatatrices, peut provoquer une migraine.

La PEA est un neuromodulateur qui s'apparente aux amphétamines (dont on connaît les propriétés psychostimulantes). Aux doses physiologiques, elle augmente les transmissions dopaminergiques et noradrénergiques et stimule la sécrétion de dopamine au niveau des centres de plaisir. Or la dopamine est un neurotransmetteur impliqué dans la sensation de plaisir, plus communément appelé le « circuit de récompense ».

Plusieurs études ont montré que la PEA est un modulateur de l'humeur et qu'un déficit peut contribuer à créer un état dépressif. De plus, l'administration de PEA ou d'un de ses précurseurs permet de réduire une dépression. Cet effet est aussi rapide qu'avec les amphétamines mais n'entraîne pas de tolérance.

La PEA, « anti-dépresseur végétal » a donc un effet positif sur le moral et l'humeur.

La PEA n'est pas la seule source pouvant expliquer le plaisir que procure le chocolat.

b. Tyramine [10, 30]

Autre amine présente dans le chocolat : la tyramine (1.2 mg pour 100g de chocolat). Elle a, comme la PEA, une structure moléculaire proche de celle des amphétamines et possède elle aussi des propriétés psychostimulante, antidépressive et vasodilatatrice.

La tyramine est oxydée dans l'organisme en une substance inactive grâce à l'action de la MAO. De même que pour la PEA, s'il existe un déficit en cette enzyme, la tyramine s'accumule et peut provoquer une migraine.

c. Sérotonine [13, 32, 30]

La sérotonine, neuromédiateur du SNC, est abaissée au cours des dépressions nerveuses. Or non seulement le chocolat en contient naturellement (2,7 mg pour 100 g), mais la caféine et le sucre qu'il renferme stimulent la sécrétion de ce composé par l'organisme, ce qui permet de corriger le trouble chimique initial.

Ce neurotransmetteur est très impliqué en pharmacie dans le traitement de la dépression.

3. Salsolinol [48, 8]

Le chocolat contient encore du salsolinol, un alcaloïde isoquinoléique présent pour environ 2,5 mg pour 100 g. Il favorise l'élévation du taux de PEA au point d'être considéré comme un antidépresseur. En effet, il inhibe les MAO, enzymes à l'origine du catabolisme de la PEA ce qui entraîne une inhibition de sa dégradation et donc une augmentation de son taux.

En outre, le salsolinol est capable de se lier aux récepteurs cérébraux de la dopamine et d'activer lui-même le circuit de récompense.

Une étude *in vitro*, menée par une équipe de l'Institut de recherche de pharmacologie moléculaire de Berlin, montre que le salsolinol peut se fixer sur les mêmes récepteurs dopaminergiques que la cocaïne. Selon les auteurs, 100 g de chocolat suffiraient à ce que le salsolinol active les récepteurs en question.

Ceci pourrait expliquer une dépendance légère sans sensation de manque lors d'une consommation importante de chocolat. Certains le considèrent comme le principal composé psychoactif du chocolat responsable de l'addiction.

4. Anandamide [8, 30, 48]

Un nouveau groupe de composés a été récemment mis en évidence dans le cacao par une équipe de l'institut des neurosciences de San Diego, en Californie : les N-acétyléthanolamines parmi lesquels on trouve l'anandamide.

Il a été isolé du cerveau un lipide cannabinomimétique, l'anandamide. Ce lipide, formé d'acide arachidonique et d'éthanolamine, est produit par le cerveau de façon naturelle. C'est le ligand endogène des récepteurs aux cannabinoïdes qui reconnaissent aussi le TetraHydroCannabinol (THC) principe psychoactif du cannabis.

L'anandamide est un neurotransmetteur impliqué dans le système endogène des récepteurs cannabinoïdes du cerveau. Les effets de ce système sont ceux observés lors de la prise de cannabis, à savoir, pour l'essentiel, une relaxation, une exacerbation des sensations et une euphorie.

L'anandamide est libérée par les neurones et est rapidement hydrolysée par l'anandamide-amidohydroxylase.

Le chocolat contient trois N-acétyléthanolamines insaturées susceptibles d'avoir une activité cannabinomimétique : la N-oléoyléthanolamine, la N-linoléoyléthanolamine et l'anandamide.

L'anandamide agit soit directement en se liant aux récepteurs des cannabinoïdes, soit indirectement en inhibant la destruction de ce même amide produit par le cerveau, augmentant ainsi son taux.

Les deux autres molécules n'agissent pas directement sur les récepteurs aux cannabinoïdes ; elles inhibent l'hydrolyse de l'anandamide ce qui contribue à élever son taux et augmenterait ainsi les effets cannabinoïdes.

5. Polyphénols [2, 13, 30, 11, 12]

Le chocolat contient de nombreuses substances susceptibles de lui conférer des propriétés anti-oxydantes : des polyphénols dont les propriétés retiennent l'attention actuellement. Tous les polyphénols sont des réducteurs chimiques. Ils ont le pouvoir de nous défendre contre les attaques oxydatives en piégeant les radicaux libres produits dans notre organisme par le métabolisme de l'oxygène et impliqués dans les processus de vieillissement et dans de nombreuses maladies dégénératives. Ils pourraient donc jouer un rôle important dans la prévention du vieillissement et des diverses pathologies associées au stress oxydant (maladies cardiovasculaires et cancers).

Les polyphénols sont les antioxydants les plus abondants dans les aliments, l'homme en consommant environ 1 g/j, soit près de dix fois plus que de vitamine C et cent fois plus que de vitamine E ou de caroténoïdes. Des études épidémiologiques ont montré qu'un apport de 30mg de polyphénols par jour réduit de 50 % le risque de maladies cardiovasculaires. D'autre part, du moins chez l'animal, ces antioxydants semblent ralentir la formation de tumeurs.

Les polyphénols présents initialement dans la fève à un taux très important perdent 95 % de leur valeur pendant la transformation en cacao. Ceux-ci sont constitués essentiellement de flavonoïdes, d'anthocyanes et de tanins.

Notons que dans le chocolat, ces polyphénols préviennent le rancissement des graisses du cacao, évitant l'ajout de conservateurs.

a. Flavonoïdes [16, 18, 8, 39, 13, 22, 9, 30, 12, 4, 11]

Présents surtout dans les fruits, les légumes, les céréales, le thé vert ou le vin, les flavonoïdes ont l'art de neutraliser les radicaux libres produits dans l'organisme. Ils sont surtout contenus dans la peau des fruits ainsi que dans les graines, on ne les trouve ni dans la pulpe ni dans le jus. Les catéchines sont surtout présentes dans le thé, mais aussi dans les pommes et le chocolat.

En termes de protection cardio-vasculaire, des doses de 10 à 15 mg par jour de flavonoïdes seraient en mesure de réduire la mortalité cardio-vasculaire. Le risque relatif diminue de 24 % entre les sujets qui consomment moins d'une fois par jour des fruits et ceux qui en consomment plus de trois fois.

Dans le chocolat, les flavonoïdes sont essentiellement présents sous forme de flavan,3-ol (catéchine et épicatechine) et de quercétine (flavonol) en moindre quantité.

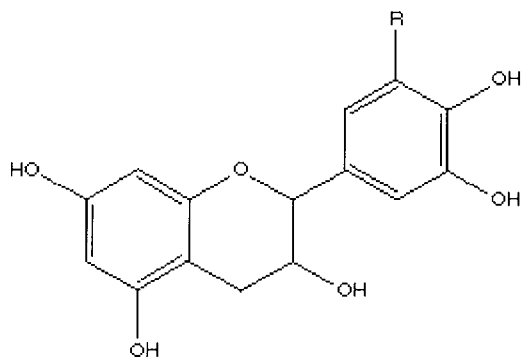


Figure n° 27 : Formule de la catéchine

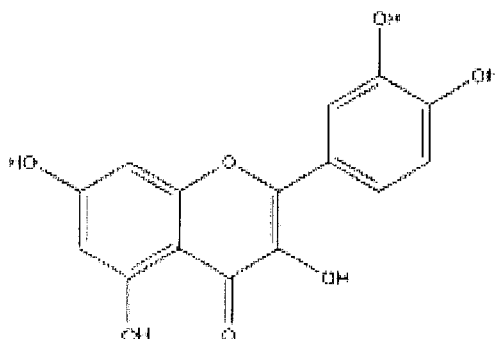


Figure n° 28 : Formule de la quercétine

In vitro, leur activité anti-oxydante est très forte.

Les flavonoïdes piègent les radicaux formés dans des circonstances aussi diverses que l'anoxie, l'inflammation, l'autoxydation lipidique. Ils neutralisent ainsi l'anion superoxyde, le peroxyde d'hydrogène, le radical hydroxyle et les radicaux hydroperoxydes responsables d'altérations sur les acides nucléiques ainsi que de dégradations cellulaires par réaction avec les phospholipides membranaires.

Chez l'animal, les flavonoïdes du chocolat, en luttant contre les radicaux libres, augmentent le pouvoir réducteur du plasma ce qui diminue l'oxydation des LDL-cholestérol. Ils diminuent l'agrégation des plaquettes et donc les risques de thrombose, favorisent la vasodilatation et diminuent la prolifération musculaire lisse et l'inflammation. En agissant sur l'ensemble de ces points, ils sont susceptibles de favoriser la lutte contre l'athérosclérose ce qui abaisse le risque de maladies cardio-vasculaires. Cependant, l'effet *in vivo* peut être différent de l'effet *in vitro*.

b. Tanins [39, 30, 11, 12]

Les tanins sont particulièrement abondants dans les fèves de cacao sous forme de polymères de catéchine et d'épicatéchine. L'élément de base de ces tanins condensés, appelés couramment procyanidines dans la littérature, mais proanthocyanidols dans les ouvrages spécialisés, est un flavan,3-ol, c'est-à-dire un flavonoïde.

Tout comme les flavonoïdes, les tanins inhibent la peroxydation lipidique. In vitro ce sont des piègeurs de radicaux, des inhibiteurs de la formation de l'ion superoxyde et des inhibiteurs de la lipoxigénase. In vivo le taux sérique de lipides peroxydés est fortement diminué.

Des études portant sur la mesure de la capacité anti-oxydante de divers chocolats ont montré que ces effets sont inhibés lorsqu'il est consommé avec du lait. Celui-ci interfère sur l'absorption des antioxydants par formation de ponts entre les flavonoïdes et les protéines du lait.

Les tanins ont bien d'autres propriétés. Ce sont des astringents, susceptibles donc de provoquer un ralentissement du transit. Mais en fait, ils stimulent la contractilité des fibres musculaires lisses des parois intestinales, favorisant ainsi le péristaltisme. Les procyanidines semblent aussi jouer un rôle sur les cellules immunitaires, empêchant la formation de tumeurs. Elles réduisent aussi l'activité plaquettaire et allongent le temps de coagulation.

Tous ces polyphénols sont directement antioxydants et protègent également les anti-oxydants comme les vitamines C et E

6. Histamine [30]

Le cacao est un aliment qui favorise la libération d'histamine. Tout d'abord il en contient une petite quantité. Son ingestion abondante, associée à la consommation de féculents, favorise une prolifération de la flore de fermentation, également source de libération d'histamine. De plus, le cacao contient de la tyramine qui est elle-même libératrice d'histamine. Or l'histamine peut être à l'origine d'une intolérance alimentaire.

III. Chocolat et effets physiologiques

Pourquoi et comment le chocolat peut-il contribuer ou nuire à notre santé ?

Plus de 500 molécules entrent dans sa composition, en proportions variables selon son origine, sa fabrication, sa présentation. Certaines protègeraient des maladies, alors que d'autres agiraient comme des drogues...mais sans leurs effets néfastes.

Riche en glucides et en lipides, le chocolat est énergétique. Il constitue également une source intéressante de minéraux. Il apporte en outre du cuivre et des polyphénols, tous deux antioxydants. Il contient par ailleurs des substances psychoactives comme la théobromine, la caféine, la phényléthylamine, la tyramine et la sérotonine. Enfin, par le plaisir qu'elle procure, la consommation de chocolat stimule la sécrétion d'endorphine.

Quant aux effets secondaires précis reprochés au chocolat (migraine, obésité, acné, caries dentaires et allergies), ils ont tous été réfutés par plusieurs experts du monde médical.

Alors, pourquoi se priver ?

A. Chocolat et métabolisme

1. Chocolat et diabète [16, 38, 18, 8, 13, 32, 30, 49, 2]

Le chocolat contient des glucides à index glycémique particulièrement bas de 22, par rapport au glucose (100) utilisé comme référence. Il provoque donc un pic glycémique peu élevé. Chez les personnes souffrant de diabète insulino-dépendant, qui ont besoin de collations, l'impact glycémique d'une barre chocolatée ne s'avère pas plus marqué que celui d'une pomme ou d'une collation de céréales. Les glucides contenus dans le cacao jouent donc un rôle physiologique intéressant par l'énergie qu'ils apportent sans risque d'hypoglycémie réactionnelle car ils ne provoquent pas de pic insulinoïque brutal.

Le chocolat noir à 60 % de cacao minimum n'est donc pas interdit aux diabétiques à condition qu'il soit consommé en fin de repas et en quantité raisonnable.

Les chocolats « de régime »

Certains chocolats ont une teneur en glucides plus faible (chocolats diététiques) : le saccharose est remplacé par du fructose. Ils sont fabriqués à l'intention des diabétiques car l'effet sur la glycémie est moindre ; cependant le fructose favorise la synthèse des triglycérides peu recommandés pour la santé puisqu'ils contribuent à augmenter les risques cardio-vasculaires (dans le cas d'une consommation régulière).

Les chocolats dits « sans sucre » sont un leurre car il en reste toujours entre 15 et 20 %. D'autre part, cette diminution est compensée par une augmentation du taux de lipides (45 %) ce qui se traduit par un apport accru de calories. Il faut donc s'en méfier car il n'est plus à prouver que les surcharges pondérales sont davantage le fait d'une surconsommation lipidique.

Les chocolats de régime contenant du sorbitol (un polyol substitut du sucre) sont, eux aussi, à proscrire car ils provoquent une augmentation du taux de triglycérides.

Par conséquent, la consommation d'un chocolat riche en cacao, de bonne qualité, doit être préférée à celle d'un chocolat « de régime ».

A vous de choisir : déguster du vrai chocolat qui saura satisfaire votre envie et votre palais, ou manger du chocolat « light » ou sans sucre, plus gras et nettement moins savoureux.

Pour une barre de 20 g ou 4 à 5 carrés	lipides	glucides	kcal
Chocolat noir	5,4 g	10,8 g	97 kcal
Chocolat noir à teneur réduite en glucides	8,2 g	8,4 g	115 kcal
Chocolat sans sucre « light »	9 g	3,5 g	100 kcal

Figure n° 29 : Apports nutritionnels d'une barre de chocolat noir et de chocolats de régime

[38]

2. Chocolat et cholestérol [2, 16, 18, 8, 39, 12, 13, 22, 30, 34]

Contrairement à une opinion répandue, le chocolat noir n'a pas d'effet néfaste sur la cholestérolémie.

Tout d'abord, sa teneur en cholestérol est très faible, voire négligeable : 1,3 mg pour 100 g en moyenne.

De plus il a des effets neutres sur le taux de cholestérol. En effet, le beurre de cacao qu'il contient est constitué d'acides gras insaturés et saturés. Or, si ces derniers favorisent la formation du LDL-cholestérol à l'origine des dépôts artériels graisseux, les acides gras insaturés, eux, ont des propriétés particulières sur le cholestérol :

- ils diminuent le taux de cholestérol total
- ils diminuent le LDL-cholestérol
- ils augmentent le HDL-cholestérol qui protège les artères
- ils diminuent l'agrégation plaquettaire, facteur de thromboses.

De plus, l'acide stéarique est le seul acide gras saturé qui, contrairement aux autres n'est pas hypercholestérolémiant. Ce phénomène n'est pas encore très bien expliqué. Plusieurs théories ont été avancées :

- l'acide stéarique serait mal absorbé
- il serait très rapidement converti en acide oléique

Au final, l'effet du beurre de cacao sur le taux de cholestérol est neutre.

Par ailleurs, le chocolat noir contient des phytostérols qui gênent l'absorption du cholestérol des autres aliments.

L'acide stéarique est particulièrement thrombogène car c'est un activateur du facteur XII de la coagulation. Il provoque donc une hyperagrégabilité des plaquettes et provoque des caillots sanguins par thrombose accélérée. L'acide oléique lui diminue l'agrégation plaquettaire, facteur de thrombose, ce qui lui donne un rôle prépondérant dans la protection vasculaire.

Là encore les effets du beurre de cacao sont neutres et les risques en la matière sont nuls.

Le chocolat noir aurait donc un effet favorable sur le profil lipidique des sujets sains chez lesquels il contribuerait à la prévention de l'athérosclérose. Il peut ainsi être consommé raisonnablement, sans inquiétude, en cas d'excès de cholestérol.

Toutefois, les spécialistes ne confirment pas tous cette hypothèse.

Le chocolat au lait, en raison de la présence du lait, apporte 18,2 mg de cholestérol pour 100 g, ce qui est loin d'en faire un aliment hypercholestérolémiant.

Depuis l'adoption de la directive européenne le 23 juin 2000, les fabricants de chocolat sont autorisés à substituer jusqu'à 5 % du beurre de cacao sur le produit fini par une autre graisse végétale. Auparavant, pour mériter son nom, le chocolat devait contenir au moins 20 % de beurre de cacao. Or autoriser que 5 % du produit fini proviennent d'une autre graisse équivaut à remplacer un quart du beurre de cacao ! Ce qui n'est pas sans conséquences. Car le beurre de cacao ne favorise pas la formation de cholestérol, contrairement aux autres graisses végétales autorisées (illipé, huile de palme, sal, karité, kokum, gurgi et noyaux de mangue)

3. Chocolat et obésité [2, 16, 18, 8, 39, 12, 13, 22, 30, 34]

Riche en glucides et en lipides, le chocolat est un aliment très énergétique : 100 g de chocolat noir fournissent en moyenne 520 kcal (550 kcal pour 100 g de chocolat au lait)

Les lipides sont impliqués dans la prise de poids. Les glucides, après absorption, sont dégradés en glucose ce qui entraîne une sécrétion pancréatique d'insuline. Cette hormone permet d'éliminer le sucre contenu dans le sang mais elle capte les acides gras pour les stocker sous forme de graisses de réserve dont la mobilité est réduite.

Pourtant, quand il est introduit dans une alimentation équilibrée, le chocolat ne fait pas grossir. Il ne s'agit donc pas de se priver du plaisir qu'il procure.

Le chocolat n'étant pas la base de notre alimentation, il peut être consommé par tous. Il est recommandé de le choisir le moins sucré possible et de faire attention à ce qui l'accompagne. Le chocolat est présent dans beaucoup de produits destinés au grignotage mais c'est plus ce mode de consommation qui est responsable de la prise de poids.

Le chocolat est-il exclu des régimes amaigrissants ?

Non, contrairement aux idées reçues. Les nutritionnistes sont aujourd'hui formels : il ne faut pas supprimer totalement les aliments qui procurent du plaisir dans le cadre d'un régime restrictif sous peine de rechuter et de reprendre aussitôt du poids. Il faut donc maintenir le chocolat – à doses raisonnables – dans un régime hypocalorique de façon à ne pas craquer gravement...

4. Chocolat et système digestif

a. Chocolat et crise de foie [49]

On a longtemps accusé le chocolat de provoquer des crises de foie. Très enraciné, ce préjugé nuisit, des décennies durant, à la réputation de cet aliment. Mais la crise de foie est un mythe qui n'existe qu'en France. C'est un concept en rapport avec les perturbations physiologiques touchant l'estomac ou l'intestin.

Des études ont montré que le foie, lui, supportait très bien le chocolat. Des travaux entrepris sous la direction du professeur Gounelle de Pontanel l'ont démontré : même administré quotidiennement à doses élevées (50 à 100g) à de véritables hépatiques, le chocolat n'affecte en rien leur état et la cellule hépatique n'en porte aucune trace à l'examen biologique (le chocolat n'a pas d'effet sur les bilans sanguins témoins de l'activité hépatique).

b. Chocolat et digestion [2, 16, 18, 8, 39, 12, 13, 22, 30, 34, 10, 11, 21, 23, 32, 4, 29]

On ne peut nier que le chocolat provoque des problèmes de digestion.

D'une part, il est riche en lipides qui agissent sur l'ensemble du système digestif :

- ils ralentissent la vidange gastrique par l'augmentation de l'osmolarité du contenu de l'estomac favorisant ainsi les reflux gastriques chez les sujets prédisposés
- ils favorisent la sécrétion de la bile et les contractions de la vésicule biliaire posant ainsi des problèmes aux personnes porteuses de lithiases vésiculaires chez qui des troubles digestifs peuvent apparaître
- ils provoquent une accélération brutale du transit de l'intestin grêle

La richesse du chocolat en lipides implique le rationnement pour des personnes dont la vésicule biliaire fonctionne mal.

D'autre part, le chocolat contient des bases xanthiques qui abaissent le tonus du sphincter inférieur de l'œsophage ce qui favorise le reflux gastro-œsophagien ou RGO. Ce phénomène d'aggravation du RGO par le cacao est surtout dû à la théobromine car elle inhibe la phosphodiesterase ce qui provoque une accumulation d'AMP cyclique, un messager cellulaire. Cette augmentation engendre un relâchement de la musculature lisse du sphincter du bas de l'œsophage. Par conséquent, les personnes souffrant de RGO verront leurs symptômes augmenter.

Notons que le RGO dépend de nombreux facteurs :

- la position de la personne
- le volume et l'acidité de l'estomac
- l'état de réplétion de l'estomac
- les qualités du mucus oesophagien
- la teneur en graisse du bol alimentaire (la graisse est un facteur d'aggravation du reflux acide car elle ralentit la vidange gastrique)

Le chocolat contenant graisses et bases xanthiques est donc déconseillé chez les personnes souffrant de reflux gastro-œsophagien.

La richesse du chocolat en bases xanthiques lui vaut d'être un aliment à éviter en cas de goutte et la présence d'acide oxalique constitue une contre-indication formelle en cas de lithiase oxalique.

Le chocolat est donc à consommer très modérément par les personnes ayant des problèmes préexistants de digestion (une lithiase biliaire, une ablation de la vésicule biliaire, un RGO...), pas plus de 20 g par jour.

Le chocolat n'est pas indigeste. Il est préférable de choisir un produit de bonne qualité et d'éviter de le manger après un repas trop copieux.

c. Chocolat et constipation [34, 49]

Le chocolat a la réputation d'être constipant mais ce n'est qu'une idée reçue. Ses graisses favorisent la sécrétion de la bile qui assure un bon fonctionnement intestinal. D'autre part, les tanins qu'il contient (alors qu'ils pourraient, par leurs propriétés astringentes, expliquer un ralentissement du transit) stimulent la contractilité des fibres musculaires lisses de la paroi intestinale, favorisant ainsi le péristaltisme. Enfin le chocolat contient des fibres non digestibles, cellulose, lignine, qui régularisent le transit intestinal sans modifier un transit normal.

On peut donc conclure que le chocolat n'a pas d'action nocive sur le transit intestinal.

La constipation est le plus souvent due à une insuffisance des mesures hygiéno-diététiques.

Notons que le chocolat est interdit dans les régimes de préparation pour coloscopie.

B. Chocolat et psychisme

1. Effet tonique du chocolat [10, 8, 11, 13, 22, 30, 21, 12, 23, 39, 32, 4, 18, 29, 43]

Si l'effet positif du chocolat sur la santé est probable, l'effet tonique, lui, est certain. Et cela grâce à l'action combinée de la caféine et de la théobromine, l'activité stimulante de ces deux composés étant bien connue depuis le XIX^{ème} siècle. Par ailleurs, les amines biogènes ont aussi une certaine capacité à lutter contre la fatigue car elles sont sympathomimétiques.

La caféine induit une action stimulante sur le système nerveux central par son effet antagoniste sur les récepteurs A1 de l'adénosine, substance naturelle qui inhibe l'excitation. Elle accroît la vigilance et augmente la résistance à la fatigue. Quatre carrés de chocolat noir (40 g) contiennent autant de caféine (28 mg) qu'un expresso de 30 ml !

La caféine est aussi connue pour augmenter la sécrétion d'épinéphrine, une hormone de la même famille que l'adrénaline qui bloque les récepteurs de celle-ci, ce qui diminue les effets du stress et contribue à l'effet stimulant de la molécule.

La théobromine stimule le système nerveux par une action semblable à celle de la caféine. Dans le chocolat, le riche apport en théobromine justifie les propriétés diurétique et vasodilatatrice. En revanche ses effets toniques semblent bien faibles. Selon une étude américaine de l'université John Hopkins de Baltimore, ils pourraient même être nuls, la prise de 560 mg de théobromine n'ayant produit aucun effet sur les individus qui l'ont reçue. Les fortes doses contenues dans le chocolat, de 200 à 600 mg pour 100 g en moyenne, ne semblent donc pas à craindre.

2. Le chocolat : un aphrodisiaque ? [10, 8, 13, 32, 30, 21, 48, 2, 36]

Depuis sa découverte, le chocolat a toujours été associé à une activité sexuelle. La caféine, la théobromine, la sérotonine et la PEA contenues dans le chocolat ayant un rôle tonique, une action anti-stress, des propriétés anti-dépressives et donnant une meilleure résistance à la fatigue, peuvent expliquer ce phénomène par leur rôle dynamisant et euphorisant. L'anandamide, tout comme le cannabis, pourrait exacerber les sensations et l'activité sexuelle.

Il existe une controverse qui oppose les scientifiques au sujet de la phényléthylamine.

Certains pensent que sa présence dans le cacao donne à celui-ci des vertus aphrodisiaques. En effet l'université de Jérusalem a démontré, en 1983, que l'administration de PEA à des rats adultes naïfs, c'est-à-dire n'ayant jamais eu de rapport sexuel avant l'expérience, provoque un accouplement. De là à affirmer que le chocolat est aphrodisiaque...

De plus, la dose efficace étant de 1 mg de PEA/ kg de poids vif et sachant que l'on trouve 1 mg de PEA dans 100g de chocolat, il faudrait qu'un homme de 70 kg mange 7 kg de chocolat pour observer un effet aphrodisiaque.

Mais d'autres chercheurs ont démontré que la PEA provoque chez l'animal une atrophie testiculaire et une altération de la spermatogenèse.

Le problème n'est donc pas résolu mais le cacao a toujours été vanté pour de telles qualités.

3. Chocolat et dépression [10, 8, 13, 32, 30, 21, 48, 2, 36, 8]

La consommation de chocolat a un effet bénéfique sur le moral. Des études ont montré que les personnes dépressives étaient attirées par le chocolat, peut-être à cause des substances antidépressives qu'il contient. Les plus connues sont la théobromine et la caféine qui produisent des effets psychostimulants. Deux autres substances, la PEA et la tyramine, dont on connaît les propriétés antidépressives, procurent un sentiment de satisfaction et de bien-être. Quant à la sérotonine, elle est employée comme antidépresseur en pharmacologie. Le chocolat contient également du salsolinol, un antidépresseur. Enfin le magnésium « anti-stress » et apaisant est une arme antifatigue.

Le magnésium fait du chocolat noir qui en contient le plus, l'allié idéal des personnes qui souhaitent décompresser et se détendre. Il agit au niveau du cerveau comme antidépresseur en stimulant la sécrétion de dopamine.

Le chocolat contient des molécules bien plus puissantes que le magnésium qui pourraient également agir sur la dopamine, notamment la phényléthylamine. D'ailleurs, un déficit en PEA peut contribuer à créer un état dépressif. Cette amine stimule l'activité des animaux de laboratoire lorsqu'on leur en injecte. Le chocolat est l'aliment le plus riche en PEA et sa présence serait susceptible d'expliquer l'attrait parfois boulimique que lui vouent les personnes déprimées.

Cependant, elle semble être rapidement dégradée après ingestion. En effet, la PEA est rapidement métabolisée dans l'organisme au niveau de l'intestin et du foie. Sa demi-vie est de 5 à 10 min. elle n'a donc pas le temps d'arriver dans la circulation sanguine et encore moins dans le cerveau.

Et la PEA n'est pas la seule source pouvant expliquer le plaisir que procure le chocolat. Un candidat encore meilleur est en effet le salsolinol : il favorise l'élévation du taux de PEA au point d'être considéré comme un antidépresseur. En outre, il est capable de se lier aux récepteurs cérébraux de la dopamine et d'activer lui-même le circuit de récompense.

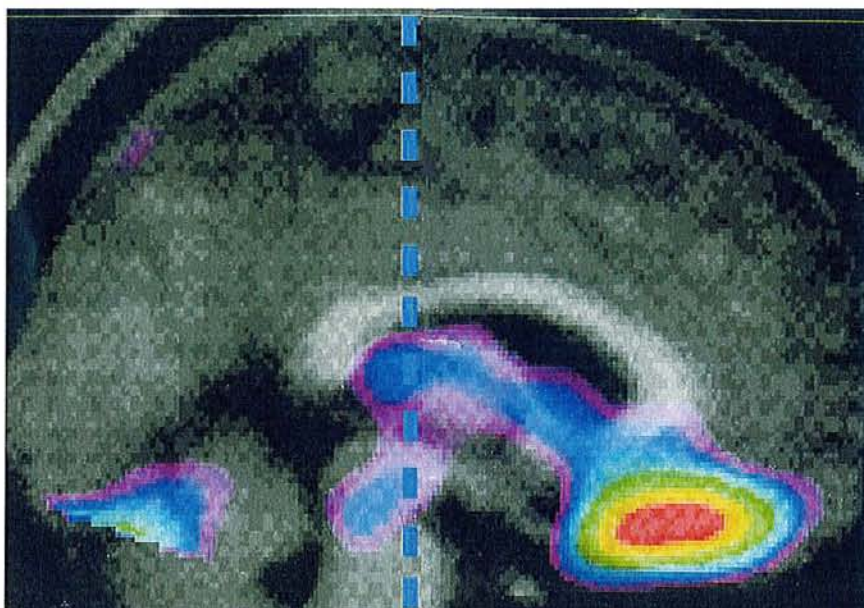


Figure n° 30 : Le chocolat stimule notre cortex orbitofrontal, cette zone du cerveau participant au circuit de récompense.

[8]

Le chocolat contient aussi naturellement de la sérotonine, une amine biogène abaissée au cours des dépressions nerveuses. Il renferme aussi de la caféine et du sucre qui stimulent la sécrétion de ce composé par l'organisme. Le chocolat aurait alors un effet antidépresseur.

Si l'on connaît bien les effets pharmacologiques de ces différentes molécules prises isolément, on sait en revanche peu de choses sur leurs propriétés au sein d'un aliment complexe comme le chocolat. Pourrait-il y avoir potentialisation des effets ? Personne ne peut le dire aujourd'hui.

On peut se demander si les amateurs de chocolat ne seraient pas portés vers cet aliment parce qu'ils constateraient des effets sur leur psychisme. Ce sujet a été beaucoup travaillé : les scientifiques pensaient à un appétit spécifique pour le chocolat.

Mais lorsqu'on donne du chocolat sans les substances citées, ou lorsqu'on donne les substances sous forme de gélule, c'est le chocolat qui conserve les faveurs de l'appétit des sujets. Le goût même du chocolat semble donc prévaloir sur les substances que ce goût annonce. Cet appétit spécifique est une hypothèse de moins en moins retenue par les scientifiques.

On peut alors se demander si les sujets dépressifs trouvent dans le chocolat des substances antidépressives ou si seul le plaisir de la dégustation entraîne la satisfaction de perceptions gustatives et olfactives permettant de réduire les symptômes dépressifs.

Pour sa part, le Dr Didier Chapelot, médecin et chercheur au Laboratoire de physiologie du comportement alimentaire de l'Ecole pratique des hautes études (Bobigny) pense que le chocolat procure des effets bénéfiques sur l'humeur de trois manières, sans doute complémentaires : par les glucides qui améliorent les performances intellectuelles, par les substances psychoactives qui apportent des sensations de bien-être et rétablissent la motivation (perdue dans la dépression) et, surtout, par le plaisir et la satisfaction que son goût puissant et inégalable procure à nos papilles lors de la dégustation.

Quelle qu'en soit la raison, le chocolat est donc bon pour le moral et procure cette euphorie, ce contentement que tous les adeptes de chocolat connaissent bien et recherchent inconsciemment.

C. Chocolat et effets antioxydants [2, 16, 18, 8, 39, 13, 22, 9, 30, 12, 4, 11]

Le grand intérêt du cacao est sa richesse en substances antioxydantes. En effet il contient des flavonoïdes (catéchine et épicatechine), ainsi que des procyanidines et du cuivre dont les effets antioxydants se manifesteraient nettement dans le plasma sanguin.

La consommation de chocolat permettrait une absorption importante de ces substances antioxydantes qui luttent contre les radicaux libres. Le rôle des substances antioxydantes dans la prévention de nombreuses maladies, en particulier cancéreuses et cardio-vasculaires et dans le ralentissement du processus de vieillissement est maintenant mis en évidence.

1. Chocolat et maladies cardio-vasculaires [16, 18, 8, 39, 13, 22, 9, 30, 12, 4, 11, 29]

Rappelons tout d'abord que le beurre de cacao du chocolat a un effet neutre sur le taux de cholestérol. Sans danger, le chocolat serait même bénéfique.

En effet il serait protecteur des maladies cardio-vasculaires grâce aux flavonoïdes qu'il contient. Parmi les aliments riches en flavonoïdes, le chocolat, le thé et le vin seraient intéressants à condition de bien choisir ses crus.

Le chocolat en contient beaucoup : 170 mg en moyenne pour 100 g de chocolat noir, contre 106 mg pour 100 g de pomme ou 22 mg pour 100 g de vin. Comme nous pouvons le constater il en contient sept à huit fois plus que le vin rouge, qui, d'après de nombreux travaux, contribuerait à réduire les risques coronariens lorsqu'il est consommé avec modération.

Les flavonoïdes majoritaires du chocolat sont des catéchines et des épicatechines.

La biodisponibilité des différents flavonoïdes présents dans l'alimentation varie selon le composé et les modes de préparation.

Catéchine et épicatechine du chocolat sont bien absorbées mais leur demi-vie est faible au niveau plasmatique. Elles subissent une rapide conjugaison avant d'être éliminées par voie urinaire.

Une étude récente montre que dès la première heure après la consommation de 40 à 80 g de chocolat noir, le taux plasmatique d'épicatechine s'élève. Le pic survient 2 à 3 heures après et atteint 0.7 $\mu\text{mol/L}$.

La teneur plasmatique est beaucoup plus élevée après une administration prolongée qu'à la suite d'une seule prise – en extrapolant, il faut insister sur la nécessité de poursuivre assez de temps le traitement par les polyphénols et les plantes qui les contiennent.

In vitro, le chocolat réduit la peroxydation lipidique des LDL.

Chez l'animal, les flavonoïdes du chocolat diminuent l'oxydation du plasma sanguin, l'agrégation des plaquettes et donc les risques de thrombose.

Et chez l'homme ? Selon les travaux de chercheurs italiens de l'Institut national de recherche sur les aliments et la nutrition, à Rome, la consommation de 100 g de chocolat noir élève le taux d'épicatéchine de 50 % et la capacité antioxydante totale du plasma sanguin d'environ 20 %. Ce qui n'est pas le cas du chocolat au lait. Certes, cette étude, la première chez l'homme, ne portait que sur douze personnes, mais elle apporte un argument de plus en faveur d'un effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires. Et elle devrait sans doute motiver des études épidémiologiques, encore indispensables pour statuer sur les effets présumés bénéfiques du chocolat.

2. Chocolat et protection contre le cancer [16, 18, 8, 39, 13, 22, 9, 30, 12, 4, 11, 29]

Un autre domaine d'application des propriétés antioxydantes est la réduction des risques pro-oncogènes. A cet effet, le chocolat serait, tout comme le thé, un allié intéressant.

En effet, sa teneur en cuivre est importante, et celui-ci agit comme co-facteur de la SOD.

Une étude menée par les chercheurs de Lincoln (Nebraska) a mesuré la contribution du chocolat dans la couverture des besoins quotidiens en cuivre des Américains.

A partir d'un relevé alimentaire de 48 heures, les apports en cuivre de plus de 8 000 sujets des deux sexes et de tous âges ont été estimés. Ils atteignent en moyenne 1 mg/jour chez l'adulte, soit 30 à 60 % des apports journaliers recommandés.

Le chocolat sous toutes ses formes a été étudié et les chercheurs montrent une corrélation entre la consommation de chocolat et le taux de cuivre observé. Le chocolat fournit une part importante du cuivre au quotidien chez les Américains. La plus forte contribution vient du chocolat noir à croquer qui fournit 22 % des apports journaliers recommandés en cuivre et le chocolat au lait 11 %.

Les procyanidines du chocolat, elles, semblent jouer un rôle sur les cellules immunitaires, notamment en agissant sur la production de TNF alpha (Tumor Necrosis Factor alpha), une cytokine qui stimule la défense anti-infectieuse et empêche la formation de tumeurs.

Cela dit, le cancer a des causes diverses et nombreuses et le chocolat seul ne peut prétendre lutter contre elles.

La consommation de chocolat noir, et surtout très noir, pourrait contribuer à l'allongement de la durée de vie. On estime que le fait d'en consommer plusieurs fois par mois a de réels bénéfices pour la santé.

La réduction de la mortalité serait optimale parmi les personnes qui consomment du chocolat à raison d'une à trois fois par mois. Attention tout de même pour tous ceux qui se laissent aller ! Au rythme de trois fois par semaine ou plus, ses effets bénéfiques s'annulent.

D. Chocolat et autres effets

1. Chocolat et caries [16, 38, 18, 8, 13, 32, 30, 49, 2]

Le sucre provoque des caries. Dans la bouche, il est transformé par la flore bactérienne en acide qui se met à ronger l'émail des dents et le perce. A cet égard la forte teneur du chocolat en sucre lui donne une mauvaise renommée dans le domaine dentaire.

Ceci est surtout vrai s'il est consommé trop abondamment entre les repas. En effet, ce qui est important en cariologie, beaucoup plus que la quantité de sucre ingérée, c'est la façon de le consommer. La consommation idéale serait avant ou pendant les repas, la mastication et le bol alimentaire diluant les particules de sucre adhérentes aux dents. Mais il faut bien reconnaître que ce n'est pas en passant à table que l'on peut avoir envie d'un morceau de chocolat... c'est plutôt dans la journée au moment d'un temps mort.

Cependant le chocolat fond dans la bouche et n'est donc en contact avec les dents que pendant un temps assez court. Le risque est donc nettement inférieur à celui qu'entraîne la consommation de bonbons ou de caramels, que l'on garde en bouche bien plus longtemps.

Le chocolat figure parmi les aliments les moins acidogènes en milieu buccal. Il est donc potentiellement moins dangereux pour les dents.

Il a été prouvé que la poudre de cacao, naturellement non sucrée, était un aliment cariostatique. Elle contient en effet plusieurs substances possédant un pouvoir anti-cariogène :

- les tanins (contenant 6 % de polyhydroxyphénol) inhibent le développement des bactéries donc stoppent le développement de la plaque dentaire. En effet, après expérimentations chez le rat, une équipe de chercheurs de la faculté de dentisterie de l'université d'Osaka au Japon, a mis en évidence que le cacao, sous forme d'extrait, était capable d'inhiber l'action d'enzymes bactériennes, les glycosyltransférases, impliquées dans la métabolisation du sucre en acide. Il inhiberait ainsi la chute du pH salivaire et le développement de la plaque dentaire diminuant ainsi le risque de développer des caries. Cependant, dans cette étude, les scientifiques soulignent que dans le chocolat, cette activité protectrice ne parvient pas à neutraliser totalement la dose de sucre présente
- le fluor renforce la résistance de l'émail
- les phosphates exercent un pouvoir tampon sur les acides formés par la métabolisation des sucres
- la théobromine a un effet cariostatique
- les matières grasses constituent un film protecteur sur l'émail.

Ainsi, dans le chocolat noir, les effets du sucre et ceux du cacao s'annulent mutuellement ; le chocolat noir semble donc avoir un effet neutre sur le développement de caries. Cependant malgré les propriétés anticariogènes de la poudre de cacao, une consommation excessive de chocolat semble tout à fait susceptible de provoquer des caries.

2. Chocolat et acné [49]

Aucune étude n'a pu montrer une quelconque responsabilité du chocolat dans le développement de l'acné.

L'acné n'a pas une cause unique, on connaît l'influence de la conjonction de facteurs favorisants qui aboutissent à cette affection de la peau :

- le sébum, sécrété de façon trop abondante par la peau au niveau des glandes sébacées, sous l'influence des androgènes ;
- la kératine, produite en excès par les cellules qui tapissent le canal situé à la base du poil ; cette hyperkératinisation provoque un bouchon corné qui obstrue l'orifice ;
- le *Propioni bacterium acnes* favorise la formation d'acides gras irritants pour la peau. Il se forme un comédon qui peut s'infecter et se transformer en pustule.

Aucune étude médicale n'indique que le chocolat favorise cette pathologie, ni ne l'aggrave ; les restrictions alimentaires ou l'exclusion de certains aliments n'ont aucune influence (seul le jeûne total réduit la sécrétion de sébum de 30 % environ). Les facteurs psychiques tels que le stress, qui augmente la séborrhée, semblent prépondérants.

Enfin, le chocolat renferme du zinc aux propriétés anti-inflammatoires.

3. Chocolat et allergie [13, 30]

Il faut distinguer l'allergie alimentaire vraie dont l'origine immunitaire est prouvée, de l'intolérance alimentaire dont l'origine est peu connue.

Moins de 2% de la population présente une réelle allergie alimentaire, et les cas d'allergie au chocolat sont rares (le chocolat est responsable de 1,5 % des allergies alimentaires, loin derrière le poisson, les œufs, les cacahuètes, les crustacés, les fraises et de nombreux autres aliments). C'est plus probablement les amandes ou le lait qu'il contient qui en sont la cause.

Par contre, l'intolérance alimentaire au chocolat, caractérisée par des troubles digestifs et des maux de tête, est, elle, plus fréquente. En effet le chocolat est un aliment qui favorise la libération d'histamine et il contient de la tyramine qui est elle-même histaminolibératrice. Or l'histamine peut donner des crises d'asthme, car elle contracte les muscles lisses des parois bronchiques et augmente la sécrétion de mucus. De même, elle peut être à l'origine de maux de tête, d'une urticaire, car elle dilate les vaisseaux, entraînant l'apparition de rougeurs, de démangeaisons et d'œdèmes.

4. **Chocolat et migraine** [10, 8, 13, 32, 30, 21, 48, 2, 36]

La migraine est une affection caractérisée par des crises de maux de tête pulsatifs intenses, souvent accompagnés de nausées et de vomissements, plus rarement de troubles visuels ou de variations de l'humeur. Elle a pour origine une perturbation de la commande neurologique qui se manifeste par une variation du calibre des vaisseaux du cerveau.

Dans le chocolat les principaux agents biochimiques suspectés de provoquer une migraine sont les amines biogènes (la tyramine mais aussi la PEA). Ces deux molécules possèdent une action vasodilatatrice. Dans l'organisme elles sont oxydées en substances inactives grâce à l'action des MAO. Si l'organisme présente un déficit en MAO ou si une personne prend un traitement inhibiteur des MAO, l'accumulation de tyramine et de PEA est susceptible de provoquer une migraine.

La caféine et la théobromine du cacao sont aussi des facteurs favorisant les migraines chez les sujets sensibilisés.

Cependant certaines objections peuvent être avancées. Tout d'abord, la dose : sachant que 100 g de chocolat contiennent moins de 1 mg de PEA, une consommation habituelle (disons 30 g) ramène cette quantité à moins de 0,3 mg. Ceci est insuffisant pour déclencher une migraine, d'autant que la PEA est rapidement détruite dans notre tube digestif avant même qu'elle ne pénètre dans la circulation sanguine.

De même une migraine peut être provoquée par une forte dose de tyramine et le chocolat n'en contient qu'une toute petite quantité (1,2 mg pour 100 g).

D'autres éléments sont également à prendre en considération comme les certitudes individuelles des sujets testés, qui peuvent produire de puissants effets d'autosuggestion. Au sein des quelques travaux où les auteurs concluaient à l'effet promigraineux du chocolat, la subjectivité du sujet n'était pas prise en compte...Ce biais a été très récemment contrôlé. Des chercheurs firent consommer à 65 femmes souffrant de migraine, une fois du chocolat, une autre fois un « placebo » (caroube). Les épisodes douloureux furent équivalents avec le chocolat et avec le placebo.

D'après certaines études, le chocolat est suspecté dans 19 à 26 % des cas de migraine mais le plus souvent d'autres facteurs se surajoutent, en particulier si il est associé à d'autres aliments riches en tyramine (fromage, charcuterie). A ce jour, rien ne permet de dire que le chocolat à lui seul provoque des migraines. C'est une affaire de susceptibilité individuelle.

IV. Chocolatomanie [2, 16, 38, 8, 23, 39, 12, 11, 30, 48, 33, 13, 43, 29]

On ne peut pas parler du chocolat sans aborder le problème de la consommation excessive. Certains en ont fait une véritable drogue qui perturbe leur équilibre physiologique et psychique. Cette consommation excessive est la chocolatomanie.

Il est important de bien comprendre l'immense différence qu'il y a entre l'envie et la dépendance. L'envie est le désir inassouvi de se procurer une substance agréable, qu'il s'agisse de chocolat, de tartines beurrées ou d'une tasse de café. Elle est généralement suscitée par le stress, que la substance désirée dissipe généralement plus efficacement qu'aucun autre moyen, en favorisant l'amélioration des performances, par augmentation de la concentration et réduction de la fatigue.

La dépendance en revanche est définie comme l'usage habituel d'une substance, tel l'alcool ou la drogue, qui, avec le temps, devient de moins en moins efficace pour satisfaire le besoin ressenti et entraîne de désagréables symptômes de manque si l'on tente de s'en passer.

Il est extrêmement rare que le chocolat entre dans cette seconde catégorie.

La question demeure de savoir si le plaisir recherché et obtenu est lié aux propriétés organoleptiques du chocolat (goût, texture, gras-sucré) ou aux composants à effet psychotrope.

Une étude *in vitro*, menée par une équipe de l'Institut de recherche de pharmacologie moléculaire de Berlin, montre que le salsolinol peut se fixer sur les mêmes récepteurs que la cocaïne et activer le système dopaminergique. Ainsi, 100 g de chocolat suffiraient à ce que le salsolinol stimule ces récepteurs.

De plus, non seulement le chocolat contient de l'anandamide, molécule susceptible d'avoir une activité cannabinoïdique, mais il stimule également sa sécrétion.

Les drogues à cannabinoïdes sont connues pour engendrer une certaine euphorie ; si le taux d'anandamide augmente dans le cerveau, il pourrait être possible d'obtenir ce genre de réaction et cela pourrait expliquer les consommations excessives de chocolat. Par ailleurs, l'anandamide pourrait agir en synergie avec d'autres composants pharmacologiques du chocolat (caféine, théobromine). On obtiendrait alors une sensation transitoire de bien-être et des effets relaxants. Le parallélisme d'action entre les cannabinoïdes et l'anandamide expliquerait l'exacerbation sensorielle et l'euphorie induites par une forte consommation de chocolat. Ceci pourrait expliquer une dépendance légère sans sensation de manque lors d'une consommation importante.

Il faut pourtant nuancer ces propos. L'anandamide est présente en très faible quantité dans le chocolat et elle est très faiblement absorbée par voie orale car dégradée en grande quantité par les enzymes digestives. Il faudrait en consommer environ 30 kg pour obtenir l'effet du cannabis !

Enfin, la PEA est directement impliquée dans les mécanismes cérébraux de la dépendance, agissant à la façon de la dopamine sur le noyau accumbens responsable des conduites addictives des drogués.

A la vue de cette liste très impressionnante, une question brûle les lèvres : le chocolat est-il une drogue ? Dure, certainement pas, mais pourquoi pas « douce ». Car le plaisir de consommer du chocolat est indéniable. Certains s'en disent même « accros », mus par des envies compulsives et s'adonnant à une consommation excessive et incontrôlée. Si la dépendance vis-à-vis d'une drogue se définit selon de tels critères, elle se caractérise toutefois aussi par le manque...que le chocolat ne provoque pas.

L'équipe de la clinique toxicologique de l'hôpital Fernand-Widal a relaté aux entretiens de Bichat de 2001 les résultats d'une expérience portant sur vingt-deux sujets consommant de 100 à 500 grammes de chocolat par jour, voire plus, et s'étendant sur plusieurs années. Cette étude donne des éléments intéressants sur le profil psychologique du « chocolatovore ». Son niveau d'activités physique et psychique est élevé, tout comme son degré de vigilance. Il manifeste un « professionnalisme intense », quel que soit le métier exercé et est dépourvu d'anxiété.

Les effets secondaires de la consommation massive de chocolat sont négligeables ; pas d'insomnie ni d'agitation psychomotrice, pas de prise de poids. Enfin, l'état de manque chez le chocolatovore sevré se réduit à une légère anxiété.

Si l'on s'en tient à la définition stricte du mot « dépendance », celle-ci se manifeste par un syndrome de manque psychique, et/ou physique lors du sevrage. Il faut bien dire que ceci n'a donné lieu à aucune observation pertinente en ce qui concerne le chocolat ! Aucune comparaison n'est possible avec des pathologies lourdes comme la toxicomanie à l'héroïne ou à la cocaïne ou l'alcoolisme. Compte tenu de la discrétion des effets toxiques, il est admis qu'il s'agit plutôt d'une chocolatomanie que d'une toxicomanie.

Les résultats scientifiques semblent accréditer la thèse de la « drogue douce ». De fait, le chocolat, en stimulant les activités physiques et intellectuelles tout en fournissant de l'énergie et en générant euphorie et bien-être, cela pratiquement sans effets secondaires et avec une faible dépendance, remplit le « cahier des charges » de la drogue douce quasi parfaite.

Jusqu'à preuve du contraire, le bien-être associé au chocolat pourrait être dû au cocktail de substances psychoactives qu'il contient. Les expériences montrent que ces différentes substances administrées isolément ne satisfont pas le désir compulsif de chocolat.

Il y a donc d'autres explications. Le plaisir pourrait venir des propriétés organoleptiques du chocolat : son goût, sa texture, le mélange de gras et de sucre. Autant de composés qui augmentent, via des mécanismes encore obscurs, la libération d'endorphines, les hormones du bien-être qui ont un effet euphorisant rappelant celui de l'opium et qui diminuent le stress. Si dépendance il y a, elle ne serait donc que psychologique. Tout comme le désir de chocolat qui serait élevé chez les individus dépressifs, sans que ce soit un indicateur de la dépression. En outre, l'idée d'interdit qu'il véhicule peut en stimuler l'envie, comme toutes les autres sucreries à l'égard desquelles on ne cesse de répéter depuis l'enfance qu'il faut se montrer raisonnable.

« Drogue douce » ou non, le débat reste ouvert, mais une chose est certaine, le chocolat provoque un plaisir qui n'a rien de condamnable.

V. Chocolathérapie

A. La chocothalasso [18, 25]

Des instituts de beauté d'Amérique latine ont recouvert les merveilleuses vertus cosmétiques du cacao !

Plonger dans le chocolat pour se remettre en forme, c'est possible ! C'est ce que propose l'institut de beauté d'Elsa Ramirez, La Casa Azul, un spa de Monterrey, la capitale industrielle du Mexique. Il s'agit ni plus ni moins de transformer son corps en un gros bonbon. « *En premier lieu, nous massons nos clients à la pulpe de cacao pour activer la circulation sanguine, puis le corps est enduit d'une épaisse couche de chocolat noir mélangé à de la poudre d'or.* » L'or a le pouvoir de catalyser les principes actifs du chocolat, ce qui permet d'améliorer l'équilibre électrostatique des cellules. Le chocolat est un exfoliant puissant, qui aide à se débarrasser des cellules mortes, les phénols du cacao contribuant à désintoxiquer la peau et les acides aminés exerçant un effet de tenseur immédiat et visible de la peau.



Figure n° 31 : Cataplasme de chocolat

[25]

Les graines de cacao contiennent en effet 800 molécules aux propriétés hydratantes, tonifiantes, régénérantes et revitalisantes. Pour être en forme et toujours belle, ou simplement retrouver de l'énergie, les meilleurs centres de beauté mexicains, brésiliens, vénézuéliens proposent de plus en plus cette nouvelle thérapie.

Bains au cacao et cataplasmes de chocolat : l'Hôtel Hershey, qui a ouvert ses portes en Pennsylvanie (Est des Etats-Unis), propose des cures de rajeunissement insolites et veloutées.

Ainsi, les clients peuvent prendre des bains bouillonnants mélangés avec un huitième de tasse de poudre de cacao non adouci et un tiers de tasse de poudre de lait écrémé instantané.

Dans une autre salle, éclairée de bougies parfumées au chocolat, les pensionnaires sont enveloppés d'une riche boue de chocolat mélangée à de l'essence de cacao...

Le chocolat favoriserait la circulation sanguine, tandis que le beurre de cacao hydraterait les peaux fatiguées. Gourmands s'abstenir.

B. PHYTOCHOC[®] [44]

Le laboratoire NUXE, spécialiste de la cosmétologie naturelle, s'est posé la question de savoir s'il était possible de concentrer l'étonnant potentiel de santé et de vitalité du cacao au bénéfice exclusif de la peau et a mené une investigation. Son hypothèse s'est révélée juste : certains composants du cacao auraient une efficacité spectaculaire contre le vieillissement cutané. Trois ans et trois brevets plus tard, naissait Phytochoc[®], la première ligne de soin anti-âge aux polyactifs de cacao.



Figure n° 32 : Les produits de la gamme Phytochoc® des laboratoire NUXE
[44]

Son efficacité unique résulte de la combinaison de trois puissants actifs anti-âge :

- les polyphénols de cacao : puissance anti-oxydation.

Les polyphénols de cacao sont de véritables « conservateurs naturels » des cellules, ils piègent les radicaux libres, responsables du processus de dégradation.

- les protéines de cacao : hydratation et nutrition de l'épiderme.

Les protéines sont indispensables à la construction des tissus vivants. Celles du cacao agissent comme le fortifiant de la peau, grâce à des agents hautement hydratants et restructurants. Nourri en permanence, l'épiderme conserve son tonus et sa vitalité.

- les insaponifiables de cacao : stimulation de l'activité cellulaire.

Ces actifs précieux contenus dans le beurre de cacao, stérols, squalène et vitamines A et E agissent au cœur de l'épiderme pour le « réveiller », stimuler la production de collagène et d'élastine et favoriser cicatrisation et hydratation. La peau retrouve sa souplesse, son élasticité, sa fermeté.

La synergie exceptionnelle de ces trois actifs utilisés pour la première fois en cosmétologie dynamise la peau. Elle retrouve sa vitalité.

Phytochoc® représente une défense active contre le vieillissement cutané, sur tous les fronts.

CONCLUSION

On ne remerciera jamais assez Hernán Cortés d'avoir reconnu la grande valeur de la fève de cacao et de nous l'avoir fait découvrir. Quelle métamorphose depuis la boisson amère et mousseuse des peuples précolombiens jusqu'à notre « péché mignon » !

Le cacaoyer, *Theobroma cacao* L. est un petit arbre que l'on retrouve uniquement dans une zone appelée « ceinture du cacao ». Il fournit la graine à partir de laquelle sera fabriqué le chocolat distribué dans le monde entier. Pour cela de nombreuses étapes sont nécessaires, notamment la fermentation, la torréfaction et le conchage, toutes très délicates.

Si le chocolat fut primitivement une forme pharmaceutique destinée à la médication essentiellement infantile et, à ce titre, préparé et vendu par les pharmaciens, il devint vite un produit de consommation familiale. Son inscription en 1837 dans la seconde édition du Codex sous forme de diverses préparations témoigne de l'usage médicamenteux qui lui était réservé. Trois éditions plus tard, en 1908, le chocolat disparaît du Codex et perd son statut de médicament.

Aliment d'une grande valeur nutritionnelle, plus sain que bien des sucreries, le chocolat est aussi très intéressant par ses propriétés énergétique, antidépressive et antioxydante. Ses bénéfices dans la dépression étaient déjà bien connus. S'ajoute maintenant un autre atout en sa faveur : son potentiel de protecteur cardio-vasculaire contribue à valoriser encore davantage sa réputation, comme le prouve de nombreuses études réalisées à ce jour. Il provoque très peu de désagréments sauf dans les rares cas où il est consommé en excès ; on parle alors de chocolatomanie.

Le chocolat a un taux de TVA plus élevé que les autres produits alimentaires de consommation courante. S'il est consommé régulièrement par la quasi-totalité des Français, le chocolat est pourtant considéré comme un produit de luxe aux yeux de l'administration française : la plupart des chocolats est injustement surtaxée à 19,6 % contre 5,5 % pour les autres produits alimentaires courants. Cette situation est d'autant plus pénalisante qu'il s'agit d'une exception française, nos amis européens ayant la possibilité d'acheter du chocolat avec un taux de TVA inférieur !

Carrefour aliment-santé ou simple gourmandise à 19,6 % ou 5,5 %, que ceci ne nous empêche pas de visiter régulièrement nos amis chocolatiers français pour notre plus grand plaisir.

GLOSSAIRE

Actinomorphe : se dit d'une fleur dont les pièces florales d'un même cercle (cycle) sont semblables et symétriques par rapport à l'axe du pédoncule. La fleur est régulière.

Alterne : se dit d'organes semblables, insérés séparément à des niveaux successifs et en alternance le long d'un axe

Anthère : partie terminale fertile de l'étamine, généralement portée par un pédicelle, le filet. Le plus souvent renflée, l'anthère comporte deux loges, chacune scindée en deux sacs polliniques dans lesquels s'élaborent les grains de pollen, haploïdes, à partir des cellules mères diploïdes.

Catarrhe : inflammation aiguë ou chronique des muqueuses, avec excès de leurs sécrétions

Conduction : action de transmettre de la chaleur de proche en proche

Convection : action de transmettre de la chaleur par l'intermédiaire d'un fluide

Effet inotrope positif : augmentation de la contractilité de la fibre musculaire cardiaque

Épipétale : se dit des étamines lorsqu'elles sont opposées aux pétales

Épisépale : se dit des étamines lorsqu'elles sont opposées aux sépales

Monadelphie : se dit d'une fleur dont les étamines sont soudées par le filet en un faisceau

Orthotrope : se dit d'un axe dont la croissance est verticale

Pentamère : d'ordre 5 ou 5 pièces par cycle

Plagiotrope : se dit d'un axe dont la croissance est horizontale

Polyols : glucides assimilables ne donnant pas de carie et permettant d'obtenir la masse que n'apporte pas l'édulcorant qui a un effet sucrant en très petite quantité

Quaker : membre d'un groupement religieux protestant fondé en 1652 par réaction contre le conformisme de l'Eglise anglicane

Radiale : se dit d'organes semblables, insérés au même niveau le long d'un axe et diamétralement opposés

Sanatorium : établissement de cure destiné au traitement des différentes formes de tuberculose ou de certaines maladies chroniques

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1 : Quetzalcóatl

Figure n° 2 : Les Aztèques offrant des cadeaux de bienvenue à Christophe Colomb

Figure n° 3 : Moctezuma reçoit Hernán Cortés royalement

Figure n° 4 : Exemples de *molinillo*

Figure n° 5 : Un américain avec sa chocolatière et son gobelet

Figure n° 6 : Affiche publicitaire Menier

Figure n° 7 : Le cacaoyer

Figure n° 8 : Cacaoyer en forêt tropicale

Figure n° 9 : Rameau feuillé et florifère

Figure n° 10 : Fleurs sur le tronc (fleurs caulinaires)

Figure n° 11 : Planche de *Theobroma cacao* L.

Figure n° 12 : Cabosse immature, cabosse mûre, cabosses très mûres, cabosse sèche

Figure n° 13 : Fruits sur le tronc (fruits caulinaires)

Figure n° 14 : Cabosse ouverte transversalement

Figure n° 15 : Graines ou fèves amygdaloïdes

Figure n° 16 : Localisation des plantations de cacaoyer

Figure n° 17 : Ecabossage

Figure n° 18 : Mise en fermentation en petites caisses

Figure n° 19 : Séchage solaire sur claies avec toit mobile

Figure n° 20 : Bloc de beurre de cacao et bloc de tourteau de cacao

Figure n° 21 : Le beurre de cacao

Figure n° 22 : Le conchage

Figure n° 23 : Moulage du chocolat de couverture en grosses tablettes

Figure n° 24 : Formule de la caféine ou méthylthéobromine ou triméthylxanthine

Figure n° 25 : Formule de la théobromine ou diméthylxanthine

Figure n° 26 : Formule de la phényléthylamine

Figure n° 27 : Formule de la catéchine

Figure n° 28 : Formule de la quercétine

Figure n° 29 : Apports nutritionnels d'une barre de chocolat noir et de chocolats de régime

Figure n° 30 : Le chocolat stimule notre cortex orbitofrontal

Figure n° 31 : Cataplasme de chocolat

Figure n° 32 : Les produits de la gamme Phytochoc® des laboratoire NUXE

ANNEXE

Monographie du beurre de cacao [19]

BEURRE DE CACAO

Cacao oleum

Le beurre de cacao est la graisse solide obtenue par pression à partir de graines décortiquées de *Theobroma cacao* L.. Les graines sont grillées ou non au préalable, et traitées ou non par l'hydroxyde de sodium ou d'autres agents alcalins.

CARACTÈRES

Graisse solide, blanc jaunâtre, d'odeur légère et agréable semblable à celle du cacao, de saveur douce et caractéristique, à cassure cireuse, facilement soluble dans l'éther de pétrole, dans l'éther, dans l'éthanol bouillant, peu soluble dans l'alcool.

d_{20}^{40} : voisine de 0,895.

IDENTIFICATION

Effectuez l'identification des huiles grasses par chromatographie sur couche mince (V.3.1.3) modifiée comme suit:

Solution à examiner (a). Dissolvez 100 mg de beurre de cacao dans du chloroforme R et complétez à 4 ml avec le même solvant.

Solution à examiner (b). Dissolvez 20 mg de beurre de cacao dans du chloroforme R et complétez à 4 ml avec le même solvant.

Solution témoin. Dissolvez 20 mg d'huile de maïs R dans du chloroforme R et complétez à 4 ml avec le même solvant.

Déposez séparément sur la plaque 5 µl de la solution à examiner (a), 2 µl de la solution à examiner (b), et 2 µl de la solution témoin. Après développement, séchez la plaque à 110 °C pendant 10 min, laissez refroidir et pulvérisez une solution de rhodamine B R à 0,05 pour cent *m/V* dans le méthanol R. Après quelques minutes, pulvérisez une solution d'hydroxyde de potassium R à 40 pour cent *m/V*. Les taches apparaissent immédiatement ou après quelques minutes, claires sur fond rosé. Laissez sécher la plaque à l'air ou séchez-la à l'aide d'un courant d'air chaud et pulvérisez à nouveau de la solution d'hydroxyde de potassium R à 40 pour cent *m/V*. Le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner (b) présente 3 taches semblables quant à leur position et leurs dimensions à celles du

ENCEINTE PARTIE HAUTE

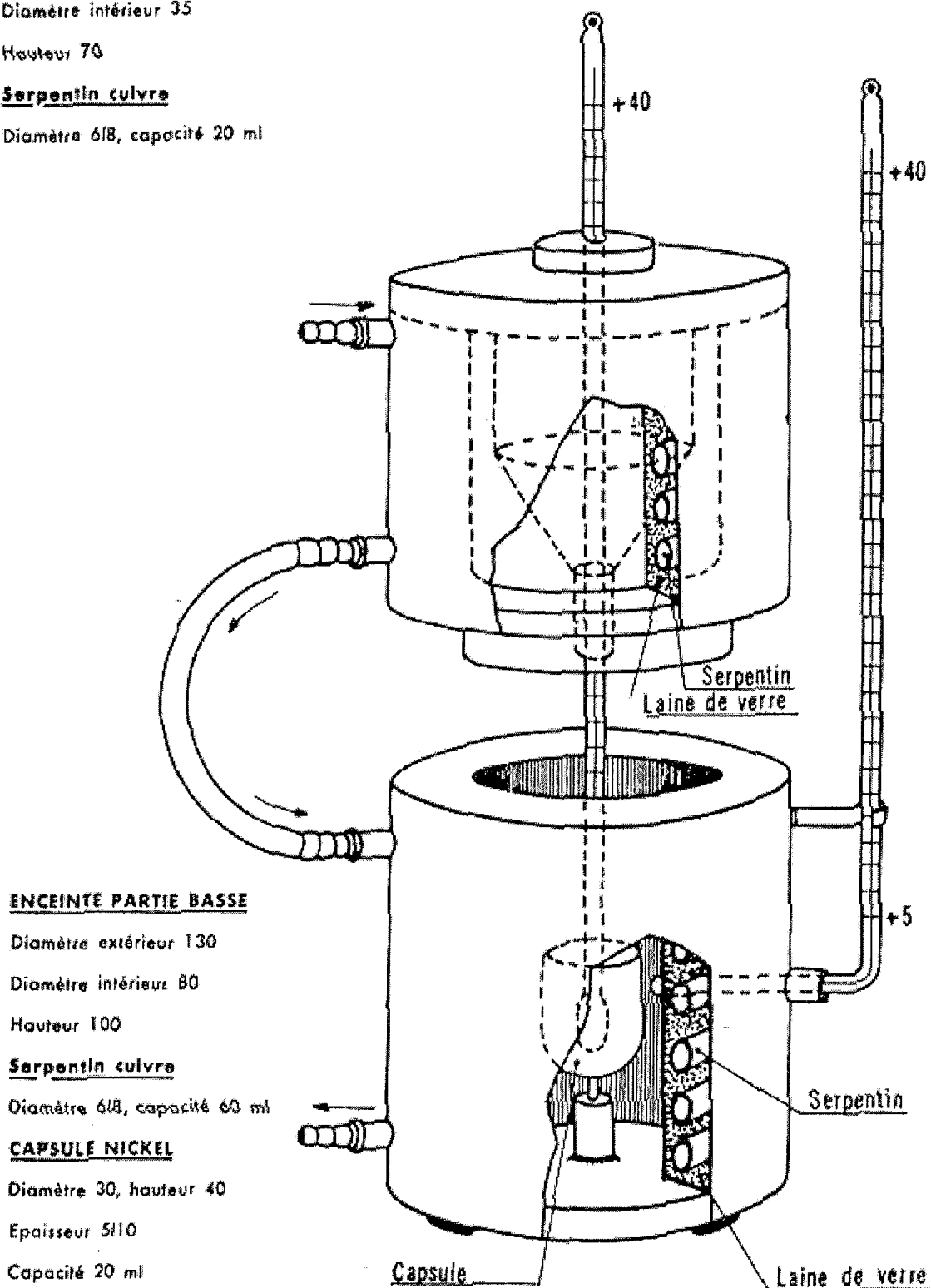
Diamètre extérieur 130

Diamètre intérieur 35

Hauteur 70

Serpentin cuivre

Diamètre 6/8, capacité 20 ml



Appareil pour la détermination de la courbe de solidification du beurre de cacao

chromatogramme n° 3 du schéma III. Les chromatogrammes obtenus avec la solution à examiner (a) et la solution à examiner (b) ne présentent pas de taches entre G et L.

ESSAI

Indice de réfraction (V.6.5): 1,456 à 1,459, déterminé à 40 °C.

Point de fusion (V.6.11.2). Déterminez le point de fusion en tenant compte des précisions suivantes: dans un vase à précipité de faible hauteur, faites fondre à 50-60 °C, 50 g environ de beurre de cacao. Refroidissez au bain-marie à 25 °C jusqu'à obtention d'une consistance pâteuse, en remuant continuellement et en évitant d'introduire des bulles d'air. Introduisez le vase à précipité dans un bain-marie à 32-33 °C et continuez à remuer jusqu'à ce que la masse ait atteint la température du bain-marie. Versez une partie de la substance visqueuse et laiteuse ainsi obtenue dans un appareil métallique, de type moule à suppositoires, à 20-22 °C et laissez reposer pendant 2 h à cette température. Introduisez la substance dans les tubes capillaires selon les indications de la méthode générale et laissez reposer les tubes à une température inférieure à 10 °C pendant 48 h au moins. Le point de fusion du beurre de cacao est de 31 °C à 35 °C.

Détermination de la courbe de solidification. Appareillage. L'appareil se compose principalement d'une enceinte métallique, en deux parties, isolée thermiquement, dans laquelle est placée une petite coupe cylindro-sphérique en nickel destinée à recevoir 20 g de beurre de cacao préalablement fondu. Cette coupe est fixée à une tige support qui la maintient au centre de l'enceinte cylindrique dont l'atmosphère est réglée à une température de $15 \pm 0,1$ °C. Le chemisage de l'enceinte contient deux serpentins tubulaires en cuivre dans lesquels on fait circuler lentement de l'eau provenant d'un thermostat dont la température (13-14 °C) permet d'ajuster exactement celle de l'enceinte à 15 °C. Deux thermomètres donnant le 1/10 de degré sont placés de manière à pouvoir suivre la variation de la température du beurre de cacao à essayer au cours de son refroidissement, et pour vérifier la température de l'enceinte (voir schéma).

Mode opératoire. Prélevez un échantillon moyen de beurre de cacao pesant 50 g environ, placez-le dans une capsule de porcelaine à fond plat et faites-le fondre à une température de 40 °C environ. Ajoutez 1 g de sulfate de sodium anhydre R et dispersez-le dans la masse fondue au moyen d'un agitateur en verre. Laissez quelques heures en contact à 40 °C, puis filtrez à chaud sur coton. Dans une étuve réglée à 40 ± 2 °C, introduisez la coupe de nickel et le beurre de cacao fondu déshydraté et filtré, laissez-les pendant 2 à 3 h après fusion complète. Ce temps écoulé, amenez la

température de l'enceinte calorifugée à $15 \pm 0,1$ °C par circulation d'eau provenant du thermostat ; introduisez rapidement le beurre de cacao fondu dans la coupe de nickel remplie jusqu'à 2 à 3 mm du bord, et placez-la dans l'appareil. Mettez en place le thermomètre de façon que le bulbe soit situé au centre de la masse de beurre de cacao fondu. Suivez la variation de la température et, dès que cette dernière atteint 30 °C, déclenchez un chronomètre et notez la température de 5 en 5 min. Reportez les valeurs sur un papier millimétré : 1 mm sur l'axe des abscisses représente 1 min ; 1 mm sur l'axe des ordonnées représente 0,1 °C. Déduisez de la courbe obtenue la température minimale (début de cristallisation), la température maximale (fin de cristallisation) et l'écart entre ces deux valeurs.

Le beurre de cacao présente les caractéristiques suivantes : température minimale : 18-20 °C ; température maximale : 22-25 °C ; écart : 3 °C à 5 °C.

Absorbance (V.6.19). Dans un vase à précipité, faites fondre, en chauffant doucement, 2,0 g de beurre de cacao et dissolvez dans 2 ml de cyclohexane R. Transvasez la solution dans une ampoule à décantation de 100 ml, rincez le vase à précipité avec 5 ml de cyclohexane R et transvasez dans l'ampoule à décantation. Ajoutez 3 ml de solution d'hydroxyde de sodium R à 16 pour cent *m/V* et mélangez pendant 2 à 3 min en agitant doucement par rotation. Rejetez la phase aqueuse et lavez la phase organique avec 7 fois 3 ml d'eau. Ajoutez à la phase organique 5 ml de cyclohexane R et desséchez sur du sulfate de sodium anhydre R. Filtrez et évaporez à siccité au bain-marie. Dissolvez 0,100 g du résidu dans du cyclohexane R et complétez à 10,0 ml avec le même solvant. L'absorbance de cette solution, au maximum d'absorption voisin de 270 nm, n'est pas supérieure à 0,18.

Indice d'acide (V.3.4.1). Dissolvez 5,0 g de beurre de cacao préalablement fondu dans 25 ml du mélange de solvants prescrit. L'indice d'acide n'est pas supérieur à 3.

Indice d'iode (V.3.4.4) : 33 à 42.

Indice de peroxyde (V.3.4.5) : au maximum 2 (1)

Indice de saponification (V.3.4.6) : 192 à 198.

Insaponifiable (V.3.4.7). Le taux de l'insaponifiable n'est pas supérieur à 0,80 pour cent *m/m*.

(1) Le beurre de cacao étant toujours plus oxydé en surface que dans la masse, il est indispensable de veiller tout particulièrement à ce que l'échantillon soit bien représentatif de la masse totale.

Cire, stéarine, suif. Dans un tube à essai à bouchon rodé, à 17 ± 1 °C, dissolvez 1,0 g de beurre de cacao dans 3 ml d'éther R. Plongez le tube dans un mélange de glace et d'eau. Il n'apparaît ni trouble, ni dépôt de paillettes blanches avant 3 min. Après prise en masse de la solution, portez la température à 15 °C. Il se forme progressivement un liquide limpide.

Impuretés à réaction alcaline. Le beurre de cacao satisfait à l'essai des impuretés à réaction alcaline dans les huiles grasses (V.3.3.3).

Huiles grasses étrangères. Opérez par chromatographie en phase gazeuse (V.3.3.6). La teneur en acide laurique n'est pas supérieure à 0,1 pour cent ; celle en acide myristique n'est pas supérieure à 0,3 pour cent ; celle en acide linoléique n'est pas supérieure à 4,5 pour cent ; celle en acides dont le nombre d'atomes de carbone dans la molécule est supérieur ou égal à 20 n'est pas supérieure à 1,5 pour cent.

Huiles hydrogénées. Opérez par chromatographie sur couche mince (V.6.20.2) en utilisant une plaque préparée comme suit : étalez sur la plaque, un mélange de 30 g de gel de silice G R et de 60 ml d'une solution de nitrate d'argent R à 10 pour cent *m/m*. Laissez sécher la plaque à l'air pendant 15 min. Desséchez ensuite la plaque dans une étuve à 60 °C dont la température est portée progressivement à 115 °C en 45 min. Maintenez la plaque à cette température pendant 90 min. Si la plaque n'est pas immédiatement utilisée, elle doit être conservée à l'abri de la lumière.

Préparation de l'ester méthylique. Introduisez 4,0 g de beurre de cacao dans un ballon à col rodé de 100 ml muni d'un réfrigérant à reflux et d'un dispositif permettant de faire passer un courant de gaz. Ajoutez 40 ml de méthanol anhydre R et 0,5 ml d'une solution d'hydroxyde de potassium R à 6 pour cent *m/V* dans le méthanol R. Fixez le réfrigérant et faites passer un courant d'azote R à un débit d'environ 100 ml par minute. Agitez et chauffez à l'ébullition. Lorsque la solution est devenue limpide, généralement après 10 min, continuez à chauffer pendant encore 5 min. Refroidissez à l'eau courante et transvasez dans une ampoule à décantation de 125 ml. Rincez le ballon avec 20 ml d'heptane R et versez le liquide de rinçage dans l'ampoule à décantation. Ajoutez 40 ml environ d'eau et agitez doucement. S'il se forme une émulsion, ajoutez goutte à goutte de l'heptane R. Laissez les couches se séparer, prélevez la couche aqueuse, agitez une deuxième fois avec 20 ml d'heptane R et laissez décanter. Réunissez les couches organiques. Lavez avec 2 fois 20 ml d'eau, desséchez sur du sulfate de sodium anhydre R, filtrez sur coton dans une fiole conique de 50 ml et évaporez au bain-marie la quasi-totalité du solvant sous un courant d'azote R.

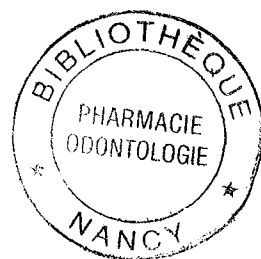
Solution à examiner. Dissolvez 10 mg de l'ester méthylique obtenu à partir du beurre de cacao à examiner dans 0,7 à 0,8 ml de tétrachlorure de carbone R.

Solution témoin. Dissolvez 0,1 g d'élaïdate de méthyle R dans du tétrachlorure de carbone R et complétez à 10 ml avec le même solvant.

Déposez sur la plaque, d'une part, la totalité de la solution à examiner en une bande continue d'une longueur de 15 cm environ et, d'autre part, à 2 cm de l'un des bords latéraux 0,05 ml de la solution témoin. Développez sur un parcours de 16 cm à l'obscurité avec un mélange de 75 volumes de toluène R et de 25 volumes d'éther de pétrole R. Après séchage, pulvérisez une solution de dichlorofluorescéine R à 0,1 pour cent *m/V* dans l'alcool R. Examinez en lumière ultraviolette à 365 nm. Le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner ne présente pas de bande correspondant à la tache du chromatogramme obtenu avec la solution témoin.

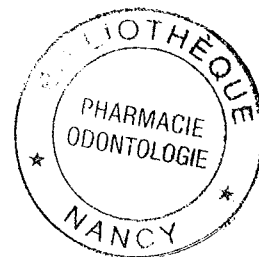
CONSERVATION

En pain bien enveloppé ou en récipient bien fermé, à l'abri de la lumière et à une température inférieure ou égale à 30 °C.



BIBLIOGRAPHIE

1. ACADEMIE NATIONALE DE PHARMACIE
Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques
Paris : Louis Pariente, 1997
2. ALBANEL S.
Cinq questions sur...le chocolat
Bien être et santé, 1999-2000, 167, 10
3. ALLINNE M.
Recherche sur le cacao et chocolat
Th : Ph : Paris : 1937 ; 36 – 114p
4. ARVY MP., GALLOUIN F.
Epices, aromates et condiments
Paris : Belin, 2003.- 412p
5. BARBIER N.
Le chocolat
Paris : Hatier Ed, 2003
6. BERG O.C., SCHMIDT C.F.
Collection de planches médicinales
Leipzig, 1863
7. BERMONT M.C.
Sur la piste du cacao : étude botanique et organique, utilisation thérapeutique
Th : Ph : Nancy : 1988 ; 42 – 98p
8. BEUZARD M.
Le chocolat
Sci. vie, 2003, 1035, 136-151
9. BORYS JM.
Flavonoïdes : plutôt le chocolat que le vin
Quotid. pharm, 2002, 2103, 12
10. BRENCKMANN F.
Graines de vie
Paris : Arthaud, 1997.- 160p
11. BRUNETON J.
Eléments de phytochimie et de pharmacognosie.- 1^e ed
Paris : Lavoisier Tec et Doc, 1987.-585p
12. BRUNETON J.
Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.- 3^e ed
Paris : Lavoisier Tec et Doc, 1999.- 1120p



13. BUXERAUD J.
Le chocolat : aliment ou médicament ?
Actual. Pharm., 1999, 381, 20-22
14. CASTA-VERCHERE E.
Produits de fêtes
Le Point, 2004, 1682, 100-101
15. CHAMBRE SYNDICALE NATIONALE DES CHOCOLATIERS
Impressions chocolat, 2002, 4. 4p
16. Le chocolat en question aux entretiens de Bichat 2001
Décision santé, 2001, 178, 8-10
17. Chocolat et confiserie magazine, mai-juin 2002, 386.- 78p
18. Chocolat et magnésium
Laboratoires Mayoly Spindler : s.d.- 57p
19. COMMISSION NATIONALE DE PHARMACOPÉE
Pharmacopée française X^{ème} édition
Paris : Adrapharm, 1982
20. CONSTANT C.
Du chocolat ; discours curieux
Paris : Ramsay, 1999. 127p
21. DELATTRE A.S.
Le chocolat - 69p
Th : Ph : Angers : 1995 ; 121
22. DELAVEAU P.
Cacao et flavonoïdes
Actual. Pharm., 2001, 396, p47
23. DORVAULT F.
L'officine.- 22^e ed
Paris : Vigot, 1987, 1827p
24. ENTRETIENS DE BICHAT (2001 ; Paris)
Qu'en est-il exactement du Chocolat
Décision santé, 2001, 178, Suppl. 65, 8-10
25. GOUY P.
La chocothalasso
Le point, 2004, 1633, 53
26. GUIGNARD J.L.
Abrégés de botanique- 10^e ed
Paris : Masson, 1996, 278p

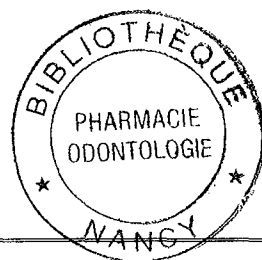
27. HARWICH N.
Histoire du chocolat
Paris : Desjonqueres, 1992.-291p
28. HODGES A.
Le livre du chocolat
M. A. éditions, Paris, 1989, 80p
29. HULIN S.
Le chocolat : un aliment, une drogue ?- 69p
Th : Ph : Angers : 2001 ; 128
30. JANNEL-LOUDOT M., MISLER L.
Cacao et santé : quels sont les effets de la consommation du cacao sur la santé ?-48
Mém. Nutrition : Nancy 1 : 1997
31. KHODOROWSKY K., ROBERT H.
L'ABCD AIRE du chocolat
Flammarion, Paris, 1997, 119p
32. LAMENDIN H.
Chocolat et santé bucco-dentaire, notamment...
Chir. Dent. Fr., 2005, 1193, 64-68
33. LEMOINE P
Cacao(no)manie !
I. Dallard et al. L'Encéphale 2001 ; 27 : 177-183
34. LERNO J.F.
Le chocolat : des vertus thérapeutiques à la « chocolatomanie » - 136p
Th : Ph : Poitiers : 1992 ; 11
35. McFADDEN C., FRANCE C.
Le grand livre du chocolat
Genève : Minerva, 1999.- 253p
36. MARCUS D.A.
A double-blind provocative study of chocolate as a trigger of headache
Cephalalgia, 1997, 17 (8).855-862
37. NEHLIG A.
Coffee, tea, chocolate, and the brain
Boca Raton (London ; New York) CRC Press 2004, 237p
38. NICOLET C.
Le chocolat, une gourmandise qui allie plaisir et réconfort
L'officiel, 1999, 64, 31

39. PARIS R.R., MOYSE H.
Précis de matière médicale.- 2^e ed
Paris : Masson, 1981.- tome 2.- 518p
40. PATERNOTTE S.
Histoire du chocolat à travers quelques livres anciens
Th : Ph : Nancy 1 : 2001 ; 35. 93p
41. PATERNOTTE S., LABRUDE P.
En marge de l'exposition de l'ordre : le chocolat à la pharmacopée et dans l'Officine de Dorvault
Actual. Pharm., 2002, 406, 15-16
42. PELT JM.
Drogues et plantes magiques
Paris : Fayard, 1983.- 336p
43. PERRIER-ROBERT A.
Le chocolat : les carnets gourmands
Paris : Du Chêne, 2002.- 126p
44. Phytochoc : toute la force du chocolat pour la jeunesse de votre peau
Laboratoire Nuxe Paris ; s.d.- 7p
45. PLANELL E., RIVERO M., MATAIX J., LLOPIS J.
Ability of cocoa product to correct chronic Mg deficiency in rats
Int J Vitam Nutr Res. 1999 ; 69 (1) : 52-60
46. PONTILLON J.
Cacao et chocolat : production, utilisation, caractéristiques
Paris : Lavoisier Tec et Doc, 1998.-656p.- (collection sciences et techniques agroalimentaires)
47. La revue du chocolat
Paris : Event International, 2002, 3
48. RICHARD D., SENON JL.
Dictionnaire des drogues, des toxicomanies et des dépendances
Paris : Larousse, 1999.- 433p
49. ROBERT H.
Les vertus thérapeutiques du chocolat
Paris : Artulen, 1990.- 231p
50. SAURON C., et al
Le cacao est-il un psychotrope ?
Rev. Méd. Interne, 1998, 19, Suppl. 3, 353-354
51. Secrets et vertus des plantes médicinales.- 2^e ed
Paris : Sélection du reader's digest, 1977.- 463p

52. STEINBERG F., BEARDEN M., KEEN C.
Cocoa and chocolate flavonoids : implications for cardiovascular health
J. Am. Diet. Assoc., 2003, 103 (2), 215-223
53. WEIL A., ROSEN W.
Du chocolat à la morphine.- 2^e ed
Paris : Du Lezard, 1995.- 273p



DEMANDE D'IMPRIMATUR


**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR
EN PHARMACIE**

 Présenté par **Stéphanie DAVERIO**
Sujet :
Le chocolat dans tous ses états.
Jury :
Président :

Mlle Françoise HINZELIN, Maître de Conférence

Juges :

Mme Blandine MOREAU, Assistant

Mr Michel ARMANT, Artisan chocolatier

Vu,

Nancy, le 11 mars 2005

Le Président du Jury

Le Directeur de Thèse

Mlle Françoise HINZELIN
Maître de Conférence

Mme Blandine MOREAU
Assistant

N° 2152

Vu et approuvé,

Nancy, le 16 mars 2005

 Le Doyen de la Faculté de Pharmacie
de l'Université Henri Poincaré – Nancy I,

Chantal FINANCE

Vu,

Nancy, le 22 mars 2005

 Le Président de l'Université Henri Poincaré -
Nancy I

Jean-Pierre FINANCE

TITRE**LE CHOCOLAT DANS TOUS SES ETATS**

Thèse soutenue le 13 Avril 2005

Par Stéphanie DAVERIO

RESUME

De l'an 600 avant J.C. à l'an 2005, le chocolat n'a jamais cessé de nous séduire. Découvert par le peuple Maya, il traversa les siècles et les océans pour arriver jusqu'à nous. Déjà à cette époque il n'était pas seulement un aliment, un médicament ou une confiserie, mais les trois à la fois. C'est à partir du cacaoyer, arbre appartenant à la famille des Sterculiaceae qu'est extraite la matière première du chocolat. Cet arbre produit des fruits appelés cabosses. Celles-ci renferment les graines à partir desquelles sera fabriqué le cacao. Cette transformation nécessite de nombreuses étapes ayant chacune leur importance dans le développement de l'arôme du chocolat. De par sa composition de base et tous les ingrédients qui lui sont associés, le chocolat a et a eu de multiples utilisations et beaucoup de vertus diverses, certaines vraies qui s'expliquent avec nos connaissances actuelles, et d'autres totalement illusoires.

MOTS CLES : cacao

Directeur de thèse	Intitulé du Laboratoire	Nature	
Mme Blandine MOREAU	Pharmacognosie phytothérapie	Expérimentale	<input type="checkbox"/>
		Bibliographique	<input checked="" type="checkbox"/>
		Thème	4

Thèmes

1 – Sciences fondamentales

2 – Hygiène / Environnement

3 – Médicament

4 – Alimentation - Nutrition

5 – Biologie

6 – Pratique professionnelle