

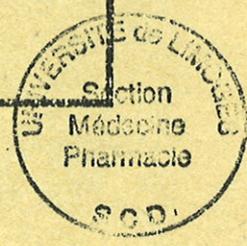
UNIVERSITE DE LIMOGES
Faculté de Pharmacie

ANNEE 1996



THESE N° 217/1

LE CHOCOLAT :
FABRICATION, REGLEMENTATION
ET VALEUR ALIMENTAIRE



THESE

POUR LE

DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement le 20 Mai 1996

par
Marie-Laure GILLET
née le 06 janvier 1970 à Limoges (87)

EXAMINATEURS DE LA THESE

Monsieur le Professeur HABRIOUX G.
Monsieur COGNARD P.
Madame DESMAISON A.-M.

PRESIDENT
JUGE
JUGE

UNIVERSITE DE LIMOGES FACULTE DE PHARMACIE

<u>DOYEN DE LA FACULTE :</u>	Monsieur le Professeur RABY Claude
<u>ASSESEURS :</u>	Monsieur le Professeur GHESTEM Axel Monsieur DREYFUSS Gilles - Maître de Conférences
<u>PROFESSEURS :</u>	
BENEYTOU Jean-Louis	BIOCHIMIE
BERNARD Michel	PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE
BOSGIRAUD Claudine	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE PARASITOLOGIE
BROSSARD Claude	PHARMACOTECHNIE
BUXERAUD Jacques	CHIMIE ORGANIQUE CHIMIE THERAPEUTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
CHULIA Albert	PHARMACOGNOSIE
CHULIA Dominique	PHARMACOTECHNIE
DELAGE Christiane	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
GHESTEM Axel	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
HABRIOUX Gérard	BIOCHIMIE FONDAMENTALE
LACHATRE Gérard	TOXICOLOGIE
MOESCH Christian	HYGIENE
LOUDART Nicole	PHARMACODYNAMIE
RABY Claude	PHARMACIE CHIMIQUE ET CHIMIE ORGANIQUE

SECRETARE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

REMERCIEMENTS

Au Président de thèse,
Mr. Habrioux, Professeur de Biochimie.

Je lui suis très reconnaissante de l'honneur, qu'il me fait en acceptant d'être le président du jury.

A la directrice de thèse,
Mme Desmaison, maître de conférence
qui s'est associée à mon travail avec beaucoup de patience, pour ses conseils et le temps précieux qu'elle m'a consacré.
Qu'elle veuille bien trouver ici le témoignage de ma gratitude.

Au membre du jury,
Mr. Cognard
Je le remercie d'avoir accepté d'être membre du jury de ma thèse et de l'intérêt particulier qu'il m'a manifesté pour ce travail.
Qu'il soit assuré de ma profonde reconnaissance pour ses conseils, sa compétence, sa disponibilité, son soutien et sa sympathie.

A Mr. Buisnière, chocolatier-confiseur à Limoges
que je remercie vivement pour sa collaboration et ses conseils.

PLAN

	Page
Introduction	8
Premier chapitre : Historique	9
I l'Amérique précolombienne	10
II L'époque des Conquistadores	11
III La vogue du cacao en Espagne et son introduction dans le reste de l'Europe	12
IV Le cacao en France	12
V Naissance et développement de l'industrie du chocolat	13
Deuxième chapitre : Botanique	14
I Etude de la plante	16
A. L'arbre	16
B. La feuille	16
C. La fleur	17
D. Le fruit	17
E. Structure anatomique et composition chimique de la graine	24
II Classification des cacaoyers cultivés	25
A. Les Criollo	25
B. Les Forastero	25
C. Les Trinitario	25
III Culture du cacaoyer	28
A. Les modes de reproduction	28
B. Les conditions de culture	28
C. Les parasites et maladies du cacaoyer	28
Troisième chapitre : De la récolte des cabosses à la vente des fèves de cacao	30
I Les transformations à la plantation	32
A. La récolte et l'écabossage	32
B. La fermentation	32
1. Les méthodes de fermentation	33
2. La fermentation de la pulpe	33
3. La fermentation de la graine	33
C. Le séchage	34
II Le stockage	35

III	Le marché du cacao	35
	A. Les pays producteurs	35
	B. Les pays acheteurs	36
	C. Le commerce des fèves	36
Quatrième chapitre : La fabrication du chocolat		38
I	Le traitement des fèves	39
	A. Le stockage	39
	B. Le nettoyage et le tri	39
	C. La torréfaction	39
	1. La technique	39
	2. Les actions	40
	D. Le concassage et le décorticage	42
	E. L'alcalinisation	42
	F. Le mélange des cacaos	43
	G. La mouture	43
II	Le beurre de cacao et la poudre de cacao	45
	A. le beurre de cacao	45
	B. La poudre de cacao	45
III	Le chocolat	47
	A. Le malaxage	47
	B. Le raffinage	47
	C. L'étuvage	47
	D. Le conchage	47
	1. Les effets mécaniques	48
	2. Les effets physiques	48
	3. Les effets chimiques	48
	E. Le tempérage	48
	F. Le moulage et le tapotage	49
	G. La conservation du chocolat	49
IV	Le marché du chocolat	50
Cinquième chapitre : Législation		51
I	Quelques dénominations et descriptions	52
II	Traitements, composants et produits d'addition	55
	A. Traitements	55
	B. Composants et produits d'addition	55
III	Etiquetage	56

Sixième chapitre : Composition chimique et valeur nutritionnelle du chocolat	57
I Les protides	59
A. Aspect quantitatif	59
B. Aspect qualitatif	59
C. Valeur nutritionnelle de ces protides	61
II Les glucides	61
III Les lipides	61
IV Les fibres	64
V Les sels minéraux	66
A. Le potassium	66
B. Le magnésium	66
C. Le phosphore	66
D. Le calcium	67
E. Le sodium	67
F. Le fer	67
VI Les vitamines	67
A. la vitamine A	67
B. La vitamine B ₁	68
C. La vitamine B ₂	68
D. La vitamine B ₅	68
E. La vitamine B ₆	68
F. La vitamine E	68
G. La vitamine PP ou amide nicotinique	69
H. Les folates	69
VII Les méthylxanthines	71
A. La structure chimique	71
B. Le mécanisme d'action	71
1. Inhibition de la phosphodiesterase	71
2. Action sur les récepteurs purinergiques	74
a. L'adénosine	74
α. Les récepteurs	74
β. La fonction des récepteurs purinergiques	77
γ. Le rôle physiologique de l'adénosine	77
b. Les antagonistes de l'adénosine	79
C. Les propriétés physiologiques des méthylxanthines	79
1. Système nerveux central	79
2. Système cardiovasculaire	79
3. Sphère pulmonaire	80
4. Niveau rénal	80

5. Tractus digestif	80
6. Effets métaboliques	80
D. Intensité des effets pharmacologiques des méthylxanthines contenues dans le chocolat	82
VIII Les amines	84
A. L'histamine	84
B. Les autres amines	84
1. Leur métabolisme	84
2. Leur cacabolisme	85
C. Conséquences d'un traitement par IMAO	88
IX Les propriétés nutritionnelles du chocolat	88
Septième chapitre : Les méfaits supposés du chocolat	89
I Le chocolat et l'acné	90
II Le chocolat et les troubles digestifs	91
A. Action sur le sphincter inférieur de l'oesophage	91
B. La digestibilité du chocolat	92
C. Le chocolat et le foie	92
D. Le chocolat et la constipation	93
III Le chocolat et le diabète insulino-dépendant	93
IV Le chocolat et les calculs rénaux	94
V Le chocolat et l'allergie	96
VI Le chocolat et la migraine	99
Huitième chapitre : Les bienfaits attribués au chocolat	103
I Le chocolat et la carie dentaire	104
A. Le mécanisme de la carie dentaire	104
1. Les bactéries	104
2. La nature des aliments	104
3. L'individu	105
4. Le temps	105
B. Les mécanismes de l'effet cariostatique	105
1. Action sur la plaque dentaire	105
2. Action sur l'acidité et sur la solubilité de l'émail en milieu acide	106
II Le chocolat et le cholestérol	107

III	Le chocolat, stimulant du système nerveux central	110
	A. Les méthylxanthines	110
	B. La phényléthylamine	111
IV	Le chocolat et les états dépressifs	112
	A. Les bases pharmacologiques	113
	1. La phényléthylamine	113
	2. La sérotonine	113
	B. La gratification psychologique	115
	1. La valeur affective du chocolat	115
	2. La valeur symbolique du chocolat	115
	3. La valeur hédonique du chocolat	116
V	Le chocolat aphrodisiaque	116
Neuvième chapitre : Le chocolat et les troubles du comportement alimentaire		118
I	La compulsion alimentaire pour le chocolat	119
II	La chocolatomanie	122
Conclusion		124
Bibliographie		125
Table des matières		138
Liste des tableaux et des figures		143
Annexes		147
Page blanche		156

INTRODUCTION

L'inclinaison naturelle à la gourmandise n'est sans doute pas étrangère au choix d'un tel sujet. Mais le chocolat est un aliment particulier, qui a toujours suscité intérêt et passion. C'est pourquoi il est abordé d'un point de vue historique et botanique. Les aspects de fabrication et de consommation sont également développés. Les effets cliniques imputés au chocolat, tantôt décrié au nom de faux a priori et d'idées reçues tantôt doté des vertus les plus salutaires sont largement étudiés au regard de sa composition chimique. Ainsi la place du chocolat dans notre alimentation et son importance pour notre santé sont mieux connues.

PREMIER CHAPITRE
HISTORIQUE

I L'AMÉRIQUE PRECOLOMBIENNE

Les origines du cacao, empreintes de légende, demeurent obscures. Toutefois c'est aux environs de l'an 600 que l'on fait remonter la culture du cacaoyer. Les Mayas de la presqu'île du Yucatán, l'un des états du Mexique, en seraient les découvreurs et le premier peuple à avoir cultivé rationnellement le cacaoyer [101]. Mais les documents les concernant furent détruits si bien que notre connaissance de cette civilisation est limitée [104].

Par contre, on connaît mieux l'histoire des Aztèques et avec eux, le cacaoyer entre presque dans l'histoire. En effet, dans la mythologie aztèque, le cacaoyer constituait le plus bel ornement du paradis mexicain. Dans cet éden, vivait Quetzalcoatl, le dieu civilisateur et prêtre roi du paradis des premiers hommes. Souverain des Toltèques, il régnait sur la cité de Tula, où l'on ne trouvait qu'abondance, luxe et beauté. Le cacaoyer était ainsi considéré comme un don divin. Mais cette période prit fin lorsque des sorciers étrangers, par leur sombre magie entraînèrent le départ de Quetzalcoatl du Paradis [109]. Il prit la route de l'exil, en s'embarquant sur un radeau fait de serpents entrelacés et disparut à jamais en direction de l'est. Mais lors de son départ, il prédit son retour marqué par de douloureuses épreuves. Les années s'écoulèrent mais les peuples du Mexique n'oublièrent pas les bienfaits du jardinier divin qui leur avait fait don de l'incalculable cacaoyer. Ils lui vouèrent un culte sous le nom de « Serpent à Plumes » [101].

Au début du XVI^{ème} siècle, les Aztèques étaient gouvernés par l'empereur Moctezuma II qui avait une passion profonde pour le cacao. A cette époque, la façon d'accommoder le cacao était très sommaire : les fèves étaient d'abord grillées dans une poêle percée, puis après les avoir décortiquées, on les broyait sur des pierres préalablement chauffées. On obtenait ainsi une pâte grossière à laquelle on ajoutait du poivre, du rocou et parfois des aromates. On mettait ensuite ce mélange dans de l'eau chaude et on le remuait à l'aide d'un instrument appelé « moulinet » jusqu'à ce que les matières grasses flottent à la surface.

La boisson appelé « tchocoatl », qui signifie étymologiquement « tchoco » : bruit et « atl » : eau en référence au bruit du breuvage au moment de l'ébullition ou à celui du moulinet pendant le mélange. Le chocolat était consommé pur ou mélangé à du miel. Par contre, le peuple se contentait d'aromatiser une bouillie de maïs avec un peu de cacao [101].

Parallèlement à cet usage alimentaire, les fèves furent utilisées comme monnaie d'échange dans l'empire aztèque en raison de leur longue conservation après séchage [92].

II L'EPOQUE DES CONQUISTADORES

Christophe Colomb fut le premier européen à avoir vu et touché les fèves de cacao. En effet, parti en 1492 d'un port d'Andalousie, il traversa des mers inconnues et désertes pour parvenir dans l'une des îles Bahamas. Là un bateau indigène vint à sa rencontre. Le chef lui offrit quelques présents et des fèves qui leur servaient de monnaie et avec lesquelles ils préparaient une boisson délicieuse. Mais il n'accorda aucun intérêt à ces fèves [92].

En 1519, dans l'empire aztèque, des présages annonçaient de graves événements. Ainsi un séisme secoua la terre et les eaux des lacs de Mexico submergèrent les rues de la ville.

Tous ces accidents naturels indiquaient aux yeux du peuple de l'empereur Moctezuma II le retour imminent de Quetzalcoatl. Les mages attendaient sa venue pour le 21 avril 1519.

Ce jour là, Hernando Cortès débarqua sur la côte mexicaine. Les émissaires qui surveillaient la côte rapportèrent à l'empereur qu'un homme barbu et vêtu de noir venait de débarquer. Il arrivait de l'est, par la mer où Quetzalcoatl avait disparu, sa peau était également blanche et il brandissait la croix, symbole des quatre directions que Quetzalcoatl affectionnait.

L'empereur fut alors convaincu du retour du « Serpent à Plumes » [109].

Il tenta en vain de sauver son trône et de protéger son peuple des affrontements armés avec les Espagnols.

En 1521, l'empereur vaincu militairement fut contraint de céder son trône à celui qu'il croyait être le « Serpent à Plumes » [91].

Mais c'est avant tout l'or qui intéressait les Espagnols.

D'ailleurs, la boisson Tchocoatl ne suscitait guère d'engouement de leur part, en raison de son amertume.

Seulement une fois les réserves de vin épuisées, ils se résignèrent à utiliser le cacao mais le mélangèrent à du suc d'agave.

La recette fut ensuite améliorée par l'ajout de sucre, de musc, de vanille et d'eau de fleur d'oranger [97].

L'utilisation de cette boisson se développa considérablement parmi les femmes espagnoles vivant au Mexique. Les indigènes, eux aussi apprécièrent très rapidement le cacao sucré. Ils en consommaient régulièrement pour soutenir leurs efforts physiques car pensaient-ils « on peut voyager toute une journée sans fatigue et sans avoir besoin d'autre nourriture quand on en a bu » [101].

Dès 1524, Cortès expédia à Charles Quint une cargaison de fèves, mais celui-ci n'y prêta guère attention. En effet, les conquistadores prirent soin de garder secrète la préparation du chocolat.

En 1528, lors de son retour en Espagne, Cortès dévoila la formule de sa préparation [91].

III LA VOGUE DU CACAO EN ESPAGNE ET SON INTRODUCTION DANS LE RESTE DE L'EUROPE

L'empereur et la cour firent leurs délices de cette boisson et le monopole d'importation fut réservé aux Espagnols. [91]

Outre la cour, le cacao gagna vite des adeptes notamment auprès du clergé. D'ailleurs, les moines furent les premiers spécialistes en chocolaterie en raison de leur goût délicat et de leur habileté culinaire. Les médecins, eux, essayèrent ce nouveau remède sur leurs patients.

Cependant la première chocolaterie en Espagne ne fut créée qu'en 1580, date à laquelle les cargaisons de fèves de cacao commençaient à arriver régulièrement.

L'extension du cacao au reste de l'Europe se fit progressivement au gré des voyages et des intérêts marchands. [101]

IV LE CACAO EN FRANCE

Le chocolat entra en France par la grande porte en 1615 lors du mariage de Louis XIII et d'Anne d'Autriche, fille de Philippe II d'Espagne et grande consommatrice de chocolat.

Cette reine se fit ambassadrice du chocolat auprès de la cour. Sa consommation entra ainsi peu à peu dans les mœurs de la noblesse française fortunée car il s'agissait encore d'une denrée fort chère essentiellement importée d'Espagne. [92]

La consommation de chocolat se développant progressivement, Louis XIV accorda le 28 Mai 1659 par une lettre patente et pour 29 ans à David Chaillou, officier de la Reine, le privilège exclusif de vendre et de débiter le chocolat.

En 1660, Louis XIV épouse Marie-Thérèse d'Autriche, fille de Philippe IV d'Espagne. Cette reine avait une véritable passion pour le chocolat.

Louis XIV, d'abord peu friand de chocolat, commençait à y prendre goût et en faisait servir aux réceptions à Versailles. [101]

Au début du XVIII^{ème} siècle, son usage se répandit aux nobles et aux bourgeois. Philippe d'Orléans, régent du royaume pendant la minorité de Louis XV, l'appréciait beaucoup et les courtisans se pressaient pour être admis « au chocolat de Son Altesse Royale ».

Sous le règne de Louis XV, il était à la mode pour les seigneurs de porter sur soi une bonbonnière remplie de pastilles à base de cacao et de sucre.

Marie-Antoinette, épouse de Louis XVI qui appréciait énormément le chocolat à l'instar des autres reines créa la fonction de « Chocolatier de la Reine ». [92]

V NAISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DU CHOCOLAT

Le monopole de David Chaillou ayant pris fin en 1693, le chocolat fut alors fabriqué par des apothicaires, des marchands d'épices et des droguistes. Ils inventèrent divers chocolats médicaux et vantèrent leurs produits par voie d'affichage ou de publicité dans les journaux. Ils améliorèrent régulièrement les processus de fabrication. [91]

En 1770, la première chocolaterie industrielle fut créée par Pelletier. Puis la révolution survint, ce qui freina considérablement la consommation de chocolat. Sous Napoléon I, ensuite, le blocus continental fut impitoyable pour l'acheminement des fèves de cacao. [104]

Après la fin de l'empire, l'industrie et le commerce reprirent et les techniques industrielles se perfectionnèrent rapidement ce qui permit d'améliorer la qualité et la production du chocolat.

Ainsi en 1824, Antoine Brutus Menier fonda la première chocolaterie mondiale à Noisiel sur Marne. [104]

En 1828, Van Houten déposa un brevet pour le premier cacao en poudre : il avait inventé une presse pour extraire le beurre de cacao et obtenir une poudre sèche. [101]

C'est en 1847, qu'est pris le brevet de fabrication du chocolat obtenu par le mélange de pâte de cacao, de beurre de cacao et de sucre.

Les Suisses, dans les années 1870, mirent au point la technique de fabrication du chocolat au lait.

C'est ainsi que l'industrie chocolatière commença son essor, soutenu ensuite par d'incessants progrès techniques. [104]

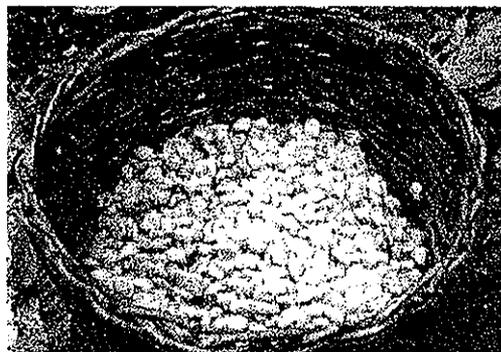
DEUXIEME CHAPITRE
BOTANIQUE



Le cacaoyer



Les cabosses



Les fèves de cacao

Figure n°1 : le cacaoyer, les cabosses et les fèves de cacao [111]

I ETUDE DE LA PLANTE

Parmi les nombreuses espèces de cacaoyers existantes, la classification suivante a été retenue :

- famille des Sterculiacées
- genre Theobroma

Le genre Theobroma comprend lui même beaucoup d'espèces. Mais la seule espèce cultivée commercialement pour la production de graines destinées à la préparation du chocolat ou à l'extraction du beurre de cacao est l'espèce Theobroma cacao L. [104] [99]

A - L'ARBRE

Le cacaoyer est un arbre qui pousse à l'état sauvage dans les forêts d'Amérique centrale tropicale et les forêts équatoriales de l'Amérique du Sud où il atteint une hauteur de 10 à 12 mètres et parfois davantage. [43]

Par contre, en culture, sa taille est relativement petite : 5 à 7 mètres. [110]

Sa longévité est de 25 à 30 ans en plantation mais jusqu'à 40 ans et même plus dans un environnement plus favorable. [83]

Le tronc peut atteindre, à l'âge adulte, 30 cm maximum de diamètre. L'écorce d'abord mince, brune à reflets argentés s'épaissit en vieillissant. Le bois est léger, de couleur rosée. [81]

Les racines sont caractérisées par deux réseaux :

- un pivot vertical qui peut atteindre 2 mètre de profondeur
- des racines latérales partant de toute la longueur du pivot et formant un réseau abondant dans la couche humifère superficielle. [104]

B - LA FEUILLE

Le système foliaire du cacaoyer est très développé.

Il porte toujours des feuilles mais elles sont d'âges différents. Les poussées foliaires se produisent 4 à 5 fois par an, chaque feuille vit environ 1 an. [110]

Il présente des feuilles à limbe entier, simples, oblongues, pointues de 20 à 50 cm de long et 7 à 12 cm de large. [100]

Une double articulation du pétiole, formant deux renflements, leur permet de présenter toujours, quelle que soit la direction des rayons solaires, leur face perpendiculairement à eux.

Leur taille varie suivant l'intensité lumineuse. Ensoleillées, leur pétiole est long, elles sont plus petites et plus épaisses que les autres, et elles tombent plus vite. Ombragées, leur pétiole est plus court, leur limbe plus développé, leur vie plus longue.

Elles portent toutes des stomates très petits mais uniquement sur leur face inférieure, leur épiderme supérieur étant fortement cutinisé. [81]

Leur couleur évolue avec l'âge. Jeunes, elles sont vert pâle plus ou moins rosé, ou violet plus ou moins foncé, elles sont alors molles et pendantes. Au cours de leur maturation, elles perdent leur pigmentation, deviennent vert foncé et rigides avec un port subhorizontal. Au bout de 5 mois environ, la feuille entre dans la phase de sénescence : avant de tomber, elles deviennent cassantes et prennent la teinte du cuir. [104]

C - LA FLEUR

Comme de nombreux arbres tropicaux, le cacaoyer porte à la fois des boutons, des fleurs et des fruits. Les fleurs naissent donc tout au long de l'année mais sur des arbres de 3 ans au moins. Certaines époques sont spécialement des époques de floraison mais leur date varie avec l'espèce et le climat. [104]

Les fleurs apparaissent sur le bois âgé c'est à dire sur le tronc, les branches principales, les ramifications secondaires dans leur partie défeuillée, jamais sur les rameaux jeunes. Elles se développent à partir de bourgeons latéraux secondaires formés à côté d'un bourgeon axillaire principal. [100]

La zone où une inflorescence va apparaître au cours de l'année est marquée par un renflement ou coussinet floral. Chacun peut donner plusieurs fleurs en même temps. [99]

La fleur est portée par un pédicule, elle est petite, sans odeur, blanche ou safran mêlée de rose.

C'est une fleur régulière, hermaphrodite, de type 5 qui comprend :

- 5 sépales inégaux
- 5 pétales alternant avec les sépales
- 5 étamines alternées avec 5 staminodes stériles
- 1 ovaire à 5 loges [81]

L'épanouissement du bouton floral commence en début d'après-midi, il est complet au début de la matinée suivante. La déhiscence des anthères survient dès l'épanouissement de la fleur et le pollen est libéré. [81]

La pollinisation est essentiellement entomophile, assurée surtout par des petits moucheron.

Une grande proportion de fleurs n'est pas pollinisée et tombe au bout de 48 heures. En général, 1% des fleurs portera fruit. [110]

Cependant, il se produit chez le cacaoyer un phénomène assez particulier d'auto-incompatibilité : la fusion des gamètes ne peut se faire chez une fleur pourtant pollinisée et celle-ci tombe rapidement.

Cela permet de maintenir une grande variété génétique dans une population. [104]

D - LE FRUIT

Le fruit du cacaoyer, appelé cabosse, met suivant les variétés 5 à 7 mois pour arriver à son plein développement. C'est une baie indéhiscente et volumineuse en forme de concombre ou de poire qui peut peser jusqu'à 800 g. [20]

Mais 20 à 90% des jeunes fruits se dessèchent avant d'arriver à maturité. Ce phénomène semble être la manifestation d'un mécanisme physiologique régulateur. [110]

Les caractères de couleur, de taille et de forme des cabosses sont variables selon les variétés des cacaoyers. [104]

Avant maturité, la couleur peut être verte ou rouge ou rouge violet ; à maturité, le vert vire au jaune et le rouge violet à l'orange. Leur longueur varie de 10 à 30 cm. Leur forme est caractérisée par le rapport entre les deux dimensions et la forme des deux extrémités ce qui donne des formes très différentes. [81]

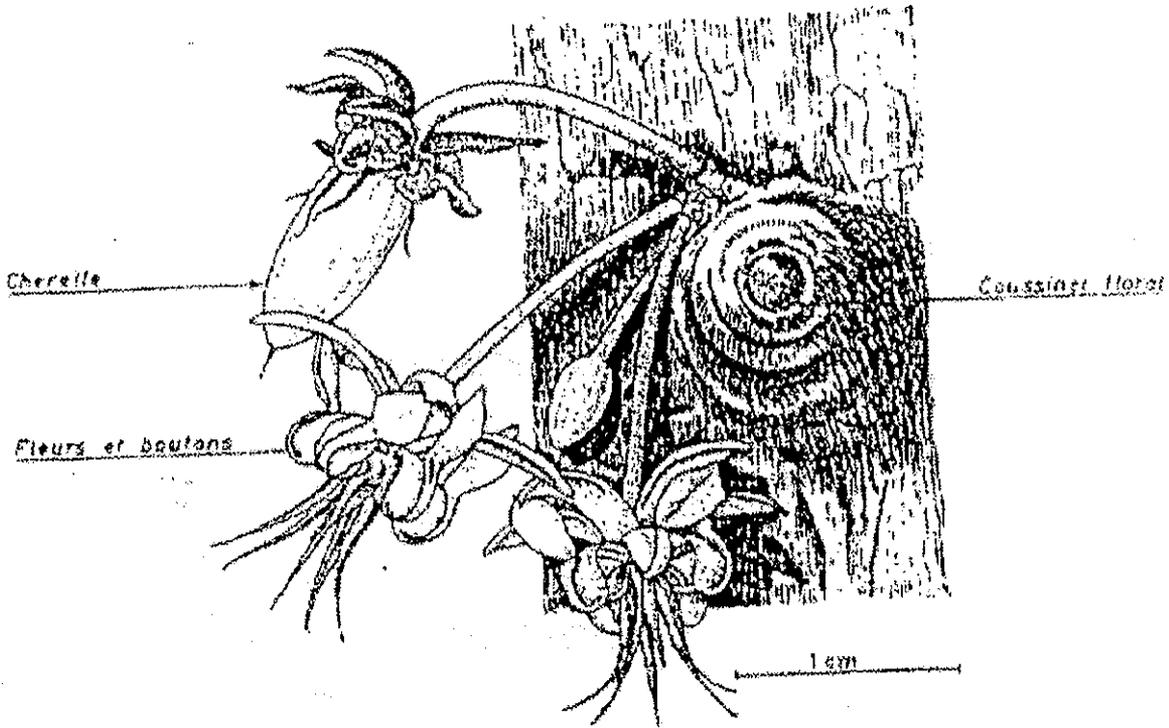
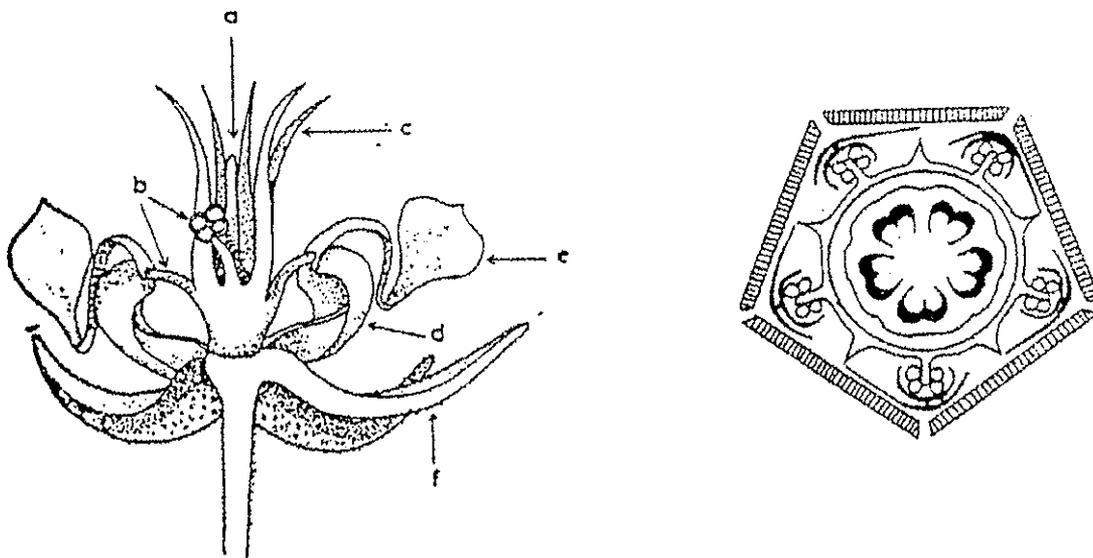


Figure n°2 : Inflorescence de Theobroma cacao L. [99]



- | | | |
|---------------|------------|-----------|
| a. style, | d. cuculle | } pétale. |
| b. étamine, | e. limbe | |
| c. staminode. | f. sépale. | |

Figure n°3 : Diagramme floral et schéma d'une fleur (ouverture en long) de Theobroma Cacao L [81]



Figure n°4 : Les cabosses [110]

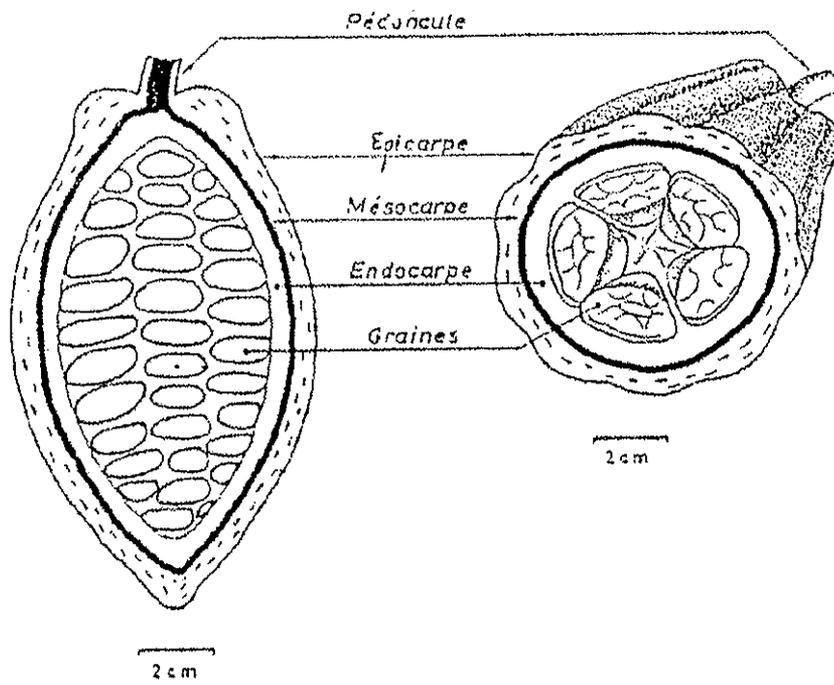


Figure n°5 : Coupe longitudinale et transversale d'une cabosse de cacaoyer [99]

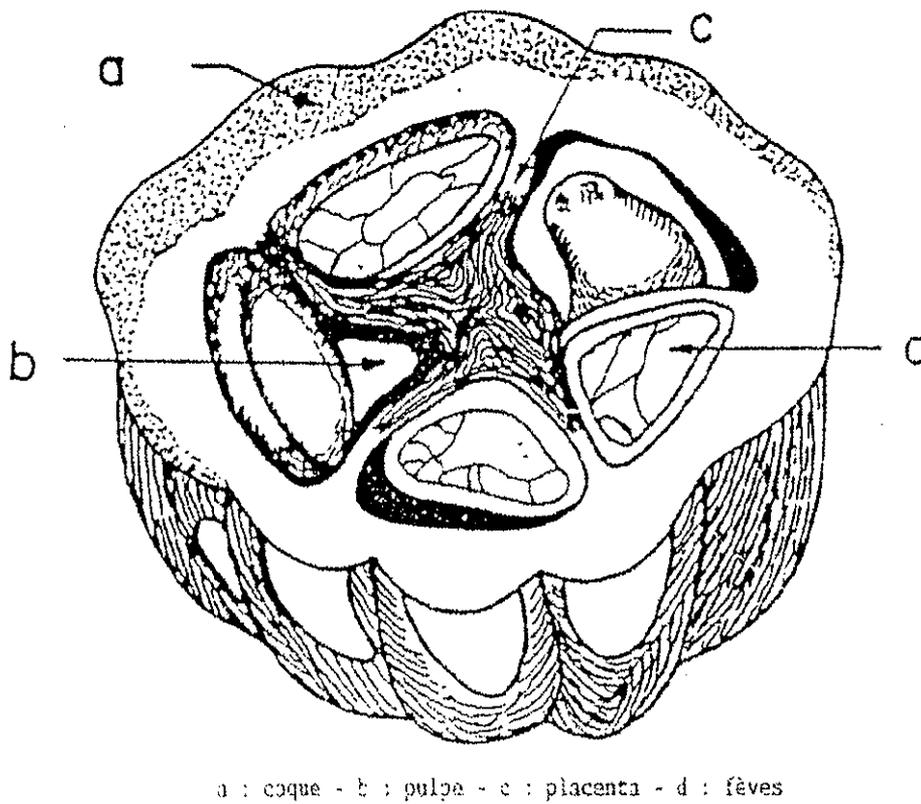


Figure n°6 : Schéma en coupe d'une cabosse [99]

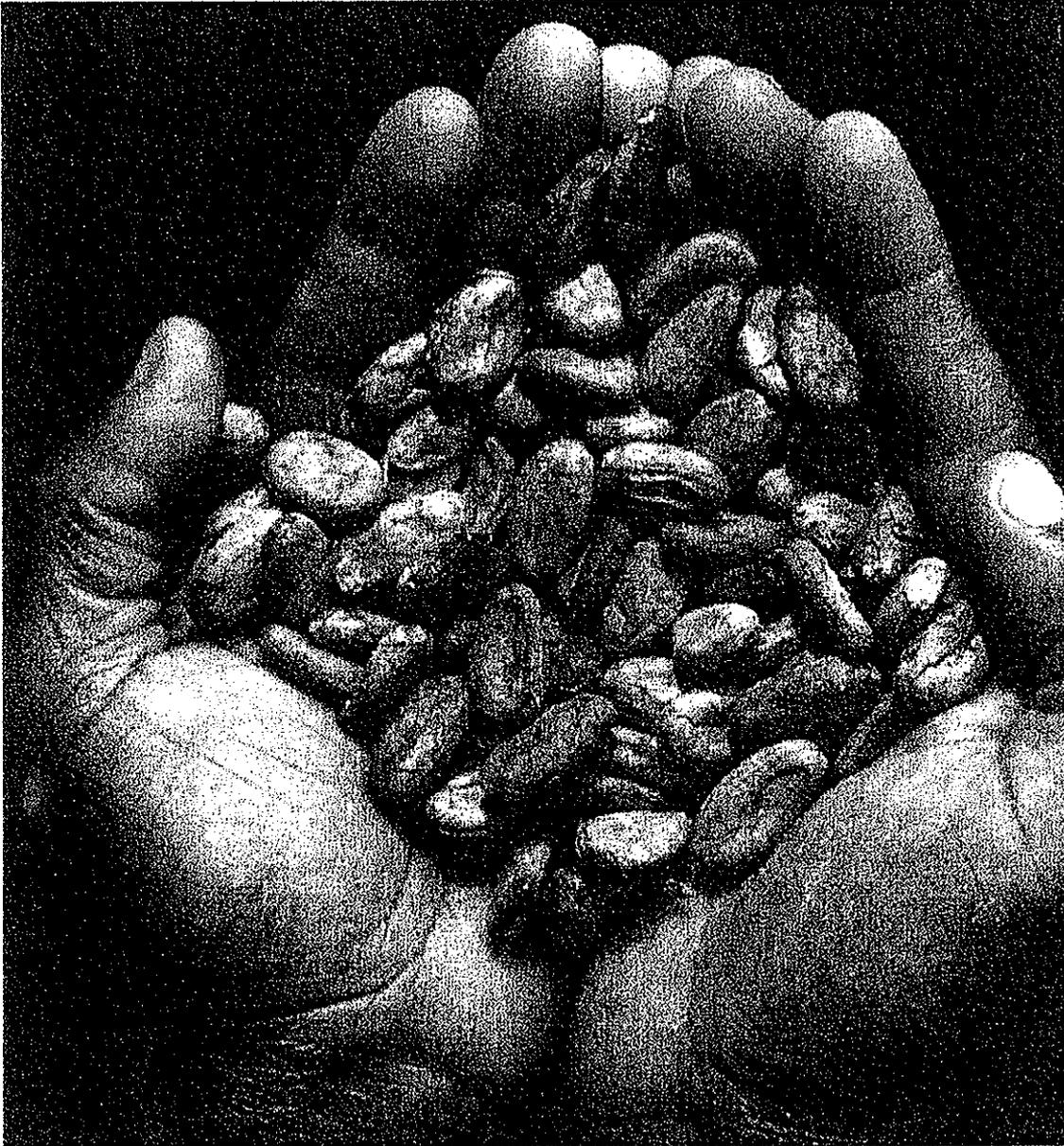
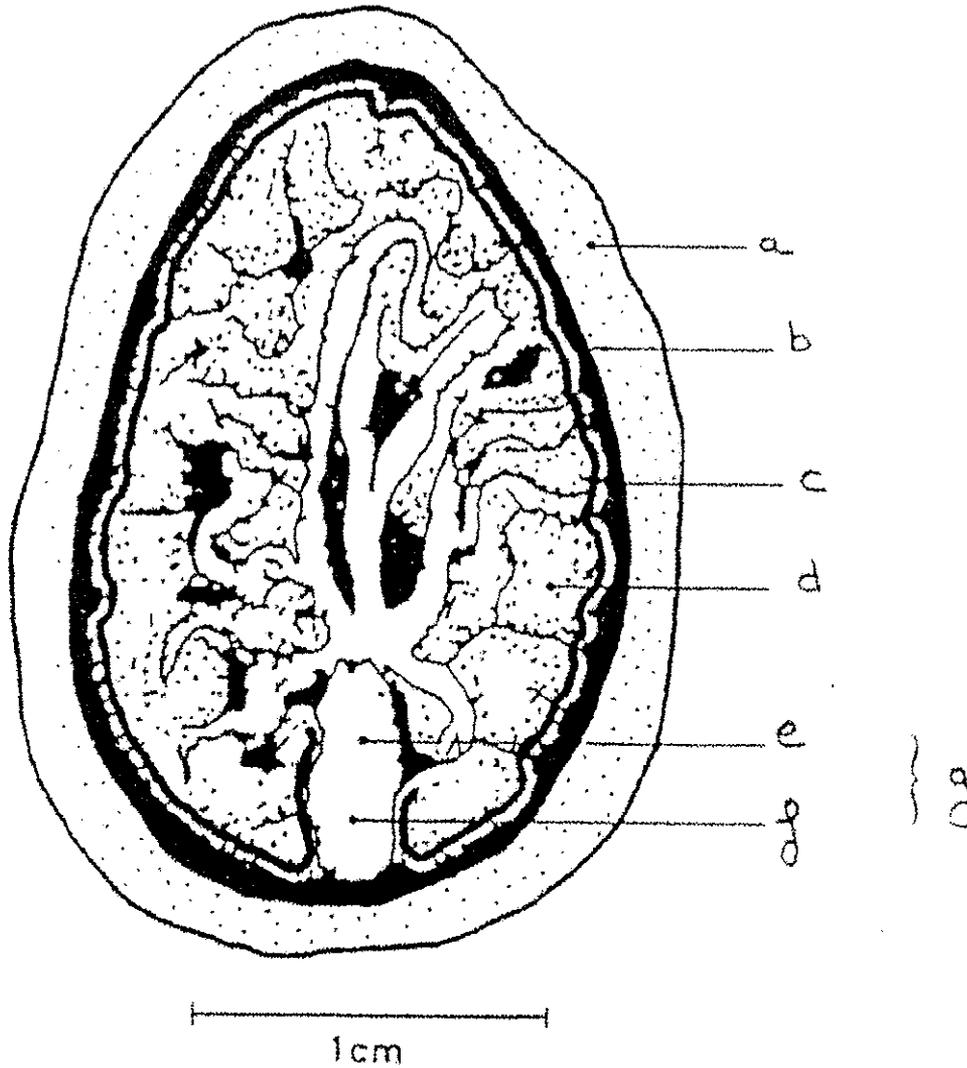


Figure n°7 : Les fèves de cacao [111]



a : Pulpe mucilagineuse - b : Coque - c : Tégument argentin ou endosperme -
 d : lobes cotylédonaire - e : Gemmule - f : Radicille - g : "germe"

Figure n°8 : Coupe longitudinale d'une graine de cacaoyer [99]

Leur aspect est déterminé par le nombre et la profondeur des sillons (5 ou 10 sillons plus ou moins profonds) et la texture du péricarpe (lisse ou verruqueux). [99]

Chaque fruit contient en moyenne 35 graines réparties en 5 rangées longitudinales. La dimension, la forme des graines et la couleur des cotylédons sont des caractères distinctifs des variétés.

Les graines fraîches, sans albumen, sont entourées d'une pulpe mucilagineuse, blanchâtre, sucrée et acidulée. [100]

Elles sont constituées de l'extérieur vers l'intérieur :

- d'une coque mince mais résistante
- d'un tégument translucide
- de deux gros cotylédons plissés, avec de nombreux lobes imbriqués les uns dans les autres
- d'une gemmule rudimentaire présente entre les deux cotylédons réunis à leur base à une radicule. [83]

E - STRUCTURE ANATOMIQUE ET COMPOSITION CHIMIQUE DE LA GRAINE

Dans les cotylédons frais, il existe trois types de cellules :

- des cellules épidermiques disposées en couche mono cellulaires.
- des cellules parenchymateuses de réserve constituant environ 90% des tissus des cotylédons : incolores, ces cellules contiennent des cristaux de matière grasse, le beurre de cacao et des protéines.
- des cellules à pigments constituant environ 10% des tissus des cotylédons et qui sont responsables de leur coloration. Ces cellules renferment des polyphénols : tanins, catéchines, anthocyanes, leucoanthocyanes et des purines : théobromine et caféine. Les anthocyanes sont responsables de la couleur violette des cotylédons des Forastero et des Trinitario et sont appelées « rouge de cacao ». L'amertume des graines est liée à la teneur en théobromine. [99]

Tableau n° I : Composition chimique des cotylédons frais [99]

Composition chimique des cotylédons frais

Eau	35 %	Protéines	8,4 %
Cellulose	3,2 %	Théobromine	2,4 %
Amidon	4,5 %	Caféine	0,8 %
Pentosanes	4,9 %	Polyphénols	5,2 %
Glucose et Fructose	1,1 %	Acides	0,6 %
Beurre de cacao	31,3 %	Sels minéraux	2,6 %

II CLASSIFICATION DES CACAOYERS CULTIVES

Les cacaoyers cultivés se répartissent en trois groupes :

- Criollo
- Forastero
- Trinitario [92]

A - LES CRIOLLO

Les cabosses sont généralement de forme allongée, avec une pointe très accentuée à l'extrémité inférieure, marquées de 10 sillons profonds et au péricarpe verruqueux.

Ces caractères n'ont rien d'absolu. Les caractères distinctifs des Criollo sont des graines dodues, presque rondes aux cotylédons frais blancs. [99]

Leur fermentation est facile, leur arôme agréable et leur saveur douce. Les Criollo fournissent les cacaos fins et délicats très aromatiques avec une faible amertume ce qui les fait utiliser en chocolaterie pour les produits de luxe. Mais ils sont fragiles et peu résistants aux maladies si bien qu'ils ne sont presque plus cultivés actuellement.

Cependant ils sont encore présents en Amérique Centrale et en Amérique du Sud. [104]

B - LES FORASTERO

Les cabosses vertes, jaunes à maturité sont en général arrondies, de surface lisse ou peu sillonnée avec un péricarpe épais.

Les graines plus ou moins plates aux cotylédons frais pourpre foncé fermentent moins facilement et ont une saveur amère et un arôme acide. [81]

Les Forastero fournissent la presque totalité des cacaos courants provenant du Brésil, de l'Afrique de l'Ouest, de l'Asie et de l'Océanie. [104]

C - LES TRINITARIO

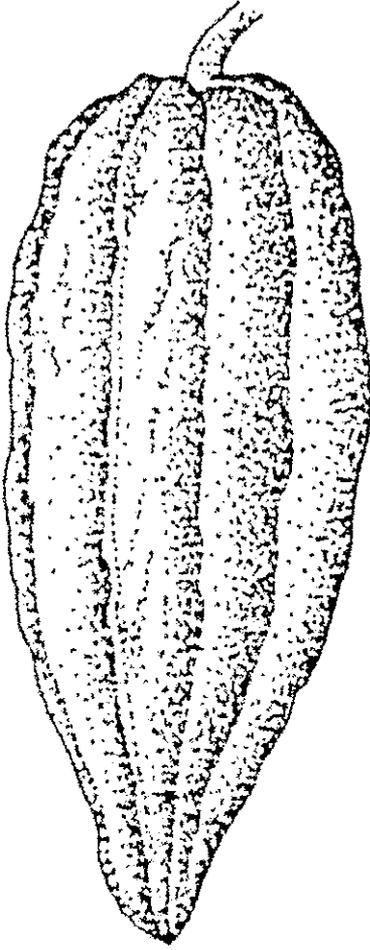
Ce sont des hybrides très hétérogènes, issus vraisemblablement du croisement entre Forastero et Criollo. Leurs caractères botaniques sont difficiles à définir car on peut observer tous les types intermédiaires entre Criollo et Forastero notamment en ce qui concerne la forme des cabosses ; la forme, la taille et la couleur des graines. [109]

Les Trinitario fournissent un cacao de qualité intermédiaire entre les deux variétés précédentes.

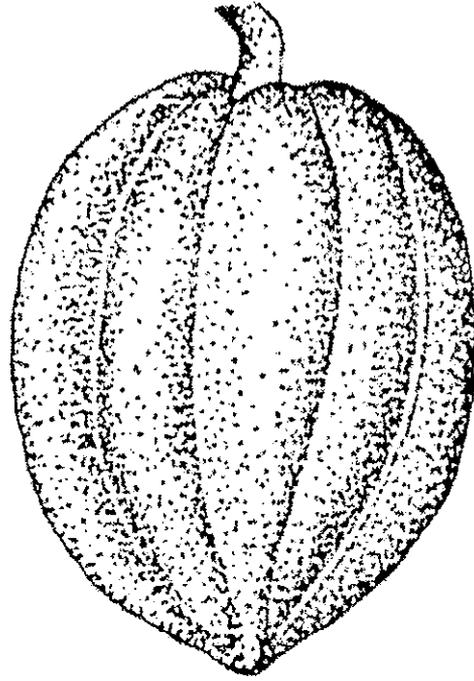
Ils se sont progressivement substitués aux Criollo et sont ainsi cultivés dans les mêmes zones géographiques. [104]

Tableau n° II : Caractéristiques des Criollo et des Forastero [99] [104] [109]

	CRIOLLO	FORASTERO
Couleur des cabosses	vert → jaune ou rouge → orange	vert → jaune
Forme des cabosses	allongée avec une pointe inférieure accentuée	arrondie
Surface des cabosses	surface marquée de 10 sillons profonds	surface lisse, peu ou pas sillonnée
Péricarpe	verruqueux et mince	épais
Graines	presque rondes cotylédons frais blancs	plus ou moins plates cotylédons frais pourpre foncé
Type de cacao	cacao fin et délicat	cacao ordinaire
Zone géographique	Amérique Centrale Amérique du Sud	Afrique de l'Ouest - Brésil Océanie - Asie



CRIOLLO



FORASTERO

Figure n°9 : Forme des cabosses selon la variété [104]

III CULTURE DU CACAOYER

A - LES MODES DE REPRODUCTION

Ils sont de trois types :

- germination
- bouturage
- greffage [104]

B - LES CONDITIONS DE CULTURE

Pour que le cacaoyer cultivé ait une croissance régulière, une floraison et une fructification abondantes, des poussées foliaires normales et bien réparties, de nombreux facteurs écologiques interviennent : [100]

- La température

La température moyenne optimale est voisine de 25°C. La moyenne des minima quotidiens doit être supérieure à 15°C. [81]

- La pluviométrie

Les pluies doivent être assez abondantes et bien réparties au cours de l'année. [81]

- La lumière

L'ombrage d'une plantation de cacaoyers évolue avec l'âge de celle-ci : d'abord un ombrage relativement important puis diminution progressive de l'ombrage en raison de l'auto ombrage. [99]

- Le sol

Il doit assurer une bonne rétention de l'eau. Les propriétés chimiques des couches superficielles sont très importantes et notamment la richesse en matières organiques car la majorité des racines de trouve dans cette zone. [43]

C - LES PARASITES ET MALADIES DU CACAOYER

Les parasites sont nombreux, variés, spécifiques d'une région ou cosmopolites. Les parasites animaux sont surtout représentés par les insectes. Ils nuisent au cacaoyer directement en se nourrissant de leur sève, de leurs feuilles ou indirectement en implantant leurs larves dans les tissus des tiges ou des jeunes fruits. [81]

Les parasites végétaux sont essentiellement constitués par des champignons. Les deux plus dangereux sont :

- le *Phytophthora palmivora* : agent de la pourriture brune des cabosses
- le *Marasmius perniciosus* : agent de la maladie du balai de sorcière.

Les maladies, elles, sont dues à des virus véhiculés par des cochenilles ou des fourmis.

Pour lutter contre ces virus, trois moyens sont mis en oeuvre :

- destruction des insectes vecteurs
- suppression des arbres atteints et environnants
- plantation de cacaoyers résistants aux virus. [104]

TROISIEME CHAPITRE
DE LA RECOLTE DES CABOSSES
A LA VENTE DES FEVES DE CACAO

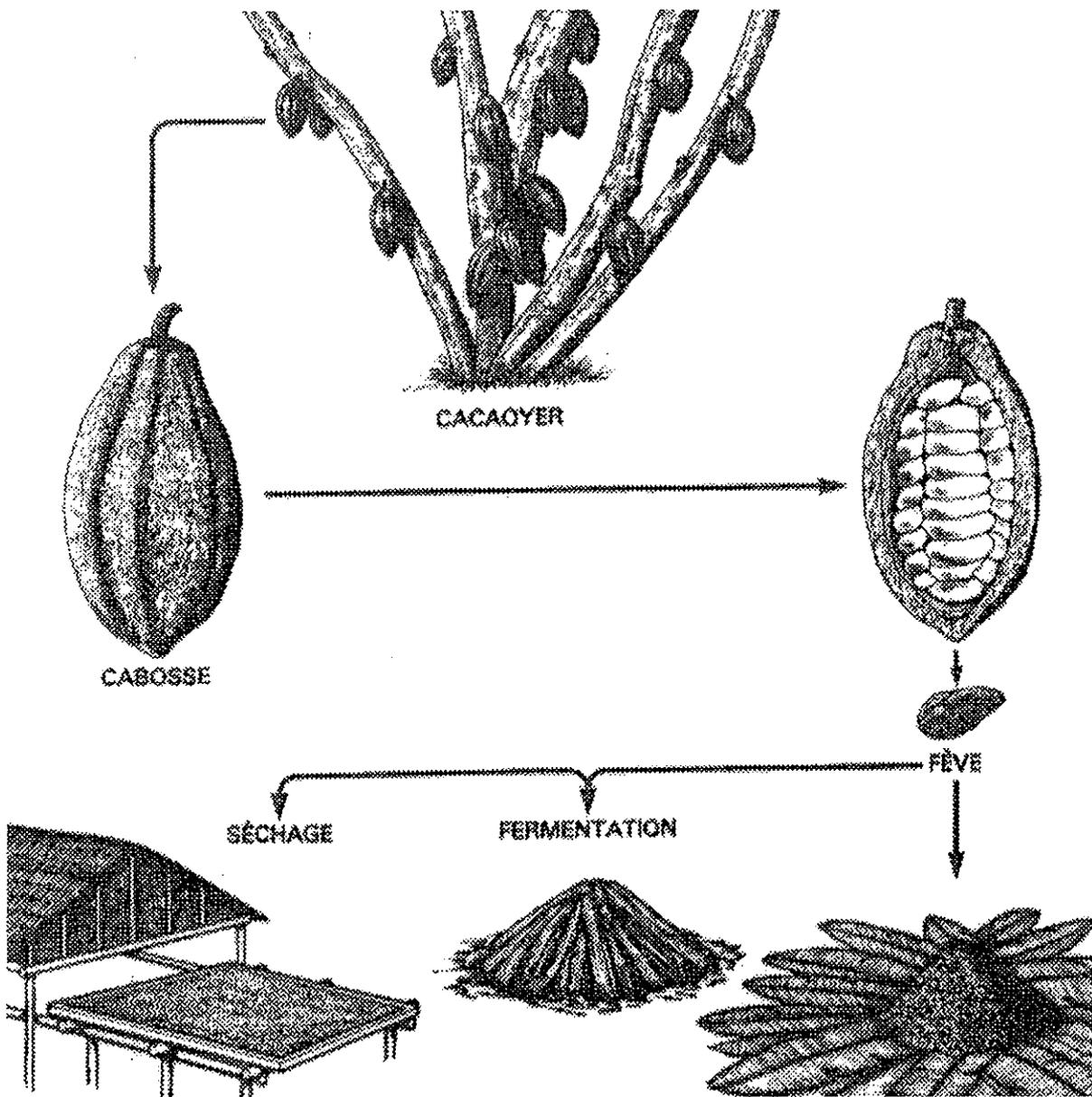


Figure n°10 : Les transformations à la plantation [59]

Les différentes étapes qui mènent de la cueillette des cabosses à l'exportation des fèves de cacao sont :

- les transformations à la plantation
- le stockage du cacao
- le marché du cacao. [59]

I LES TRANSFORMATIONS A LA PLANTATION

On distingue trois étapes :

A - LA RECOLTE ET L'ECABOSSAGE

La récolte doit avoir lieu exactement à maturité des cabosses. En effet, seules les cabosses mûres donnent un cacao de bonne qualité. Si la récolte est trop tardive, les graines peuvent être le siège d'un début de germination ce qui les rend inutilisables. Les cabosses insuffisamment mûres fermentent mal et donnent un chocolat amer. [99]

La maturité des cabosses se juge à leur changement de couleur, elles passent du vert au jaune ou du rouge violet à l'orange mais aussi au son qu'elles produisent lorsqu'on les cogne avec le doigt. [104]

La récolte s'effectue avec des outils aux bords très tranchants pour couper le pédoncule. C'est un exercice d'habileté car il ne faut pas endommager l'arbre, qui pourrait être l'objet d'attaques parasitaires ainsi que le coussinet floral, source de récoltes futures. [81]

L'écabossage est une opération qui consiste en l'ouverture des cabosses et l'extraction des graines de celles-ci. L'ouverture est obtenue en frappant la cabosse, à l'aide d'un outil en bois, perpendiculairement au plus grand diamètre. [109]

B - LA FERMENTATION

Elle doit débiter au plus tard 24 heures après l'écabossage. [109]

C'est une opération au cours de laquelle les graines de cacao subissent de multiples modifications chimiques qui ont pour but :

- de les débarrasser de la pulpe qui les enveloppe
- d'entraîner la mort de l'embryon et donc de tuer la faculté germinative de la graine
- de provoquer des transformations biochimiques au sein des cotylédons. Leur gonflement, la disparition de leur couleur pourpre et l'apparition d'une couleur brune en sont les manifestations. [81]

Elles se traduisent également par une diminution de l'amertume et de l'astringence ainsi que par le développement des précurseurs de l'arôme. [99]

1 - Les méthodes de fermentation

Les modalités varient selon les pays : soient les fèves sont mises en tas sur un lit de branchages, soient elles sont entreposées dans des paniers, caisses en bois ou bacs cimentés percés afin d'assurer l'écoulement du jus de fermentation. L'ensemble recouvert de feuilles de bananiers repose en moyenne cinq à sept jours. Mais la durée diffère selon la variété, la masse mise à fermenter et les conditions climatiques. [104]

2 - La fermentation de la pulpe

Au début de la fermentation, on constate :

- une odeur d'alcool
- un écoulement de jus
- une élévation de la température. [59]

Ces faits sont la conséquence de la fermentation de la pulpe. En effet, la pulpe qui entoure les graines fraîches renferme 80 à 85% d'eau, 12 à 15% de glucose, 5 à 7% de pectine et 2% d'acide citrique environ. Stérile dans la cabosse, elle est rapidementensemencée par des micro organismes apportés par les manipulations de l'écabossage.

Les conditions du milieu permettent la prolifération de levures anaérobies. Il en résulte :

- la dégradation du glucose en éthanol avec dégagement de gaz carbonique par une réaction exothermique
- la métabolisation de l'acide citrique
- la liquéfaction de la pulpe par hydrolyse des pectines sous l'effet de pectinases.

[85]

L'écoulement du jus de fermentation permet à l'air de pénétrer et de passer en milieu aérobie. La flore est alors constituée par des bactéries acétiques. D'une part, elles oxydent l'éthanol en acide acétique et d'autre part, elles métabolisent les citrates en oxaloacétates puis en acétates. [99]

Cette formation d'acide acétique est facilitée par des brassages réguliers de la masse en fermentation qui permettent ainsi une fermentation homogène de toutes les fèves.

Par contre, en cas de persistance de l'anaérobiose, les bactéries lactiques se développent considérablement avec production d'acide lactique.

Donc la pulpe est tout d'abord le siège d'une fermentation alcoolique puis d'une légère fermentation lactique et enfin d'une fermentation acétique. Ce processus crée les conditions nécessaires à la fermentation de la graine elle-même. [81]

3 - La fermentation de la graine

Sous l'effet de la chaleur et de l'acide acétique, les graines meurent et perdent ainsi leur faculté germinative.

Elles gonflent et les téguments devenus fragiles se décollent des cotylédons. Les parois cellulaires s'altèrent et deviennent perméables au mouvement des enzymes et des

substrats. C'est alors le début des réactions enzymatiques au sein des tissus des cotylédons. [59]

On constate :

- une hydrolyse des protéines en acides aminés et en peptides [110]
- une hydrolyse des polysaccharides en sucres réducteurs [110]
- une hydrolyse des anthocyanes (polyphénol) en produits non colorés [59]
- une diminution de la teneur en épicatechine (flavanol principal) et en méthylxanthines. [85]

Ensuite pendant la phase aérobie, on observe surtout des réactions de condensation et d'oxydation :

- les polyphénols s'oxydent
- les protéines se combinent aux polyphénols par des réactions analogues au tannage
- des acides aminés formés lors de l'hydrolyse des protéines s'associent aux polyphénols oxydés [81]
- les produits de dégradation des anthocyanes s'oxydent et brunissent. [59]

La fermentation aboutit donc à :

- ✕ - une destruction du pouvoir germinatif de la graine
- l'obtention d'acides aminés et de sucres réducteurs appelés « précurseurs de l'arôme » qui lors de la torréfaction donneront naissance aux composés aromatiques typiques [110] (voir Figure n°12)
- ✕ - une diminution de l'amertume par perte de théobromine suite à une migration vers la coque [59]
- ✕ - une diminution de l'amertume et de l'astringence par perte de polyphénols ou condensation de ces derniers avec les acides aminés et les protéines. [99]

Les fèves mal fermentées sont dites ardoisées, elles ne donneront qu'un chocolat médiocre même si leur origine est excellente. [81]

C - LE SECHAGE

Il a pour but de ramener la teneur en humidité des fèves fermentées de 60% à moins de 8%. Cette perte d'humidité est impérative :

- pour éviter la poursuite de la fermentation, qui se traduit par la formation d'amines responsables d'odeurs et de goût indésirables
- pour empêcher la prolifération de moisissures qui hydrolysent les triglycérides du beurre de cacao en acides gras libres et en glycérides partiels grâce à leur activité lipolytique. [81]

Outre la diminution de la teneur en eau, le séchage contribue à l'élimination de l'acidité acétique ainsi qu'à la fin de l'oxydation des produits phénoliques conduisant à la couleur brune caractéristique du cacao. [99]

Le séchage naturel ou solaire consiste à étaler les fèves et à les brasser régulièrement.

[97]

Mais lorsque les conditions climatiques ne le permettent pas ou lorsque la plantation est très importante, on fait appel à un séchage artificiel par traversée d'un courant d'air chaud.

Mais, il faut alors prendre certaines précautions :

- éviter le croûtage externe du cacao car l'humidité et l'acide acétique s'évaporent mal, ce qui donne un cacao acide
- empêcher le contact du cacao avec des fumées. [104]

II LE STOCKAGE

Les fèves, une fois sèches, sont mises en sacs. Le producteur avant la livraison et l'exportateur avant l'envoi sont amenés à les stocker. Or celles-ci constituent une denrée fragile, exposée à diverses détériorations. En tant qu'aliment riche en matières grasses, les fèves de cacao peuvent fixer les odeurs étrangères et acquérir ainsi une saveur désagréable. Si l'humidité ambiante est importante, des moisissures internes peuvent se développer, notamment des *Aspergillus* et des *Penicillium*.

Mais les principaux ennemis du cacao stocké sont les insectes qui déprécient le cacao soit par leurs souillures soit en abîmant les fèves pour s'en nourrir. [81] [99]

C'est pourquoi, le stockage du cacao, dans les pays producteurs doit obéir à certaines normes. [104]

III LE MARCHE DU CACAO

A - LES PAYS PRODUCTEURS

Compte tenu des conditions climatiques particulières indispensables à la culture du cacaoyer, les pays producteurs occupent un emplacement géographique bien déterminé. En effet, la culture intensive du cacaoyer se pratique de part et d'autre de l'équateur (20° de latitude Nord - 20° de latitude Sud) en Afrique de l'Ouest, en Amérique centrale et du Sud ainsi qu'en Asie et en Océanie.

On distingue deux variétés de cacao :

- cacao ordinaire en provenance de l'Afrique de l'Ouest du Brésil, de l'Asie et de l'Océanie obtenu à partir des Forastero
- cacao fin en provenance d'Amérique latine obtenu à partir des Criollo et des Trinitario. [91]

La production mondiale de fèves de cacao atteint 2 400 000 tonnes en 94/95. La part de l'Afrique occidentale dans cette production varie entre 55 et 60% suivant les années. La part du continent américain a, quant à elle, régulièrement chuté depuis une dizaine d'années pour être aujourd'hui d'environ 22%. En revanche, l'Asie et l'Océanie

La production mondiale de fèves de cacao atteint 2 400 000 tonnes en 94/95. La part de l'Afrique occidentale dans cette production varie entre 55 et 60% suivant les années. La part du continent américain a, quant à elle, régulièrement chuté depuis une dizaine d'années pour être aujourd'hui d'environ 22%. En revanche, l'Asie et l'Océanie sur cette même période ont plus que doublé leur production pour représenter actuellement approximativement 19% du marché. [105]

Concernant les pays producteurs, la Côte d'Ivoire occupe largement et depuis longtemps le premier rang mondial avec une production de 850 000 tonnes en 94/95. Le Ghana, avec 310 000 tonnes se hisse au deuxième rang mondial suivi par l'Indonésie avec 250 000 tonnes.

Le Brésil, auparavant deuxième producteur mondial, a glissé à la quatrième place avec 230 000 tonnes reflétant ainsi le déclin de l'Amérique.

Le cinquième rang revient actuellement à la Malaisie avec 165 000 tonnes et le sixième au Nigeria avec 130 000 tonnes.

Il est important de souligner que ces six pays producteurs représentent à eux seuls environ 80% de la production mondiale. [105]

B - LES PAYS ACHETEURS

Les principaux pays acheteurs de fèves sont les principaux pays producteurs de chocolat. [105]

(se référer au marché du chocolat page 37)

C - LE COMMERCE DES FEVES

Le marché du cacao est un marché difficile à saisir qui ne s'appuie pas seulement sur la loi de l'offre et de la demande mais aussi sur la spéculation.

Dans la majorité des pays exportateurs, les productions sont achetées aux planteurs par des offices gouvernementaux qui se chargent ensuite du stockage et de l'exportation.

Ensuite, interviennent des négociants. Les contrats des vendeurs aux acheteurs comportent trois qualités : le good fermented, le fair fermented et le fairaverage qualité. A ces termes correspondent des normes de qualité.

Le prix est fixé suivant l'origine, la qualité du cacao et le lieu, la date et les conditions de livraison.

A côté des marchés du physique sur lesquels s'effectuent les ventes et achats fermes de cacao, fonctionnent des marchés à terme à New York, Paris, Londres, Amsterdam.

Ce sont en fait ces bourses qui fixent les cours du cacao en fonction des prévisions des récoltes, de l'état des stocks, des fluctuations monétaires et politiques et de la spéculation. [109]

QUATRIEME CHAPITRE
LA FABRICATION DU CHOCOLAT

I LE TRAITEMENT DES FEVES

A - LE STOCKAGE

A la réception de livraisons des fèves, celles-ci font l'objet d'un contrôle de qualité minutieux. On s'assure qu'il s'agit de fèves saines, bien fermentées et séchées qui n'ont pas souffert au cours du transport. Si tel est le cas, elles sont alors entreposées dans les locaux régulièrement désinfectés, dans des conditions de température, d'humidité et de ventilation adéquates. [104] [101]

B - LE NETTOYAGE ET LE TRI

Dans un premier temps, les fèves sont débarrassées des corps étrangers tels que les résidus de bois, de fibres de jute, le sable, par différents moyens mécaniques. Ensuite elles sont triées par grosseur car l'homogénéité des fèves assure une meilleure torréfaction. [97]

Actuellement, les deux opérations s'effectuent simultanément sur des tamis plats avec des brosses associées à un aspirateur et à un aimant. [109]

C - LA TORREFACTION

1 - La technique

C'est une opération qui s'effectue, de façon continue, dans de grands fours à une température de 100 à 150°C pendant 20 à 40 minutes. Elle est conduite en tenant compte de la variété, du degré de fermentation et de dessiccation, de la grosseur de la fève et de la destination de la pâte.

En effet, elle est plus longue quand les fèves sont destinées à la fabrication de poudre de cacao ce qui demande un arôme accentué. Elle est, par contre, plus courte quand les fèves sont destinées à la fabrication de chocolat supérieur ou de chocolat fondant qui requièrent un arôme plus subtil. [91]

Les critères d'appréciation de la torréfaction sont :

- la couleur bleutée des fumées
- la sonorité et la friabilité des grains
- l'odeur et la couleur du grain. [110]

C'est une technique très délicate qui demande adresse et expérience : son effet sur l'arôme est tel qu'on peut qualifier d'art la torréfaction des fèves. [110]

Après la torréfaction, les fèves doivent être refroidies très rapidement pour conserver leur arôme, se concasser facilement et éviter le passage de matières grasses dans les coques.

- a) La condensation des fonctions amines des acides aminés sur les fonctions oxygénées des sucres donnent des cétonamines.
- b) La condensation d'aldéhydes donne des produits à flaveur chocolatée.
- c) Les cétonamines formées en a) se condensent pour donner des pyrazines.

Généralement, la torréfaction a lieu avant le décorticage. Mais certains préfèrent le décorticage suivi de la torréfaction des amandes car celle-ci est plus régulière. Par contre, la coque s'enlève difficilement. [109]

2 - Les actions

La torréfaction a deux actions :

- physique :

Sous l'action de la température, la coque devient friable, éclate et se détachera plus facilement lors du concassage.

- chimique

- destruction des moisissures
- élimination de composés volatils indésirables
- diminution du taux d'humidité
- développement des principes aromatiques responsables de l'arôme. [104] [110]

La chaleur entraîne l'évaporation de la vapeur d'eau ainsi que l'évaporation de composants volatils miscibles à la vapeur d'eau et la destruction des moisissures. [81] L'épanouissement de l'arôme du cacao est atteint par l'importance qualitative et quantitative des réactions chimiques qui se produisent et notamment des réactions de type Maillard.

Ce sont des condensations de fonctions amines des acides aminés sur les fonctions oxygène des sucres qui aboutissent à la formation de cétonamines, lesquelles se condensent pour donner des pyrazines, responsables en partie de l'arôme. [59]

Parallèlement, des aldéhydes formés à partir d'acides aminés se condensent pour donner des produits à flaveur cacaotée. [59]

En effet, sous l'action de polyphénoloxydases, les composés phénoliques donnent des quinones. Celles-ci favorisent la désamination oxydative des acides aminés en acides cétoniques, précurseurs d'aldéhydes aromatiques. [85]

En fait, les pyrazines et les aldéhydes ne constituent que deux des nombreuses familles chimiques auxquelles appartiennent les 462 composés aromatiques du cacao. [16]

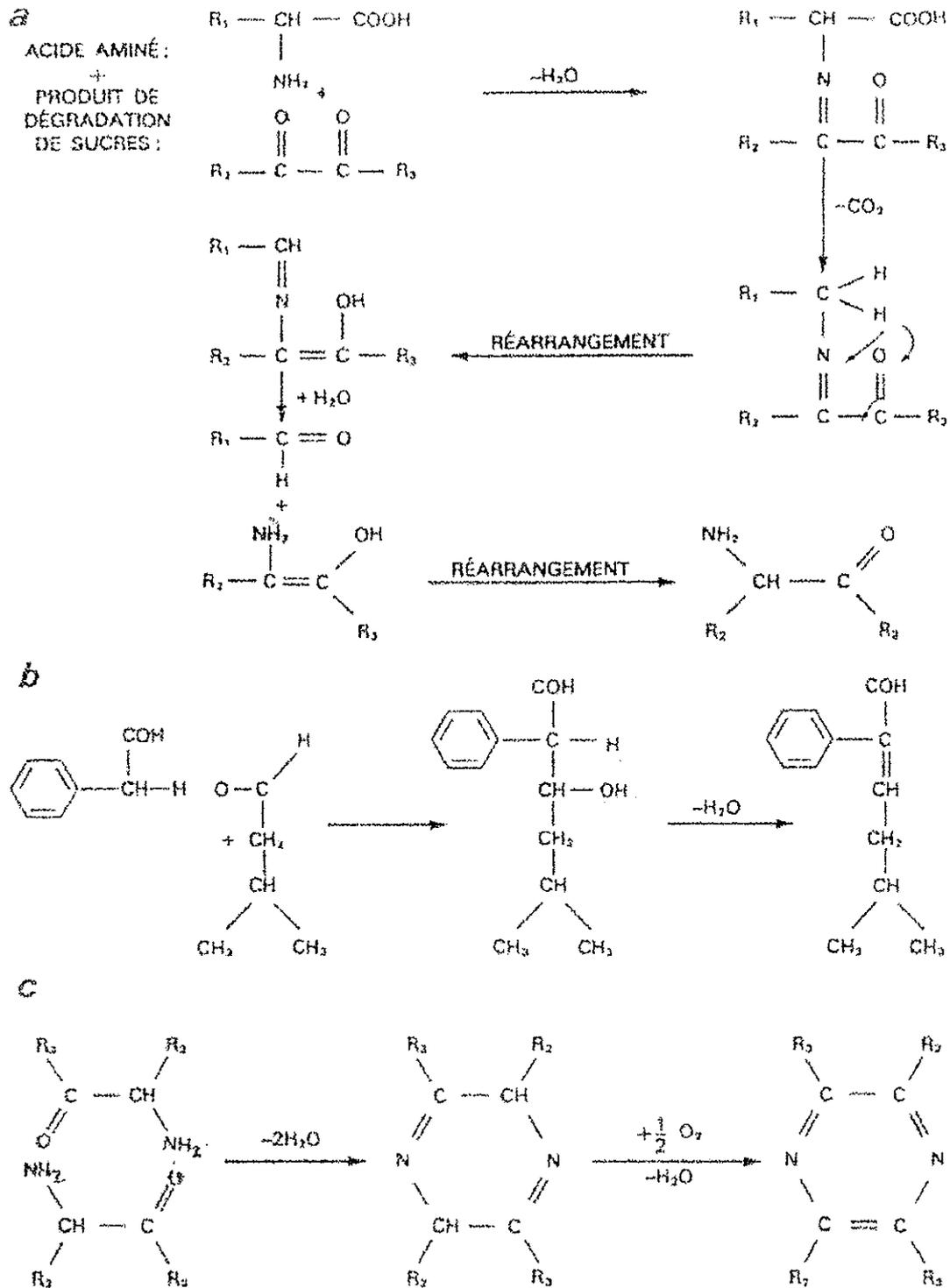


Figure n°12 : Formation des composants responsables de l'arôme de cacao pendant la torréfaction à partir des précurseurs d'arôme créés pendant la fermentation [59]

Tableau n° III : Les différentes familles chimiques des composés aromatiques du cacao [16]

39	hydrocarbures	18	pyrroles
25	alcools	15	oxazoles
22	aldéhydes	9	thiazoles
24	cétones	12	pyridines
51	acides	45	composés azotés
58	esters	10	composés soufrés
7	lactones	8	autres composés
6	phénols		
19	furannes		

Ainsi, dans l'arôme du cacao, prédominent les pyrazines (20,4%) suivies des esters (12,6%), des acides (11%) et des amines (9,7%).

Mais les familles chimiques les mieux représentées ne sont pas nécessairement celles qui contiennent les composés aromatiques les plus caractéristiques et puissants.

En effet, la saveur du cacao est essentiellement due aux esters, aux composés soufrés puis aux amines et aux pyrazines. [16]

L'acide acétique et dans une moindre mesure les acides organiques volatils et non volatils contribuent à la saveur du chocolat. Les composés polyphénoliques participent au développement de l'arôme. [31]

L'amertume, quant à elle, serait due à une interaction entre la théobromine et les dicétopipérazines. [16]

D - LE CONCASSAGE ET LE DECORTICAGE

Fraîchement torréfiées, les fèves sont acheminées vers des concasseurs qui les décortiquent afin de séparer coque, tégument, amande et germe. Coques et téguments sont enlevés par une puissante aspiration. Les germes sont triés des amandes sur des tamis vibrants

A ce stade, le rendement moyen d'une fève peut être estimé à 80% d'amande. [101] [109]

E - L'ALCALINISATION

C'est une technique de solubilisation qui consiste en un traitement des grains de cacao par des sels alcalins. [43]

La durée, la température, la quantité et la concentration de solution alcalinisante influencent la couleur et le goût. Cette opération s'applique aux grains de cacao destinés à la production de poudre de cacao.

Elle améliore la mouillabilité et donc la miscibilité de la poudre de cacao en gélatisant l'amidon naturellement présent. [44]

Donc le cacao solubilisé n'est pas vraiment soluble mais se tient mieux en suspension dans un liquide. Sa miscibilité dans les liquides froids peut être favorisée par l'adjonction d'un émulsifiant comme la lécithine. [104]

F- LE MELANGE DES CACAOS

C'est par cette étape que les différentes marques de chocolat se distinguent les unes des autres. En effet, les associations des divers arômes conduisent à des subtilités de saveur propres à chaque marque. Ainsi les quantités nécessaires d'amandes sont pesées en fonction des recettes maison et mélangées entre elles avant d'être acheminées vers le stade de la mouture.

C'est donc avec le dosage des variétés de cacao que l'on entre dans le secret de chaque fabrique de chocolat. [101] [109]

G - LA MOUTURE

Les amandes de cacao sont finement broyées à une température de 50 à 70°C dans des moulins à cacao.

La mouture se fait généralement dans trois cylindres successifs, d'abord dans un moulin grossier puis dans des meules plus fines. [91]

Au cours de cette opération, l'action conjuguée du broyage et de la chaleur aboutit à la liquéfaction du beurre de cacao, matière grasse contenue dans les amandes. C'est pourquoi le produit obtenu est une masse onctueuse, brun foncé, à l'odeur forte et pénétrante.

Cette pâte qui se fige au refroidissement porte le nom de pâte de cacao. [109]

Elle peut alors emprunter deux voies :

- sous l'action de fortes pressions, elle donne naissance à deux produits : le beurre de cacao et le tourteau qui pulvérisé aboutit à la poudre de cacao.
- elle est utilisée pour obtenir en bout de chaîne, à la suite de différents processus, du chocolat prêt à l'emploi. [101]

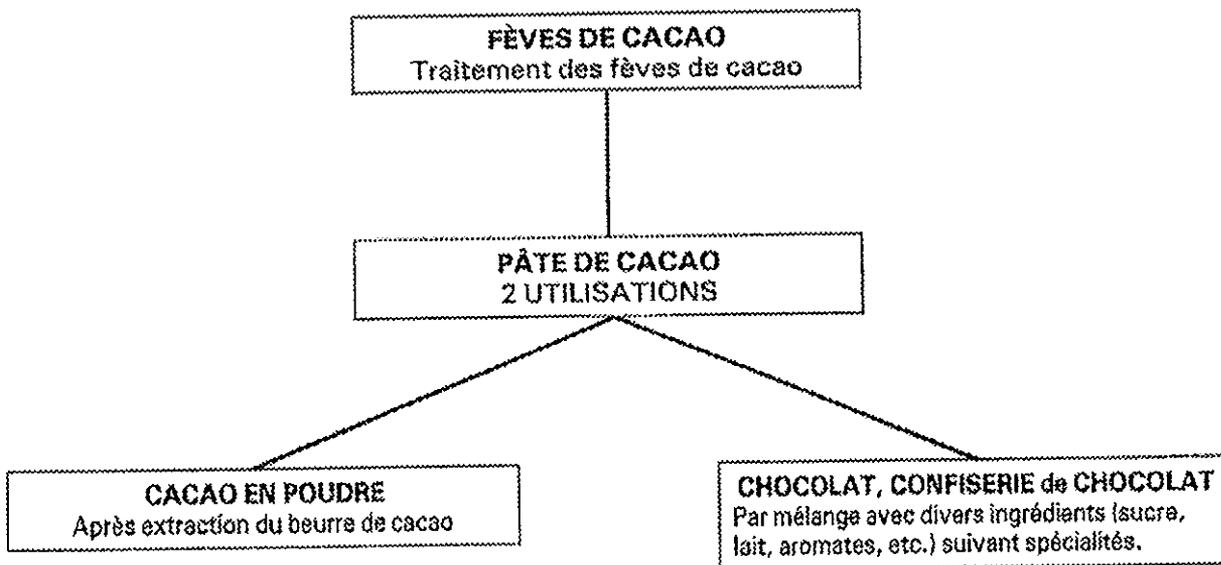


Figure n°13 : Schéma de préparation des produits de cacao [106]

II LE BEURRE DE CACAO ET LA POUDRE DE CACAO

A - LE BEURRE DE CACAO

Il est obtenu par l'application de fortes pressions, dans des presses hydrauliques, sur la pâte de cacao portée à une température de 100°C. [92]

C'est une matière fluide à l'arôme prononcé qui une fois filtré est totalement limpide. Il est ensuite éventuellement neutralisé, raffiné, décoloré et désodorisé. Puis il doit être refroidi et moulé. Pour permettre une cristallisation dans une forme stable, on effectue le tempérage. [104]

Il est alors entreposé dans des locaux climatisés en attendant le moment d'être refondu. En effet, il interviendra ultérieurement dans la fabrication de chocolat. Il peut être aussi employé l'industrie des cosmétiques, de la bonbonnerie. [91]

B - LA POUDRE DE CACAO

Une fois le beurre extrait de la pâte de cacao, il reste une masse solide appelée tourteau. Celui-ci est ensuite concassé, pulvérisé et tamisé pour donner le cacao en poudre. [91]

Au cours de ces opérations sous l'effet de friction, la température s'élève. Une ventilation intense permet de s'y opposer pour que la poudre conserve sa légèreté, son homogénéité et sa couleur brune. Si un traitement par alcalinisation a eu lieu au préalable, la poudre de cacao est dite solubilisée et prend une coloration plus accentuée. [92]

Pour obtenir du chocolat en poudre ou cacao sucré, on ajoute du sucre. Après adjonction au cacao en poudre de divers additifs : sucres - arômes - lait en poudre - farines, on obtient toute la gamme de poudres chocolatées, cacaotées largement utilisées pour la préparation de boissons chaudes ou froides et petits déjeuners instantanés. [104]

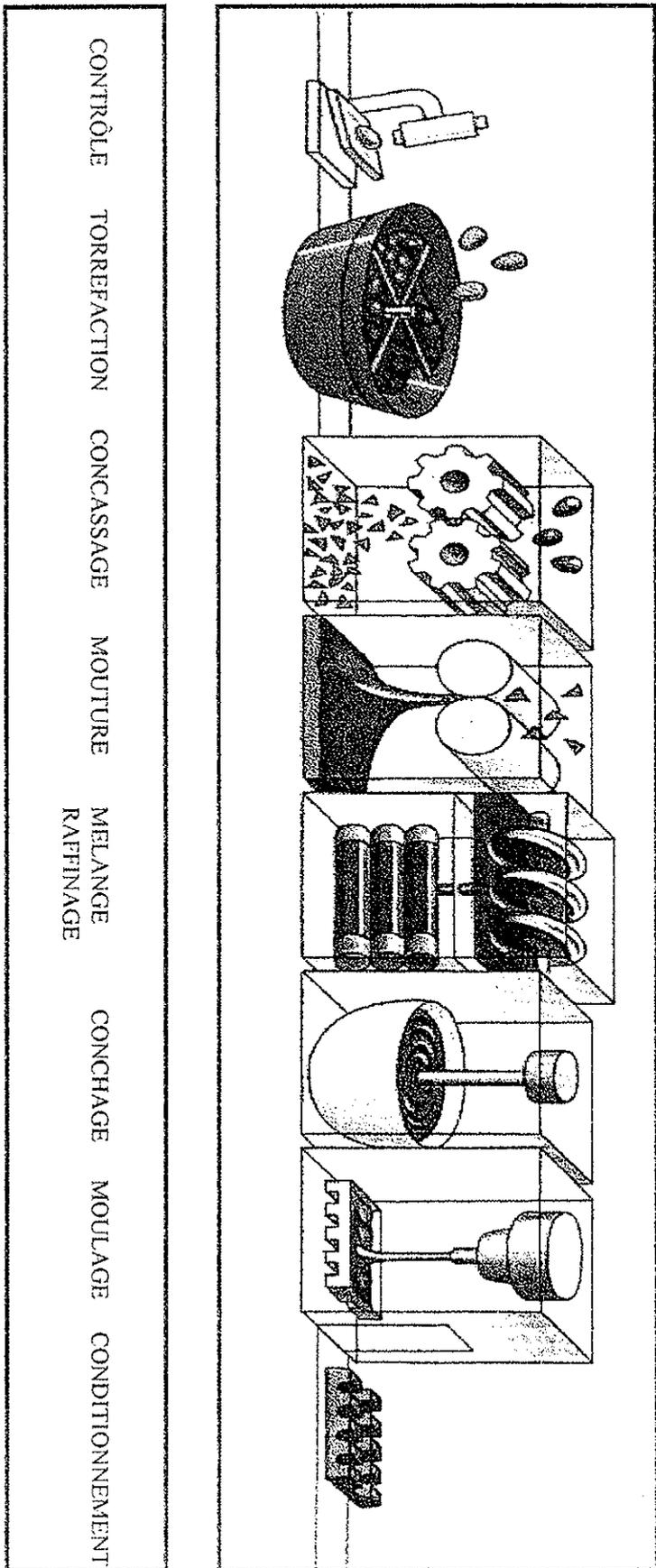


Figure n°14 : Schéma du processus de fabrication du chocolat [106]

III LE CHOCOLAT

C'est donc essentiellement un mélange de pâte de cacao dégraissée ou non, additionnée d'une quantité variable de beurre de cacao, de sucre et suivant les cas de lait et d'aromates. [109]

Tout l'art du chocolatier consiste à obtenir un mélange intime de la pâte de cacao et du sucre. [91]

A - LE MALAXAGE

Les quantités de pâte de cacao, de sucre préalablement réduit en poudre très fine et de beurre de cacao sont mélangées très intimement. L'ajout du beurre de cacao permet de diminuer la viscosité de la pâte, alors que celle-ci est maintenue fluide par la chaleur. La proportion de beurre de cacao rendra le chocolat plutôt dur et sec ou au contraire tendre et ferme. La quantité de sucre déterminera la douceur du chocolat. Ainsi un chocolat peu sucré est amer mais restitue mieux l'arôme authentique du cacao. Le produit final est une masse homogène de texture granuleuse. [109] [91] [81]

B - LE RAFFINAGE

Cette masse est alors raffinée dans des broyeuses à cylindres.

La pression exercée par les cylindres sur la masse qui passe entre eux entraîne un affinage progressif des particules de cacao et de sucre et donc une réduction de la granulation. [101] [104]

C - L'ETUVAGE

Cette opération est nécessaire pour les chocolats peu riches en matières grasses dont la pâte est sèche. Ils séjournent dans une étuve à 65°-70°C pendant plusieurs jours. [81]

D - LE CONCHAGE

C'est l'opération primordiale en chocolaterie. Elle s'effectue dans de grandes cuves appelées conches où la pâte de chocolat, chauffée à une température de 50 à 80 °C suivant le type de chocolat, est continuellement brassée, malaxée pendant deux à trois jours.

Les effets du conchage sont à la fois mécaniques, physiques et chimiques. [104] [101]

1 - Les effets mécaniques

Le frottement des particules de cacao les unes contre les autres conduit à l'abrasion des angles, ce qui réduit la dimension des particules. Ces particules polies et arrondies améliorent la plasticité du chocolat, qui devient lisse, brillant et onctueux. D'autres grains, en s'écrasant, peuvent libérer du beurre de cacao, ce qui procure son velouté au chocolat. [109]

2 - Les effets physiques

L'addition de beurre de cacao, en fin de conchage, permet au chocolat de devenir parfaitement homogène. En effet, le beurre de cacao enrobe chaque particule de pâte. Le conchage a également pour fonction d'aérer, d'émulsionner la pâte. Sous l'effet de la chaleur, le taux d'humidité s'abaisse. [81]

3 - Les effets chimiques

La perte d'astringence durant le conchage est attribuée à la réduction des composés phénoliques et des composants volatils tels que les acides, les aldéhydes, les esters et les pyrazines. [44]

Le saccharose subit une interversion en glucose et en fructose.

Ces deux phénomènes contribuent à une modification organoleptique. [85]

L'adjonction de lécithine de soja, émulsifiant naturel, confère au mélange une meilleure fluidité et une stabilisation plus importante.

Le résultat est l'obtention d'une pâte fine, onctueuse, moelleuse, fondante, d'apparence lisse et brillante. [91]

E - LE TEMPERAGE

Avant de prendre sa forme définitive, le chocolat doit subir ce processus qui comprend 3 stades :

- Le chocolat complètement fluide est ramené progressivement de 41°C à 32 °C.
- Tout en étant mélangé de manière continue, sa température est abaissée à 27°C, 27,5°C.
- Le chocolat est ensuite chauffé avec précaution à une température supérieure à 28,1°C, c'est à dire à une température variant de 29°C à 31°C suivant le type de chocolat. [44]

En effet, il existe cinq formes cristallines du beurre de cacao.

Forme cristalline	Point de fusion
gamma	17,8°C
α	23,6°C
β''	28,1°C
β'	33,1°C
stable β	34,4°C

A une température supérieure à 28,1°C, les cristaux des formes instables gamma et α et les cristaux β'' sont fondus si bien que le beurre de cacao restant contient une majorité de cristaux β' avec une petite quantité de cristaux β stables.

Lorsque le beurre de cacao se solidifie en l'état, le résultat est l'obtention d'une masse homogène stable. Cette manipulation est indispensable pour que le chocolat une fois refroidi soit lisse, brillant avec une casse nette. [44]

F - LE MOULAGE ET LE TAPOTAGE

Le tempérage a donné à la pâte de chocolat la fluidité nécessaire au moulage. Ainsi après dosage, elle est déversée dans des moules, qui sont soumis à des trépidations afin de répartir la pâte dans les moules et de chasser les bulles d'air. [91]
Les moules sont ensuite entraînés dans un tunnel de refroidissement, ce qui permet à la pâte de se solidifier en vue du démoulage. Après le démoulage, les tablettes font l'objet d'un emballage et conditionnement automatiques. [101]

G - LA CONSERVATION DU CHOCOLAT

Un chocolat de qualité doit présenter certaines caractéristiques : surface brillante, absence de bulles d'air, finesse du grain et cassure nette, sèche et dure.

Toutefois, le chocolat peut subir quelques incidents :

- le blanchissement dû au développement anormal de la forme cristalline stable β du beurre de cacao par suite de l'élévation de la température ambiante. Ce blanchissement mat est doux au toucher. [44]
- le blanchissement cristallin dû à une séparation du sucre en atmosphère humide. Le sucre partiellement fondu par l'humidité recristallise en surface. Ce blanchissement rugueux scintille à la lumière et diminue la qualité organoleptique du chocolat.

- le blanchissement dû à une longue exposition à la lumière. [87] [20]

Donc le chocolat doit être conservé à une température de 18°-20°C, à l'abri de l'humidité et de la lumière et sans variation importante de température. Ainsi, un chocolat de bonne qualité peut se conserver plusieurs mois sans altération. [87]

IV LE MARCHE DU CHOCOLAT

Les Etats-Unis sont, de très loin, les plus gros producteurs de chocolat avec 1 300 000 tonnes suivis par l'Allemagne avec 559 000 tonnes et la Grande-Bretagne avec 457 000 tonnes pour l'année 1994.

La France se situe en quatrième position avec 269 000 tonnes. [105]

La chocolaterie a connu depuis 1980 une croissance considérable avec une progression de 46 %, au niveau mondial.

Ainsi, la palme de l'amour du chocolat revient aux Suisses avec près de 10 Kg par personne et par an.

La France se situe au sixième rang avec 6 Kg par personne et par an. [105]

Le chiffre d'affaires de la chocolaterie s'élève à 11 372 400 000 francs en 94. Il a progressé d'environ 10% en un an.

Le cacao en poudre, granulé ou préparation instantanée représente 15% du marché avec forte tendance à la hausse.

Par contre, les tablettes avec 30% du marché sont en baisse. Les confiseries de chocolat, avec 44% du marché poursuivent leur progression. Les pâtes à tartiner, quant à elles, connaissent un développement très important et atteignent 10,5% du marché. [105]

CINQUIEME CHAPITRE
LEGISLATION

I QUELQUES DENOMINATIONS ET DESCRIPTIONS [107]

On entend par :

- Fèves de cacao :
Les graines de cacaoyer fermentées et séchées.
- Cacao en grains :
Les fèves de cacao torréfiées ou non lorsqu'elles ont été nettoyées, décortiquées et dégermées ne contenant pas plus de 5% de coques et de germes ni plus de 10% de cendres.
- Pâte de cacao :
Le cacao en grains réduit en pâte au moyen d'un procédé mécanique et non privé d'une partie quelconque de sa matière grasse naturelle sauf adjonction du qualificatif « dégraissée ».
- Tourteau de cacao :
Le cacao en grains ou en pâte transformé par un procédé mécanique et contenant au moins 20% de beurre de cacao, taux calculé d'après le poids de la matière sèche et au plus 9% d'eau.
- Tourteau de cacao maigre ou fortement dégraissé :
Le tourteau de cacao dont la teneur minimale en beurre de cacao est de 8%.
- Cacao en poudre :
Le tourteau de cacao transformé en poudre par un procédé mécanique et contenant au moins 20% de beurre de cacao et au plus 9% d'eau.
- Cacao maigre en poudre :
Le cacao en poudre dont la teneur minimale en beurre est de 8%.
- Chocolat en poudre ou cacao sucré en poudre :
Le produit obtenu par le mélange de cacao en poudre et de saccharose en proportion telle que 100g de produit contiennent au moins 32g de cacao en poudre.
- Chocolat de ménage en poudre :
Le produit obtenu de manière identique au précédent avec au moins 25g de cacao en poudre pour 100g.

Pour ces deux dernières préparations, on peut également utiliser du cacao fortement dégraissé en poudre. Dans ce cas, les produits prennent respectivement les dénominations « cacao fortement dégraissé sucré » et « cacao de ménage fortement dégraissé sucré ».

- Beurre de cacao :

La matière grasse obtenue à partir des fèves de cacao ou de parties de fèves de cacao.

Le beurre de cacao est présenté sous l'une des dénominations suivantes :

- beurre de cacao de pression
- beurre de cacao de torsion
- beurre de cacao raffiné.

A chaque dénomination, correspond un mode d'obtention et des caractéristiques concernant la teneur en insaponifiables et en acides gras libres.

- Chocolat noir :

Le produit obtenu à partir de pâte de cacao et de saccharose avec ou sans addition de beurre de cacao et contenant au moins 35% de matière sèche totale de cacao, au moins 14% de cacao sec dégraissé et 18% de beurre de cacao.

- Chocolat de ménage :

Il est obtenu de manière identique au chocolat noir et il renferme au moins 30% de matière sèche totale, au moins 12% de cacao sec dégraissé et 18% de beurre de cacao.

- Chocolat supérieur :

Le produit obtenu à partir de pâte de cacao, de beurre de cacao et de sucre, en proportion telle que 100g de produit contiennent au plus 57g de sucre et au moins 43g de pâte et de beurre de cacao dont au moins 26g de beurre de cacao.

- Chocolat fondant :

Il est obtenu de la même façon que le chocolat supérieur en proportion telle que 100g de produit contiennent au moins 48g de pâte et beurre de cacao, au plus 52g de sucre et au moins 32g de beurre de cacao.

- Chocolat au lait :

Il est obtenu par le mélange de pâte de cacao, de saccharose et de lait avec ou sans addition de beurre de cacao. Il contient par conséquent :

- plus de 25% de matière sèche totale du cacao
- plus de 14% de matière sèche d'origine lactique
- plus de 25% de matières grasses totales
- moins de 55% de saccharose.

- Chocolat blanc :

Exempt de matière colorante, il est obtenu par le mélange de beurre de cacao, de sucre et de lait.

Il contient au moins 20% de beurre de cacao, au moins 14% de matière sèche totale d'origine lactique et moins de 55% de saccharose.

- Chocolat aux noisettes :

Produit obtenu à partir de chocolat dont la teneur minimale en matière sèche totale de cacao est de 32% et celle du cacao sec dégraissé de 8% et de noisettes finement broyées en proportion telle que 100g de produit contiennent au plus 40g et au moins 20g de noisettes.

Tableau n° IV : Réglementation des différents chocolats noirs [106] [107]

	Matière sèche totale de cacao	Cacao sec dégraissé	Beurre de cacao
Chocolat de ménage	minimum 30%	12%	minimum 18%
Chocolat	minimum 35%	14%	minimum 18%
Chocolat supérieur	minimum 43%		minimum 26%
Chocolat fondant	minimum 48%		minimum 32%

Tableau n° V : Réglementation des différents chocolats au lait [106] [107]

	Matière sèche totale de cacao	Cacao sec dégraissé	Matières sèches d'origine lactique	Matières grasses totales	Saccharose
Chocolat de ménage au lait	minimum 20%	minimum 2,5%	minimum 20%	minimum 25%	maximum 55%
Chocolat au lait	minimum 25%	minimum 2,5%	minimum 14%	minimum 25%	maximum 55%
Chocolat au lait supérieur ou extra-fin	minimum 30%		minimum 18%		maximum 50%

Tableau n° VI : Réglementation du chocolat blanc [107]

	Beurre de cacao	Saccharose	Matières sèches d'origine lactique
Chocolat blanc	minimum 20 %	maximum 55 %	minimum 14 %

II TRAITEMENTS, COMPOSANTS ET PRODUITS D'ADDITION

A - TRAITEMENTS [107]

La technique d'alcalinisation ne peut s'effectuer que par l'un ou plusieurs des produits suivants : carbonates alcalins, hydroxydes alcalins : carbonates de magnésium, oxyde de magnésium, solutions ammoniacales à condition que la quantité d'alcalinisants ajoutés, exprimée en carbonate de potassium, ne dépasse pas 5% du poids de la matière sèche dégraissée. Aux produits ainsi traités, peut être ajouté de l'acide citrique ou tartrique dans une proportion ne dépassant pas 0,5% du poids total du produit.

Le beurre de cacao ne peut faire l'objet que de traitements bien spécifiés.

B - COMPOSANTS ET PRODUITS D'ADDITION [20] [107]

Les différents types de chocolat peuvent contenir, à la place du saccharose, du glucose cristallisé, du fructose, du lactose ou du maltose à concurrence de 5% du poids total du produit ou du glucose cristallisé dans une proportion supérieure à 5% mais inférieure à 20% du poids total du produit.

A l'exclusion des composants aromatiques rappelant la saveur du chocolat ou la matière grasse du lait dont l'usage est prohibé, les aromates, les substances aromatiques naturelles, synthétiques ou artificielles dont la composition chimique est identique à celle des principaux constituants des substances aromatiques naturelles peuvent être ajoutés au cacao en pâte, aux diverses sortes de cacao en poudre et de chocolat. Une mention relative à cette adjonction doit accompagner la dénomination du produit.

Cette mention se fait soit par l'indication du nom de l'arôme soit par l'indication « au goût de... » ou « à l'arôme de ... » accompagnée de la nature du goût ou de l'arôme.

Les différents chocolats ne peuvent contenir plus de 0,5% de leur poids total en phosphatides d'ammonium nommés E 442, les diverses sortes de cacao en poudre plus de 1% et les diverses sortes de cacao en poudre destiné à la fabrication de préparations instantanées plus de 5%.

La lécithine végétale peut être ajoutée aux différents produits de chocolaterie et aux produits intermédiaires.

La dénomination du produit est alors obligatoirement accompagnée de la mention de cette addition et de son taux, sauf lorsque la lécithine est ajoutée aux diverses sortes de chocolat.

La quantité des ingrédients supplémentaires doit être comprise entre 5 et 40% du poids total du chocolat lorsqu'ils sont ajoutés sous forme apparente et entre 5 et 30% du poids total du chocolat lorsqu'ils sont ajoutés sous forme indiscernable.

Les chocolats peuvent être décorés partiellement en surface, à la dose maximale de 10% de leur poids total.

III ETIQUETAGE [107]

Les mentions obligatoires à porter sur les emballages ou étiquettes des produits définis précédemment sont les suivantes :

- dénomination
- cacao : % minimum pour le chocolat, le chocolat de ménage, le chocolat au lait
- poids net
- nom ou raison sociale et adresse ou siège social soit du fabricant soit du conditionneur soit du vendeur.

SIXIEME CHAPITRE
COMPOSITION CHIMIQUE ET
VALEUR NUTRITIONNELLE DU CHOCOLAT

Tableau n° VII : Valeur nutritionnelle du chocolat noir et du chocolat au lait pour 100g
[88]

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Protéines (g)	4,5	7,5
Glucides (g)	60,9	59,5
- sucres (g)	53,3	53,9
- amidon (g)	4,5	2,6
Fibres (g)	5,9	1,3
Lipides (g)	30	32
Acides gras saturés (g)	17,8	18,4
Acides gras monoinsaturés (g)	9,6	10,1
Acides gras polyinsaturés (g)	0,9	1
Cholestérol (mg)	1	18
Eau (g)	0,6	1,3

Tableau n° VIII : Valeur énergétique en kcal du chocolat noir et du chocolat au lait pour
100g [88]

Chocolat au lait	Chocolat noir
541	516

I LES PROTIDES

A - ASPECT QUANTITATIF

Le chocolat noir contient environ 4,5% de protides. [88]

Elles sont quantitativement les moins représentatives de la valeur nutritionnelle du chocolat.

L'apport quotidien recommandé en protéines pour un adulte est voisin de 1g/kg. Ainsi il est nécessaire de faire appel à d'autres aliments tels que les oeufs (13% de protéines), la viande (16 à 21%) ou les poissons (17 à 27%). En effet, les protéines doivent représenter 10 à 15% de l'apport énergétique total. [101]

Or dans le chocolat noir, elles correspondent à moins de 4% de l'apport énergétique total.

Donc le chocolat est une source pauvre de protéines.

B - ASPECT QUALITATIF

On peut remarquer que les acides aminés indispensables c'est à dire les huit premiers sont retrouvés dans la composition protéique du chocolat.

Dans le cas du chocolat au lait, les protéines animales apportées par le lait s'ajoutent aux protéines végétales du cacao. [101]

Tableau n° IX : Acides aminés en g présents dans 100g de chocolat noir [101]

Isoleucine	0,55
Leucine	1
Lysine	0,68
Phénylalanine	0,76
Méthionine	0,20
Thréonine	0,20
Tryptophane	1,5
Valine	0,80
Tyrosine	0,51
Cystine	0,32
Acide aspartique	1,22
Acide glutamique	2,56
Arginine	0,77
Histidine	0,32
Alanine	0,77
Glycocolle	0,70
Proline	0,70
Sérine	0,75

C - VALEUR NUTRITIONNELLE DE CES PROTEINES

Deux paramètres permettent de l'étudier :

- le coefficient d'utilisation digestive, le CUD, qui représente la proportion d'acides aminés qui traversent la barrière digestive
- la valeur biologique qui concerne la capacité des acides aminés absorbés à participer à la synthèse protéique.

Les études montrent de faibles valeurs (< à 40%) pour le CUD, celles ci sont d'autant plus faibles que le pourcentage de cacao est élevé. Par contre, la valeur biologique se trouve dans la moyenne (50%). En effet, la composition protéique du cacao se caractérise par une présence notable des acides aminés essentiels.

Les protéines du cacao sont donc mal utilisées au niveau digestif.

Cela peut s'expliquer par le fait qu'au cours de la fermentation, les protéines se combinent aux tanins ce qui donne des complexes insolubles, insensibles à la dégradation par la pepsine au niveau gastrique.

Il faut également noter que ce phénomène peut avoir lieu avec des enzymes, ce qui les rend inefficaces. [38]

Donc le chocolat et le cacao renferment peu de protéines.

Malgré une valeur qualitative correcte due à la présence des huit acides aminés essentiels, leur qualité nutritionnelle est faible en raison de la combinaison des protéines avec les tanins.

II LES GLUCIDES

Le chocolat noir contient environ 60,9% de glucides.

Ils sont essentiellement représentés par les sucres : saccharose puis glucose ainsi que par un peu d'amidon. [88]

Les glucides doivent représenter entre 45% et 55% de l'apport énergétique total. Or le chocolat noir renferme environ 47% de calories glucidiques, ce qui du point de vue quantitatif est convenable.

Concernant l'aspect qualitatif, le glucide essentiel du chocolat est le saccharose.

Comme il ne doit pas représenter plus de 10% de l'apport énergétique total, le chocolat est un aliment déséquilibré au niveau de la qualité glucidique.

III LES LIPIDES

Le chocolat noir renferme environ 30g de lipides pour 100g. [88]

La fraction lipidique est constituée par le beurre de cacao sauf dans le chocolat au lait avec l'apport de graisses lactiques. [101]

Toutefois, l'addition aux différents produits de chocolaterie de matières grasses végétales autres que le beurre de cacao est interdite. Elle est cependant autorisée dans certains pays de la CEE ce qui n'a pas manqué d'engendrer débats et polémiques sur la qualité du chocolat et tout cela au nom de l'harmonisation de la législation européenne. [111]

Les lipides du beurre de cacao sont presque exclusivement sous la forme de triglycérides (94%). De petites quantités de diglycérides (4%), quelques acides gras libres (1,3%) et de rares monoglycérides sont présents ainsi qu'une fraction d'insaponifiables. [44]

Parmi les triglycérides, il y a 3% de saturés, 83% de monoinsaturés et 14% de monosaturés et insaturés.

Ainsi le beurre de cacao est quasiment constitué de 3 triglycérides monoinsaturés : [44]

- POP (2-oléodipalmitine)	21%
- POS (1-palmito-2-oléo-3-stéarine)	37%
- SOS (2-oléodistéarine)	25%

Le beurre de cacao contient ainsi 62,5% d'acides gras saturés par rapport aux acides gras totaux avec notamment l'acide palmitique (26,6%) et l'acide stéarique (34,7%). Les acides gras monoinsaturés avec comme principal représentant l'acide oléique (34,1%) représentent 34,4% des acides gras totaux. [89]

Les lipides doivent représenter 30 à 35% de l'apport énergétique total. Or le chocolat noir fournit plus de 52% de calories d'origine lipidique. Donc d'un point de vue nutritionnel, le chocolat est un aliment très riche en lipides.

De plus, sa composition en acides gras ne correspond aucunement à la répartition actuelle conseillée entre les différents acides gras. Celle-ci est la suivante :

- acides gras saturés	25%
- acides gras monoinsaturés	50%
- acides gras polyinsaturés	25%

Toutefois, parmi les acides gras insaturés, l'acide stéarique tient une place à part. [33]

Tableau n° X : Composition du beurre de cacao en acides gras [89]

Acides gras	Composition en % des AG totaux
Acide laurique	traces
Acide myristique	0,1
Acide palmitique	26,6
Acide palmitoléique	0,2
Acide stéarique	34,7
Acide oléique	34,1
Acide linoléique	2,9
Acide linoléinique	0,1
Acide arachidique	1,1
Acide eicosaénoïque	traces
AG saturés / AG totaux	62,5
AG monoinsaturés / AG totaux	34,4
AG polyinsaturés / AG totaux	3,1

IV LES FIBRES

Le chocolat noir contient pratiquement 6g de fibres pour 100g. [88]

Cent grammes de cacao contiennent : [101]

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

La lignine est un polymère, présente dans les parois végétales et très liée à la cellulose, polymère linéaire de β D glucose.

Les gommes sont formées de molécules de galactose et de mannose.

Les fibres permettent une élimination accrue du cholestérol et des sels biliaires par diminution du cycle enterohépatique conséquence de l'augmentation du transit intestinal.

Mais dans le cas du chocolat, leur présence en faible quantité n'a qu'un effet mineur sur le transit compte tenu de la faible hydratation et de la pauvreté en résidus du chocolat.

[101]

La ration quotidienne devrait être de 20 à 40 g.

Tableau n° XI : Minéraux en mg pour 100g de chocolat [88]

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Sodium	15	90
Potassium	365	400
Magnésium	112	60
Phosphore	173	230
Calcium	50	200
Fer	2,9	1,5

Tableau n° XII : Vitamines pour 100g de chocolat [88]

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Vitamine A (µg)		traces
β carotène (µg)	38	40
Vitamine D (µg)		traces
Vitamine E (mg)	0,5	0,7
Vitamine C (mg)		
Vitamine B₁ (mg)	0,06	0,1
Vitamine B₂ (mg)	0,1	0,35
Vitamine B₅ (mg)	0,4	0,6
Vitamine B₆ (mg)	0,05	0,06
Vitamine B₁₂ (µg)		traces
Vitamine PP (mg)	0,52	0,39
Folates (µg)	6	9

V LES SELS MINERAUX

A - LE POTASSIUM

Les mouvements du potassium sont très liés à ceux du sodium sous la dépendance de l'aldostérone. En effet, elle accroît l'élimination urinaire du potassium en augmentant la rétention hydrosodée au niveau distal.

Le potassium intervient au niveau des métabolismes glucidique et protidique. Il joue également un rôle prépondérant dans l'équilibre acide-base.

Il participe à l'excitabilité cellulaire, ainsi un léger déficit en potassium peut provoquer une fatigue musculaire ou même des crampes.

Par contre, au niveau cardiaque, les variations de la kaliémie modifient les propriétés électrophysiologiques des fibres myocardiques qui aboutissent à des troubles du rythme, parfois mortels. [90]

L'apport quotidien de potassium est compris entre 2 et 6g, il est fourni essentiellement par les végétaux. Il est suffisant pour couvrir les besoins de l'organisme qui sont de 500 à 3000 mg par jour. Le chocolat noir peut apporter sa contribution car il en contient 365 mg pour 100g. [101] [88]

B - LA MAGNESIUM

En raison de sa facilité à réaliser des chélates, le magnésium a la capacité d'activer les enzymes et notamment celles du groupe intervenant dans le métabolisme de l'ATP. Il joue aussi un rôle vital dans les transmissions nerveuses et dans la contraction et relaxation musculaire.

Ainsi le résultat d'un déficit en magnésium est l'hyperexcitabilité neuromusculaire qui se traduit par la tétanie et la spasmophilie car on sait que le magnésium est indispensable pour assurer un métabolisme normal du potassium et du calcium.

La déplétion en potassium peut également provoquer des troubles très variés : fatigue, anxiété, vertiges, insomnie.

L'insuffisance d'apport de magnésium dans la ration alimentaire a pour origine l'appauvrissement des sols et le développement des engrais azotés. [95]

L'apport journalier recommandé est de 300 mg. Donc le chocolat noir avec 112 mg pour 100 g peut constituer un apport conséquent et être recommandé comme source de magnésium mais seulement occasionnelle en raison de sa richesse calorique. [108] [88]

C - LE PHOSPHORE

Le phosphore contribue avec le calcium à la formation des tissus osseux et dentaires. Les phosphates interviennent au niveau de l'équilibre acidobasique et sont des constituants essentiels des acides nucléiques et des nucléoprotéines. [102]

L'apport journalier recommandé est de 800 mg. Les 173 mg contenus dans 100 g de chocolat noir peuvent former un apport intéressant. [108] [88]

D - LE CALCIUM

Il est impliqué dans la constitution des os et des dents, il joue un rôle général dans l'association des protéines, un rôle régulateur dans les systèmes enzymatiques et un rôle dans l'excitabilité neuromusculaire. [102]

Le chocolat noir contient 50 mg de calcium pour 100 g.

L'apport journalier recommandé est de 800 mg.

Donc le chocolat noir est une source faible en calcium. Par contre, le chocolat au lait avec 200 mg pour 100 g en est une plus conséquente. [88] [108]

Mais ce calcium est mal utilisé en raison de la présence des oxalates (200 mg pour 100 g de chocolat noir) qui forment avec lui des oxalates de calcium insolubles ne pouvant être absorbés par le tube digestif. [45]

E - LE SODIUM

Il intervient couplé au potassium dans l'excitabilité cellulaire.

100 g de chocolat noir en fournissent 15 mg. Cette pauvreté en sodium autorise sa consommation par les personnes suivant un régime désodé notamment les hypertendus et les patients sous corticoïdes. [101] [88]

F - LE FER

Le fer entre dans la composition de la molécule d'hémoglobine. Il est également présent dans de nombreuses activités enzymatiques. [82]

Mais satisfaire les besoins en fer de l'organisme est difficile car son coefficient d'absorption digestive est faible : 25% pour le fer héminique et seulement 5% pour le fer d'origine végétale. [101]

L'apport journalier recommandé est de 14 mg. Le chocolat noir avec 2,9 mg pour 100 g représente une petite contribution. [108] [88]

Donc le chocolat noir est une bonne source de magnésium.

C'est aussi un apport intéressant en phosphore et en potassium. Concernant les oligo-éléments, seul le fer est représenté de manière correcte.

VI LES VITAMINES

A - LE CAROTENE ET LA VITAMINE A

Le carotène est le précurseur de la vitamine A. Elle intervient au niveau de la vision crépusculaire par l'intermédiaire de la rhodopsine et assure notamment l'intégrité des épithéliums. [94]

L'apport journalier recommandé est de 800 µg dont 60% devraient être apportés sous forme de carotène. Or la vitamine A est absente du chocolat et le carotène y est présent à hauteur de 38 µg, ce qui est très faible. [108] [88]

B - LA VITAMINE B₁ OU THIAMINE

Elle est un facteur essentiel de la transmission de l'influx nerveux. Elle intervient aussi dans le métabolisme glucidique par l'intermédiaire de coenzyme : le pyrophosphate de thiamine. [103]

L'apport journalier recommandé est de 1,4 mg et 100 g de chocolat n'en procure que 0,06 mg. [108] [88]

C - LA VITAMINE B₂ OU RIBOFLAVINE

Elle participe à la formation d'une coenzyme, le FAD : flavine adénine dinucléotide qui exerce son activité de transport hydrogène dans différents métabolismes. [103]

L'apport journalier recommandé est de 1,6 mg, le chocolat en contient 0,10 mg pour 100 g. [108] [88]

D - LA VITAMINE B₅ OU ACIDE PANTOTHENIQUE

C'est un constituant essentiel du coenzyme A qui est nécessaire aux diverses réactions métaboliques. Il est également indispensable à de nombreuses synthèses. [94]

Le chocolat renferme 0,4 mg de vitamine B₅ pour 100 g et l'apport journalier recommandé est de 6 mg. [108] [88]

E - LA VITAMINE B₆ OU PYRIDOXINE

Elle permet la formation d'une coenzyme : le phosphate de pyridoxal qui participe aux réactions métaboliques. [94]

L'apport journalier recommandé est de 2 mg. Seulement 0,05 mg sont apportés pour 100 g de chocolat. [108] [88]

Le chocolat ne contient pas de vitamine B₁₂ ni de vitamine C ni de vitamine D. [88]

F - LA VITAMINE E

La vitamine E est une molécule antioxydante protégeant de l'oxydation des produits essentiels au métabolisme cellulaire. [94]

L'apport journalier recommandé est de 10 mg. Or le chocolat n'en fournit que 0,5 mg pour 100 g. [108] [88]

G - LA VITAMINE PP OU AMIDE NICOTINIQUE

La vitamine PP est le groupement actif de deux coenzymes le NAD (nicotinamide adénine dinucléotide) et le NADP (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate) qui joue le rôle d'acceptateur ou de donneur d'hydrogène pour de nombreuses deshydrogénases. [103]

L'apport journalier recommandé est de 18 mg. Le chocolat en renferme uniquement 0,52 mg. [108] [88]

H - LES FOLATES

Le dérivé coenzymatique de l'acide folique est l'acide tétrahydrofolique qui participe au transport de tous les radicaux carbonés du métabolisme général ainsi qu'à la synthèse d'acides aminés et de bases. [94]

L'apport journalier recommandé est de 200 µg. Le chocolat noir n'en fournit que 6 µg. [108] [88]

En conséquence, le chocolat est un aliment très pauvre en vitamines et ce d'autant plus que les vitamines A, D, C et B₁₂ ne sont pas présentes.

Tableau n° XIII : Couverture des besoins nutritionnels en pourcentage des A.J.R. et des A.N.C.

	Pourcentage des apports journaliers recommandés A.J.R. [108]	Pourcentage des apports nutritionnels conseillers par jour chez l'adulte [86]		Minéraux et vitamines pour 100g de chocolat noir [88]
		Femme	Homme	
Magnésium	37%	34%	26%	112 (mg)
Phosphore	22%	22%	22%	173 (mg)
Calcium	6%	5,50%	5,50%	50 (mg)
Fer	21%	16%	29%	2,9 (mg)
Folates	3%	2%	2%	6 (µg)
Vitamine A				(µg)
Vitamine B ₁	4%	4,50%	4%	0,06 (mg)
Vitamine B ₂	6%	6,50%	5,50%	0,10 (mg)
Vitamine B ₅	6,50%	4%	4%	0,4 (mg)
Vitamine B ₆	2,50%	2,50%	2%	0,05 (mg)
Vitamine B ₁₂				(µg)
Vitamine C				(mg)
Vitamine D				(µg)
Vitamine E	5%	4%	4%	0,5 (mg)
Vitamine PP	3%	3,50%	3%	0,52 (mg)

VII LES METHYLYXANTHINES

Le chocolat noir contient 500 mg de théobromine, 68 mg de caféine et 1 mg de théophylline. [101]

Tableau n° XIV : Les quantités de méthylxanthines contenues dans 100 g de chocolat noir [101]

Méthylxanthines	Chocolat noir (100g)
Théophylline	1 mg
Théobromine	500 mg
Caféine	68 mg

A - LA STRUCTURE CHIMIQUE

Les méthylxanthines : caféine, théobromine, théophylline sont des bases puriques d'origine végétale. La xanthine ou dioxy-2-6 purine résulte de l'association d'un noyau pyrimidine et d'un noyau imidazole. [83] [85]

B - LE MECANISME D'ACTION

Les méthylxanthines exercent leurs différentes activités d'une part en inhibant une enzyme, la phosphodiesterase, qui hydrolyse l' AMP_C et d'autre part en antagonisant les récepteurs purinergiques. [93]

1 - Inhibition de la phosphodiesterase

Cette enzyme hydrolyse l' AMP_C en AMP. Son inhibition conduit donc à l'accumulation de l' AMP_C , appelé second messenger. En effet, certaines hormones telles que le glucagon, les catécholamines en se fixant sur leurs récepteurs membranaires spécifiques provoquent l'activation d'une enzyme membranaire, l'adénylcyclase. Celle-ci transforme l'ATP en AMP_C et en phosphates en présence de magnésium. L' AMP_C est ensuite le messenger de nombreuses réponses biologiques grâce à l'activation de protéines kinases. [80]

1- Inhibition de la Phosphodiesterase

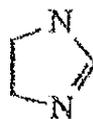


2 - Antagonisme vis à vis des récepteurs purinergiques

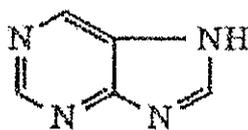
Figure n° 15 : Le mécanisme d'action des méthylxanthines [93]



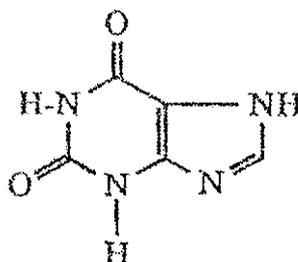
noyau pyrimidine



noyau imidazole



purine



xanthine : dioxy-2,6 purine

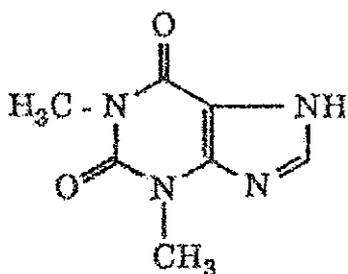
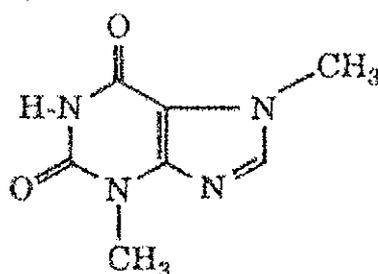
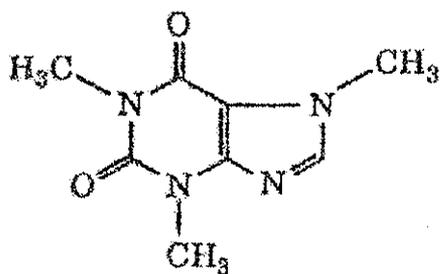
Théophylline
(diméthyl 1,3 xanthine)Théobromine
(Diméthyl 3,7 xanthine)Caféine
(Triméthyl 1,3,7 xanthine)

Figure n°16 : Formules chimiques développées du noyau pyrimidine, du noyau imidazole, de la purine, de la xanthine et des 3 méthylxanthines [83] [84]

2 - Action sur les récepteurs purinergiques

a) L'adénosine

L'adénosine est un nucléoside intervenant dans les transmissions purinergiques. La notion de nerfs purinergiques utilisant l'adénosine et l'ATP comme neurotransmetteurs est récente. D'ailleurs c'est un domaine en plein développement qui suscite de nombreux travaux. [93]

α) Les récepteurs

La propriété la plus caractéristique de l'adénosine c'est à dire la modification de l'activité de l'adénylcyase et des courants ioniques est rapportée à la classe P₁ des récepteurs purinergiques.

Ces récepteurs P₁ de l'adénosine sont divisés en A₁ et A₂. En général, la liaison adénosine-récepteurs A₁ grâce à une forte affinité inhibe l'adénylcyase tandis que la liaison adénosine-récepteurs A₂ grâce à une faible affinité active l'adénylcyase. Une troisième sous-classe dénommée A₃ n'est pas liée à l'adénylcyase et serait responsable des effets ioniques de l'adénosine.

Il faut noter que le nombre de récepteurs A₁ est augmenté par la caféine et la théophylline, phénomène en rapport avec la tolérance observée avec les xanthines.

Les récepteurs de l'adénosine se trouvent disséminés dans l'organisme : cerveau, sphère cardiovasculaire, respiratoire, rénale, gastrointestinale et tissus adipeux.

Les récepteurs P₂ sont des sites de reconnaissance spécifiques pour l'ATP, principalement dans les tissus périphériques.

Un troisième type de récepteur appelé récepteur P a une affinité particulière pour les dérivés puriques non substitués. Ceux-ci sont inhibiteurs de l'adénylcyase et diminuent donc le taux intracellulaire d'AMP_c. Ils ne sont activés que par des concentrations importantes d'adénosine. [93]

Tableau n° XV : Les différents récepteurs purinergiques et les effets de leurs liaisons aux antagonistes [93]

	Récepteurs P ₁			Récepteurs P ₂	Récepteurs P
	A ₁	A ₂	A ₃		
Agoniste	Adénosine			ATP	Dérivés puriques non substitués surtout
Effets de la liaison Récepteur-agoniste	Inhibition de l'adénylcyclase	Activation de l'adénylcyclase	Effets ioniques		Inhibition de l'adénylcyclase
Taux de l'AMP_c intracellulaire	Diminution	Augmentation			Diminution

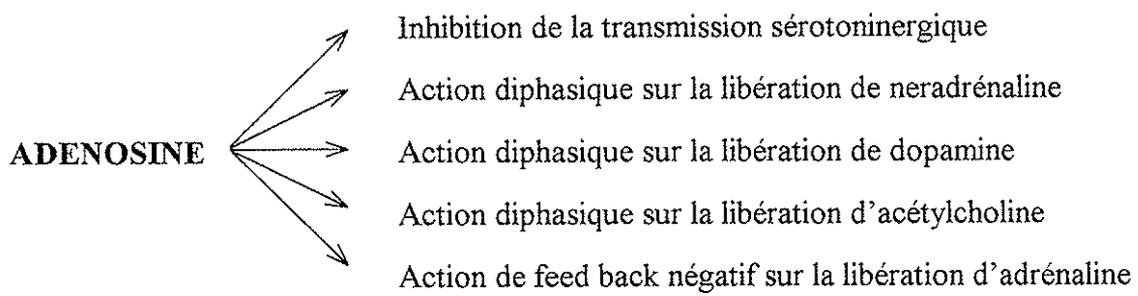


Figure n°17 : Activités de neuromodulateur de l'adénosine [93]

β) La fonction des récepteurs purinergiques

Les récepteurs purinergiques jouent un rôle dans la neurotransmission. En effet, la notion de transmission purinergique impliquant celle des nerfs purinergiques, celle de récepteurs purinergiques stimulés par des neurotransmetteurs purinergiques, adénosine et ATP est maintenant totalement fondée.

L'ATP est un comédiateur libéré avec la nor-adrénaline par certains nerfs adrénérgiques. [93]

L'adénosine est, dans tout l'organisme, un puissant neuromodulateur de la libération de nombreux neurotransmetteurs : inhibition de la sérotonine, action diphasique sur la libération de noradrénaline, de dopamine et d'acétylcholine. Au niveau adrénérgique, les purines joueraient un rôle de modulateur endogène par effet de régulation en feed back négatif de la libération du neurotransmetteur adrénérgique. Cependant, cet effet est modeste comparé à l'autorégulation sympathique par les autorécepteurs présympathiques adrénérgiques eux-même.

On considère actuellement que physiologiquement 80% des purines libérées proviennent de neurones adrénérgiques. De plus, au niveau postsynaptique, la nor-adrénaline et l'adrénaline entraînent une libération complémentaire de purines par stimulation des récepteurs α_1 . La libération neuronale des purines est soumise à un processus inhibiteur d'autorégulation purinergique rapporté à des autorécepteurs P_1 présynaptiques. [93]

Les récepteurs purinergiques interviennent également dans les systèmes à second messenger. L' AMP_C est le principal second messenger impliqué dans l'activation des récepteurs P_1 . En effet, sa formation est augmentée par la stimulation des sites A_2 et inhibée par celle des sites A_1 par l'intermédiaire de l'adénylcyclase. L'adénosine modifie aussi les échanges ioniques : conductances potassique et calcique et peut-être mouvements du sodium éventuellement par l'intermédiaire des sites A_3 . [93]

Donc l'adénosine module la concentration intracellulaire de l' AMP_C en agissant sur des récepteurs membranaires extracellulaires P_1 : A_1 (effet inhibiteur) et A_2 (effet activateur). Comme elle intervient au niveau des courants ioniques, la diminution de la conductance calcique au niveau présynaptique pourrait expliquer son rôle neuromodulateur de la libération de nombreux médiateurs. [93]

Le rôle de neuromédiateur et de neuromodulateur de l'adénosine est plus important au niveau central qu'à la périphérie en raison d'une plus grande densité de récepteurs.

χ) Le rôle physiologique de l'adénosine

L'adénosine exerce de nombreuses actions physiologiques dans tout l'organisme en maintenant un équilibre purinergique dont le but est de préserver l'homéostasie tissulaire. [93]

** Système nerveux central*

L'adénosine agit sur le système nerveux central à des doses inférieures à celles nécessaires à la périphérie. C'est un facteur déprimeur. Ainsi son administration

périphérique ou intercérébrale engendre une sédation et une diminution de l'activité motrice spontanée par stimulation des sites A_1 . La sédation due à l'adénosine peut induire le sommeil.

Il existe également une relation certaine mais pas déterminée entre anxiété et adénosine. L'adénosine est un anticonvulsivant endogène dont le taux cérébral s'accroît lors de certains types de crises épileptiques qu'elle peut prévenir.

Certains agonistes des sites P_1 ont un effet analgésique.

Lors d'intoxications à la morphine, le nombre de récepteurs à l'adénosine s'accroît et l'adénosine a été utilisée pour empêcher les accidents de sevrage. [93]

* Système cardiovasculaire

L'adénosine possède à ce niveau quatre propriétés principales :

- la coronarodilatation

l'adénosine est un régulateur physiologique du débit coronaire. Elle prévient par vasodilatation périphérique la surcharge mécanique du myocarde et augmente la disponibilité en oxygène des tissus. Cela explique les propriétés antiangoreuses des inhibiteurs de recapture d'adénosine.

- l'inhibition de l'activité sinusale et de la conduction auriculoventriculaire

- les effets inotrope et chronotrope négatifs

- l'antagonisme indirect de l'effet des catécholamines par inhibition de leur libération. [93]

* Sphère pulmonaire

Concernant la ventilation, l'adénosine en administration centrale ou périphérique entraîne une dépression.

Dans le tissu pulmonaire et les mastocytes animaux, l'adénosine accroît la libération d'histamine impliquée dans les processus allergiques. Toutefois, elle a un effet inverse sur les basophiles humains. Mais l'administration d'adénosine chez les asthmatiques peut engendrer une bronchoconstriction. [93]

* Niveau rénal

L'adénosine est un vasoconstricteur rénal et exerce une double action sur la libération de rénine : activation des récepteurs A_1 à faible dose (inhibition) et activation des récepteurs A_2 à haute dose (stimulation). [93]

* Tractus digestif

L'adénosine module les sécrétions gastriques pancréatiques et peut provoquer des lésions digestives.

* Tissus adipeux

L'adénosine joue un rôle dans le métabolisme du tissu adipeux en modifiant la réponse lipolytique aux catecholamines. Elle exerce une puissante inhibition de la lipolyse et augmente la captation du glucose et des graisses dans l'adipocyte. [93]

L'adénosine est également libérée par les cellules de l'endothélium vasculaire, il s'agit d'un mécanisme de prévention endothéliale de l'agrégation des plaquettes sanguines. [93]

b) Les antagonistes de l'adénosine

Les xanthines sont des antagonistes des sites de P_1 . Leurs effets thérapeutiques seraient ainsi reliés à un antagonisme vis à vis de l'adénosine. [93]

C - LES PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES DES METHYLXANTHINES

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

1 - Système nerveux central

La sédation et la diminution de l'activité motrice produites par la stimulation des sites A_1 par l'adénosine sont bloquées par les xanthines. Celles-ci sont des excitants centraux. Par contre, elles sont anxiogènes.

Contrairement à l'adénosine, elles sont convulsivantes.

Il faut également noter que les xanthines bloquent l'effet analgésique provoqué par certains agonistes des sites P_1 .

Elles réduisent aussi les actions de la morphine et peuvent donner un syndrome de privation, effets inverses de l'adénosine. [93] [83] [84]

2 - Système cardio-vasculaire

Les xanthines possèdent des effets chronotrope et inotrope positifs sur le coeur. Elles libèrent les catécholamines intracardiaques et mobilisent le calcium intracardiaque par inhibition de son recaptage par le réticulum sarcoplasmique. Elles augmentent le débit coronaire et en même temps la consommation en oxygène du coeur. Ainsi tous ces effets sont en accord avec l'antagonisme vis à vis de l'adénosine.

Elles entraînent une diminution des résistances vasculaires périphériques et donc une vasodilatation par action directe sur les fibres musculaires lisses. En effet, l'augmentation de l' AMP_C , due à l'inhibition de la phosphodiesterase induit une relaxation des fibres lisses. Néanmoins, leur effet global est hypertenseur. [93] [83] [84]

3 - Sphère pulmonaire

Leur effet essentiel est d'élever le rythme respiratoire et d'augmenter ainsi la ventilation alors que l'adénosine provoque des effets inverses. Leur propriété bronchodilatatrice est liée à l'augmentation de l'AMP_c par inhibition de sa dégradation. [93] [83] [84]

4 - Niveau rénal

Elles exercent une action diurétique d'une part par l'augmentation de l'irrigation sanguine au niveau du rein, ce qui accroît la filtration glomérulaire et d'autre par la diminution de la résorption tubulaire. Cela est conforme aux effets antagonistes vis à vis de l'adénosine. [93] [83] [84]

5 - Tractus digestif

Elles stimulent la sécrétion gastrique acide et la sécrétion de pepsine. Cependant la consommation de café, même en l'absence de caféine, peut provoquer cela. Il faut constater que boire du café peut produire les symptômes du reflux gastro-oesophagien. Ils sont le résultat d'une diminution de la pression du sphincter oesophagien par relaxation des fibres musculaires, d'une sécrétion acide accrue et ou d'un effet non spécifique irritant du café. [93] [83] [84]

6 - Effets métaboliques

Les xanthines induisent la lipolyse. Elle peut être la conséquence de la libération systémique des catécholamines provoquée par les xanthines ou d'un antagonisme de l'effet inhibiteur de l'adénosine sur la lipolyse. Les deux mécanismes se traduisent par un accroissement du taux d'AMP_c, qui induit une phosphorylation et une activation de la lipase. [93]

Dans le chocolat, seules la caféine et la théobromine auront des effets physiologiques.

La caféine exerce ses actions surtout au niveau du système nerveux central et de la sphère cardio-vasculaire.

La théobromine présente les propriétés générales des méthylxanthines mais à un degré beaucoup moindre que la caféine sauf pour la diurèse. [93] [83]

Tableau n° XVI : Actions de l'adénosine et des méthylxanthines sur les différents systèmes [93] [83] [84]

	Effets de l'adénosine	Effets des méthylxanthines	
		Antagonisme de P ₁	Inhibition de la Pdiesterase
Système nerveux central	<ul style="list-style-type: none"> - action anticonvulsivante - sédation et diminution de l'activité motrice par stimulation de A₁ 	<ul style="list-style-type: none"> - action convulsivante - excitation centrale 	
Sphère cardio-vasculaire	<ul style="list-style-type: none"> - effets inotrope et chronotrope négatifs - inhibition de la libération de catécholamines - coronarodilatation 	<ul style="list-style-type: none"> - effets chronotrope et inotrope positifs - libération de catécholamines - augmentation du débit coronaire et de la consommation en O₂ du coeur 	relaxation des fibres musculaires lisses EFFET GLOBAL HYPERTENSEUR
Sphère pulmonaire	<ul style="list-style-type: none"> - dépression de la ventilation - bronchoconstriction 	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation de la ventilation 	relaxation des fibres bronchiques
Niveau rénal	<ul style="list-style-type: none"> - a faible dose, activation de A₁ → inhibition de la libération de rénine - a forte dose, activation de A₂ → stimulation de la libération de rénine 	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation de la filtration glomérulaire - diminution de la résorption tubulaire 	
Tractus digestif	<ul style="list-style-type: none"> - modulation des sécrétions gastriques et pancréatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - stimulation de la sécrétion acide gastrique 	<ul style="list-style-type: none"> - diminution de la pression du sphincter oesophagien par relaxation des fibres lisses
Effets métaboliques	<ul style="list-style-type: none"> - inhibition de la lipolyse - augmentation de la captation du glucose et des lipides dans l'adipocyte 	<ul style="list-style-type: none"> - lipolyse due à l'antagonisme de P₁ ou à la libération systématique de catécholamines 	

D - INTENSITE DES EFFETS PHARMACOLOGIQUES DES METHYLXANTHINES CONTENUES DANS LE CHOCOLAT

Les effets des méthylxanthines du chocolat dépendent de leurs concentrations sanguines. Celles-ci sont influencées par la biodisponibilité des méthylxanthines du chocolat.

Shively étudie le métabolisme de la théobromine dans deux situations : une fois après 14 jours d'abstention de toute méthylxanthine et une autre fois après une semaine de consommation de 6 mg/kg/jour de théobromine sous la forme de chocolat noir. Pour cela, les patients prennent une dose de 10 mg/kg de solution de théobromine marquée sous forme d'acétate de sodium équivalente à une dose de 6 mg/kg de théobromine base. Les paramètres tels que le temps de demi-vie, le volume apparent de distribution et la clairance de la théobromine sont déterminés et leurs valeurs sont pratiquement les mêmes dans les deux cas.

L'auteur conclut donc que la consommation de grandes quantités de chocolat ne modifie pas le métabolisme de la théobromine.

Par contre, il a trouvé une biodisponibilité de 80% pour la théobromine du chocolat comparé à une solution de théobromine. Donc l'intensité des effets pharmacologiques des méthylxanthines contenues dans le chocolat est plus faible que celle des méthylxanthines ingérées pures. [72]

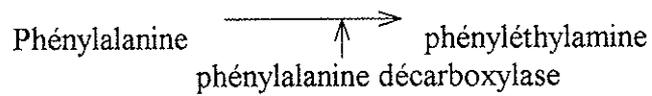
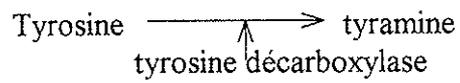
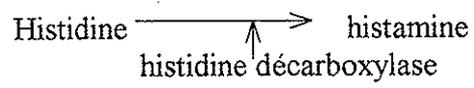
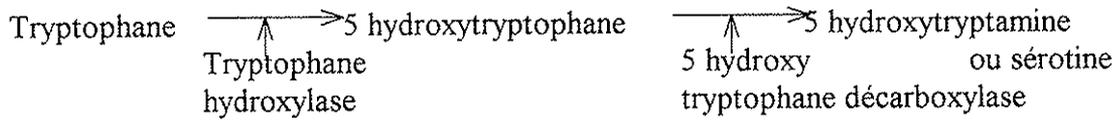


Figure n°18 : Synthèse des amines du chocolat

VIII LES AMINES

Le chocolat noir contient pour 100 g : [101]

- 1 mg de phényléthylamine
- 2,7 mg de sérotonine
- 1,2 mg de tyramine
- 0,9 mg d'histamine

Tableau n° XVII : Les amines biogènes présentes dans 100 g de chocolat noir [101]

Sérotonine	2,7 mg
Tyramine	1,2 mg
Phényléthylamine	1 mg
Histamine	0,9 mg

A - L'HISTAMINE

C'est une amine qui se comporte comme un neuromédiateur au niveau du système nerveux central et qui à la périphérie est impliquée dans des réactions immunoallergiques en tant que substance autacoïde.

Ainsi elle est contenue dans les basophiles sanguins, dans les mastocytes séreux localisés dans les séreuses et les tissus conjonctifs et dans les mastocytes muqueux localisés au sein des tissus. Elle est synthétisée par décarboxylation de l'histidine en présence d'une histidine décarboxylase.

Son catabolisme aboutit sous l'action d'une histaminase à l'acide imidazolacétique par désamination oxydative et ceci au niveau périphérique. [80]

B - LES AUTRES AMINES

1 - Leur métabolisme

La sérotonine est un amine biogène au niveau périphérique et un neuromédiateur au niveau du système nerveux central.

A la périphérie, elle est localisée dans les plaquettes sanguines, les cellules entérochromaffines de l'intestin grêle, les vaisseaux sanguins et d'autres tissus.

A la périphérie, la synthèse de sérotonine s'effectue dans les cellules intestinales. Au niveau cérébral, la sérotonine ne passant pas la barrière hémato-encéphalique est synthétisée in situ par certains neurones. Sa synthèse s'effectue à partir du tryptophane, acide aminé exogène fourni par l'alimentation. Celui-ci sous l'effet d'une tryptophane hydroxylase est transformé en 5

hydroxytryptophane qui aboutit ensuite à la sérotonine ou 5 hydroxytryptamine sous l'action d'une 5 hydroxytryptophanedécarboxylase. [80]

La synthèse de phényléthylamine se fait par décarboxylation d'un acide aminé, la phénylalanine ; celle de la tyramine par décarboxylation de la tyrosine.

2 - Leur catabolisme

Ces amines sont dégradées par une monoamine oxydase qui provoque leur désamination oxydative. Il existe deux formes A et B de monoamine oxydase. Certains substrats sont spécifiques d'une forme, d'autres sont communs aux deux formes.

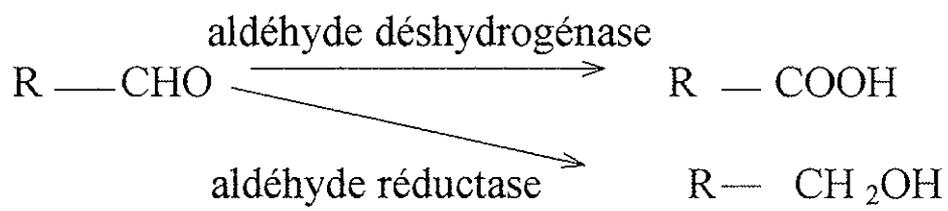
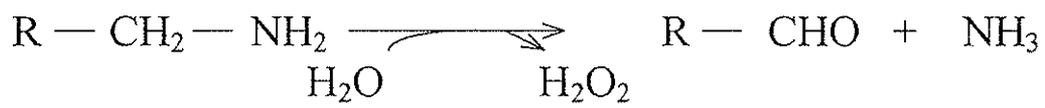


Figure n°19 : La désamination oxydative des amines [108]

Tableau n° XVIII : Les substrats des monoamines oxydases

	MAO A	MAO B
Substrats spécifiques	sérotonine	Phényléthylamine
Substrats communs	Tyramine	

C - CONSEQUENCES D'UN TRAITEMENT PAR IMAO

Le chocolat en raison de la présence de tyramine est considéré comme un aliment à risque intermédiaire pour les patients traités par IMAO non sélectifs. [73]
 En effet, les IMAO non sélectifs bloquent la désamination oxydative de la tyramine notamment. Il en résulte une accumulation de tyramine qui suscite une intense libération de noradrénaline dont les stocks ont été singulièrement accrus par l'inhibition des MAO des terminaisons neuronales. Cela se traduit alors par des accidents hypertensifs. Même si le chocolat présente un risque modéré d'accident hypertensif, sa consommation plus conséquente peut précipiter une crise hypertensive chez les patients traités par IMAO. [73]

Toutefois, selon l'étude de Sweet R.A., les patients traités par IMAO consomment volontiers du chocolat, journalièrement pour 30% d'entre eux et au moins une fois par mois pour plus de 90% d'entre eux. [73]

Par contre, les inhibiteurs de la MAO A, de par leur spécificité, leur réversibilité et leur compétitivité présentent une meilleure sécurité d'utilisation. En effet, les interactions avec les aliments riches en tyramine comme le chocolat ne sont plus présentes, améliorant ainsi le rapport bénéfice/risque du traitement. [4]

IX LES PROPRIETES NUTRITIONNELLES DU CHOCOLAT

En raison de sa teneur élevée en lipides et en glucides, le chocolat est un aliment à fort pouvoir énergétique. [106]

Cela en fait un aliment de choix pour les sportifs lors d'exercices physiques prolongés, où il peut également constituer une bonne source de potassium, de magnésium et de phosphore. [106]

Mais il est pauvre en protéines et en vitamines.

Par contre, il présente une teneur en Fer qui couvre environ 20% de l'apport journalier recommandé. [108] [86] [88]

Toutefois, du point de vue diététique, il faut considérer la densité nutritionnelle du chocolat c'est à dire la quantité de nutriments exprimée en g ou en mg pour un apport énergétique de 100 calories.

Ainsi la densité nutritionnelle du chocolat en magnésium, potassium, phosphore ainsi qu'en fer est réduite tandis que celle en protéines, en vitamines et autres sels minéraux est pratiquement négligeable.

C'est pourquoi le chocolat n'est recommandé que pour un apport occasionnel. [106]

En conclusion, le chocolat est surtout indiqué aux sportifs, travailleurs de force, amaigris, maigres constitutionnels auxquels il fournit un supplément énergétique facile et agréable à consommer. [106]

SEPTIEME CHAPITRE
LES MEFAITS SUPPOSES
DU CHOCOLAT

I LE CHOCOLAT ET L'ACNE

Le chocolat est depuis fort longtemps considéré comme un facteur d'aggravation de l'acné ; pour preuve, l'enquête menée par le docteur D. Elia en 1988 qui révèle que pour 40 % des adolescents, la consommation de chocolat déclenche une poussée d'acné. [12]

L'acné est une pathologie pubertaire et post pubertaire liée à une anomalie de fonctionnement de l'appareil pilo-sébacé.

Plusieurs facteurs étiopathogéniques concourent à cette affection de la peau :

- l'augmentation de l'action des androgènes au niveau des glandes sébacées soit par l'augmentation de leur taux à ce niveau soit par une hypersensibilité des glandes à un taux normal d'hormones.
- l'hypersécrétion sébacée, les glandes sébacées étant sous le contrôle des androgènes
- l'hyperkératinisation du follicule pileux qui aboutit à l'obstruction du canal pilo-sébacé et à la formation d'un comédon
- la colonisation de ce comédon par *Propionibactérium acnés*. Ces bactéries grâce à une lipase hydrolysent les triglycérides du sébum en acides gras libres irritants et comédogènes ce qui va provoquer une inflammation locale. [58]

Cette interrogation sur la responsabilité de l'alimentation et notamment du chocolat dans le déclenchement de l'acné a suscité de nombreuses études. Elles concourent pratiquement toutes à innocenter le chocolat sauf quelques unes.

En fait, il a été montré que seul le jeûne total réduisait la sécrétion de sébum de 30 %. [101]

En 1965, Grant fait avaler des tablettes de chocolat à des sujets convaincus de l'influence du chocolat sur l'acné. Comme il ne constate aucune aggravation de leur pathologie acnéique, il conclut que le chocolat n'exerce aucune influence sur l'acné. [18]

En 1968, Mac Donald fait ingérer de grandes quantités de chocolat en poudre mélangé à du lait écrémé à des adolescents. Lors de l'analyse du sébum, il note une augmentation du cholestérol et des triglycérides.

Il émet alors l'hypothèse que le chocolat a peut-être un rôle dans l'aggravation de l'acné. [101]

En 1969, Fulton compare les effets d'une barre chocolatée et d'une barre de sucrerie non chocolatée sur l'acné d'adolescents. Pour cela, les deux barres sont physiquement identiques, possèdent un goût très similaire. Le pourcentage de lipides et la valeur énergétique sont les mêmes. La barre de contrôle contient environ 28 % de lipides d'origine végétale pour mimer les lipides du beurre de cacao.

Les sujets mangent une barre par jour, soit l'une soit l'autre pendant un mois puis après trois semaines d'arrêt, ils mangent l'autre pendant un mois.

L'auteur n'observe aucune différence significative entre la prise d'une barre chocolatée ou d'une barre témoin sur l'état de l'acné des 65 sujets.

Parallèlement, il étudie la composition et la production de sébum chez cinq adultes consommant deux barres chocolatées par jour pendant un mois. Il ne constate aucune modification de la production ni de la composition du sébum.

Il en conclut que « l'ingestion de grandes quantités de chocolat n'affecte pas l'évolution de l'acné, ni la production et la composition du sébum ». [19]

En 1970, Minkin confirme les conclusions de Fulton. [48]

En 1974, Mackie remet en cause les travaux de Fulton. Selon lui, certains constituants du chocolat peuvent être responsables de l'aggravation de l'acné en augmentant la viscosité du sébum et donc l'obstruction du canal pilo-sébacé. En effet, il attribue cela à la grande quantité d'acides gras saturés présents dans le beurre de cacao. Le point de fusion de l'acide stéarique est de 69,6 °C tandis que celui de l'acide oléique est de 16 °C.

De plus, il pense que le saccharose et les bases xanthiques en accroissant l'insulinémie, stimulent l'action de la lipoprotéine lipase au niveau des triglycérides du sébum.

Mais les lipides du sérum ne sont pas excrétés par les glandes sébacées et les lipides d'origine alimentaire ne modifient pas la composition du sébum. En outre, l'action de la lipoprotéine lipase au niveau des triglycérides du sébum cutané n'a pas été prouvée. [101]

Donc, actuellement, on considère comme Kaminester l'affirme que « le régime alimentaire ne joue aucun rôle dans le traitement des patients atteints d'acné et même la consommation de grandes quantités de chocolat n'aggrave pas l'acné ». [32]

Cependant Pochi émet des réserves car des études rigoureusement contrôlées qui pourraient définir clairement les effets du régime alimentaire sur l'acné manquent. [58]

II LE CHOCOLAT ET LES TROUBLES DIGESTIFS

A - ACTION SUR LE SPHINCTER INFÉRIEUR DE L'OESOPHAGE

Des patients présentant un reflux gastro oesophagien remarquent une recrudescence de leurs symptômes après l'ingestion de chocolat. [18]

Cette constatation amène des scientifiques à s'interroger sur une éventuelle relation de cause à effet.

Ainsi Babka démontre qu'une diminution importante et durable du tonus du sphincter inférieur de l'oesophage peut être provoquée expérimentalement par l'ingestion de chocolat. [18]

Des études ultérieures ont confirmé cette conclusion.

Quant aux substances contenues dans le chocolat et impliquées dans ce phénomène, il s'agit des méthylxanthines et des lipides. Des études précédentes avaient établi leur responsabilité individuelle dans la diminution de pression du cardia. [85]

Wright évalue les effets de l'ingestion de chocolat et l'alcalinisation gastrique sur la pression du cardia chez des sujets sains. Celle-ci a par ailleurs pour effet d'augmenter la pression du cardia.

Il en résulte que le chocolat exerce une action inhibitrice sur la pression du cardia et que l'administration d'un antiacide 15 minutes après celle de chocolat n'influe aucunement sur cette inhibition.

Cependant la capacité de l'alcalinisation gastrique à s'opposer à l'action des lipides sur le cardia permet de déduire la mise en cause des méthylxanthines. [74]

Cette dernière remarque a été vérifiée notamment par l'étude de Murphy. En effet, il compare le temps d'exposition à l'acidité de l'oesophage chez des patients souffrant d'oesophagite après l'ingestion d'une solution témoin glucosée et d'une solution de chocolat. Il constate un accroissement significatif de ce temps après l'administration de la solution de chocolat. Or la solution témoin ne renferme aucun lipide et la solution de chocolat seulement 2% de lipides. Donc les lipides sont mis hors de cause. L'auteur est également favorable à la responsabilité des méthylxanthines, qui en inhibant la phosphodiesterase entraînent une accumulation de l'AMP cyclique et donc une relaxation des fibres musculaires lisses et en particulier du cardia. Néanmoins, il remarque qu'un taux élevé de lipides pourraient accroître l'action des méthylxanthines. [53]

Le chocolat abaisse donc le tonus du sphincter inférieur de l'oesophage ce qui favorise le reflux gastro-oesophagien et augmente le temps d'exposition à l'acidité de l'oesophage chez les patients atteints d'oesophagite. En conséquence, le chocolat n'est pas recommandé aux personnes souffrant de reflux gastro oesophagien.

B - LA DIGESTIBILITE DU CHOCOLAT

Le chocolat est un aliment réputé pour être difficile à digérer. Qu'en est-il exactement ?

Tout d'abord, il faut savoir que la digestibilité du beurre de cacao est excellente et que le coefficient de cette digestibilité atteint 96,2 % et même 98 % si le beurre de cacao ne constitue qu'un quart des lipides de l'alimentation. [106]
De plus, manger 20 g de chocolat soit 4 carrés correspond concernant le saccharose à la prise de deux morceaux de sucre, ce qui n'est pas indigeste et concernant les lipides à la consommation de 5 g de graisses, ce qui est faible et n'a comme conséquence que d'augmenter légèrement le temps de stase gastrique. [101]

Ce qui importe cependant, c'est moins la digestibilité du cacao que la quantité de chocolat ingérée, car toute graisse même le beurre de cacao prise en excès peut déterminer un déséquilibre alimentaire et des troubles digestifs. [106]
Ainsi la prise de chocolat à la fin d'un repas mal équilibré est toujours rendue responsable des manifestations digestives. Or, dans ce cas, il s'agit souvent de repas de fêtes de Noël ou de Pâques qui sont particulièrement riches en lipides. [101]

Il est donc préférable d'éviter les chocolats fantaisistes enrichis en lécithine, pauvres en cacao et de choisir un chocolat noir riche en cacao. Pour les personnes sujettes aux troubles digestifs, le consommer avec modération et loin d'un repas ce qui d'ailleurs rendra la dégustation plus savoureuse.

C - LE CHOCOLAT ET LE FOIE

Le chocolat coupable de provoquer des crises de foie est une vieille assertion populaire. Ainsi dès 1953, les docteurs Roussel et Larrue pratiquent des tests hépatiques sur des enfants après l'absorption de chocolat (22 à 66 g/jour) pendant une période prolongée allant de 17

jours à 60 jours. Les tests biologiques ne mettent en évidence aucun signe d'intolérance hépatique ce qui correspond à l'observation clinique qui ne signale aucun symptôme. [101]

L'année suivante, Gounelle étudie l'évolution des tests hépatiques après absorption de chocolat chez des sujets avec une atteinte hépatique récente ou ancienne et chez des sujets sans aucun problème digestif. Pour cela, ils ingèrent 50 g de chocolat deux jours de suite, les tests hépatiques étant effectués le troisième jour à jeun.

Quelques patients présentant une atteinte hépatique ressentent des nausées le deuxième jour, mais sans aucune traduction biologique hépatique.

Il constate que les examens biologiques ne révèlent aucune action sur les cellules hépatiques des deux types de patients. [96]

Tout au plus, la richesse lipidique du chocolat en déclenchant une sécrétion de cholecystokinine provoque la libération de bile par contraction de la vésicule biliaire. [85]

Donc, le chocolat n'a aucun effet hépatique toxique.

D - LE CHOCOLAT ET LA CONSTIPATION

Le chocolat est également accusé de posséder un effet constipant. Toutefois, aucune étude vraiment sérieuse n'a été menée dans ce domaine. Il est à noter que les gros consommateurs de chocolat de l'étude de Favre-Bismuth ne s'en plaignent pas. [14]

L'éventuel effet constipant pourrait s'expliquer par la richesse en tanins, qui par leurs propriétés astringentes ralentissent la progression des matières fécales mais aussi par la faible hydratation et la pauvreté en résidus du chocolat. [101]

Or on a constaté cliniquement que le transit intestinal est, au contraire, accéléré par la présence de chocolat. Cette accélération du transit serait due à la sécrétion de cholecystokinine et à la stimulation de la contraction des fibres musculaires lisses des parois intestinales par les tannins. [85] [101]

Il est quand même nécessaire de préciser que la quantité de chocolat ingérée dans une journée n'intervient guère dans le transit intestinal.

La constipation a le plus souvent comme origine une insuffisance de boissons et d'aliments riches en fibres. [101]

Toutefois, il existe dans le commerce des chocolats « bien tolérés par les foies et les intestins fragiles » et « ils ne constipent pas ». L'originalité de ces chocolats découle de leur procédé spécial de fabrication, la cuisson en autoclave. Ce sont les chocolats Dardenne commercialisés en granulés et en tablettes. [96]

III LE CHOCOLAT ET LE DIABETE INSULINO-DEPENDANT

En 1994, Nguyen étudie l'effet de l'ingestion de 100 g de chocolat noir (45 g de cacao et 55 g de saccharose) sur le métabolisme glucidique chez 10 sujets sains.

Les résultats sont comparés à ceux obtenus avec la prise de 55 g de saccharose.

L'administration de 100 g de chocolat noir provoque :

- une augmentation moindre mais plus longue de la glucosémie et de l'insulinémie que le saccharose
- un doublement de la triglycéridémie tandis qu'il se produit aucun changement après l'administration de saccharose. [54]

Donc le chocolat provoque une stimulation pancréatique moindre comparée au saccharose. En effet, il a été démontré que la réponse glycémique à des glucides rapidement digestibles était réduite par l'ingestion simultanée de lipides qui retardent la vidange gastrique. Ainsi, les constituants lipidiques du cacao ralentissent la vitesse de progression du contenu digestif vers le duodenum réduisant ainsi son taux d'absorption.

Le chocolat, grâce à un index glycémique peu élevé et un effet longue durée est un aliment plus convenable que d'autres aliments glucidiques.

Cependant, l'augmentation concomitante des triglycérides suivant l'ingestion de chocolat incite à une consommation modérée. Néanmoins, le chocolat convient pour les exercices d'endurance en raison de ses qualités énergétiques et de la persistance de l'augmentation des triglycérides et du glucose après son ingestion. [54]

Il existe des chocolats où une partie du saccharose est remplacé par du fructose dont l'effet sur la glycémie est moindre. De plus, le fructose ne nécessite pas l'action de l'insuline. Mais il contribue à accroître la synthèse hépatique des triglycérides chez les diabétiques et il procure un goût qui laisse à désirer. [101]

Donc l'emploi de ce type de chocolat ne procure aucun avantage en terme diététique comparé au chocolat noir. [101]

On trouve également dans le commerce des chocolats de régime dits appauvris en glucides, contenant du sorbitol et conseillés aux diabétiques. Mais leur goût est décevant. [101] Ainsi dans les chocolats de régime Dardenne, le saccharose est remplacé par du fructose et du sorbitol.

En conséquence, au lieu de consommer des chocolats de régime au goût décevant, les diabétiques ont intérêt à privilégier raisonnablement un chocolat noir, riche en cacao, de très bonne qualité dont l'excellence et la finesse apportent un réel plaisir, tout en tenant compte de la quantité de glucides consommés. [101]

IV LE CHOCOLAT ET LES CALCULS RENAU

Le chocolat, aliment riche en acide oxalique (200 mg pour 100 g de chocolat noir) est généralement considéré comme un aliment interdit aux patients présentant des calculs urinaires d'oxalate de calcium. [101]

Balcke, en 1989, étudie l'excrétion urinaire de l'acide oxalique après l'ingestion de chocolat. Il en résulte que l'ingestion de chocolat induit une augmentation importante mais passagère de l'oxalurie. Le pic d'excrétion est obtenu très rapidement entre 2 et 4 heures après

l'ingestion. Cela montre que son absorption a lieu dans la partie supérieure du tractus gastro-intestinal.

Il conclut que cette hyperoxalurie transitoire peut constituer un facteur circonstanciel dans la genèse d'une lithiase urinaire oxalocalcique chez les patients à risques. [2]

Nguyen, en 1994, recherche les effets de l'ingestion de 100 g de chocolat noir sur le métabolisme du calcium et des oxalates chez 10 sujets sains. Les résultats sont comparés à ceux obtenus avec la prise de 55 g de saccharose, quantité présente dans 100 g de chocolat noir.

L'ingestion de chocolat induit une diminution non significative de la phosphaturie tandis que l'administration de sucre la réduit. L'auteur l'explique par le fait que l'ingestion de glucose entraînerait une entrée des phosphates dans les cellules diminuant ainsi la phosphorémie, ce qui conduirait à une baisse de la phosphaturie par réduction de la filtration rénale des phosphates. Par contre, la calciurie et la magnésurie sont augmentées dans les 2 cas. Selon lui, l'accroissement de la calciurie après l'ingestion de chocolat serait due à la stimulation de la réponse insulémique par le sucre additionné au cacao. En effet, une insulémie augmentée modifie la réabsorption tubulaire du calcium, conduisant ainsi à une majoration de la calciurie. Concernant l'excrétion urinaire de l'acide oxalique, l'ingestion de 100 g de chocolat provoque une multiplication de sa valeur par trois. En revanche, elle demeure inchangée après l'administration de sucre. Cela est en accord avec leurs précédentes études où l'oxalurie est augmentée après la prise de glucose et diminuée après celle de fructose. Donc une oxalurie identique après l'ingestion de sucre résulte peut-être de la présence de glucose et de fructose dans la molécule de sucre.

Il en déduit que l'acide oxalique de la nourriture peut entraîner une hyperoxalurie passagère susceptible de créer des conditions urinaires favorisant le développement de lithiase.

Il est donc recommandé aux patients à risque de restreindre leur consommation de chocolat et de boire une quantité suffisante d'eau faiblement minéralisée s'ils en consomment une quantité manifeste. [54]

Ces deux expériences concernent l'excrétion urinaire des oxalates après l'ingestion de chocolat chez les sujets sains.

Ainsi, Massey, en 1983, étudie chez des patients présentant des calculs rénaux d'oxalate de calcium l'impact de différents régimes alimentaires sur l'oxalurie.

Généralement, ces patients suivent un régime alimentaire restreint en oxalates. Mais l'influence de la biodisponibilité du calcium n'est pas prise en compte.

Ainsi trois régimes sont expérimentés :

- régime A pauvre en oxalate et en calcium
- régime B pauvre en oxalate et riche en calcium
- régime C riche en oxalate et en calcium.

On constate que l'oxalurie est bien plus importante avec le régime C qu'avec les régimes A et B. Cela indique l'effet bénéfique de la restriction alimentaire en oxalates sur l'oxalurie.

L'excrétion urinaire du calcium n'est pas significativement différente dans les trois régimes. De plus, l'excrétion des oxalates est plus augmentée avec le régime A qu'avec le régime B. En effet, la restriction en calcium alimentaire provoque une augmentation de l'oxalurie probablement parce que les oxalates ne peuvent se lier au calcium sous forme de sel insoluble et sont ainsi plus disponibles pour l'absorption. Un phénomène similaire se produit avec les patients présentant une absorption accrue au calcium. [45]

Donc un régime restreint en oxalates permet d'abaisser l'oxalurie chez des patients présentant des calculs rénaux. L'adjonction de produits laitiers, grâce à l'apport de calcium améliore dans certaines conditions l'efficacité du régime. Ce régime concerne huit aliments dont la consommation doit être évitée à savoir les épinards, la rhubarbe, le thé, les fraises, les betteraves, les noix, le son de blé et bien sûr le chocolat. [45]

V LE CHOCOLAT ET L'ALLERGIE

Le chocolat est aujourd'hui, dans l'esprit de tous, responsable d'allergie alimentaire.

L'allergie alimentaire correspond aux manifestations cliniques dues à un phénomène immuno-allergique d'hypersensibilité provoqué par un aliment jouant le rôle d'antigène. Le plus souvent, il s'agit d'une allergie de type immédiat due à des anticorps de la classe IgE. [24]

Elle est favorisée par l'altération de la muqueuse intestinale ce qui facilite l'absorption de substances antigéniques. Des perturbations immunitaires locales jouent également un rôle notamment une réduction relative des IgA et une augmentation des IgE. Une modification de la fonction hépatique peut aussi intervenir par l'intermédiaire d'une insuffisance enzymatique qui entraîne la destruction de l'histamine et donc favorise l'expression de l'hypersensibilité alimentaire. [24]

Les manifestations cliniques de l'allergie alimentaire peuvent être de trois ordres : [24]

- formes localisées à l'appareil digestif : accélération du transit - oedème de Quincke de la muqueuse buccale - météorisme - douleurs abdominales - épigastralgies - nausées - vomissements
- formes s'accompagnant de manifestations à distance et en particulier cutanées : urticaire - oedème de Quincke localisé à la face
- formes générales dans le cadre du choc anaphylactique.

Le diagnostic d'allergie alimentaire est difficile. Il doit être établi sur la conjonction de plusieurs arguments : [24]

- existence d'un terrain atopique connu personnel ou familial
- établissement d'une relation directe entre l'absorption de l'aliment et l'apparition des troubles
- positivité des tests cutanés
- mise en évidence des anticorps IgE spécifiques de l'allergène incriminé
- positivité des tests de provocation : cela peut être un test de provocation sublinguale ou un régime d'exclusion-réintroduction.

Cette démarche permet en général de conclure à l'allergie alimentaire ou non.

Fries, en 1978, rassemble de nombreux articles concernant l'allergie au chocolat. [18]
Certains auteurs ont établi chez des sujets atopiques un degré important de positivité aux intradermo-réactions à la fève de cacao sans savoir s'ils présentent des signes cliniques déclenchés par l'ingestion de chocolat. [18]

Ces diverses études ne donnent aucune certitude sur la relation entre la fréquence des signes cliniques apparus après l'absorption de chocolat et la fréquence de positivité des tests cutanés. En effet, certaines montrent une corrélation, d'autres non. [18]

Par ailleurs, la fréquence de positivité aux tests est très variable suivant la substance utilisée : fève de cacao, pâte de cacao, poudre de cacao ou chocolat. La fève de cacao possède un fort pouvoir antigénique, par contre lors des étapes de fabrication, les glycoprotéines du cacao subissent des changements si bien que les produits de chocolat provoquent moins de tests cutanés positifs. [18]

En 1986, Zeitz, réalise une étude sur 20 adultes qui peuvent être allergiques au chocolat. Il s'agit d'une étude en double aveugle sur une durée de 4 jours. Pendant 2 jours, ils reçoivent soit des gélules contenant du chocolat en poudre soit des gélules contenant un placebo et inversement les 2 autres jours.

Sur les 14 patients restant à la fin de l'étude :

- 4 ont une réaction au chocolat, aucune au placebo
- 4 n'ont aucune réaction
- 4 ont des réactions au chocolat et au placebo
- 2 ont une réaction au placebo et aucune au chocolat.

Les tests cutanés et le RAST sont tous négatifs. Le test aux basophiles est positif par trois fois pour un des sujets dont deux fois au chocolat.

Selon Zeitz, l'allergie au chocolat est rare chez l'adulte. [77]

En 1994, Zuskin s'est intéressé aux données immunologiques et respiratoires des travailleurs de confiserie.

Ainsi les prick tests cutanés avec des extraits d'aliments utilisés dans l'usine de confiserie montrent que les réactions cutanées positives les plus fréquentes se produisent avec des extraits de cacao puis avec le chocolat.

L'augmentation du taux sérique des IgE est retrouvée chez 13 % des travailleurs. Il constate que la prévalence de l'asthme et de la dyspnée professionnels est significativement plus haute chez les travailleurs avec des tests cutanés positifs que chez ceux avec des tests négatifs.

Une prévalence importante des symptômes respiratoires aigus est remarquée lors du travail en équipes mais aucune association avec les tests immunologiques n'a été trouvée. Cependant ces symptômes s'observent essentiellement chez les travailleurs avec des tests cutanés positifs. [78]

Donc actuellement, suite aux diverses études :

- certaines personnes présentent des symptômes apparentés aux signes allergiques après l'ingestion de chocolat ou après l'exposition au chocolat
- aucune relation définitive entre signes cliniques et positivité des tests cutanés n'est établie
- aucun lien entre signes cliniques et augmentation des IgE n'est prouvé.

En conséquence, aucune étude scientifique n'a apporté la preuve de l'allergie au chocolat. Toutefois, compte tenu des études récentes, seul le meilleur respect de la démarche d'établissement de l'allergie alimentaire pourrait éventuellement conduire à une réponse claire et définitive.

Par contre, en regard de la composition chimique du chocolat, le diagnostic de la majorité de ces réactions sinon toutes peut être orienté vers les fausses allergies alimentaires. [50]

Ce sont des réactions pathologiques liées le plus souvent à la libération non immunologique des médiateurs de l'hypersensibilité à partir des mastocytes, des macrophages et des lymphocytes ou à l'apport exogène de différentes substances. [50]

En effet, le chocolat est un aliment doué d'une activité histaminolibératrice non spécifique. De plus, il renferme une substance connue pour provoquer des fausses allergies alimentaires : la tyramine.

Son mécanisme d'action est double : d'une part, elle est histaminolibératrice et d'autre part, elle entraînerait lors de son passage dans les poumons, une libération de prostaglandines et d'autres agents vasoactifs susceptibles d'action au niveau céphalique. [50]

Les facteurs favorisant l'intolérance à la tyramine sont : [50]

- l'excès de consommation d'aliments riches en celle-ci
- l'excès de synthèse endogène par décarboxylation de la tyrosine sous l'effet de la flore intestinale
- une déficience partielle des monoamines oxydases plaquettaires expliquant une insuffisance et/ou une déficience des processus de sulfoconjugaison.

La phényléthylamine, qui est également contenue dans le chocolat, a été évoquée comme facteur pouvant jouer un rôle dans les fausses allergies alimentaires. [50]

Le développement de cette pathologie repose sur le regroupement de dysfonctionnements : [50]

- une consommation excessive d'aliments riches en histamine ou tyramine ou histaminolibérateurs
- une muqueuse digestive altérée avec une dégradation moindre de l'histamine par les monoamines oxydases de la muqueuse
- une fragilité à l'histaminolibération ou une hyperactivité à l'histamine.

Les manifestations cliniques miment celles de l'allergie alimentaire mais la symptomatologie est plus pauvre.

Par contre, les céphalées vasomotrices sont assez fréquentes tandis qu'elles sont très rares dans l'allergie alimentaire. [50]

Donc le chocolat ne provoquerait pas d'allergie alimentaire vraie mais une fausse allergie alimentaire.

VI LE CHOCOLAT ET LA MIGRAINE

La migraine est définie comme une céphalée vasculaire hémicranienne pulsatile paroxystique et précédée ou non de prodromes. Elle s'accompagne généralement de nausées, vomissements, photophobie et sonophobie sur un terrain migraineux familial fréquent. Les migraineux présentent une labilité vasomotrice particulière probablement d'ordre génétique et des facteurs favorisants nerveux, endocriniens, métaboliques, digestifs, toxiques, allergiques ect ... [85]

La littérature mentionne de nombreux articles dans lesquels le chocolat est suspecté d'être un facteur déclenchant de migraines. Dès le fin du XIX^{ème} siècle, Lasègue mentionne qu'une crise migraineuse peut être déclenchée par l'absorption de certains aliments et notamment du chocolat. Depuis une cinquantaine d'années, la presse médicale fait état de migraine allergique provoquée par le chocolat. [3]

Si aujourd'hui, il est certain que le chocolat est un des facteurs déclenchants de crise migraineuse, son rôle de nature allergique ou pharmacologique fait l'objet de nombreuses études.

Ainsi, en 1966, Blamoutier décrit trois cas de migraine survenue chez des femmes après l'ingestion de chocolat. Il attribue à ces migraines une origine allergique en s'appuyant sur des signes cliniques évidents. La précocité et l'intensité de la crise migraineuse sont proportionnelle à la quantité ingérée de chocolat.

Donc il incrimine un facteur allergique uniquement en se basant sur des données cliniques. Il mentionne la difficulté à prouver l'origine allergique du point de vue biologique en raison de l'absence d'anticorps circulants du fait d'une allergie purement tissulaire. [3]

Pour Grant, des mécanismes immunologiques et non immunologiques peuvent entraîner une intolérance alimentaire et ensemble ils seraient impliqués dans la pathogénésie de la crise migraineuse. En effet, d'une part, la migraine peut être déclenchée par des aliments riches en monoamines et d'autre part, des niveaux élevés d'IgA, d'IgG et d'IgM sont trouvés chez les migraineux. De plus, de nombreux patients présentent de taux sériques élevés d'IgE spécifiques à des aliments courants. [22]

Egger maintient cette hypothèse. Il étudie 88 enfants migraineux dont 48 présentent un terrain atopique. La migraine survient en 1 à 7 jours (ce dernier délai paraît excessif puisque dans l'allergie immédiate de type I, la réaction apparaît dans les deux premières heures) après la prise de l'aliment incriminé. Les principaux allergènes incriminés sont les protéines du lait de vache, l'oeuf, le chocolat, le blé, le fromage et l'orange. La recherche des IgE spécifiques n'est positive que dans 10 % des cas.

Compte tenu de l'absence habituelle des IgE spécifiques antialiments et du délai d'apparition de la céphalée, il conclut que le mécanisme allergique de la migraine alimentaire n'est pas basé sur les IgE. [11]

Tel n'est pas de l'avis de Monro pour qui la migraine chez de tels patients serait due à une allergie à immuns complexes à IgE. Selon l'auteur, les complexes immuns peuvent agréger les plaquettes connues pour posséder un récepteur F_C pour les IgE ou permettre la libération de médiateurs plaquettaires.

Il montre que le cromoglycate de sodium inhibe la réponse migraineuse au test de provocation par l'aliment. La sensibilité aux aliments a été jugée par des moyens d'exclusion et des tests intradermiques positifs.

Cette inhibition de la migraine est en faveur d'un mécanisme allergique.

Compte tenu de la faible absorption du cromoglycate de sodium par la muqueuse intestinale, il suggère une action locale pour bloquer le processus immunologique dont les immuns complexes à IgE seraient les messagers. [51]

En 1989, Pradalier remet en cause l'origine allergique de la migraine alimentaire.

Pour cela, il s'appuie sur deux arguments :

- la plupart des travaux publiés ne tient pas compte des critères nécessaires à l'établissement d'un diagnostic d'allergie
- le fait que certains aliments ou boissons puissent entraîner une crise migraineuse ne signifie pas obligatoirement qu'un mécanisme allergique soit en cause.

En effet, dans certaines études, la quantité de chocolat ingéré intervient, ce qui suggère plutôt un mécanisme pharmacologique qu'un mécanisme allergique puisque ce dernier est généralement indépendant de la dose prise.

De plus, sur le plan théorique au moins, la crise migraineuse pourrait être provoquée lors de la prise de l'aliment par :

- une véritable allergie de type I
- la richesse de l'alimentation en substances vasoactives
- l'augmentation de la perméabilité intestinale des migraineux pour ces substances vasoactives entraînant alors des taux plasmatiques élevés de ces bioamines
- une névrose phobique pour ces aliments ou boissons
- un catabolisme incomplet ou anormal de ces substances lié à un déficit enzymatique.

Par ailleurs, il étudie 50 migraineux communs. seuls 7 des 50 migraineux ont un taux d'IgE totales > 100 kUI/l.

Sur 600 RAST réalisés, 7 seulement sont positifs avec une positivité très faible. L'exclusion des allergènes RAST positifs n'entraîne aucune modification de la migraine et il n'apparaît pas de crise lors de la réintroduction.

Donc aucun argument indiscutable ne permet d'incriminer un mécanisme allergique, au moins de type I, à l'origine de la migraine.

Il conclut, en énumérant les conditions nécessaires pour pouvoir affirmer l'existence éventuelle d'un mécanisme immunoallergique. [61]

Cependant, parallèlement aux travaux soutenant l'origine allergique, des études ont été conduites pour déterminer une étiologie pharmacologique.

Ainsi, dès les années 60, Hanington évoque le rôle provocateur de la tyramine contenue dans le chocolat. Elle réalise une étude sur 160 migraineux en utilisant une capsule de 100 mg de tyramine et un placebo, elle observe 17 migraines après tyramine et aucune après placebo. Par ailleurs, elle montre que la tyramine peut déclencher une migraine chez les migraineux tandis qu'elle n'a pas d'effet chez les non migraineux.

Elle étudie également l'effet de l'ingestion de chocolat, duquel les amines avaient été retirées, chez des migraineux au chocolat. Aucun patient ne présente de migraine.

Elle conclut à la responsabilité de la tyramine et suggère qu'un déficit héréditaire enzymatique, probablement en monoamine oxydase, pourrait conduire à l'augmentation des taux sanguins des amines et ainsi déclencher une migraine. [26]

Toutefois, à cette époque, la notion de réaction céphalgique n'est pas précisément définie et les manifestations sont regroupées sous le vocable de migraine.

Or aujourd'hui, la tyramine est une substance connue pour déclencher de fausses allergies alimentaires et les céphalées vasomotrices en sont des symptômes assez fréquents. En effet, la tyramine est d'une part histaminolibératrice et d'autre part elle provoquerait lors de son passage dans le poumons la libération de prostaglandines et d'autres agents vasoactifs qui exerceraient leur action sur la vascularisation cérébrale. [50]

En 1974, pour Sandler, la principale amine obtenue dans le chocolat ne serait pas la tyramine mais la phényléthylamine. Ainsi, il teste 36 migraineux sensibles au chocolat, en double aveugle, par placebo et par capsules de 3 mg de PEA. Il en résulte une nette différence en faveur de la PEA.

Concernant son mode d'action, il a été trouvé que la PEA est une substance libératrice de substances vasoactives encore plus que la tyramine. Il suggère en conséquence que la libération facilitée de substances vasoactives par les poumons dans la circulation générale pourrait être due à une importante concentration de monoamines dans les vaisseaux pulmonaires afférents, celle-ci étant provoquée par une mauvaise inactivation. Or, la principale voie d'inactivation de la PEA est la désamination oxydative par les monoamineoxydases. Il entreprend donc une étude pour mesurer l'activité plaquettaire des monoamineoxydases (MAO) chez les migraineux et chez des sujets témoins non migraineux.

Les patients migraineux présentent des types variés de migraine : migraine provoquée par le chocolat ou par un autre aliment, migraine sans implication alimentaire.

Il constate un déficit de capacité d'oxydation de la PEA et de la tyramine chez les migraineux comparés aux sujets témoins. [68]

Cependant, ces travaux ne sont pas confirmés par des études ultérieures et notamment par Schweitzer en 1975. [71]

En 1982, Littlewood oriente les recherches vers une autre piste. En effet, il a constaté précédemment qu'après une charge orale de tyramine chez des patients présentant une migraine alimentaire, les processus de sulfoconjugaison avaient diminué d'intensité. Or l'addition de sulfates à des phénols endogènes ou alimentaires est catalysée par les phénolsulfotransférases (PST). Chez l'homme, cette enzyme existe sous deux formes :

- PST.M qui possède de nombreux substrats en particulier les monoamines phénoliques y compris la tyramine
- PST.P qui possède jusqu'à présent comme substrat connu de faibles concentrations de phénols.

Il conduit alors une étude pour déterminer si ce déficit de sulfoconjugaison provient d'un déficit enzymatique en PST plaquettaire chez des migraineux alimentaires et chez des migraineux classiques. Il note que l'activité plaquettaire PST.P est vraiment plus basse chez les migraineux alimentaires que chez les migraineux classiques ou que chez les sujets témoins. Il suggère alors, que les aliments susceptibles de déclencher des crises migraineuses contiendraient des substrats inconnus de la forme P. Si la proportionnalité entre le déficit plaquettaire en PST.P et le déficit intestinal en PST.P est démontré dans le groupe des

migraineux alimentaires, le ou les phénol(s) inconnus(s) parviendraient dans la circulation générale.

Concernant l'activité plaquettaire MAO, aucune différence significative n'est trouvée entre les trois groupes. Comme dans de précédentes études, l'activité MAO n'est pas plus basse chez les migraineux alimentaires que chez les autres migraineux. Contrairement à de nombreuses études, l'activité plaquettaire MAO n'est pas réduite dans les deux groupes de migraineux par rapport aux sujets témoins.

Toutefois, l'auteur souligne que les sujets sont essentiellement féminins tandis que la diminution de l'activité plaquettaire MAO dans la migraine est surtout une caractéristique masculine. [41]

Les travaux de Littlewood sont ensuite confirmés par ceux de Peatfield en 1984 et par ceux de Pradalier en 1989. [57] [61]

En 1991, Gibb poursuit dans la même voie. Ainsi il suggère que les composants chimiques responsables du déclenchement de la crise migraineuse par le vin rouge sont des flavonoïdes phénoliques. Concernant le chocolat, il en reste aux composés phénoliques tout en confirmant la baisse de l'activité plaquettaire des PST.P. Il note, par contre, la présence en quantité relativement importante de théobromine qui peut provoquer des crises soit en situation de surdosage soit au contraire à l'arrêt d'une consommation importante par un effet vasoconstricteur suivi d'une vasodilatation rebond. [21]

Larmande, en 1993, établit un récapitulatif concernant le déclenchement alimentaire des crises migraineuses et évoque les diverses hypothèses avancées.

Le mécanisme allergique de la migraine alimentaire ne peut être totalement écarté tant que des études approfondies et rigoureuses sur le plan allergique n'auront été menées. Quant au rôle de la tyramine et de la phényléthylamine, il est encore discuté. Il mentionne la responsabilité des phénols et suggère leur mode d'action :

- action directe sur les vaisseaux
- blocage de l'enzyme détruisant l'acétylcholine, la catéchol o-méthytransférase
- inhibition des monoamine oxydases

Toutefois, il souligne que les aliments et notamment le chocolat ne sont que l'un des nombreux facteurs déclenchants de la crise. Cela explique les résultats contradictoires de différentes études de même type, la faible reproductibilité des résultats chez les mêmes patients et les difficultés d'interprétation. [39]

Donc actuellement, la sensibilité de migraineux au chocolat aurait pour origine un déficit plaquettaire en PST.P. Le substrat subissant un catabolisme anormal ou incomplet est de nature phénolique. Mais les autres pistes ne sont pas pour autant condamnées.

HUITIEME CHAPITRE
LES BIENFAITS ATTRIBUES
AU CHOCOLAT

I LE CHOCOLAT ET LA CARIE DENTAIRE

La carie dentaire est avant tout une maladie bactérienne qui s'attaque à l'émail des dents. l'émail est une structure cristalline très minéralisée.

En effet, il est composé essentiellement de minéral sous forme de cristaux d'hydroxyapatite de phosphate de calcium.

Le premier signe de la carie dentaire est la déminéralisation superficielle de l'émail. [17]

A - LE MECANISME DE LA CARIE DENTAIRE

La carie dentaire résulte de la conjonction de plusieurs facteurs étiologiques. [17] [101]

1 - Les bactéries

Celles-ci colonisent la plaque dentaire qui est, en premier lieu, un dépôt mou très adhérent se déposant de manière constante sur les dents et les muqueuses. Cette adhérence est due à l'adsorption des glycoprotéines salivaires aux cristaux d'hydroxyapatite de l'émail.

Trois types de bactéries sont cariogènes : les streptocoques, les lactobacillus et les actinomyces. Elles se caractérisent par leur capacité à coloniser les surfaces dentaires puis à métaboliser les glucides et à produire des acides organiques notamment de l'acide lactique pouvant dissoudre la partie minérale apatitique de l'émail.

L'agent étiologique principal de la carie dentaire est le *Streptococcus mutans*. Il est ainsi très souvent associé au mécanisme de la carie et il peut provoquer des caries expérimentales chez l'animal.

Le processus de colonisation des surfaces dentaires se déroule en deux étapes :

- tout d'abord, *S. mutans* se fixe sur les glycoprotéines salivaires adsorbées par la surface de l'émail

- puis, grâce à leur équipement enzymatique en glucosyltransférases, *S. mutans* élabore des polysaccharides, polymères solubles et insolubles de glucose, à partir du saccharose alimentaire.

Les polysaccharides sont ensuite transformés en acide propionique, acétique et lactique. Il s'en suit alors une dissolution acide de l'émail qui se traduit par une déminéralisation de l'émail puis par sa destruction..

2 - La nature des aliments

Elle est primordiale puisque ce sont les glucides qui servent de substrat aux bactéries cariogènes pour fabriquer les acides responsables de l'attaque des tissus minéralisés de l'émail.

3 - L'individu

Chacun possède un émail plus ou moins résistant, une composition salivaire légèrement différente et une immunité locale et générale variables.

4 - Le temps

L'élément essentiel est le temps de contact entre les glucides et les bactéries cariogènes de la plaque. Il est fonction de leur adhérence à l'émail et de la durée écoulée avant brossage.

Il est donc tout à fait logique, d'après les éléments précédents, de penser que le chocolat en raison de sa richesse glucidique est un aliment cariogène. Or la littérature mentionne à maintes reprises, au contraire, le pouvoir cariostatique du cacao et du chocolat.

Ainsi, par exemple, en 1966, Stralfors étudie l'effet de l'adjonction de poudre de cacao dégraissé et de poudre de cacao non dégraissé, au régime normal des hamsters sur le nombre de caries. Il conclut à la diminution très significative du nombre de caries.

Donc le cacao fait baisser la fréquence des caries. [101]

D'autres études ont confirmé cela chez l'homme.

Quant au chocolat, les études aboutissent aux mêmes conclusions aussi bien chez l'animal que chez l'homme. [18]

Mais, alors, par quels processus s'exerce cette action cariostatique et surtout à quels niveaux du mécanisme carieux intervient-elle ?

B - LES MECANISMES DE L'EFFET CARIOSTATIQUE

1 - Action sur la plaque dentaire

En 1979, Palenik montre que des composants hydrosolubles du cacao inhibent la formation de la plaque dentaire par *S. mutans* in vitro. [55]

Plus tard en 1985, Paolino analyse les effets de ces composants hydrosolubles du cacao sur les bactéries et notamment sur leurs capacités métaboliques et enzymatiques.

Pour cela, un extrait de cacao est préparé à partir d'une suspension aqueuse de poudre de cacao dégraissé. Il constate que cet extrait de cacao empêche la formation de polysaccharides par *S. mutans* en inhibant leurs glucosyltransférases et ceci en présence de saccharose radio marqué. Il remarque aussi que la partie hydrosoluble possède le même effet contrairement à la partie liposoluble.

La ou les substances inhibitrices ne sont pas identifiées. [56]

Il faut insister sur le fait qu'il s'agisse d'une expérience in vitro mais, toutefois, l'auteur note que les concentrations de l'extrait de cacao peuvent être celles obtenues lors de la consommation de boissons ou d'aliments chocolatés et donc que cet effet est probablement significatif in vivo. [56]

Par ailleurs, en raison de l'inhibition non compétitive par rapport au substrat, le saccharose, sa présence en grande quantité dans le chocolat ne lève pas cette inhibition. [56]

Il conclut que l'action du cacao sur la plaque dentaire est d'éviter la production de polysaccharides par les bactéries cariogènes. [56]

2 - Action sur l'acidité et sur la solubilité de l'émail en milieu acide

Des études essaient de mesurer la quantité d'acides produits par les bactéries suite à la consommation de divers aliments afin de connaître leur acidogénicité.

Cela donne lieu à un classement des aliments et des boissons en fonction de leur indice d'acidité.

Or le chocolat est classé parmi les confiseries peu acidogènes. Cela pourrait correspondre à la conséquence de l'action du cacao sur la plaque dentaire c'est à dire à l'inhibition de la production de polysaccharides.

Toutefois, l'importance de la dissolution de l'émail n'est pas uniquement fonction de l'indice d'acidité puisque le chocolat au lait déminéralise peu l'émail par rapport à d'autres aliments moins acidogènes. [101]

En effet, des études précédentes montrent que des extraits de cacao ont la capacité de diminuer la solubilité in vitro du phosphate tricalcique. [85]

Ces études sont confirmées en 1986 par Gravenmade. Il isole des fèves de cacao une substance appelé facteur pur qui est hydrosoluble et précipite dans l'alcool. Puis il étudie l'effet de ce facteur sur la solubilité de l'émail en solution acide in vitro. Une réduction de celle-ci est constatée.

Il analyse ensuite l'influence du prétraitement avec le facteur sur des dents humaines, qui sont placées dans des solutions acides à 37°C pendant 12 à 36 heures.

L'émail non traité par le facteur est déminéralisé alors que celui traité par le facteur présente la même structure qu'un émail non soumis à l'acidité. [23]

Ces données ont été confirmées chez l'homme en 1988 grâce à l'expérience de Yankell. Son but était d'évaluer le potentiel cariogène de la poudre de cacao et de la pâte de cacao quand elles sont mélangées à du saccharose dans diverses proportions. Il est comparé à celui d'une solution de saccharose à 10 %. Ce potentiel est estimé grâce aux mesures de pH de la plaque dentaire et de la quantité de calcium solubilisé.

Pendant les 20 minutes suivant l'administration des différents mélanges, moins d'acides et de calcium ionisés sont produits que pendant celles suivant l'ingestion de la solution de saccharose. Cela montre donc que le chocolat réduit la solubilité de l'émail en milieu acide in vivo. [76]

En conclusion, le cacao et le chocolat possèdent des propriétés cariostatiques car ils inhibent la synthèse bactérienne des polysaccharides, ce qui pourrait expliquer sa faible acidogénicité et car ils diminuent la solubilité de l'émail en milieu acide.

II LE CHOCOLAT ET LE CHOLESTEROL

Le chocolat, en raison de sa richesse lipidique, a été soupçonné d'augmenter le taux de cholestérol sanguin.

Or l'hypercholestérolémie est un des facteurs impliqués dans la survenue de maladies cardiovasculaires. En effet, elle conduit progressivement à la constitution de dépôts lipidiques sur les artères formant des plaques d'athérome qui aboutissent in fine à l'athérosclérose. Le cholestérol est transporté par les lipoprotéines plasmatiques. Les LDL, low density lipoproteins, distribuent le cholestérol aux cellules périphériques et hépatiques ; leur partie protéique est l'apoprotéine B. Les HDL, high density lipoproteins, ramènent le cholestérol au foie où il sera utilisé pour le métabolisme, leur partie protéique est l'apoprotéine A₁. Un taux élevé en LDL-cholestérol accroît le risque d'athérosclérose tandis qu'un taux élevé en HDL-cholestérol le réduit.

Le cholestérol possède une origine endogène principale provenant de la synthèse hépatique et une origine exogène secondaire provenant de l'alimentation. Donc l'hypercholestérolémie peut être en rapport avec l'alimentation par l'absorption de cholestérol exogène. Or la teneur en cholestérol des chocolats noirs et des chocolats au lait se situe respectivement aux environs de 2 mg et de 18 mg pour 100 g. Ces taux sont si faibles que l'augmentation de la quantité de cholestérol due à la consommation de 100 g de chocolat par jour est négligeable (de l'ordre de 0,4 % de l'apport journalier total en cholestérol). Pour le chocolat, la source de cholestérol est le beurre de cacao tandis que pour le chocolat au lait, le cholestérol provient surtout des matières grasses du lait. [6] Mais l'hypercholestérolémie est surtout liée à la teneur en lipides du régime alimentaire et à leur composition en acides gras :

- les acides gras saturés augmentent le taux de cholestérol total et de LDL cholestérol sauf l'acide stéarique
- les acides gras monoinsaturés représentés notamment par l'acide oléique diminuent le taux de cholestérol total et de LDL-cholestérol, le HDL-cholestérol demeure inchangé ou est augmenté suivant les études.
- les acides gras polyinsaturés diminuent le taux de cholestérol total et le LDL-cholestérol, le HDL-cholestérol est diminué ou reste identique.

Donc le beurre de cacao, par sa haute teneur en acides gras saturés : 34,7 % d'acide stéarique et 26,6 % d'acide palmitique serait susceptible d'accroître la cholestérolémie. C'est pourquoi il a fait l'objet d'études qui ont testé cette influence tant chez les animaux que chez l'homme.

En 1982, Kritchevsky étudie chez les lapins les effets de différentes huiles végétales et du beurre de cacao sur la cholestérolémie. Concernant le beurre de cacao, il constate une baisse de la cholestérolémie et un faible taux d'athérogénicité évalué par l'étude des artères des

animaux. Il en conclut que le beurre de cacao est de tous les lipides végétaux celui qui entraîne le moins de dépôts lipidiques sur les parois artérielles. [35]

Ces résultats sont confirmés en 1986 par l'étude de Morrissey qui alimente quatre groupes de rat avec 0 %, 10 %, 20 % et 30 % de beurre de cacao. Il montre que plus le régime est enrichi en beurre de cacao, plus la cholestérolémie baisse. De plus, il n'y a aucun dépôt lipidique anormal. [52]

Les études réalisées chez l'homme ont abouti aux mêmes conclusions. [85]

Ainsi en 1968, Mac Donald fait ingérer à de jeunes adolescents pendant 5 jours 28 g/kg/j de chocolat en poudre dans 1,5 g/kg/j de lait écrémé en guise de régime alimentaire. Le sixième jour, la cholestérolémie avait baissée de 141 mg/dl chez les garçons et de 78 mg/dl chez les filles. [101]

Les travaux de Keys et Hegsted, dans les années 60, ont établi que les régimes riches en beurre de cacao avaient très peu d'influence sur la cholestérolémie. Cette conclusion paradoxale qui indiquait qu'un lipide riche en acides gras saturés avait un effet neutre vis à vis de la cholestérolémie fut attribuée postérieurement à la composition particulière du beurre de cacao et notamment à la proportion relativement importante d'acide stéarique. [85]

En raison des études précédentes suggérant que l'acide stéarique augmentait moins le taux de cholestérol que d'autres acides gras saturés, Grundy et Bonarme placent des sujets sous trois régimes différents pendant trois semaines. Les trois régimes apportent 100 mg de cholestérol exogène par jour, ce qui est faible. Un régime est riche en acide palmitique, un autre en acide oléique et le dernier en acide stéarique. Comparée à celle obtenue avec l'acide palmitique, la cholestérolémie est de 14 % inférieure avec l'acide stéarique et de 10 % inférieure avec l'acide oléique. Les taux de LDL-cholestérol suivent les mêmes fluctuations. Ils concluent que l'acide stéarique est au moins aussi efficace que l'acide oléique pour diminuer le taux de cholestérol quand l'un ou l'autre remplace l'acide palmitique dans l'alimentation. Mais ils soulignent que l'étude a été conduite avec des formules alimentaires liquides ce qui diffère des régimes ordinaires. De plus, les acides gras saturés sont combinés dans les aliments si bien que leurs résultats ne pourraient être généralisés aux lipides courants riches en acide stéarique comme le beurre de cacao sans preuve supplémentaire. [64]

En 1993, Kris-Etherton évalue les effets de lipides communément consommés et de leurs acides gras sur le cholestérol sérique, les lipoprotéines et les apolipoprotéines chez de jeunes hommes normocholestérolémiant.

Dans l'étude n°1, les sujets sont nourris avec 4 types de régimes :

- régime CB riche en acide stéarique provenant du beurre de cacao
- régime OO riche en acide oléique provenant de l'huile d'olive
- régime SO riche en acide linoléique provenant de l'huile de soja
- régime B riche en acides myristique et laurique provenant du beurre

Il observe que :

- le régime B est hypercholestérolémiant par rapport aux autres régimes
- les régimes OO et SO sont hypocholestérolémiant par rapport à CB
- le régime SO est le plus hypocholestérolémiant
- les taux de LDL-cholestérol sont parallèles à ceux du cholestérol total
- les concentrations en apolipoprotéine A₁ ne sont pas affectées par les régimes tandis que le régime SO diminue significativement la concentration en apolipoprotéine B

- un régime B fournissant 3,5 % de calories par l'acide myristique et moins de 1 % par l'acide laurique est hypercholestérolémiant comparé à un régime CB qui apporte 11 % de calories sous forme d'acide stéarique alors que les deux régimes renferment une proportion d'acides gras saturés identique
- l'acide linoléique est plus efficace pour diminuer le cholestérol que l'acide oléique.

Dans l'étude n°2, d'autres sujets avec des caractéristiques similaires sont nourris avec 4 types de régimes :

- régime C riche en acide stéarique provenant du chocolat au lait
- régime CB riche en acide stéarique provenant du beurre de cacao
- régime B riche en acide myristique et laurique provenant du beurre
- régime CB + B dans la proportion de 4,1.

Il constate que :

- le régime B est hypercholestérolémiant comparé aux autres régimes concernant le cholestérol total et le LDL-cholestérol
- les régimes C, CB et CB + B entraînent des réponses similaires concernant le cholestérol, les lipoprotéines et les apolipoprotéines
- l'apolipoprotéine B est augmentée avec le régime B comparé aux autres régimes. Son taux est également plus élevé avec le régime CB + B qu'avec le régime C.

Donc dans deux études indépendantes avec des sujets différents, il est montré que le régime B provoque une augmentation sériq ue du cholestérol total et du LDL-cholestérol par rapport à CB.

D'après les études n°1 et n°2, les régimes C, CB et CB + B exerceraient une influence intermédiaire d'une part entre les régimes SO et OO et d'autre part entre le régime B sur le cholestérol total et le LDL-cholestérol.

Néanmoins, tous les régimes riches en CB ont une influence neutre sur la cholestérolémie quand les sujets ont un régime alimentaire habituel. Or les longues chaînes d'acides gras saturés apportent environ 20 % des calories dans les régimes CB contre 11 à 14 % dans les régimes habituels. Concernant les acides gras, B possède une quantité d'acide linoléique identique à CB et une proportion d'acides gras monoinsaturés légèrement supérieure à CB. B et CB présentent un apport identique en longues chaînes d'acides gras saturés mais leur profil est différent.

Le régime B est riche en acide myristique qui augmente plus le cholestérol total que l'acide palmitique. Le régime CB est riche en acide stéarique.

Les actions cholestérolémiantes des régimes B et CB démontrent que comparés aux autres acides gras saturés, l'acide stéarique exerce un effet hypocholestérolémiant.

Donc l'acide stéarique est un acide gras saturé à part et il provoque une réponse cholestérolémiant e différente de celle des autres acides gras saturés.

Le mécanisme demeure inconnu. Une hypothèse est qu'il a effectivement un effet neutre sur la cholestérolémie. Une seconde hypothèse est qu'il empêche ou atténue les effets hypercholestérolémiants des autres acides gras saturés à longue chaîne. Enfin la troisième hypothèse est qu'il possède un effet indépendant pour diminuer le taux de cholestérol total et le LDL-cholestérol. [33]

Dans cette étude plus récente, Kris-Etherton mesure l'impact de l'incorporation d'une barre de chocolat au lait par jour dans un régime hypocholestérolémiant. 42 jeunes hommes avec des

taux normaux de cholestérol sont nourris selon un régime particulier, celui de l'American Heart Association's Step One Diet en substituant la collation riche en carbohydrates par une barre de chocolat au lait.

Cette substitution n'a pas affecté la diminution du LDL-cholestérol, il a même été observé une augmentation statistiquement significative des taux de HDL cholestérol.

Donc le chocolat peut être inclus dans des régimes hypocholestérolémiants sans aucun problème pour profiter des bénéfices d'un tel régime. [34]

Il est nécessaire, à ce niveau, de rappeler que les acides gras : acide stéarique, acide palmitique et acide oléique du beurre de cacao se trouvent sous forme de triglycérides : POP, SOS, POS. [89]

Or l'intestin grêle, la lipase pancréatique exerce son activité lipolytique essentiellement sur les liaisons esters des triglycérides situés à l'extérieur c'est à dire en positions 1 et 3. Il en résulte la libération d'un 2-monoglycéride avec l'acide oléique et de deux acides gras libres, l'acide stéarique et l'acide palmitique.

En outre, les monoglycérides sont plus facilement absorbés que les acides gras libres par la muqueuse intestinale. En conséquence, l'acide oléique est donc mieux absorbé que les acides gras saturés. [37]

De plus, l'acide oléique est hypocholestérolémiant comparé aux acides gras saturés et l'acide stéarique est hypocholestérolémiant par rapport à l'acide palmitique d'après l'étude de Kris-Etherton. Par ailleurs, le beurre de cacao renferme également 2,9 % d'acide linoléique, connu pour ses propriétés hypocholestérolémiantes. [89]

Donc le beurre de cacao exerce un effet hypocholestérolémiant en raison d'une moindre absorption de l'acide palmitique et de l'acide stéarique par rapport à l'acide oléique, en raison du profil différent de l'acide stéarique et en raison de la présence d'acide linoléique.

III LE CHOCOLAT, STIMULANT DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL

Le chocolat renferme des substances pharmacologiquement actives sur le système nerveux central à savoir les méthylxanthines et la phényléthylamine. [101]

A - LES METHYLXANTHINES

La stimulation du système nerveux central (SNC) chez les animaux est évaluée en mesurant l'activité locomotrice spontanée.

Ainsi Hirsh, en 1984, constate que chez la souris, une dose de 2,5 mg/kg de caféine administrée par intubation gastrique augmente légèrement l'activité motrice et les performances psycho-motrices. Cette dose chez la souris aboutit à la même concentration plasmatique que la consommation de deux tasses de café ou d'un peu plus de deux tablettes de chocolat noir chez l'homme. [30]

Chez l'homme, les effets stimulants de la caféine ont été étudiés en particulier sur le sommeil, la vigilance, la mémoire et l'humeur.

- 200 mg de caféine per os augmentent le temps d'endormissement de 20 mn environ par rapport au placebo. Ces sujets trouvent leur sommeil moins profond. [30]
- Une étude menée en double aveugle par Zwyghwizen Doorenbos montre que la vigilance est augmentée chez les sujets sous caféine par rapport aux sujets sous placebo. [79]
- Les effets de la caféine sur la mémoire semblent nuls, par contre la caféine diminue l'ennui, la relaxation et augmente l'anxiété, la tension, la nervosité. [42]
- La caféine peut également s'opposer à la baisse de performance due à l'ennui et à la fatigue lors d'un travail intellectuel prolongé. [6]

Mais il faut noter que ces effets sont très variables suivant la sensibilité individuelle. Donc la caféine peut augmenter le temps d'endormissement, diminuer la profondeur du sommeil, accroître la vigilance, rendre plus résistant à la fatigue et améliorer les performances.

Concernant la théobromine, Hirsh remarque que deux études n'ont montré aucune augmentation de l'activité locomotrice chez la souris, même à des doses de 180 mg/kg. Selon lui, la théobromine exerce de si faibles effets qu'il n'y a pas de répercussion sur le SNC, malgré l'importance quantitative de la théobromine dans le chocolat. [30]

En 1992, Kuribara analyse les effets comportementaux de souris après l'administration de cacao, de théobromine et de caféine. Ces effets sont mesurés par l'activité locomotrice et par des performances psychomotrices.

Les résultats confirment le concept général : la théobromine a une action plus faible que la caféine sur le SNC. En effet, l'activité locomotrice des souris est augmentée significativement pour une dose de 10 mg/kg de théobromine et pour une dose de 1 g/kg de cacao. Cependant les autres doses de théobromine et de cacao sont sans effet.

La caféine, à une dose comprise entre 3 et 100 mg/kg, est efficace pour provoquer une augmentation significative de l'activité locomotrice avec une action maximale pour une dose de 30 mg/kg.

Par ailleurs, l'augmentation maximale de l'activité obtenue avec 10 mg/kg de théobromine est environ la moitié de celle obtenue avec 30 mg/kg de caféine.

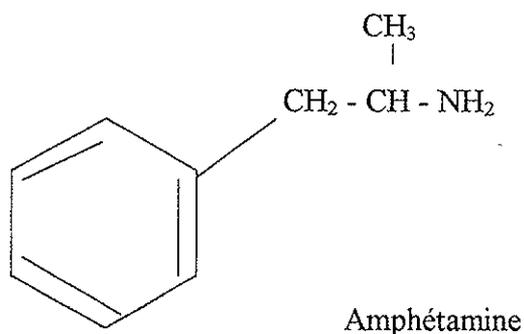
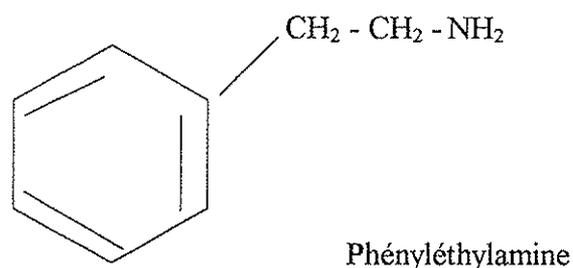
Donc, d'après cette étude et contrairement aux affirmations de Hirsh, la théobromine exerce une action stimulante sur le SNC, chez la souris même si elle est moindre que celle provoquée par la caféine. [36]

Ainsi la caféine et la théobromine concourent aux propriétés toniques du chocolat. Mais comme la théobromine, présente en abondance, (500 mg/100 g) possède un effet faible et comme la caféine, présente en faible quantité, (68 mg/100 g) est plus active ; l'effet tonique du chocolat induit par les méthylxanthines est amoindri.

B - LA PHENYLETHYLAMINE

La phényléthylamine est une neuroamine endogène considérée comme étant l'amphétamine naturelle du corps.

Sa structure et ses propriétés pharmacologiques sont très proches de celles des amphétamines. [85]



La phényléthylamine, comme les amphétamines augmente l'activité motrice et provoque une anorexie chez le rat. Une dose de 35 mg/kg par voie intrapéritonale est nécessaire. [60]

Chez l'homme, les études concernant les effets toniques consécutifs à l'administration de PEA manquent.

De plus, le chocolat contient 1 mg de PEA pour 100 g ce qui est très peu. [89]

Par ailleurs, la PEA administrée par voie orale ou intraveineuse est rapidement et presque entièrement métabolisée en acide phénylacétique. [7]

Ces deux données rendent pratiquement improbable l'effet de cette administration sur le SNC.

Le chocolat présenterait ainsi une faible action stimulante, un résultat significatif imposerait l'ingestion de quantités conséquentes.

IV LE CHOCOLAT ET LES ETATS DEPRESSIFS

Le chocolat a toujours été considéré comme un aliment possédant une certaine efficacité contre le états dépressifs. En effet, de nombreuses études rapportent des cas de patients dépressifs qui présentent un désir insatiable de chocolat mais aussi de sucres en général. [70]

Il est donc légitime d'entreprendre une analyse des multiples études menées à ce sujet afin de vérifier le fondement pharmacologique ou psychologique de cette affirmation.

A - LES BASES PHARMACOLOGIQUES

1 - La phényléthylamine (PEA)

Certains auteurs mettent en cause la perturbation du métabolisme de la PEA endogène dans la dépression. [85]

En effet, la PEA serait responsable du maintien de l'humeur et son déficit cérébral a été proposé comme une cause dans certaines formes de dépressions endogènes. [7]

Selon ces études, l'excrétion urinaire de PEA est significativement plus basse chez les patients déprimés que chez les sujets témoins. [7]

Des patients déprimés, résistant au traitement par antidépresseurs ont été améliorés cliniquement après l'ingestion de phényléthylamine ou d'une combinaison de phénylanine et d'un IMAO.B, le Deprenyl. Donc selon leur hypothèse, l'action antidépressive potentielle de la PEA serait basée sur son accumulation dans le cerveau, résultant d'un blocage de la désamination oxydative par le Deprenyl et de la stimulation de sa synthèse par l'administration de son précurseur, la phénylalanine. [7]

Cependant, les essais pour reproduire ces expériences, en employant des techniques analytiques plus spécifiques et plus sensibles ont abouti à des résultats contradictoires. [7]

Donc le rôle de la PEA dans la dépression suscite des avis partagés. D'une part, les concentrations urinaires de PEA chez les patients déprimés ne sont pas différentes de celles mesurées chez les sujets témoins tandis que d'autre part, l'excrétion urinaire de PEA chez ces sujets témoins a été reportée pour être liée négativement avec les symptômes dépressifs. [7]

Les études concernant le rôle de la PEA dans la dépression ne traitent que la PEA endogène et non de l'exogène. Il est donc impossible de conclure quant à l'effet antidépresseur de la PEA exogène chez l'homme et ce d'autant plus que le rôle de la PEA endogène est controversé.

De plus, le chocolat contient 1 mg de PEA pour 100 g et la PEA administrée par voie orale ou intraveineuse est rapidement et presque entièrement métabolisée en acide phénylacétique. [7]

En conclusion, il paraît vraisemblable que les propriétés antidépressive du chocolat ne sont pas liées à la PEA qu'il contient. Cependant, le chocolat renferme 0,76 g de phénylalanine, précurseur de la PEA endogène.

Or des études ont établi une relation entre la prise de phénylalanine et la production endogène de la PEA.

2 - La sérotonine

Le système central sérotoninergique participe à la régulation de l'humeur et de l'impulsivité comportementale et module les habitudes alimentaires qualitativement et quantitativement. [63]

Au cours de dépressions, le déficit sérotoninergique est responsable des troubles de l'humeur. [63] Or le chocolat contient un peu de sérotonine (2,7 mg/100 g de chocolat noir). Mais son taux est faible et l'action de la sérotonine exogène chez l'homme est mal connue.

Cependant, les bases xanthiques par antagonisme vis à vis de l'adénosine stimulent la libération de sérotonine. [93]

De même, les glucides présents dans le chocolat contribuent à accroître la synthèse de sérotonine.

Cette relation entre l'ingestion de glucides et la synthèse de sérotonine a été largement étudiée. [49] [75] [15]

Ainsi en 1995, Fernstrom examine la concentration cérébrale en tryptophane et la synthèse de sérotonine chez des rats consécutivement à l'ingestion de deux repas séquentiels.

Quand le repas glucidique est donné en premier, ces variables augmentent 2 heures après le premier repas. Ces changements sont inversés 2 heures après la prise du second repas protéinique qui a eu lieu 2 heures après la prise du premier repas glucidique.

Quand le repas protéinique est donné en premier, les variables ne subissent aucun changement 2 heures après la prise du repas. La prise du repas glucidique 2 heures après celle du repas protéinique ne les augmente pas non plus.

En fait, le repas glucidique, en stimulant la sécrétion d'insuline, facilite la pénétration des acides aminés sauf du tryptophane dans les tissus périphériques tels que les muscles. Donc comme la concentration sanguine en tryptophane n'est pas modifiée par l'insuline, la quantité de tryptophane dans le sang augmente par rapport à celle des autres acides aminés c'est à dire que $\text{Tryp}/\Sigma \text{A.A}$ augmente.

La capture du tryptophane, précurseur de la sérotonine, de la circulation fait intervenir un transporteur localisé à la barrière hémato-encéphalique. Or ce transport compétitif est partagé entre le tryptophane et les autres acides aminés neutres. L'augmentation de sa concentration relative favorise son passage dans le système nerveux central. Ainsi la concentration cérébrale en tryptophane augmente et la synthèse de sérotonine également puisqu'elle est influencée par la concentration locale en tryptophane.

Le repas protéinique échoue pour augmenter la synthèse de sérotonine car son ingestion entraîne un accroissement des concentrations sériques de tryptophane et des autres acides aminés. Donc le rapport $\text{Tryp}/\Sigma \text{A.A}$ diminue entraînant une baisse de la capture cérébrale du tryptophane et donc de la synthèse de sérotonine.

La concentration en sérotonine agit en retour pour contrôler la prise de glucides. Quand la transmission sérotoninergique est augmentée sélectivement, l'ingestion de glucides par les rats est par la suite réduite. Ce mécanisme de contrôle par rétroaction concourt à un équilibre alimentaire. [15]

Certaines études émettent l'idée que ce mécanisme de rétroaction est perturbé chez les patients atteints de syndromes dépressifs atypiques. [49]

Les deux formes principales sont le syndrome prémenstruel et le syndrome de dépression saisonnière caractérisés par la survenue cyclique (mensuel pour le premier, annuel pour le second) d'une baisse de l'humeur et d'un désir ardent de glucides. [29] [65]

Ces deux syndromes ont pour origine une réduction de la fonction sérotoninergique ce qui explique la baisse de l'humeur et le désir insatiable de glucides.

De plus, les effets relatifs des glucides et des protéines sur le $\text{Tryp}/\Sigma \text{A.A}$ sont identiques chez l'homme et chez les rats. Il est donc concevable que les changements du rapport $\text{Tryp}/\Sigma \text{A.A}$ chez l'homme soient associés à des modifications consécutives de la synthèse de sérotonine dans le cerveau humain comme dans le cerveau des rats. [49]

En conclusion, il a été suggéré que la prise excessive de glucides par ces patients atteints de syndrome prémenstruel et de syndrome de dépression saisonnière devrait être perçue comme un moyen d'automédication à travers l'effet des glucides sur l'humeur par l'intermédiaire de l'augmentation de l'activité sérotoninergique. La baisse de la fonction sérotoninergique serait alors perçue comme un manque de glucides. [65] [29]

Comme le système de rétrocontrôle est perturbé, le désir de glucides persiste. [75]

Ce phénomène apparaît aussi comme une conséquence plus mineure de l'abus d'ectasy. En effet, l'ectasy lors d'un usage répété, induit une dépression de l'activité sérotoninergique centrale par dégénérescence neuronale.

Ainsi il a été noté chez les patients de l'étude Schifano un désir ardent de carbohydrates et notamment de chocolat qui correspond alors à un moyen pour combler leur déficience en sérotonine. [69]

B - LA GRATIFICATION PSYCHOLOGIQUE

La dépression est la réaction affective à une perte réelle ou symbolique. L'incorporation du chocolat pour colmater le vide représenterait une défense pour court-circuiter la reconnaissance et l'acceptation de la perte. Ainsi, ces patients sont excessivement réactifs aux signaux du monde extérieur et en particulier aux stimuli alimentaires.

C'est ainsi que le chocolat, par ses qualités propres plus ou moins renforcées par la dimension symbolique qui lui est conférée entraîne des prises alimentaires dont le déclenchement n'a rien de physiologique. [40]

1 - La valeur affective du chocolat

Pour chacun, les aliments véhiculent une image affective qui s'acquiert progressivement au cours de l'enfance. Pendant cette période, les facteurs socio-économiques et socio-culturels conduisent à l'établissement de déterminismes psychiques des conduites alimentaires. Celles-ci sont alors associées à une modification globale ou sélective de l'équilibre psychoaffectif. C'est ainsi que se mettent en place des conditionnements affectifs, des goûts et des dégoûts alimentaires. [1]

Donc pour certains patients déprimés, la consommation élevée de chocolat est un moyen pour satisfaire leurs besoins affectifs. [98]

2 - La valeur symbolique du chocolat

La recherche de sensations incarnant les désirs profonds de nos états d'âme conditionne notre appétence pour le chocolat. Il prend ainsi tout naturellement une valeur bien plus profonde que sa valeur nutritionnelle, une véritable dimension symbolique. [102]

Le chocolat est principalement consommé lors des fêtes de fin d'année et à cette occasion, il fait souvent l'objet de cadeaux. C'est pourquoi, il est associé aux notions d'amour, de fête, de récompense et de réunions de famille.

La prise importante de chocolat chez ces patients déprimés leur apporte un soutien et un réconfort moral. [102]

3 - La valeur hédonique du chocolat

D'une manière générale, les hommes préfèrent les aliments sucrés et riches en lipides. Le chocolat, de ce point de vue, est considéré comme une substance hédonique idéale. [46]

La palatabilité d'un aliment correspond à la composante affective associée aux sensations olfacto gustatives induites par sa consommation. Cette notion est donc synonyme de plaisir / déplaisir alimentaire. [98]

Or l'absorption d'un aliment palatable entraîne la sécrétion d'opiacés endogènes, substances possédant un effet euphorisant. Les bases xanthiques stimulent également la production d'opiacés endogènes. [101]

Donc les peptides opioïdes sont impliqués dans le contrôle de la palatabilité et sont donc le support du plaisir alimentaire. [8] [10] [62] [13]

Les nombreuses études traitant de l'effet des opioïdes sur la prise alimentaire concluent que les agonistes l'augmentent tandis que les antagonistes la diminuent à condition que l'alimentation soit riche en lipides et en glucides. [62] [13]

Donc l'ingestion de chocolat procure du plaisir grâce au système opioïde endogène. [13]

De plus, l'ingestion d'aliment palatable diminue le stress. [101]

Il est nécessaire également de souligner que le système dopaminergique central pourrait jouer un rôle dans les réactions hédoniques aux aliments. En effet, une augmentation de l'activité dopaminergique pourrait contribuer au plaisir lié à l'ingestion de chocolat pour l'intermédiaire de la tyrosine et de la phénylalanine, précurseurs de la dopamine contenus dans le chocolat. [96]

Actuellement, l'effet antidépresseur du chocolat n'est pas fondé sur l'action de la PEA et de la sérotonine contenues dans le chocolat. La consommation de chocolat correspond plutôt à une recherche de plaisir, de réconfort et d'amour. En effet, le chocolat intervient sur le psychisme par l'intermédiaire de la sérotonine en tant qu'aliment sucré et par l'intermédiaire des opioïdes en tant qu'aliment palatable.

V LE CHOCOLAT APHRODISIAQUE

Cette réputation remonte à l'époque aztèque, pendant laquelle l'empereur Moctezuma faisait très largement honneur au chocolat notamment avant d'honorer les femmes de son harem.

A cette période, le chocolat était riche en épices tels que la cannelle, les clous de girofles, le poivre, la vanille, l'anis, ce qui pouvait expliquer l'action stimulante sur l'activité sexuelle. En effet, le poivre renferme une huile essentielle composée de phellandrène qui stimulerait l'érectilité des muscles de la verge.

Aujourd'hui, bien que la composition du chocolat soit différente, la tradition demeure. Cependant le chocolat actuel contient du sucre, du cacao et de la vanille. Celle-ci possède une réputation aphrodisiaque faible en phytothérapie.

Concernant le cacao, aucune étude scientifique n'a établi ses propriétés aphrodisiaques.

Toutefois, les buveurs de café ont une activité sexuelle plus régulière et moins d'impuissance que les non buveurs de café.

Les méthylxanthines, la sérotonine et la phényléthylamine grâce à leurs propriétés toniques et de meilleure résistance à la fatigue interviennent comme des facteurs dynamisant et euphorisant, ce qui ne peut que favoriser l'activité sexuelle. [101]

NEUVIEME CHAPITRE
LE CHOCOLAT ET LES TROUBLES DU
COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Chez l'être humain, l'influence du psychisme sur le comportement alimentaire est précoce, manifeste et toute puissante. Donc les conduites alimentaires sont déterminées par des facteurs psychiques et psychologiques et ce dès la première enfance, par le jeu de l'apprentissage, des conditionnements et des goûts et dégoûts alimentaires.

En revanche, les conduites alimentaires retentissent sur la fonction d'éveil, sur l'humeur, sur le niveau d'anxiété, d'agressivité et sur la mémoire de sorte que certains individus adoptent une attitude alimentaire donnant la priorité à l'homéostasie émotionnelle sur l'homéostasie énergétique.

De plus, par delà les équilibrations psycho-physiologiques et psychoaffectives individuelles, l'être humain consomme des symboles et les images du groupe culturel auquel il appartient. [1]

I LA COMPULSION ALIMENTAIRE POUR LE CHOCOLAT

Il s'agit d'une impulsion soudaine et irrésistible à consommer du chocolat en dehors des heures habituelles des repas. La compulsion n'est pas déclenchée par une sensation de faim mais par une envie exagérée de manger induite par la pensée du chocolat et indépendante de toute nécessité métabolique.

Le choix du chocolat est motivé par le fait qu'il s'agit d'un aliment hédonique très apprécié. [29]

Ces compulsions sont en étroite rapport avec les pulsions érotiques, ce qui justifie le sentiment de culpabilité qui les accompagne habituellement. En effet, le sujet ressent un plaisir initial même si un sentiment de culpabilité apparaît ensuite. [40]

La prise de chocolat cesse quand la satisfaction du désir a été réalisée. La quantité effectivement consommée est variable selon les cas : parfois limitée c'est à dire une barre, elle atteint souvent une tablette ce qui témoigne alors de la difficulté du sujet à obtenir le plaisir. En fait, après la première prise, le sujet essaie de résister à l'envie folle qui l'assaille mais la tentation est plus forte et une fois que la barrière restrictive que le sujet s'est imposée est franchie, aucune limite n'est définie. [40]

Ces consommateurs en excès semblent présenter une sensibilité exacerbée à la stimulation orosensorielle du chocolat et il se peut que ce processus entraîne une certaine résistance dans l'instauration de la satiété.

En effet, le chocolat apparaît comme un aliment influençant les variables associées à la notion d'appétit. [28]

Ainsi Hetherington en 1995 montre que les variables associées à l'excitation de l'appétit : faim, désir de manger et anticipation de consommation sont plus élevées chez ces consommateurs que chez les sujets témoins.

Par contre, les variables associées à l'inhibition de l'appétit : sensation de plénitude, de satiété, modification du plaisir de manger sont plus faibles chez ces consommateurs que chez les sujets témoins.

Ces résultats suggèrent que la satiété sensorielle a baissé chez ces consommateurs.

Mais quelle est la cause ? La surconsommation ou la diminution de la satiété sensorielle. Pour cela, il serait intéressant de tester les effets d'une surconsommation systématique sur les changements de la valeur hédonique du chocolat. [28]

Les troubles compulsifs alimentaires apparaissent comme une réponse à un état de malaise psychologique interne. Ils s'inscrivent dans un contexte conflictuel transitoire sans signification pathologique particulière en termes de personnalité ou d'organisation psychologique.

C'est une modification comportementale banale dans sa forme ainsi que dans son intensité et sa durée et sans conséquences somatiques.

Il s'agit d'une réaction passant par un comportement qui tente de résoudre une tension psychique interne pour atteindre l'homéostasie psychologique. [40]

Cet équilibre résulte d'une part des valeurs véhiculées par le chocolat et d'autre part des propriétés pharmacologiques du chocolat.

En effet, les valeurs affectives et symboliques associées aux idées d'amour, de réconfort et de récompense sont synonymes d'apaisement et d'estime de soi. La valeur hédonique du chocolat correspond à une recherche de plaisir et de bien-être. [102] [40]

En effet, le système opioïde endogène est impliqué dans les réponses gustatives et dans les préférences pour les aliments palatables notamment ceux riches en sucre et en lipides. [8]

Les propriétés pharmacologiques du chocolat regroupent :

- le caractère antidépresseur [49] [75]

Il est médié par la consommation de glucides qui aboutit à augmenter la synthèse de sérotonine cérébrale améliorant ainsi l'humeur.

- La qualité anti-stress

L'ingestion d'un aliment palatable induit une diminution du stress. [101]

Donc à l'occasion d'événements, l'ingestion d'un aliment palatable est ressenti comme un soulagement de l'état de tension et donc assimilé à la notion de plaisir.

Cela peut alors créer une situation de conditionnement qui se traduira par la recherche du produit. Ainsi l'augmentation de cet état de tension est interprétée comme une situation de manque qui appelle le produit et induit sa recherche active. [96]

Ce vocabulaire introduit la notion de toxicomanie alimentaire. Donc le chocolat peut-il faire l'objet d'une toxicomanie ?

En premier lieu, il est important de mentionner les critères qui définissent une toxicomanie.

Une toxicomanie est un état psychique et quelquefois physique qui résulte de l'interaction entre un organisme vivant et un produit se caractérisant par des modifications du comportement et par d'autres réactions qui comprennent toujours une pulsion à prendre le produit de façon continue ou périodique afin de retrouver ses effets psychiques et quelque fois éviter le malaise de la privation. Cet état peut s'accompagner ou non de tolérance. [96]

Ainsi Rozin, en 1993, demande à un échantillon de 573 sujets d'évaluer dans quelle mesure les quatre composants de la dépendance :

- | | |
|------------------|----------------------|
| - désir affectif | - manque de contrôle |
| - tolérance | - état de manque |

caractérisent leurs relations avec diverses substances dont le chocolat et certaines activités. Le score de dépendance est calculé en additionnant les scores des 4 composants. Il s'avère que le score de dépendance est beaucoup plus élevé pour le chocolat et les sucreries que pour les autres substances et activités. [67]

Il est même noté que si ces sujets n'ont pas eu leur dose répétée et régulière de glucides, ils peuvent présenter des symptômes de manque. [96]

Donc la compulsions alimentaire pour le chocolat est de nature toxicomaniaque. Mais il est important de souligner que les qualités attribuées au chocolat sont basées sur la nature fortement glucidique de cet aliment. Ainsi le chocolat fait l'objet de compulsions toxicomaniaque en qualité d'aliment glucidique. En conséquence, le chocolat est une des toxicomanies glucidiques les plus courantes en raison de valeurs affective et symbolique plus marquées que pour les autres sucreries. [96]

Toutefois, ce désir de chocolat ne peut être entièrement assimilé à un désir de glucides en raison de ses propriétés organoleptiques. Ainsi Rozin, en 1991, suggère que la principale motivation dans le choix du chocolat est essentiellement si pas complètement sensorielle. Selon lui, le goût, pour les propriétés sensorielles pourrait provenir d'un penchant inné ou acquis basé sur la douceur, la texture ou l'arôme du chocolat ou résultant de l'interaction entre les effets post ingestionnels du chocolat et l'état d'une personne. Cependant, la relation entre le goût pour le chocolat et les effets pharmacologiques du chocolat basés sur les méthylxanthines n'est pas écartée. [66]

Dans l'étude d'Hetherington en 1993, les sujets définissent leur dépendance au chocolat principalement par un manque de contrôle. Ils considèrent comme facteur dépendant dans le chocolat ses propriétés organoleptiques et particulièrement l'odeur, le goût, l'arôme et la saveur. [27]

Cette notion est confirmée en 1994 par Michener qui fait ingérer à des consommateurs de chocolat une barre de chocolat, l'équivalent calorique en chocolat blanc (qui ne contient aucun composant pharmacologique du cacao) l'équivalent pharmacologique en cacao sous forme de capsule et un placebo. Aucun effet n'est observé sur la satisfaction du désir de chocolat. Il en conclut que les effets pharmacologiques ne jouent aucun rôle dans la satisfaction du désir du chocolat et suggère un rôle pour l'arôme indépendant de la texture, des calories et de la saveur sucrée. [47]

En conséquence, ce désir insatiable de chocolat s'explique tout d'abord par sa nature glucidique puis par ses propriétés orosensorielles.

D'ailleurs, ces toxicomanes du chocolat, véritables amateurs de goût sucré ne choisissent que des chocolats riches en sucre et pauvres en cacao. Ils n'apprécient aucunement le chocolat noir très riche en cacao, que les chocolatomanes dégustent pour son amertume. Les derniers ne consomment que ce type de chocolat. [96]

II LA CHOCOLATOMANIE

Les chocolatomanes sont dépendants du chocolat noir. Ils le désirent ardemment de manière spécifique car la substitution par une sucrerie ou un chocolat de type différent échoue pour satisfaire leurs besoins. [46]

Une étude menée par Favre-Bismuth en 1985 sur ces consommateurs de chocolat noir à dose inhabituelle conclut à la chocolatomanie et non à la toxicomanie. [14]

22 sujets, 13 hommes et 9 femmes ont été retenus.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- uniquement prise de chocolat noir contenant plus de 50 % de cacao
- consommation d'au moins 100 g/jour
- approvisionnement constant à une marque donnée
- durée de cette consommation d'au moins 3 mois.

Les facteurs déclenchants se retrouvent dans l'enfance (2 cas) dans des situations de deuil ou d'échec (3 cas) lors d'émotions (5 cas), à propos d'activités sportives (5 cas) ou par entraînement social (7 cas).

Les 22 sujets présentent des activités particulières plus diversifiées que la population française moyenne. Les consommations associées sont variables : tabac, café, alcool, médicaments.

Les effets secondaires semblent réduits : pas d'insomnie, rares céphalées, pas d'agitation psychomotrice, prise de poids si le chocolat s'additionne au régime normal. Aucun sujet n'est désocialisé par sa chocolatomanie.

L'état de manque est particulièrement discret : seulement une petite anxiété de recherche apaisée par la provision.

Les facteurs d'arrêt sont :

- une prise de poids pour 5 sujets
- des troubles dyspeptiques pour 3 d'entre eux
- une dérivation vers un autre comportement gratifiant pour 2 cas
- une recherche d'autonomie personnalisée pour 1 sujet.

Les raisons de cette consommation massive sont

- une optimisation des performances
- un soutien psychologique surtout chez les femmes, beaucoup plus rare cependant qu'avec les autres chocolats
- un substitut émotionnel (rare).

Donc leurs motivations sont plutôt l'augmentation de leurs performances sportives ou professionnelles que la satisfaction des besoins psychologiques et affectifs.

En effet, le chocolat noir est d'une part un aliment très énergétique et d'autre part un aliment riche en méthylxanthines et notamment en théobromine. Mais la théobromine possède un effet

stimulant sur le système nerveux central moindre que la caféine et la biodisponibilité des méthylxanthines du cacao est plus faible que celle des alcaloïdes purs. [36] [72]
De plus, la phényléthylamine est rapidement métabolisée dans l'organisme. [7] Donc le chocolat exerce une faible action psychostimulante. Cependant, en raison des quantités ingérées, celle-ci se révèle plus conséquente.

CONCLUSION

Le chocolat est donc un aliment très énergétique par sa richesse en lipides et en glucides mais il est pauvre en protides.

Par ailleurs, il constitue une bonne source de potassium, de magnésium et de phosphore. En revanche, il ne renferme pratiquement aucune vitamine ni aucun oligo-élément en quantité convenable mise à part le fer.

Mais il contient des substances pharmacologiquement actives, les amines et les méthylxanthines ainsi que de l'acide oxalique responsables d'effets cliniques.

En fait, si le chocolat peut provoquer des migraines et des fausses allergies alimentaires chez des personnes prédisposées, les seules chez lesquelles il est souhaitable de l'éviter sont celles souffrant d'un reflux gastro-oesophagien ou de calculs urinaires d'oxalate de calcium.

Toutefois, les diabétiques et les patients sujets aux troubles digestifs ont intérêt à consommer avec modération du chocolat noir de qualité.

Il ne jouerait aucun rôle dans la constipation et dans l'acné.

Contrairement à des croyances, bien établies, le chocolat n'augmente pas la cholestérolémie mais la ferait baisser et il serait même bénéfique pour les dents.

Son action stimulante sur le SNC semble faible. Quant à son caractère antidépressif, il paraît en premier lieu relever du soutien psychologique puis secondairement de l'action pharmacologique.

Enfin l'étude du comportement alimentaire vis à vis du chocolat révèle que ce désir insatiable est une des toxicomanies glucidiques les plus courantes en raison de sa nature et de ses propriétés orosensorielles. Ainsi seuls, les chocolats très sucrés et peu cacaotés trouvent grâce à leur yeux, contrairement aux chocolatomanes, véritables amateurs du chocolat amer.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE**ARTICLES**

1. Aimez P.
Déterminants psychologiques de la prise alimentaire.
Cah. Nutr. Diét., 1989, XXIV, 3, 201-204.
2. Balcke P., Zazgornik J., Sunder-Plassmann G., Kiss A., Hauser A.C., Gremmel F., Derfler K., Stockenhuber F., Schmidt P.
Transient hyperoxaluria after ingestion of chocolate as a high risk factor for calcium oxalate calculi.
Nephron., 1989, 51, 1, 32-34.
3. Blamoutier P.
Considérations sur les crises de migraine allergique au chocolat.
Rev. Fr. Allergie, 1966, 6, 33, 33-36.
4. Bieck P.R., Antonin K.H., Schmidt E.
Clinical pharmacology of reversible monoamine oxidase A inhibitors.
Clin. Neuropharmacol., 1993, 16, 2, 34-41.
5. Bruce M.S., Lader M.H.
Caffeine : clinical and experimental effects in humans.
Hum. psychopharmacol., 1986, 1, 63-82.
6. Chaveron H., Adenier H., Hashim L., Ouraghi M.
Teneur en cholestérol des chocolats.
Méd. Nutr., 1991, 27, 4, 240-249.
7. Davis B.A., Boulton A.A.
The trace amines and their acidic metabolites in depression.
Neuro. Psychopharmacol. Biol. Psychiat., 1994, 18, 17-45.
8. Drewnowski A., Krahn D.D., Demitrack M.A., Nairn K., Gosnell B.A.
Taste responses and preferences for sweet high fat foods : evidence for opioid involvement.
Physiol. Behav., 1992, 51, 2, 371-379.
9. Dry J., Pradalier A., Roger M.
Céphalées et alimentation
Entretiens de Bichat, 1er Octobre 1980, 245-249.

10. Dum J., Herz A.
Endorphinergic modulation of neural reward systems indicated by behavioral changes.
Pharmacol. Biochem. Behav., 1984, 21, 2, 259-266.
11. Egger J., Carter C.M., Wilson J., Turner M.W., Soothill J.F.
Is migraine food allergy ?
Lancet, 1983, 2, 8351, 865-869.
12. Elia D.
Acné : les idées reçues sont fausses et les traitements efficaces.
Quotid. Med., 1988, 4102, 8-12.
13. Fantino M.
Neuromédiateurs de la prise alimentaire : de la pharmacologie à la physiologie.
Cah. Nutr. Diét., 1989, XXIV, 3, 181-187.
14. Favre-Bismuth C., Grouzmann E.
Chocolatomanies : à propos de 22 cas.
Entretiens de Bichat, 4 Octobre 1985, 108-111.
15. Fernstrom M.H., Fernstrom J.D.
Brain tryptophan concentrations and serotonin synthesis remain responsive to food consumption after the ingestion of sequential meals.
Am. J. Clin. Nutr., 1995, 61, 312-319.
16. Flament I.
Coffee, cocoa and tea.
Food Rev. Int., 1989, 5, 3, 317-414.
17. Frank R.M.
La carie dentaire et sa prévention : actualités et perspectives.
Cah. Nutr. Diét., 1990, 25, 4, 251-253.
18. Fries J.H.
Chocolate : a review of published reports of allergic and other deleterious effects, real or presumed.
Ann. Allergy, 1978, 41, 4, 195-207.
19. Fulton J.E., Plewing G., Kligman A.M.
Effect of chocolate on acne vulgaris.
J.A.M.A., 1969, 210, 11, 2071-2074.
20. Gatinaud M.E., Paccalin J.
Le chocolat et la thérapeutique ou la thérapeutique par le chocolat.
Diét. et Med., 1991, 4, 165-173.
21. Gibb C.M., Davies P.T.G., Glover V., Steiner T.J., Clifford Rose F., Sandler M.
Chocolate is a migraine provoking agent.
Cephalalgia, 1991, 11, 2, 93-95.

22. Grant E.
Food allergies and migraine.
Lancet, 1979, 1, 8123, 966-969.
23. Gravenmade E.J., Jenkins G.N.
Isolation, purification and some properties of a potential cariostatic factor in cocoa that lowers enamel solubility.
Caries Res., 1986, 20, 5, 433-436.
24. Grilliat J.P.
Les allergies alimentaires.
Cah. Nutr. Diét., 1984, XIX, 5, 275-280.
25. Guesnet P., Pascal G., Durand G.
Effets comparés des différents types d'acides gras de la ration sur la cholestérolémie artificielle chez le rat.
Cah. Nutr. Diét., 1988, XXIII, 4, 261-273.
26. Hanington E.
Monoamine oxidase and migraine.
Lancet, 1974, 2, 7889, 1148-1149.
27. Hetherington M.M., Macdiarmid J.I.
Chocolate addiction : a preliminary study of its description and its relationship to problem eating.
Appetite, 1993, 21, 3, 233-246.
28. Hetherington M.M., Macdiarmid J.I.
Pleasure and excess : liking for and overconsumption of chocolate.
Physiol. Behav., 1995, 57, 1, 27-35.
29. Hill A.J., Heaton-Brown L.
The experience of food craving : a prospective investigation in healthy women.
J. Psychosom. Res., 1994, 38, 8, 801-814.
30. Hirsch K.
Central nervous system pharmacology of the dietary methylxanthines.
Prog. Clin. Biol. Res., 1984, 158, 235-301.
31. Holm C.S., Aston J.W.
The effects of the organic acids in cocoa on the flavour of chocolate.
J. Sci. Food Agric., 1993, 61, 1, 65-71.
32. Kaminester L.H.
Acne : when friend or patients ask about.
J.A.M.A., 1978, 239, 20, 2171-2172.
33. Kris-Etherton P.M., Derr J., Mitchell D.C., Mustad V.A., Russell M.E., Mc Donnell E.T., Salabsky D., Pearson T.A.

The role of fatty acid saturation on plasma lipids, lipoproteins and apolipoproteins : I. Effects of whole food diets high in cocoa butter, olive oil, soybean oil, dairy butter and milk chocolate on the plasma lipids of young men. *Metabolism*, 1993, 42, 1, 121-129.

34. Kris-Etherthon P.M.
New research on stearic acid uncovers.
Mars food for life performance, 1994/1995, 1, 4, 1-3.
35. Kritchevsky D.
Experimental atherosclerosis in rabbits fed cholesterol free diets.
Atherosclerosis, 1982, 41, 2-3, 279-284.
36. Kuribara H., Tadokoro S.
Behavioral effects of cocoa and its main active compound theobromine : evaluation by ambulatory activity and discrete avoidance in mice.
Arukoru. Kenkyuto. Yakubutsu. Ison., 1992, 27, 2, 168-179.
37. Lairon D., Borel P.
La régulation nutritionnelle des enzymes de la digestion des lipides.
Cah. Nutr. Diét., 1989, XXIV, 6, 413-423.
38. Lanteaume M.T., Ramel P., Dumain J.
Contribution à l'étude de la valeur nutritionnelle des protides du cacao.
Ann. Nutr. Aliment., 1972, 26, 197-208.
39. Larmande P., Ligeard P., Maillot F., Belin C.
Le déclenchement alimentaire des crises de migraine.
Méd. Nutr., 1993, XXIX, 6, 263-267.
40. Le Barzic M., Basdevant A., Pouillon M., Guy-Grand B.
Clinique du comportement alimentaire chez l'adulte.
Cah. Nutr. Diét., 1989, XXIV, 3, 205-209.
41. Littlewood J., Glover V., Sandler M.
Platelet phenolsulfotransferase deficiency in dietary migraine.
Lancet, 1982, 1, 8279, 983-986.
42. Loke W.H.
Effects of caffeine on mood and memory.
Physiol. Behav., 1988, 44, 3, 367-372.
43. Lostalot J., Paccalin J.
Le chocolat, aliment des dieux.
Diét. Méd., 1980, 3, 131-137.
44. Martin R.A.
Chocolate
Adv. Food Res., 1987, 31, 211-342.

45. Massey L.K., Roman-Smith H., Sutton R.A.
Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones.
J. Am. Diét. Assoc., 1993, 93, 8, 901-906.
46. Max B.
This and that : chocolate addiction, the dual pharmacogenetics of asparagus eaters, and the arithmetic of freedom.
Trends Pharmacol. Sci., 1989, 10, 390-393.
47. Michener W., Rozin P.
Pharmacological versus sensory factors in the satiation of chocolate craving.
Physiol. Behav., 1994, 56, 3, 419-422.
48. Minkin W., Cohen H.J., Plains W.
Effect of chocolate on acne vulgaris.
J.A.M.A., 1970, 211, 11, 1856.
49. Moller S.E.
Serotonin, carbohydrates and atypical depression.
Pharmacol. Toxicol., 1992, 71, 1, 61-71.
50. Monneret-Vautrin D.A.
Les fausses allergies alimentaires.
Cah. Nutr. Diét., 1984, XIX, 5, 291-296.
51. Monro J., Carini C., Brostoff J.
Migraine is a food allergic disease.
Lancet, 1984, 2, 8403, 719-721.
52. Morrissey R.
Subchronic effects of feeding graded levels of cocoa butter to rats.
Nutr. Res., 1986, 6, 319-326.
53. Murphy D.W., Castel D.O.
Chocolate and heartburn : evidence of increased oesophageal acid exposure after chocolate ingestion.
Am. J. Gastroenterol., 1988, 83, 6, 633-636.
54. Nguyen N.U., Henriot M.T., Dumoulin G., Widmer A., Regnard J.
Increase in calciuria and oxaluria after a single chocolate bar load.
Horm. Metab. Res., 1994, 26, 8, 383-386.
55. Palenick C.J.
Effect of water soluble components derived from cocoa on plaque formation.
J. Dent. Res., 1979, 58, 7, 1749.

56. Paolino V.J., Kashket S.
Inhibition by cocoa extracts of biosynthesis of extracellular polysaccharide by human, oral bacteria.
Arch. Oral. Biol., 1985, 30, 4, 359-363.
57. Peatfield R.C., Glover V., Littlewood J.T., Sandler M., Clifford Rose F.
The prevalence of diet-induced migraine.
Cephalalgia, 1984, 4, 3, 179-183.
58. Pochi P.E.
The pathogenesis and treatment of acne.
Annu. Rev. Med., 1990, 41, 187-198.
59. Pontillon J.
La fabrication du chocolat.
Pour Sci., 1984, 86, 58-66.
60. Popplewell D.A., Coffey P.J., Montgomery A.M.J., Burton M.J.
A behavioural and pharmacological examination of phenylethylamine.
Pharmacol. Biochem. Behav., 1986, 25, 4, 711-716.
61. Praladier A., Dry J.
La migraine est-elle une maladie allergique ?
Press. Med., 1989, 18, 9, 459-461.
62. Rampal P.
Les mécanismes du contrôle de l'appétit.
Press. Med., 1986, 15, 1, 23-25.
63. Risch S.C., Nemeroff C.B.
Neurochemical alterations of serotonergic neuronal systems in depression.
J. Clin. Psychiatry, 1992, 53, 10, 3-7.
64. Roberts L.
Beef and chocolate : a partial reprieve.
Science, 1988, 240, 1149.
65. Rossignol A.M., Bonnländer H.
Prevalence and severity of the premenstrual syndrome.
Effects of foods and beverages that are sweet or high in sugar content.
J. Reprod. Med., 1991, 36, 2, 131-136.
66. Rozin P., Levine E., Stoess C.
Chocolate craving and liking.
Appetite, 1991, 17, 3, 199-212.
67. Rozin P., Stoess C.
Is there a general tendency to become addicted ?
Addict. Behav., 1993, 18, 1, 81-87.

68. Sandler M., Youdim M.B.H., Hanington E.
A phenylethylamine, oxidising defect in migraine.
Nature, 1974, 250, 5464, 335-337.
69. Schifano F., Magni G.
MDMA (" Ecstasy ") abuse : psychopathological features and craving for chocolate : a case series.
Biol. Psychiatry, 1994, 36, 763-767.
70. Schuman M., Gitlin M.J., Fairbanks L.
Sweets, chocolate, and atypical depressive traits.
J. Nerv. Ment. Dis., 1987, 175, 8, 491-495.
71. Schweitzer J.W., Friedhoff A.J., Schwaz R.
Chocolate, beta-phenylethylamine and migraine re-examined.
Nature, 1975, 257, 5523, 256-257.
72. Shively C.A., Tarka S.M.
High levels of methylxanthines in chocolate do not alter theobromine disposition.
Clin. Pharmacol. Ther., 1985, 37, 4, 415-424.
73. Sweet R.A., Brown E.J., Heimberg R.G., Ciafre L., Scanga D.M., Cornelius J.R., Dube S., Forsyth K.M., Holt C.S.
Monoamine oxidase inhibition dietary restrictions : what are we asking patients to give up ?
J. Clin. Psychiatry, 1995, 56, 5, 196-201.
74. Wright L.E., Castell D.O.
The adverse effect of chocolate on lower oesophageal sphincter pressure.
Am. J. Dig. Dis., 1975, 20, 8, 703-707.
75. Wurtman R., Wurtman J.
Glucides et dépression.
Pour Sci., 1989, 137, 44-51.
76. Yankell S.L., Emling R.C., Shi X., Greco M.R.
Low cariogenic potential of mixtures of sucrose and chocolate, cocoa or confectionary coatings.
J. Clin. Dent., 1988, 1, 1, 28-30.
77. Zeitz H.J.
Chocolate allergy in adults found to be infrequent.
Manuf. Confect., 1986, August, 12.
78. Zuskin E., Kanceljak B., Mustajbegovic J.
Immunologie findings in confectionary workers.
Ann. Allergy, 1994, 73, 6, 521-526.
79. Zwyghwizen-Doorenbos A., Roehrs T.A., Lipschutz L., Timms V., Roth T.

Effect on caffeine on alertness.
Psychopharmacol., 1990, 100, 36-39.

BIBLIOGRAPHIE OUVRAGES

80. Borel J.P.
Biochimie dynamique.
Maloine, Paris, 1987.
81. Braudeau J.
Le cacaoyer.
Maisonneuve et Larose, Paris, 1969.
82. Brigo B.
La logique des oligo-éléments.
Boiron S.A., France, 1993.
83. Bruneton J.
Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales.
Lavoisier, Paris, 1993.
84. Cohen Y.
Abrégés de pharmacologie.
Masson, Paris, 1990.
85. Corler B.
Le chocolat : Fabrication, composition, valeur nutritionnelle, sa place dans
l'alimentation humaine.
Th. Univ. Pharm., Nantes, 1992, N°6.
86. Dupin H.
Apports nutritionnels conseillés pour la population française.
Lavoisier, Paris, 1992.
87. Dupin H.
Alimentation et nutrition humaine.
ESF, Paris, 1992.
88. Favier J.C.
Répertoire général des aliments. Tables de composition.
Lavoisier, Paris, 1995.
89. Feinberg M.
Répertoire général des aliments. Tables de composition des corps gras.
Lavoisier, Paris, 1987.

90. François G.
Le potassium, aspects physiologiques et pathologiques.
Masson Paris, 1973.
91. Girard S.
Le guide du chocolat et de ses à côtés.
Messidor, Paris, 1984.
92. Harwich N.
Histoire du chocolat.
Desjonquères, Paris, 1992.
93. Jacquot C.
Pharmacologie fondamentale.
Marketing, Paris, 1989.
94. Leboulanger J.
Les vitamines.
Roche, Neuilly, [S.D].
95. Lederer J.
Magnésium : mythes et réalités.
Maloine, Paris, 1984.
96. Lerno J.F.
Le chocolat : des vertus thérapeutiques à la chocolatomanie.
Th. Univ. Pharm., Poitiers, 1992, n°511.
97. Lery F.
Le cacao. Que sais-je ?
PUF, Paris, 1971.
98. Messing B.
Sucre et nutrition.
Doin, Paris, 1992.
99. Mossu G.
Le cacaoyer.
Maisonneuve et Larose, Paris, 1990.
100. Perrot E.
Les plantes médicinales.
PUF, Paris, 1974.
101. Robert H.
Les vertus thérapeutiques du chocolat.
Artulen, Paris, 1990.
102. Tremolières J.
Nutrition : Physiologie, comportement alimentaire.

Bordas, Paris, 1977.

103. Vilkas M.
Vitamines.
Hermann, Paris, 1994.

BIBLIOGRAPHIE**ANONYMES**

104. Banania
Le cacao, dossier pédagogique.
Un vol., 45p.
105. Confédération nationale des détaillants, détaillants-fabricants et artisans de la confiserie
chocolaterie biscuiterie.
106. Documentation Nestlé.
107. Journal officiel.
Répression des fraudes. Produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation
humaine.
Décret n°76-692 du 13 juillet 1976.
108. Journal officiel.
Etiquetage relatif aux qualités nutritionnelles des denrées alimentaires.
Décret n° 93-1130 du 27 septembre 1993.
109. La confiserie.
IL était une fois le chocolat, nourriture des Dieux.
1984, 246.
110. La confiserie.
La leçon de cacao.
1986, 262.
111. Soixante millions de consommateurs.
1995, 290.

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction	8
Premier chapitre : Historique	9
I l'Amérique précolombienne	10
II L'époque des Conquistadores	11
III La vogue du cacao en Espagne et son introduction dans le reste de l'Europe	12
IV Le cacao en France	12
V Naissance et développement de l'industrie du chocolat	13
Deuxième chapitre : Botanique	14
I Etude de la plante	16
A. L'arbre	16
B. La feuille	16
C. La fleur	17
D. Le fruit	17
E. Structure anatomique et composition chimique de la graine	24
II Classification des cacaoyers cultivés	25
A. Les Criollo	25
B. Les Forastero	25
C. Les Trinitario	25
III Culture du cacaoyer	28
A. Les modes de reproduction	28
B. Les conditions de culture	28
C. Les parasites et maladies du cacaoyer	28
Troisième chapitre : De la récolte des cabosses à la vente des fèves de cacao	30
I Les transformations à la plantation	32
A. La récolte et l'écabossage	32
B. La fermentation	32
C. Les méthodes de fermentation	33
1. La fermentation de la pulpe	33
2. La fermentation de la graine	33
C. Le séchage	34
II Le stockage	35

III	Le marché du cacao	35
	A. Les pays producteurs	35
	B. Les pays acheteurs	36
	C. Le commerce des fèves	36
Quatrième chapitre : La fabrication du chocolat		38
I	Le traitement des fèves	39
	A. Le stockage	39
	B. Le nettoyage et le tri	39
	C. La torréfaction	39
	1. La technique	39
	2. Les actions	40
	D. Le concassage et le décorticage	42
	E. L'alcalinisation	42
	F. Le mélange des cacaos	43
	G. La mouture	43
II	Le beurre de cacao et la poudre de cacao	45
	A. le beurre de cacao	45
	B. La poudre de cacao	45
III	Le chocolat	47
	A. Le malaxage	47
	B. Le raffinage	47
	C. L'étuvage	47
	D. Le conchage	47
	1. Les effets mécaniques	48
	2. Les effets physiques	48
	3. Les effets chimiques	48
	E. Le tempérage	48
	F. Le moulage et le tapotage	49
	G. La conservation du chocolat	49
IV	Le marché du chocolat	50
Cinquième chapitre : Législation		51
I	Quelques dénominations et descriptions	52
II	Traitements, composants et produits d'addition	55
	A. Traitements	55
	B. Composants et produits d'addition	55
III	Etiquetage	56

Sixième chapitre : Composition chimique et valeur nutritionnelle du chocolat	57
I Les protides	59
A. Aspect quantitatif	59
B. Aspect qualitatif	59
C. Valeur nutritionnelle de ces protides	61
II Les glucides	61
III Les lipides	61
IV Les fibres	64
V Les sels minéraux	66
A. Le potassium	66
B. Le magnésium	66
C. Le phosphore	66
D. Le calcium	67
E. Le sodium	67
F. Le fer	67
VI Les vitamines	67
A. la vitamine A	67
B. La vitamine B ₁	68
C. La vitamine B ₂	68
D. La vitamine B ₅	68
E. La vitamine B ₆	68
F. La vitamine E	68
G. La vitamine PP ou amide nicotinique	69
H. Les folates	69
VII Les méthylxanthines	71
A. La structure chimique	71
B. Le mécanisme d'action	71
1. Inhibition de la phosphodiesterase	71
2. Action sur les récepteurs purinergiques	74
a. L'adénosine	74
α. Les récepteurs	74
β. La fonction des récepteurs purinergiques	77
χ. Le rôle physiologique de l'adénosine	77
b. Les antagonistes de l'adénosine	79
C. Les propriétés physiologiques des méthylxanthines	79
1. Système nerveux central	79
2. Système cardiovasculaire	79
3. Sphère pulmonaire	80
4. Niveau rénal	80

5. Tractus digestif	80
6. Effets métaboliques	80
D. Intensité des effets pharmacologiques des méthylxanthines contenues dans le chocolat	82
VIII Les amines	84
A. L'histamine	84
B. Les autres amines	84
1. Leur métabolisme	84
2. Leur cacabolisme	85
C. Conséquences d'un traitement par IMAO	88
IX Les propriétés nutritionnelles du chocolat	88
Septième chapitre : Les méfaits supposés du chocolat	89
I Le chocolat et l'acné	90
II Le chocolat et les troubles digestifs	91
A. Action sur le sphincter inférieur de l'oesophage	91
B. La digestibilité du chocolat	92
C. Le chocolat et le foie	92
D. Le chocolat et la constipation	93
III Le chocolat et le diabète insulino-dépendant	93
IV Le chocolat et les calculs rénaux	94
V Le chocolat et l'allergie	96
VI Le chocolat et la migraine	99
Huitième chapitre : Les bienfaits attribués au chocolat	103
I Le chocolat et la carie dentaire	104
A. Le mécanisme de la carie dentaire	104
1. Les bactéries	104
2. La nature des aliments	104
3. L'individu	105
4. Le temps	105
B. Les mécanismes de l'effet cariostatique	105
1. Action sur la plaque dentaire	105
2. Action sur l'acidité et sur la solubilité de l'émail en milieu acide	106
II Le chocolat et le cholestérol	107

III	Le chocolat, stimulant du système nerveux central	110
	A. Les méthylxanthines	110
	B. La phényléthylamine	111
IV	Le chocolat et les états dépressifs	112
	A. Les bases pharmacologiques	113
	1. La phényléthylamine	113
	2. La sérotonine	113
	B. La gratification psychologique	115
	1. La valeur affective du chocolat	115
	2. La valeur symbolique du chocolat	115
	3. La valeur hédonique du chocolat	116
V	Le chocolat aphrodisiaque	116
Nouvième chapitre : Le chocolat et les troubles du comportement alimentaire		118
I	La compulsion alimentaire pour le chocolat	119
II	La chocolatomanie	122
Conclusion		124
Bibliographie		125
Table des matières		138
Liste des tableaux et des figures		143
Annexes		147
Page blanche		156

TABLEAUX

	Page
• Tableau n° I : Composition chimique des cotylédons frais	24
• Tableau n°II : Caractéristiques des Criollo et des Forastero	26
• Tableau n°III : Les différentes familles chimiques des composés aromatiques du cacao	42
• Tableau n°IV : Réglementation des différents chocolats noirs	54
• Tableau n°V Réglementation des différents chocolats au lait	54
• Tableau n°VI : Réglementation du chocolat blanc	54
• Tableau n°VII : Valeur nutritionnelle du chocolat noir et du chocolat au lait pour 100 g	58
• Tableau n°VIII : Valeur énergétique en kcal du chocolat noir et du chocolat au lait pour 100 g	58
• Tableau n°IX : Acides aminés en g présents dans 100 g de chocolat noir	60
• Tableau n°X : Composition du beurre de cacao en acides gras	63
• Tableau n°XI : Minéraux en mg pour 100 g de chocolat	65
• Tableau n°XII : Vitamines pour 100 g de chocolat	65
• Tableau n°XIII : Couverture des besoins nutritionnels en pourcentage des A.J.R. et des A.N.C.	70

- Tableau n°XIV :
Les quantités de méthylxanthines contenues dans 100 g
de chocolat noir 71
- Tableau n°XV :
Les différents récepteurs purinergiques et les effets de leurs
liaisons aux agonistes 75
- Tableau n°XVI :
Action de l'adénosine et des méthylxanthines sur les différents
systèmes 81
- Tableau n°XVII :
Les amines biogènes présentes dans 100 g de chocolat noir 84
- Tableau n°XVIII :
Les substrats des monoamines oxydases 87

FIGURES

• Figure n°1 :		Page
Le cacaoyer, les cabosses et les fèves de cacao		15
• Figure n°2 :		
Inflorescence de <i>Theobroma cacao</i> L.		19
• Figure n°3 :		
Diagramme floral et schéma d'une fleur (ouverture en long) de <i>Theobroma cacao</i> L.		19
• Figure n°4 :		
Les cabosses		20
• Figure n°5 :		
Coupe longitudinale et transversale d'une cabosse de cacaoyer		21
• Figure n°6 :		
Schéma en coupe d'une cabosse		21
• Figure n°7 :		
Les fèves de cacao		22
• Figure n°8 :		
Coupe longitudinale d'une graine de cacaoyer		23
• Figure n°9 :		
Forme des cabosses selon la variété		27
• Figure n°10 :		
Transformations à la plantation		31
• Figure n°11 :		
Les zones de production des 3 variétés de cacao		37
• Figure n°12 :		
Formation des composants responsables de l'arôme de cacao pendant la torréfaction à partir des précurseurs d'arômes créés pendant la fermentation		41
• Figure n°13 :		
Schéma de préparation des produits de cacao		44

- Figure n°14 :
Schéma du processus de fabrication du chocolat 46
- Figure n°15 :
Le mécanisme d'action des méthylxanthines 72
- Figure n°16 :
Formules chimiques développées du noyau pyrimidine,
du noyau imidazole, de la purine, de la xanthine et des
3 méthylxanthines 73
- Figure n°17 :
Activités de neuromodulateur de l'adénosine 76
- Figure n°18 :
Synthèse des amines du chocolat 83
- Figure n°19 :
La désamination oxydative 86

ANNEXES

DECRET n° 76-692 DU 13 JUILLET 1976

(J.O. du 25-07-76)

pris pour l'application de la loi du 1^{er} Août 1905
sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises
et des falsifications des denrées alimentaires

en ce qui concerne les produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine.

Modifié par :

1 D. n° 79-694 du 08-08-79 (J.O. du 19-08-79)

2 D. n° 84-1147 du 07-12-84 (J.O. du 21-12-84)

3 D. n° 89-674 du 18-09-89 (J.O. du 19-09-89)(1)

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre d'Etat, garde des sceaux, ministre de la justice, du ministre de l'économie et des finances, du ministre de l'agriculture et du ministre de la santé,

Vu la loi modifiée du 1^{er} août 1905 sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles, notamment son article 11;

Vu la directive n° 73/241/C. E. E. du conseil des communautés européennes du 24 juillet 1973 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine, modifiée par les directives n° 74/411/C.E.E. du 1^{er} août 1974, n° 74/644/C.E.E. du 19 décembre 1974 et n° 75/155/C. E. E. du 4 mars 1975;

Vu l'ordonnance n° 67-810 du 22 septembre 1967 portant modification de l'article 30 de la loi n° 60-808 du 5 août 1960 relative à l'orientation agricole;

Vu l'article 44 de la loi n° 73-1193 du 27 décembre 1973, d'orientation du commerce et de l'artisanat;

Vu le décret du 19 décembre 1910 modifié, notamment par le décret du 16 novembre 1951, portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi susvisée du 1^{er} août 1905, en ce qui concerne les produits de la sucrerie, de la confiserie et de la chocolaterie;

Vu le décret du 15 avril 1912 modifié notamment par le décret n° 73-138 du 12 février 1973;

Vu le décret modifié du 22 janvier 1919 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi susvisée du 1^{er} août 1905;

Vu le décret du 12 octobre 1972 portant application de la loi susvisée du 1^{er} août 1905, en ce qui concerne les conditions de vente des denrées, produits et boissons destinés à l'alimentation de l'homme et des animaux, ainsi que les règles d'étiquetage et de présentation de celles de ces marchandises qui sont préemballées en vue de la vente au détail;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — Le présent décret est applicable aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine et obtenus à partir de graines de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.).

Ces produits sont définis en annexe au présent décret.

Art. 2. — Il est interdit de détenir en vue de la vente, de mettre en vente ou de vendre des produits de cacao et de chocolat qui ne répondraient pas aux définitions et règles prévues dans le présent décret et son annexe.

Art. 3. — Les dénominations énumérées en annexe, titre I^{er}, sont réservées aux produits qui y sont définis et doivent être utilisées dans le commerce pour les désigner.

Toutefois, l'emploi obligatoire de ces dénominations en langue française peut être accompagné de l'utilisation de dénominations en langue étrangère, dans des conditions fixées en annexe, paragraphe 1 bis.

Les dispositions de l'alinéa premier ne font pas obstacle à ce que les dénominations qu'il prévoit soient, en vertu des usages et conformément à la réglementation en vigueur, utilisées à titre complémentaire pour désigner d'autres produits ne pouvant être confondus avec ceux auxquels ces dénominations sont réservées.

Art. 4. — Ne peuvent être utilisés dans la fabrication des produits définis en annexe des fèves de cacao qui ne sont pas de qualité saine, loyale et marchande, des coques, des germes ou un quelconque produit résiduel de l'extraction de beurre de cacao réalisée par solvant.

Il est interdit d'utiliser pour l'extraction du beurre de cacao des solvants autres que ceux dont l'emploi est autorisé par arrêté interministériel pris dans les formes prévues à l'article 2 du décret du 15 avril 1912 susvisé.

L'addition aux différents produits de chocolat de matières grasses végétales autres que le beurre de cacao est interdite.

Art. 5. — Est interdite l'utilisation des traitements et des produits d'addition autres que ceux dont l'énumération et les conditions d'emploi sont fixées au titre I de l'annexe.

Art. 6. — Des arrêtés conjoints du ministre de l'agriculture et du ministre de l'économie et des finances peuvent fixer les poids nets auxquels les produits de cacao et de chocolat doivent être exclusivement mis en vente ou vendus.

2 Art. 7. — Nonobstant les dispositions des articles 5 et 6 du décret n° 84-1147 du 7 décembre 1984 portant application de la loi du 1^{er} août 1905 sur les fraudes et falsifications en matière de produits ou de services, en ce qui concerne l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires, les mentions obligatoires qui doivent figurer sur les emballages, récipients ou étiquettes des produits définis en annexe, mentions qui doivent être bien visibles, clairement lisibles et indélébiles, sont celles qui sont mentionnées aux titres II et III de ladite annexe. 2

Art. 8. — Il est interdit de détenir en vue de la vente, de mettre en vente ou de vendre les produits qui font l'objet du présent décret si les inscriptions prévues au paragraphe 9-1 de l'annexe sous a, c et d ne figurent pas, en langue française sur l'une des faces de l'emballage ou du récipient.

Cette interdiction s'applique également au chocolat de ménage au lait défini en annexe au paragraphe 1-22 si la dénomination « milk chocolate » figure sur les emballages.

2 Art. 9. — Le décret du 7 décembre 1984 précité est applicable aux produits qui font l'objet du présent décret dans toutes ses dispositions qui ne sont pas contraires à celui-ci. 2

Art. 10. — Le présent décret est applicable aux produits importés des pays extérieurs à la Communauté et destinés à la consommation à l'intérieur de celle-ci.

Il n'est pas applicable aux produits énumérés en annexe, titre I^{er}, et destinés à l'exportation en dehors de la Communauté.

Art. 11. — Sont abrogés les articles 16 à 23 constituant le titre IV (cacaos et chocolats) du décret susvisé du 19 décembre 1910, modifié par le décret du 16 novembre 1951.

Sont également abrogés, mais seulement en ce qui concerne le cacao et le chocolat, les articles 28 et 29 dudit décret, ainsi que l'article 2 du décret susvisé du 16 novembre 1951.

Art. 12. — Jusqu'au 1^{er} janvier 1977, les produits de cacao et de chocolat satisfaisant aux prescriptions du décret susvisé du 19 décembre 1910, modifié par le décret susvisé du 16 novembre 1951, pourront être mis sur le marché.

Art. 13. — Le ministre d'Etat, garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de l'économie et des finances, le ministre de l'agriculture et le ministre de la santé sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 13 juillet 1976.

Par le Premier ministre :

JACQUES CHIRAC.

Le ministre de l'agriculture,
CHRISTIAN BONNET.

Le ministre d'Etat, garde des sceaux,
ministre de la justice,
JEAN LECANUET.

Le ministre de l'économie et des finances,
JEAN-PIERRE FOURCADE.

Le ministre de la santé,
SIMONE VEIL.

(1) A compter du 10-12-91, les dispositions du présent décret cessent d'être applicables en tant qu'elles concernent des additifs inscrits sur la liste figurant à l'annexe III de l'arrêté du 14-10-91.

ANNEXE

TITRE I^{er}.

Dénominations et descriptions.

1. Au sens du présent décret, on entend par :
 - 1.1. Fèves de cacao :
Les graines de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) fermentées et séchées ;
 - 1.2. Cacao en grains :
Les fèves de cacao, torréfiées ou non, lorsqu'elles ont été nettoyées, décortiquées et dégermées, ne contenant, sous réserve des dispositions du paragraphe 2, pas plus de 5 p. 100 de coques et germes non éliminés ni plus de 10 p. 100 de cendres, taux calculés d'après le poids de la matière sèche et dégraissée ;
 - 1.3. Pousse de cacao :
Les éléments de fèves de cacao se présentant sous forme de petites particules recueillies séparément lors des opérations de décorticage et de dégermage et contenant au moins 20 p. 100 de matière grasse calculés d'après le poids de la matière sèche ;
 - 1.4. Cacao en pâte ou pâte de cacao :
Le cacao en grains réduit en pâte au moyen d'un procédé mécanique et non privé d'une partie quelconque de sa matière grasse naturelle ;
 - 1.5. Tourteau de cacao :
Le cacao en grains ou en pâte transformé en tourteau par un procédé mécanique et contenant, sous réserve de la définition du tourteau de cacao maigre, au moins 20 p. 100 de beurre de cacao, taux calculé d'après le poids de la matière sèche, et au plus 9 p. 100 d'eau ;
 - 1.6. Tourteau de cacao maigre, tourteau de cacao fortement dégraissé :
Le tourteau de cacao dont la teneur minimale en beurre de cacao, calculée d'après le poids de la matière sèche, est de 8 p. 100 ;
 - 1.7. Tourteau de cacao de torsion (expeller) :
Les fèves de cacao, les pousses de cacao, avec ou sans cacao en grains ou tourteau de cacao, transformées en tourteau par torsion (expeller) ;
 - 1.8. Cacao en poudre, cacao :
Le tourteau de cacao, tel qu'il est défini sous 1.5, transformé en poudre par un procédé mécanique et contenant, sous réserve de la définition de cacao maigre en poudre, au moins 20 p. 100 de beurre de cacao, taux calculé d'après le poids de la matière sèche, et au plus 9 p. 100 d'eau ;
 - 1.9. Cacao maigre en poudre, cacao maigre, cacao fortement dégraissé en poudre, cacao fortement dégraissé :
Le cacao en poudre dont la teneur minimale en beurre de cacao, calculée d'après le poids de la matière sèche, est de 8 p. 100 ;
 - 1.10. Cacao sucré en poudre, cacao sucré, chocolat en poudre :
Le produit obtenu par le mélange de cacao en poudre et de saccharose, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au moins 32 grammes de cacao en poudre ;
 - 1.11. Cacao de ménage sucré en poudre, cacao de ménage sucré, chocolat de ménage en poudre :
Le produit obtenu par le mélange de cacao en poudre et de saccharose, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au moins 25 grammes de cacao en poudre ;
 - 1.12. Cacao maigre sucré en poudre, cacao maigre sucré, cacao fortement dégraissé sucré en poudre, cacao fortement dégraissé sucré :
Le produit obtenu par le mélange de cacao maigre en poudre et de saccharose, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au moins 32 grammes de cacao maigre en poudre ;
 - 1.13. Cacao de ménage maigre sucré en poudre, cacao de ménage maigre sucré, cacao de ménage fortement dégraissé sucré en poudre, cacao de ménage fortement dégraissé sucré :
Le produit obtenu par le mélange de cacao maigre en poudre et de saccharose, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au moins 25 grammes de cacao maigre en poudre ;
 - 1.14. Beurre de cacao :
La matière grasse obtenue à partir de fèves de cacao ou de

- parties de fèves de cacao et qui est conforme aux dispositions ci-après. Le beurre de cacao est présenté sous l'une des formes et dénominations suivantes :
- Beurre de cacao de pression ou beurre de cacao :
Le beurre de cacao obtenu par pression à partir de l'une ou plusieurs des matières premières suivantes :
Cacao en grains, cacao en pâte, tourteau de cacao, tourteau de cacao maigre.
Il répond aux caractéristiques suivantes :
Teneur en insaponifiables déterminée à l'éther de pétrole : pas plus de 0,35 p. 100 ;
Teneur en acides gras libres : pas plus de 1,75 p. 100 (exprimée en acide oléique).
 - Beurre de cacao d'expeller :
Le beurre de cacao obtenu par torsion (expeller) à partir de fèves de cacao, seules ou en mélange avec du cacao en grains, du cacao en pâte, du tourteau de cacao ou du tourteau de cacao maigre.
Il répond aux caractéristiques suivantes :
Teneur en insaponifiables déterminée à l'éther de pétrole : pas plus de 0,50 p. 100 ;
Teneur en acides gras libres : pas plus de 1,75 p. 100 (exprimée en acide oléique).
 - Beurre de cacao raffiné :
Le beurre de cacao, obtenu par pression, par torsion (expeller), par extraction au moyen d'un solvant ou par une combinaison de ces procédés, à partir de l'une ou de plusieurs des matières premières suivantes :
Fèves de cacao, cacao en grains, pousse de cacao, cacao en pâte, tourteau de cacao, tourteau de cacao maigre, tourteau d'expeller, et qui est raffiné conformément au paragraphe 3 sous b ; dans le cas où la graisse de cacao, produite soit par le fabricant de « beurre de cacao raffiné » lui-même, soit par un autre fabricant, est utilisée en tant que matière première intermédiaire, celle-ci doit avoir été obtenue à partir des matières premières énumérées ci-dessus.
Il répond aux caractéristiques suivantes :
Teneur en insaponifiables déterminée à l'éther de pétrole : pas plus de 0,50 p. 100 ;
Teneur en acides gras libres : pas plus de 1,75 p. 100 (exprimée en acide oléique) ;
Teneur en matières grasses provenant des coques et germes : non supérieure, proportionnellement, à la teneur existant naturellement dans les fèves de cacao.
 - 1.15. Graisse de cacao :
La matière grasse obtenue à partir de fèves de cacao ou de parties de fèves de cacao et qui n'est pas conforme aux caractéristiques fixées pour les différentes catégories de beurre de cacao ;
 - 1.16. Chocolat :
Le produit obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre ou de cacao maigre en poudre et de saccharose, avec ou sans addition de beurre de cacao, et contenant, sous réserve des définitions de chocolat vermicelle, de chocolat aux noisettes gianduja et de chocolat de couverture, au moins 35 p. 100 de matière sèche totale de cacao, au moins 14 p. 100 de cacao sec dégraissé et 18 p. 100 de beurre de cacao, ces pourcentages étant calculés après déduction du poids des additions prévues aux paragraphes 5 à 8 ;
 - 1.17. Chocolat de ménage :
Le produit obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre ou de cacao maigre en poudre et de saccharose avec ou sans addition de beurre de cacao, et contenant au moins 30 p. 100 de matière sèche totale de cacao, au moins 12 p. 100 de cacao sec dégraissé et 18 p. 100 de beurre de cacao, ces pourcentages étant calculés après déduction du poids des additions prévues aux paragraphes 5 à 8 ;
 - 1.18. Chocolat vermicelle ou chocolat en flocons :
Le chocolat sous forme de granulés ou de flocons, dont la teneur minimale en matière sèche totale de cacao est de 32 p. 100 et celle en beurre de cacao de 12 p. 100 ;
 - *1.19. Chocolat aux noisettes gianduja (ou de l'un des dérivés du dernier mot) :

185004

Le produit obtenu à partir de chocolat dont la teneur minimale en matière sèche totale de cacao est de 32 p. 100 et celle en cacao sec dégraissé de 8 p. 100 d'une part, et de noisettes finement broyées, d'autre part, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au plus 40 grammes et au moins 20 grammes de noisettes.

Peuvent en outre être ajoutés :

Du lait ou des matières provenant de la déshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé dans une proportion telle que le produit fini ne contienne pas plus de 5 p. 100 en poids de matière sèche totale d'origine lactique dont un maximum de 1,25 p. 100 de graisse butyrique.

Des amandes, des noisettes et des noix, entières ou en morceaux, dans une proportion telle que le poids de ces additions, ajouté à celui des noisettes broyées, ne dépasse pas 60 p. 100 du poids total du produit. 1*

1.20. Chocolat de couverture :

Le chocolat dont la teneur minimale en beurre de cacao est de 31 p. 100 et celle en cacao sec dégraissé de 2,5 p. 100 ; si le chocolat de couverture est désigné comme « chocolat de couverture de couleur foncée », sa teneur minimale en beurre de cacao est de 31 p. 100 et sa teneur minimale en cacao sec dégraissé est de 16 p. 100 ;

1.21. Chocolat au lait :

Le produit obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre et de cacao maigre en poudre et de saccharose, avec ou sans addition de beurre de cacao, ainsi qu'à partir de lait ou de matière provenant de la déshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé et éventuellement de crème, de crème partiellement ou entièrement déshydratée, de beurre ou de graisse butyrique ; il répond aux caractéristiques suivantes, sous réserve des définitions du chocolat vermicelle au lait, du chocolat au lait et aux noisettes glanduja et du chocolat de couverture au lait :

Matière sèche totale de cacao : pas moins de 25 p. 100 ;
Cacao sec dégraissé : pas moins de 2,5 p. 100 ;
Matière sèche totale d'origine lactique provenant des ingrédients énumérés ci-dessus : pas moins de 14 p. 100 ;
Graisse butyrique : pas moins de 3,5 p. 100 ;
Matières grasses totales : pas moins de 25 p. 100 ;
Saccharose : pas plus de 55 p. 100.

Ces pourcentages étant calculés après déduction du poids des additions prévues aux paragraphes 5 à 8 ;

1.22. Chocolat de ménage au lait :

Le produit obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre ou de cacao maigre en poudre et de saccharose, avec ou sans addition de beurre de cacao, ainsi qu'à partir de lait ou de matières provenant de la déshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé, et éventuellement de crème, de crème partiellement ou entièrement déshydratée, de beurre ou de graisse butyrique ; il répond aux caractéristiques suivantes :

Matière sèche totale de cacao : pas moins de 20 p. 100 ;
Cacao sec dégraissé : pas moins de 2,5 p. 100 ;
Matière sèche totale d'origine lactique provenant des ingrédients énumérés ci-dessus : pas moins de 20 p. 100 ;
Graisse butyrique : pas moins de 5 p. 100 ;
Matières grasses totales : pas moins de 25 p. 100 ;
Saccharose : pas plus de 55 p. 100.

Ces pourcentages étant calculés après déduction du poids des additions prévues aux paragraphes 5 à 8 ;

1.23. Chocolat vermicelle au lait ou chocolat en flocons au lait :

Le chocolat au lait sous forme de granulés ou de flocons, et dont les caractéristiques suivantes diffèrent de celles prévues au paragraphe 1.21 :

Matière sèche totale de cacao : pas moins de 20 p. 100 ;
Matière sèche totale d'origine lactique provenant des ingrédients énumérés au paragraphe 1.21 : pas moins de 12 p. 100 ;
Graisse butyrique : pas moins de 3 p. 100 ;
Matières grasses totales : pas moins de 12 p. 100 ;
Saccharose : pas plus de 66 p. 100.

1.24. Chocolat au lait et aux noisettes glanduja (ou l'un des dérivés du dernier mot) :

Le produit obtenu à partir de chocolat au lait dont la teneur minimale en matière sèche totale d'origine lactique est de 10 p. 100, d'une part, et de noisettes finement broyées, d'autre part, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au plus 40 grammes et au moins 15 grammes de noisettes. Peuvent, en outre, être ajoutées des amandes, des noisettes et des noix, entières ou en morceaux, dans une proportion telle que le poids de ces additions, ajouté à celui des noisettes broyées, ne dépasse pas 60 p. 100 du poids total du produit.

1.25. Chocolat de couverture au lait :

Le chocolat au lait dont la teneur minimale en matières grasses est de 31 p. 100.

1.26. Chocolat blanc :

Le produit exempt de matières colorantes, obtenu à partir de beurre de cacao et de saccharose, ainsi qu'à partir de lait ou de matières provenant de la déshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé et éventuellement de crème de crème partiellement ou entièrement déshydratée, de beurre ou de graisse butyrique ; il répond aux caractéristiques suivantes :

Beurre de cacao : pas moins de 20 p. 100 ;
Matière sèche totale d'origine lactique provenant des ingrédients énumérés ci-dessus : pas moins de 14 p. 100 ;
Graisse butyrique : pas moins de 3,5 p. 100 ;
Saccharose : pas plus de 55 p. 100.

Ces pourcentages étant calculés après déduction du poids des additions prévues aux paragraphes 5 à 8.

1.27. Chocolat fourré :

Sans préjudice des dispositions applicables au produit de fourrage utilisé, le produit fourré, à l'exclusion des produits de la boulangerie fine, de la pâtisserie et de la biscuiterie, et dont la partie extérieure est constituée de chocolat, de chocolat de ménage, de chocolat aux noisettes glanduja, de chocolat de couverture, de chocolat au lait, de chocolat de ménage au lait, de chocolat au lait et aux noisettes glanduja, de chocolat de couverture au lait, ou de chocolat blanc et représente 25 p. 100 au moins du poids total du produit.

1.28. Bonbon de chocolat :

Le produit de la taille d'une bouchée, constitué :

Soit de chocolat fourré ;

Soit d'une juxtaposition de parties de chocolat, de chocolat de ménage, de chocolat aux noisettes glanduja, de chocolat de couverture, de chocolat au lait, de chocolat de ménage au lait, de chocolat au lait et aux noisettes glanduja, de chocolat de couverture au lait ou de chocolat blanc et de parties d'autres matières comestibles, pour autant que les parties des produits de chocolat soient au moins partiellement et clairement apparentes et représentent 25 p. 100 au moins du poids total du produit ;

Soit d'un mélange de chocolat, de chocolat de ménage, de chocolat de couverture, de chocolat au lait, de chocolat de ménage au lait ou de chocolat de couverture au lait et d'autres matières comestibles à l'exclusion :

Des farines, amidons et féculés ;

Des matières grasses autres que le beurre de cacao et les matières grasses provenant du lait, pour autant que les produits de chocolat représentent 25 p. 100 au moins du poids total du produit.

I bis La dénomination « praline » peut être utilisée pour désigner le produit défini au paragraphe 1.28.

Les dénominations « pralina » ou « cioccolatino » peuvent être utilisées pour désigner du chocolat, du chocolat de ménage, du chocolat aux noisettes glanduja, du chocolat au lait, du chocolat de ménage au lait, du chocolat au lait et aux noisettes glanduja, ou du chocolat blanc de la taille d'une bouchée.

La dénomination « milk chocolate » peut être utilisée pour désigner le produit défini au paragraphe 1.21, à condition que cette dénomination soit accompagnée de l'indication de la teneur en matière solide provenant de l'évaporation du lait, fixée pour ce produit par la mention « milk solids : ... p. 100 minimum ».

La dénomination « filled chocolate » peut être remplacée en langue anglaise par l'une des dénominations suivantes : « chocolate with... filling », « chocolate with... centre ».

TITRE II

Traitements, composants et produits d'addition.

2. Les fèves de cacao, le cacao en grains, la pousse de cacao, le cacao en pâte, le tourteau de cacao, le tourteau de cacao maigre, le tourteau de cacao de torsion, le cacao en poudre et le cacao maigre en poudre peuvent être alcalinisés exclusivement par l'un ou plusieurs des produits suivants : carbonates alcalins, hydroxydes alcalins, carbonates de magnésium, oxyde de magnésium, solutions ammoniacales, à condition que la quantité d'alcalinisants ajoutée, exprimée en carbonate de potassium, ne dépasse pas 5 p. 100 du poids de la matière sèche et dégraissée.

Aux produits ainsi traités, peut être ajouté de l'acide citrique ou de l'acide tartrique, dans une proportion ne dépassant pas 0,5 p. 100 du poids total du produit.

La teneur maximale en cendres du produit est de 14 p. 100 de la matière sèche dégraissée, si le produit a subi le traitement prévu ci-dessus.

3. a) Le beurre de cacao ne peut faire l'objet de traitements autres que ceux énumérés ci-après :

Filtration, centrifugation et autres procédés physiques usuels en vue de la démuclaginatton ;

Traitement par la vapeur d'eau surchauffée sous vide et autres procédés physiques usuels en vue de la désodorisation.

b) Pour le beurre de cacao raffiné, sont en outre autorisés :

Le traitement par une lessive alcaline ou une substance similaire usuellement employée en vue de la neutralisation ;

Le traitement au moyen de l'une ou de plusieurs des substances suivantes :

- Bentonite ;
- Charbons actifs ;
- Autres substances similaires usuellement employées en vue de la décoloration.

4. Les produits énumérés au titre I^{er} peuvent contenir au lieu de saccharose :

Du glucose cristallisé (dextrose), du fructose, du lactose ou du maltose, à concurrence au total de 5 p. 100 du poids total du produit et sans qu'il soit nécessaire de le déclarer ;

Du glucose cristallisé (dextrose) dans une proportion supérieure à 5 p. 100 et non supérieure à 20 p. 100 du poids total du produit. Dans ce cas, la dénomination du produit est accompagnée de la mention « avec glucose cristallisé » ou « avec dextrose ».

5. a) A l'exclusion des compositions aromatiques rappelant la saveur de chocolat naturel ou de la matière grasse du lait dont l'emploi est interdit, les aromates, les substances aromatiques naturelles, les substances aromatiques synthétiques ou artificielles dont la composition chimique est identique à celle des principaux constituants des substances aromatiques naturelles, ainsi que l'éthylvanilline, peuvent être ajoutés au cacao en pâte et aux diverses sortes de cacao en poudre, de chocolat et de chocolat au lait, au chocolat blanc ainsi qu'aux bonbons de chocolat.

b) Sans préjudice du paragraphe 7, une mention relative à cette adjonction accompagne la dénomination :

Du cacao en pâte, du chocolat de couverture et du chocolat de couverture au lait ;

Des diverses sortes de cacao en poudre, de chocolat et de chocolat au lait autres que celles de couverture ainsi que de chocolat blanc, dès que le goût de l'aromate ou de la substance aromatique est prédominant.

Cette mention est faite :

En cas d'utilisation d'un aromate, par l'indication du nom de celui-ci ;

En cas d'utilisation de substances aromatiques autres que l'éthylvanilline, par l'indication accompagnant la dénomination « au goût de... » ou « l'arôme de... » accompagnée, en caractères de mêmes dimensions, d'une indication précisant la nature du goût ou de l'arôme, toute référence à une origine naturelle étant réservée aux substances aromatiques naturelles ;

En cas d'utilisation d'éthylvanilline, par l'indication « à l'éthylvanilline » ou « aromatisé à l'éthylvanilline ».

6. La lécithine végétale techniquement pure, dont l'indice de peroxyde (exprimé en milléquivalent par kilogramme) ne dépasse pas 10, peut être ajoutée aux produits énumérés au titre I^{er} à l'exception du cacao en grains.

La dénomination du produit est accompagnée de la mention de cette addition, et de son taux, sauf lorsque la lécithine est ajoutée aux diverses sortes de chocolat visées sous les paragraphes 1.16 à 1.28.

Les produits énumérés au titre I^{er} ne peuvent contenir plus de 0,5 p. 100 de leur poids total en phosphatides ; toutefois, ce pourcentage est porté à 1 p. 100 pour les diverses sortes de cacao en poudre, le chocolat de ménage au lait, ainsi que pour le chocolat sous forme de granulés ou de flocons et à 5 p. 100 pour les diverses sortes de cacao en poudre destiné à la fabrication de préparations instantanées, pour autant que les dispositions qui y sont relatives l'admettent et sous réserve d'une indication de cette destination sur les emballages et les documents commerciaux.

7. a) Les matières comestibles, à l'exception des farines, amidons et féculés, ainsi que des matières grasses et de leurs préparations ne provenant pas exclusivement du lait, peuvent être ajoutées au chocolat, au chocolat de ménage, au chocolat de couverture, au chocolat au lait, au chocolat de ménage au lait, au chocolat de couverture au lait et au chocolat blanc.

La quantité de ces matières, rapportées au poids total du produit fini, ne peut être :

- I) Ni inférieure à 5 p. 100 ni supérieure au total à 40 p. 100, lorsqu'elles sont ajoutées en morceaux apparents et séparables ;
- II) Supérieure au total à 30 p. 100, lorsqu'elles sont ajoutées sous une forme pratiquement indiscernable ;
- III) Sans préjudice des dispositions prévues sous I), supérieure au total à 40 p. 100 lorsqu'elles sont ajoutées à la fois en morceaux apparents et séparables et sous une forme pratiquement indiscernable.

b) Une mention relative aux matières comestibles ajoutées accompagne la dénomination des produits de chocolat visés sous a.

Une telle mention est toutefois interdite en ce qui concerne :

- I) Le lait et les produits laitiers, lorsque le produit fini n'est pas du chocolat au lait, du chocolat de ménage au lait, du chocolat de couverture au lait ou du chocolat blanc ;
- II) Le café et les spiritueux, lorsque la quantité de chacune de ces matières, rapportée au poids total du produit fini, est inférieure à 1 p. 100 ;
- III) Les autres matières comestibles, incorporées sous une forme pratiquement indiscernable, lorsque la quantité de chacune de ces matières, rapportée au poids total du produit fini, est inférieure à 5 p. 100 ;

c) Dans le cas du chocolat fourré et des bonbons de chocolat, les matières comestibles ajoutées visées sous a ne sont pas comprises dans les parties de produits de chocolat qui, en vertu des paragraphes 1.27 et 1.28, doivent représenter au moins 25 p. 100 du poids total.

8. Le chocolat, le chocolat de ménage, le chocolat au lait, le chocolat de ménage au lait, le chocolat blanc, le chocolat fourré ainsi que les bonbons de chocolat peuvent être décorés partiellement en surface au moyen de matières comestibles à la dose maximale de 10 p. 100 de leur poids total. Dans ce cas :

a) Les limites supérieures de 40 p. 100 et de 30 p. 100 fixées au paragraphe 7 sous a et b respectivement englobent les matières de décor ;

b) Les limites inférieures de 25 p. 100 fixées pour la présence des diverses sortes de chocolat dans le chocolat fourré et les bonbons de chocolat s'appliquent au poids total du produit, décor compris.

TITRE III

Etiquetage.

9.1. Les mentions obligatoires à porter sur les emballages, récipients ou étiquettes des produits définis au titre I^{er} sont les suivantes :

a) La dénomination qui leur est réservée ; dans le cas du chocolat fourré visé au paragraphe 1.27, cette dénomination est accompagnée d'une mention destinée à informer le consommateur sur la nature du fourrage utilisé, sans préjudice des dispositions applicables, le cas échéant, à ce dernier ;

b) Pour les produits visés aux paragraphes 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.16, 1.17, 1.21 et 1.22, l'indication de la teneur en matière sèche totale de cacao par la mention obligatoire de « cacao : ... % minimum » ;

c) Pour le chocolat fourré et les bonbons de chocolat obtenus à partir de produits de chocolat autres que le chocolat visé au paragraphe 1.16 ou le chocolat de couverture sous 1.20, un qualificatif supplémentaire consistant en l'une des dénominations fixées au titre I^{er} et indiquant la nature du ou des types de chocolat ainsi utilisés ; toutefois, en ce qui concerne les bonbons de chocolat, jusqu'au 1^{er} août 1978, ce qualificatif supplémentaire n'est obligatoire que dans le cas où ces produits sont obtenus à partir de chocolat de ménage, de chocolat de ménage au lait ou de chocolat blanc ;

d) S'il y a lieu, les mentions obligatoires prévues au titre II (§§ 4 à 7) ;

e) Le poids net, sauf pour les produits d'un poids inférieur à 50 grammes ; toutefois, dans le cas des produits d'un poids inférieur à 50 grammes par unité qui sont présentés en emballage global dont le poids net total est égal ou supérieur à 50 grammes, est obligatoire la mention soit du poids net total sur l'emballage global, soit du poids net individuel sur chaque emballage unitaire pour autant que cette indication soit clairement lisible de l'extérieur ; dans le cas des moulagés creux, cette indication peut être remplacée par celle du poids net minimal ;

f) Le nom ou la raison sociale et l'adresse ou le siège social soit du fabricant ou du conditionneur, soit d'un vendeur établi à l'intérieur de la Communauté économique européenne.

Jusqu'au 1^{er} août 1977 et par dérogation au ci-dessus, la dénomination « chocolat » peut être accompagnée sur les emballages, récipients ou étiquettes de la mention « à croquer » ou « fondant » pour désigner les produits satisfaisant aux conditions suivantes :

La dénomination « chocolat à croquer » ne peut être utilisée que pour le produit obtenu par le mélange de sucre, de pâte de cacao et de beurre de cacao, en proportion telle que 100 grammes du produit contiennent au plus 57 grammes de sucre et, au minimum, 43 grammes de pâte de cacao et de beurre de cacao réunis, dont 28 grammes au moins de beurre de cacao total.

La dénomination « chocolat fondant » ne peut être utilisée que pour le chocolat obtenu par le mélange de sucre, de pâte de cacao et de beurre de cacao, en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent au plus 52 grammes de sucre et au minimum 48 grammes de pâte de cacao et de beurre de cacao réunis, dont au moins 32 grammes de beurre de cacao total.

En ce qui concerne les produits de fantaisie tels que figurines, cigaretttes, œufs, ainsi que les bonbons de chocolat en vrac, les mentions obligatoires sont portées sur une pancarte, à proximité du produit exposé.

18506

9.2. En sus des mentions obligatoires prévues ci-dessus, les mentions suivantes doivent être portées sur l'emballage :

a) Une indication permettant d'identifier le conditionneur, dans les conditions prévues par arrêté du ministre chargé de l'industrie et du ministre chargé de la consommation, lorsqu'il s'agit d'une production nationale.

b) Le nom du pays d'origine de la marchandise au cas où son omission serait susceptible de créer une confusion sur l'origine réelle de celle-ci.

9.3. Si les produits sont conditionnés en emballages ou récipients contenant un poids égal ou supérieur à 10 kg et ne sont pas commercialisés au détail, les indications mentionnées au paragraphe 9.1 sous b, c, d et e, ainsi qu'en ce qui concerne les fèves, pousses et tourteaux de cacao, le cacao en grains ou en pâte, celles mentionnées au f du même paragraphe peuvent ne figurer que sur les documents d'accompagnement.

9.4. La dénomination principale « chocolat » ou « chocolat au lait » ne peut être complétée par des mentions ou qualificatifs se rapportant à la qualité que :

a) Si le chocolat contient au moins 43 p. 100 de matière sèche totale de cacao et au moins 26 p. 100 de beurre de cacao ;

b) Si le chocolat au lait ne contient pas plus de 50 p. 100 de saccharose et contient au moins 30 p. 100 de matière sèche totale de cacao ainsi que 18 p. 100 de matières solides provenant de l'évaporation du lait, soit au moins 4,5 p. 100 de graisse butyrique.

Jusqu'au 1^{er} août 1976 et par dérogation aux dispositions ci-dessus, l'emploi de la mention « halbbitter » (mi-amer) est réservée au chocolat contenant au moins 50 p. 100 de matière sèche totale de cacao et au moins 18 p. 100 de beurre de cacao.

9.5. Il est interdit de vendre au détail sans emballage les produits de chocolat présentés en tablette ou en bâton.

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE

Décret n° 93-1130 du 27 septembre 1993 concernant l'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles des denrées alimentaires

NOR: ECOC9300111D

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre d'Etat, ministre des affaires sociales, de la santé et de la ville, du ministre d'Etat, garde des sceaux, ministre de la justice, du ministre de l'économie, du ministre de l'agriculture et de la pêche et du ministre délégué à la santé,

Vu la directive (C.E.E.) n° 90-496 du 24 septembre 1990 du Conseil des communautés européennes relative au rapprochement des législations entre États membres concernant l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires ;

Vu le code de la consommation, et notamment son article L. 214-1 ;

Le Conseil d'Etat (section des finances) entendu,

Décède :

Art. 1^{er}. - Le présent décret s'applique aux denrées alimentaires destinées à être livrées en l'état au consommateur final.

Il s'applique également aux denrées alimentaires destinées à être livrées aux restaurants, aux hôpitaux, aux cantines et autres collectivités similaires, ci-après dénommées « collectivités ».

Il ne s'applique pas aux eaux minérales, aux autres eaux destinées à la consommation humaine, aux compléments alimentaires.

Il s'applique sans préjudice des dispositions des décrets n° 84-1147 du 7 décembre 1984 modifié portant application de la loi du 1^{er} août 1905 en ce qui concerne l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires et n° 91-827 du 29 août 1991 relatif aux aliments destinés à une alimentation particulière.

Art. 2. - Il est interdit de détenir en vue de la vente ou de la distribution à titre gratuit, de mettre en vente, de vendre ou de distribuer à titre gratuit des denrées alimentaires dont l'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles n'est pas conforme aux prescriptions du présent décret.

Art. 3. - Les règles définies au présent décret sont obligatoires dès lors qu'une allégation nutritionnelle, telle que celle-ci est définie au I de l'article 4 du présent décret, figure dans l'étiquetage d'une denrée définie à l'article 1^{er} du présent décret, ou est utilisée dans la présentation de cette denrée, ou fait l'objet d'une mesure de publicité ; toutefois, les campagnes publicitaires collectives ne sont pas considérées comme de la publicité au sens du présent article.

Les informations requises par le présent décret doivent être inscrites à un endroit bien visible en caractères lisibles et indélébiles.

Art. 4. - Au sens du présent décret, on entend par :

I. - Allégation nutritionnelle : toute représentation et tout message publicitaire qui énonce, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles particulières :

1^o Soit en raison de l'énergie (valeur calorique) qu'elle fournit ou ne fournit pas, ou qu'elle fournit à un taux réduit ou accru ;

2^o Soit en raison des nutriments qu'elle contient ou ne contient pas, ou qu'elle contient en proportion réduite ou accrue.

La mention qualitative ou quantitative d'un nutriment ne constitue pas une allégation nutritionnelle dans la mesure où elle est prescrite par une disposition législative ou réglementaire.

II. - Etiquetage relatif aux qualités nutritionnelles : toute information apparaissant sur l'étiquette au sens du décret du 7 décembre 1984 précité et relative :

1. A la valeur énergétique ;

2. Aux nutriments suivants :

a) Protéines ;

b) Glucides ;

c) Lipides ;

d) Fibres alimentaires ;

e) Sodium ;

f) Vitamines et sels minéraux, dont la liste est fixée en application de l'article 9 du présent décret.

III. - Les nutriments mentionnés aux I et II du présent article et la valeur moyenne de ceux-ci sont définis ainsi qu'il suit :

a) Protéines : la teneur en protéines est calculée à l'aide de la formule : protéine = azote total \times 6,25, l'azote total est déterminé suivant la méthode de Kjeldahl ;

b) Glucides : le terme englobe tous les glucides métabolisés par l'homme, y compris les polyols ;

c) Sucres : le terme englobe tous les monosaccharides et disaccharides présents dans un aliment, à l'exclusion des polyols ;

d) Lipides : le terme englobe les lipides totaux, y compris les phospholipides ;

e) Acides gras saturés : le terme englobe tous les acides gras sans double liaison ;

f) Acides gras mono-insaturés : le terme englobe tous les acides gras avec double liaison cis ;

g) Acides gras polyinsaturés : le terme englobe tous les acides gras avec doubles liaisons interrompues cis, cis-méthylène ;

h) Fibres alimentaires : le terme concerne les substances dont les caractéristiques et les méthodes d'analyse sont fixées en application des dispositions de l'article 9 du présent décret ;

i) Valeur moyenne : cette notion s'entend de la valeur qui représente le mieux la quantité d'un nutriment contenu dans un aliment donné et qui tient compte des tolérances dues aux variations saisonnières, aux habitudes de consommation et aux autres facteurs pouvant influencer la valeur effective.

Art. 5. - Peuvent seules être mentionnées les allégations nutritionnelles concernant :

a) La valeur énergétique ;

b) Les nutriments énumérés au 2^o du II de l'article 4 du présent décret et les substances qui appartiennent à l'une des catégories de ces nutriments ou en sont des composants.

Art. 6. - En cas d'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles, il est obligatoire de faire figurer soit les informations du groupe 1 ci-après, soit les informations du groupe 2 dans l'ordre indiqué ci-dessous :

Groupe 1 :

a) La valeur énergétique ;

b) La quantité de protéines, de glucides et de lipides.

Groupe 2 :

a) La valeur énergétique ;

b) La quantité de protéines, de glucides, de sucres, de lipides, d'acides gras saturés, de fibres alimentaires et de sodium.

Art. 7. - 1. L'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles peut également mentionner les quantités d'un ou de plusieurs des éléments suivants :

a) L'amidon ;

b) Les polyols ;

c) Les acides gras mono-insaturés ;

d) Les acides gras polyinsaturés ;

e) Le cholestérol ;

f) Tous les sels minéraux ou vitamines, dont la liste est fixée en application des dispositions de l'article 9 du présent décret.

2. Lorsque l'allégation nutritionnelle concerne les sucres, les acides gras saturés, les fibres alimentaires ou le sodium, les informations à donner sont celles du groupe 2 définies à l'article 6 du présent décret.

3. La valeur énergétique à déclarer se calcule à l'aide des coefficients de conversion fixés en application des dispositions de l'article 9 du présent décret.

4. Lorsque les substances et nutriments mentionnés à l'article 6 du présent décret et au 1 du présent article, ou leurs composants, font l'objet d'une allégation nutritionnelle, il est obligatoire de mentionner leur quantité.

En outre, lorsque la quantité d'acides gras polyinsaturés, mono-insaturés ou le taux de cholestérol est indiqué, la quantité d'acides gras saturés doit également être donnée, cette dernière indication ne constituant pas, dans ce cas, une allégation nutritionnelle au sens du 1 de l'article 4 du présent décret.

Art. 8. - 1. Les informations sont exprimées par 100 g ou 100 ml. A titre complémentaire, ces renseignements peuvent être déclarés par ration quantifiée sur l'étiquette ou par portion, à condition que le nombre de portions contenues dans l'emballage soit indiqué.

Les quantités mentionnées doivent se rapporter à l'aliment tel qu'il est vendu. En outre, il est possible de fournir ces informations pour la denrée alimentaire après préparation, à condition que le mode de préparation soit décrit avec suffisamment de détails et que l'information concerne l'aliment prêt à la consommation.

Les informations concernant les vitamines et les sels minéraux doivent être également exprimées en pourcentages des apports journaliers recommandés dans les conditions fixées en application des dispositions de l'article 9 du présent décret.

2. La déclaration de la valeur énergétique et de la teneur en nutriments ou leurs composants doit se présenter sous forme numérique.

Les unités à utiliser sont les suivantes :

- a) Energie : kJ et kcal ;
- b) Protéines : grammes (g) ;
- c) Glucides : grammes (g) ;
- d) Lipides (à l'exception du cholestérol) : grammes (g) ;
- e) Fibres alimentaires : grammes (g) ;
- f) Sodium : grammes (g) ;
- g) Cholestérol : milligrammes (mg) ;
- h) Vitamines et sels minéraux : les unités fixées selon la procédure prévue à l'article 9 du présent décret.

3. Lorsque les sucres, les polyols ou l'amidon sont déclarés, la déclaration suit immédiatement la mention de la teneur en glucides de la manière suivante :

« Glucides : g, dont :

- « a) Sucres : g ;
- « b) Polyols : g ;
- « c) Amidon : g. »

4. Lorsque la quantité, le type d'acides gras ou la quantité de cholestérol est déclaré, cette déclaration suit immédiatement la déclaration de quantité de lipides totaux de la manière suivante :

- « Lipides : g, dont :
- « a) Saturés : g ;
- « b) Mono-insaturés : g ;
- « c) Polyinsaturés : g ;
- « d) Cholestérol : mg. »

5. Les valeurs déclarées sont des valeurs moyennes établies sur la base, selon le cas :

- a) De l'analyse de l'aliment effectuée par le fabricant ;
- b) Du calcul effectué à partir des valeurs moyennes connues ou effectives relatives aux ingrédients utilisés ;
- c) Du calcul effectué à partir de données généralement établies et acceptées.

Art. 9. - Des arrêtés conjoints des ministres respectivement chargés de la consommation, de l'agriculture et de la santé, après avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, fixent :

- a) La liste des vitamines et des sels minéraux et leur apport journalier recommandé ;
- b) Les caractéristiques et les méthodes d'analyse des fibres alimentaires ;
- c) Les coefficients de conversion des nutriments utilisés pour le calcul de la valeur énergétique prévus à l'article 7 ;
- d) Les modalités de déclaration sous forme graphique de la valeur énergétique, de la teneur en nutriments et du pourcentage de l'apport journalier recommandé ;
- e) Les modalités de présentation des informations nutritionnelles sur l'étiquetage ;
- f) Les dispositions sur les écarts entre les valeurs déclarées et celles qui pourraient être constatées lors de contrôles officiels.

Art. 10. - Les dispositions du présent décret entrent en vigueur à compter du 1^{er} octobre 1993.

A titre transitoire, jusqu'au 1^{er} octobre 1995, la mention à titre volontaire ou à la suite d'une allégation d'un ou de plusieurs des nutriments suivants : sucres, acides gras saturés, fibres alimentaires, sodium n'entraîne que l'obligation de mentionner les informations du groupe 1 prévues à l'article 6 du présent décret, complétées par l'indication du nutriment auquel il est fait référence.

Art. 11. - Le ministre d'Etat, ministre des affaires sociales, de la santé et de la ville, le ministre d'Etat, garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de l'économie, le ministre de l'agriculture et de la pêche et le ministre délégué à la santé sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 27 septembre 1993.

ÉDOUARD BALLADUR

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'économie,

EDMOND ALPHANDÉRY

*Le ministre d'Etat, ministre des affaires sociales,
de la santé et de la ville,*

SIMONE VEIL

*Le ministre d'Etat, garde des sceaux,
ministre de la justice,*

PIERRE MÉHAIGNERIE

Le ministre de l'agriculture et de la pêche,

JEAN PUECH

Le ministre délégué à la santé,

PHILIPPE DOUSTE-BLAZY

**Décret du 27 septembre 1993
portant délégation de signature**

NOR: ECOP9300520D

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'économie,

Vu le décret du 28 juin 1923 modifié portant règlement pour l'organisation de l'administration centrale du ministère des finances ;

Vu le décret n° 47-233 du 23 janvier 1947, modifié en dernier lieu par le décret n° 87-390 du 15 juin 1987, autorisant les ministres à déléguer, par arrêté, leur signature ;

Vu le décret du 8 février 1991 relatif aux attributions de la direction du Trésor ;

Vu le décret du 29 mars 1993 portant nomination du Premier ministre ;

Vu le décret du 30 mars 1993 relatif à la composition du Gouvernement ;

Vu le décret n° 93-780 du 8 avril 1993 relatif aux attributions du ministre de l'économie ;

Vu le décret du 13 septembre 1993 portant nomination du directeur du Trésor ;

Vu les arrêtés du 11 février 1993 portant réorganisation des services centraux et organisation des sous-directions de la direction du Trésor ;

Vu l'arrêté du 16 septembre 1993 portant délégation de signature ;

Vu l'arrêté du 22 septembre 1993 portant délégation de signature.

Décète :

Art. 1^{er}. - En cas d'absence ou d'empêchement de M. Christian Noyer, directeur du Trésor, et de Mme Ariane Obolensky, chef de service, délégation est donnée à M. Bertrand de Mazières, administrateur civil, et à M. Ludovic Bizouard de Montille, inspecteur des finances, directement placés sous l'autorité de M. Noyer et de Mme Obolensky, à l'effet de signer, dans la limite de leurs attributions, tous actes, arrêtés, décisions ou conventions, à l'exclusion des décrets.

Art. 2. - En cas d'absence ou d'empêchement de M. Christian Noyer, directeur du Trésor, de Mme Ariane Obolensky,

LOIS ET DÉCRETS

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE

Arrêté du 3 décembre 1993, portant application du décret n° 93-1130 du 27 septembre 1993 concernant l'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles des denrées alimentaires

NOR : ECOC9310176A

Le ministre d'Etat, ministre des affaires sociales, de la santé et de la ville, le ministre de l'économie et le ministre de l'agriculture et de la pêche.

Vu la directive (C.E.E.) n° 90-496 du 24 septembre 1990 du Conseil des communautés européennes relative au rapprochement des législations entre Etats membres concernant l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires ;

Vu le code de la consommation, et notamment son article L. 214-1 ;

Vu le décret n° 93-1130 du 27 septembre 1993 concernant l'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles des denrées alimentaires, et notamment son article 9 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France en date du 7 septembre 1993.

Arrêtent :

Art. 1^{er}. - Les mentions d'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles, prévues par le décret du 27 septembre 1993 susvisé, doivent être regroupées en un seul endroit. Si la place le permet, les mentions figurent dans un tableau avec inscription des chiffres sur la même colonne. Ce n'est qu'à défaut de place que les mentions sont inscrites sur une ou plusieurs lignes.

Art. 2. - L'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles et les allégations nutritionnelles, tels que définis à l'article 4 du décret du 27 septembre 1993 susvisé, peuvent concerner les vitamines et les sels minéraux, sous réserve du respect des deux conditions suivantes :

1° Les vitamines et les sels minéraux auxquels il est fait référence sont ceux qui figurent dans la liste de l'annexe I du présent arrêté.

2° Les vitamines et les sels minéraux auxquels il est fait référence doivent couvrir au moins 15 p. 100 des apports journaliers recommandés spécifiés à l'annexe I du présent arrêté, pour 100 grammes ou 100 millilitres de la denrée alimentaire considérée ou par emballage, si celui-ci ne contient qu'une seule portion.

Art. 3. - Les unités à utiliser pour déclarer les teneurs en vitamines et sels minéraux sont celles prévues à l'annexe I du présent arrêté.

Les pourcentages des apports journaliers recommandés prévus au dernier alinéa du 1 de l'article 8 du décret du 27 septembre 1993 susvisé sont calculés pour 100 grammes ou 100 millilitres de la denrée alimentaire considérée. A titre complémentaire, ils peuvent être déclarés par ration quantifiée sur l'étiquette ou par portion, à condition que le nombre de portions contenues dans l'emballage soit indiqué.

Art. 4. - Les coefficients de conversion nécessaires au calcul de la valeur énergétique des denrées alimentaires sont ceux fixés à l'annexe II du présent arrêté.

Art. 5. - Le directeur général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, le directeur général de la santé et le directeur général de l'alimentation sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 décembre 1993.

Le ministre de l'économie,

Pour le ministre et par délégation :
*Le directeur général de la concurrence,
de la consommation
et de la répression des fraudes,*
C. BABUSIAUX

*Le ministre d'Etat, ministre des affaires sociales,
de la santé et de la ville,*

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de la santé,
J.-F. GIRARD

Le ministre de l'agriculture et de la pêche,

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de l'alimentation,
J.-F. GUTHMANN

ANNEXE I

VITAMINES ET SELS MINÉRAUX	APPORTS JOURNALIERS recommandés (A.J.R.)
Vitamine A (µg).....	800
Vitamine D (µg).....	5
Vitamine E (mg).....	10
Vitamine C (mg).....	60
Thiamine (mg).....	1,4
Riboflavine (mg).....	1,6
Niacine (mg).....	18
Vitamine B6 (mg).....	2
Folacine (µg).....	200
Vitamine B12 (µg).....	1
Biotine (mg).....	0,15
Acide pantothénique (mg).....	6
Calcium (mg).....	800
Phosphore (mg).....	800
Fer (mg).....	14
Magnésium (mg).....	300
Zinc (mg).....	15
Iode (µg).....	150

ANNEXE II

NUTRIMENTS	COEFFICIENTS de conversion	
	KcaVg	KJ/g
Glucides (à l'exception des polyols).....	4	17
Polyols.....	2,4	10
Protéines.....	4	17
Lipides.....	9	37
Alcool (éthanol).....	7	29
Acides organiques.....	3	13

BON A IMPRIMER N° 17

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER
LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

RESUME :

Au début du 16ème siècle, les conquistadores espagnols lors de la conquête du continent américain nous ramenèrent le cacao et le chocolat, produits utilisés depuis fort longtemps par les Aztèques.

Le cacao est extrait du fruit d'un arbre, le cacaoyer, *Theobroma cacao* L. de la famille des sterculiacées, cultivé aujourd'hui dans les régions équatoriales.

L'obtention d'un bon chocolat est liée aux différentes étapes qui ont lieu aussi bien à la plantation que plus tard dans les chocolateries.

Sa composition est caractérisée par une richesse en glucides et lipides, une pauvreté en protéides et en vitamines, une présence notable de magnésium, potassium, phosphore et de substances pharmacologiquement actives : les méthylxanthines et les amines.

En réalité, s'il peut provoquer des migraines et des fausses allergies alimentaires chez des personnes prédisposées, les seules personnes chez lesquelles il peut faire l'objet de contre-indications sont celles souffrant d'un reflux gastro-oesophagien ou de calculs urinaires d'oxalate de calcium. Toutefois les diabétiques et les patients sujets aux troubles digestifs ont intérêt à consommer avec modération du chocolat noir de qualité.

Par contre, il n'aurait aucun rôle dans la constipation et l'acné. Il n'augmente pas la cholestérolémie mais la ferait baisser et il serait même bénéfique pour les dents.

L'action stimulante sur le système nerveux central semble faible. Quant aux propriétés antidépressives, elle relève d'une part d'un soutien psychologique et d'autre part de l'action pharmacologique.

Les troubles du comportement alimentaire envers le chocolat mettent en évidence les gros consommateurs de chocolat très sucré et pauvre en cacao et les amateurs de chocolat amer très riche en cacao.

MOTS CLES :

- Chocolat
- Diététique
- Cacao
- Comportement alimentaire
- Réglementation

JURY :

Président : Monsieur le Professeur HABRIOUX G;
Juges : Monsieur COGNARD P.
Madame DESMAISON A-M.