

THÈSE
pour le
DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE
par
Olivier DUBUT

Présentée et soutenue publiquement le 8 octobre 2012

Les beurres : karité (*Butyrospermum parkii*), cacao (*Theobroma cacao*),
kokum (*Garcinia indica*) et illipé (*Shorea stenoptera*)

Président : Mme Céline COUTEAU, Maître de Conférences-HDR de Cosmétologie
Membres du jury : Mme Laurence COIFFARD, Professeur de Cosmétologie
M. Louis BOUQUET, Docteur en Pharmacie

Introduction

Parmi les beurres utilisés en tant qu'ingrédients cosmétiques, quatre d'entre eux sont d'origine végétale. Il s'agit du beurre de karité (*Butyrospermum parkii*), du beurre de cacao (*Theobroma cacao*), du beurre de kokum (*Garcinia indica*) et du beurre d'illipé (*Shorea stenoptera*). L'objet de ce mémoire de Thèse est d'étudier leurs différentes propriétés.

Pour chacun des végétaux sources de ces quatre beurres, seront détaillés, dans une première partie consacrée à leur présentation botanique, leurs différentes appellations, l'historique de leur découverte, leur présentation taxonomique, leur écologie, leurs aspects anatomiques, leurs aspects physiologiques, les maladies et insectes nuisibles auxquels ils doivent faire face, leur culture, la récolte, les rendements et les aspects économiques.

Puis, dans une seconde partie, seront présentées les méthodes de préparation de chacun de ces beurres, qu'elles soient traditionnelles ou utilisées dans l'industrie.

Dans une troisième partie, seront étudiées la composition de chacun de ces beurres ainsi que de leurs sous-produits éventuels.

Une quatrième partie sera consacrée aux utilisations traditionnelles de chaque beurre et de leurs sous-produits au niveau local, ainsi qu'aux exportations destinées à des usages industriels autres que cosmétiques.

Enfin, une cinquième partie abordera toutes les applications concrètes en cosmétologie pour chacun de ces quatre beurres.

I. Le beurre de karité

I.1. Présentation botanique du karité

Les noix utilisées pour l'obtention du beurre de karité sont issues d'un arbre inféodé à l'Afrique, le karité (figure 1).



Figure 1 – L'arbre de karité, *Vitellaria paradoxa* (C.F.Gaertn.)⁽¹⁾

I.1.1. Le karité et ses différentes appellations

Au cours des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, le karité a été rebaptisé plusieurs fois.^{(2) (3)}

Au XIX^{ème} siècle, Karl Friedrich von GÄRTNER (1772-1850) (figure 2), botaniste allemand, a décrit l'espèce *Butyrospermum parkii*. Le genre *Butyrospermum* signifie « graines de beurre ». Le nom d'espèce « *parkii* » fut attribué en hommage à Mungo PARK qui a découvert cet arbre lors d'une exploration au Sénégal.

En 1865, Karl Georg Theodor KOTSCHY (1813-1866), botaniste autrichien, décrivit une deuxième espèce : *Butyrospermum niloticum*.

En 1962, Frank Nigel HEPPER (1929-...), botaniste anglais, rassembla ces deux espèces en une seule composée de deux sous-espèces : *Butyrospermum paradoxum* subsp. *niloticum* et *Butyrospermum paradoxum* subsp. *parkii*.

Le nom binomial actuel est *Vitellaria paradoxa*.

Parmi les différents noms vernaculaires du karité, on trouve en français « arbre à beurre », en anglais « *shea butter tree* », « *shea tree* », « *bambouk butter tree* », « *galam butter tree* »⁽³⁾, en dialecte béninois « *sombu* », « *bulanga* », « *kareegi* », « *emin* »⁽⁴⁾, en dialecte camerounais « *oum kouroum* », « *sap* », « *kekombichop* », « *kol* », « *karehi* », « *sougoum* », « *kadanya* », « *ke-*



Figure 2 – Karl Friedrich von GÄRTNER⁽¹²⁷⁾

lé », « soro », « kire »⁽⁴⁾, en dialecte ghanéen « ngu », « tokuti »⁽⁴⁾, en dialecte bissau-guinéen « bam-bô-tulô-irô »⁽⁴⁾, en dialecte malien « si yiri »⁽⁴⁾, en dialecte nigérian « toso », « tubbi »⁽⁴⁾, en dialecte sénégalais « ghariti »⁽⁴⁾, en dialecte sierra-léonais « se, si »⁽⁴⁾ et en dialectes autochtones « shea-toulou »⁽⁵⁾, « bhindi », « bindi », « bamia »⁽⁶⁾.

1.1.2. Historique de sa découverte

Sur le continent africain, le karité est sacré depuis les temps ancestraux. De ce fait, cet arbre ne peut être coupé ni détruit par les autochtones.⁽⁵⁾ La culture du karité a toujours été profondément ancrée dans la culture de l'Ouest africain. Ainsi, les grands voyageurs du Royaume, de Méroé à Léon l'Ancien, puis d'Ibn BATTUTA à Mungo PARK, revenaient-ils de leurs explorations en Afrique de l'Ouest en parlant du karité.⁽⁶⁾

Dès 300 ans avant J.-C., la présence de karité est avérée en Égypte où l'on imagine que cet arbre servait à la confection de statues.⁽⁵⁾ Il a aussi été raconté que le beurre de karité était à l'origine de la grande beauté de la reine Néfertiti qui avait l'habitude d'en utiliser.⁽⁶⁾

Au XIV^{ème} siècle, le Sultan de Marruecos et voyageur marocain Abu Abdullah Muhammad Ibn Abdullah Al Lawati Al Tanji Ibn BATTUTA (1304-1369) rapporta l'importance du karité dans la culture africaine. Son voyage entrepris en 1352 et missionné par la reine Noire du Mali constitue pour nous aujourd'hui le seul témoignage écrit antérieur aux explorations européennes. Les détails dans son livre « *Le fabuleux voyage d'Ibn Battûta* » (figure 3) reflètent déjà la vie centrée autour du karité.⁽⁶⁾

... De Bébé accueilli dans une vigoureuse friction au beurre de karité jusqu'au lit du roi défunt spécialement taillé dans la noblesse du tronc de l'arbre de karité, la vie du village bat au rythme de l'arbre sacré comme la vie de la femme. En effet, de juillet à décembre, toute l'activité de la femme est dévolue à la collecte en brousse, à la vente des noix au marché et à la préparation des fruits de l'arbre qui serviront l'année durant aux besoins domestiques et culinaires de la famille...

Figure 3 – Extraits du livre « *Le fabuleux voyage d'Ibn Battûta* »⁽⁶⁾

D'autres géographes arabes tels que Ibn Fadl Allah AL-UMARI (1301-1349) en 1348 ont ensuite décrit le karité en se basant sur les dires d'informateurs.⁽⁶⁾ (figure 4)

... Il y a un arbre appelé Kariti qui a un fruit semblable au limon et dont le goût est semblable à la poire avec à l'intérieur un noyau charnu. On prend ce noyau qui est tendre, on le broie et on retire une sorte de beurre qui devient compact comme lui. On en blanchit les maisons, on le brûle dans les lampes, on en fait du savon. Si on veut manger ce corps gras on le traite au feu. Le produit obtenu est utilisé comme le beurre...

Figure 4 – Extraits des écrits d'AL-UMARI en 1348⁽⁶⁾

Sur la base des récits d'Ibn BATTUTA, l'explorateur écossais Mungo PARK (1771-1806) (figure 5) a été le pionnier des Européens pour décrire le karité sur un plan botanique et pour présenter les usages du beurre de karité. C'est ainsi que l'on retrouve les premières écritures concernant le karité dans son livre « *Travels in the interior districts of Africa* » (Voyage dans l'intérieur de l'Afrique), Edinburgh en 1797 (figure 6). D'après PARK, le *shea-toulou* que l'on peut traduire par « beurre d'arbre » ou « beurre végétal » est transporté sur la côte de Gambie. Il voit la population locale s'impliquer dans toutes les étapes de la fabrication traditionnelle du beurre : du ramassage des fruits, jusqu'à la cuisson de l'amande dans de l'eau bouillante.⁽⁵⁾



Figure 5 – Mungo PARK⁽⁷⁾

... Indépendamment des esclaves et des marchandises qu'ils portent pour les blancs, les marchands amènent sur la côte de Gambie du fer natif, des gommés odorantes et du shea-toulou, ce qui signifie littéralement « beurre d'arbre » ou beurre végétal. Ce beurre est extrait d'une espèce de noix, par le moyen de l'eau bouillante, ainsi que je l'expliquerai par la suite. Il ressemble au beurre ordinaire et en a la consistance... Les populations locales en font une grande consommation et par conséquent il est toujours très recherché...

... Les habitants étaient toujours occupés à recueillir les fruits de l'arbre « shea ». Cet arbre croît abondamment dans toute cette partie du Bambara. Il n'est pas planté par les habitants, mais on le trouve croissant naturellement dans les bois. Lorsqu'on défriche les forêts pour cultiver la terre, on coupe tous les arbres, excepté les « sheas ».

Cet arbre ressemble beaucoup au chêne américain, et le fruit, avec le noyau duquel, séché au soleil et bouilli dans l'eau, on prépare le beurre végétal, ressemble un peu à l'olive d'Espagne. Le noyau est enveloppé d'une pulpe douce, que recouvre une mince écorce verte.

Le beurre qui en provient, outre l'avantage qu'il a de se conserver toute l'année sans sel, est plus blanc, plus ferme à mon goût, qu'aucun lait de vache que j'aie jamais mangé. La récolte et la préparation de cette précieuse denrée semble faire un des premiers objets de l'industrie africaine, tant dans le royaume des Bambaras, que dans les pays environnants. C'est un des principaux articles du commerce intérieur de ces contrées.

... Peu de temps après le « douty » m'envoya chercher et me permit de coucher dans un grand ballon, en un coin duquel était un four destiné à faire sécher des fruits de « shea ». Il contenait environ une demi-charretée de ce fruit sous lequel était un feu de bois clair. On me dit qu'au bout de trois jours, le fruit serait en état d'être pilé et bouilli, et que le beurre préparé de cette manière était préférable à celui qu'on faisait avec le fruit séché au soleil...

Figure 6 – Extraits du livre « Voyage dans l'intérieur de l'Afrique » de M. Mungo PARK, Edinbourg 1797. ⁽¹²⁹⁾

Actuellement, on recense seize pays producteurs de karité, tous situés sur le continent africain (le Bénin, le Burkina-Faso, le Cameroun, la République Centrafricaine, la Côte-d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria, l'Ouganda, le Sénégal, le Soudan, le Tchad et le Togo). ⁽⁶⁾

1.1.3. Présentation taxonomique

Le karité que nous allons étudier appartient actuellement au genre *Vitellaria*, lequel est inclus dans la famille des *Sapotaceae*. ⁽⁸⁾

Les *Sapotaceae* sont une famille de plantes dicotylédones regroupant environ 800 espèces pour une cinquantaine de genres. Cette famille doit son nom au botaniste français Antoine-Laurent de JUSSIEU (1748-1836) (figure 7). ⁽⁹⁾ Les arbres ou arbustes de cette famille ont des feuilles persistantes et sont généralement munis de laticifères (glandes à latex). On peut les trouver en zones tropicales.

La classification phylogénétique des angiospermes APG III (2009) nous permet de ranger l'espèce *Vitellaria paradoxa* (C.F.Gaertn.) de la façon suivante dans le règne des Plantes : ⁽⁹⁾

- ✓ Angiospermes ou *Magnolophyta* dont :
 - Dicotylédones vraies ou *Eudicotyledonae*
 - comprenant 2 principaux clades (Rosidées et Astéridées).
 - Astéridées ou *Asteridae*
 - comprenant 2 principaux ordres (Cornales et Éricales).
 - ✓ Ordre des Éricales ou *Ericales* (Bercht. & J.Presl [1820])
 - comprenant 22 familles dont :
 - Famille des Sapotacées ou *Sapotaceae* (Juss. [1789])
 - comprenant 53 à 57 genres dont :
 - Genre *Vitellaria* (C.F.Gaertn. [1807]).



Figure 7 – Antoine-Laurent de JUSSIEU ⁽¹²⁸⁾

L'ordre des Éricales a été étudié par 2 botanistes tchèques : Friedrich von BERCHTOLD (1781-1876) et Jan Svatopluk PRESL (1791-1849).

Une seule espèce représente actuellement le genre *Vitellaria*. Il s'agit de *Vitellaria paradoxa* que l'on décompose en 2 sous-espèces : ⁽³⁾

- ✓ *Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa* (anciennement *Butyrospermum parkii* (G.Don) Kotschy) ;
- ✓ *Vitellaria paradoxa* subsp. *nilotica* (Kotschy) A.N.Henry, Chithra & N.C.Nair (anciennement *Butyrospermum niloticum* Kotschy).

On distingue subsp. *paradoxa* de subsp. *nilotica* du fait de sa pubescence moins dense et plus courte et de ses fleurs légèrement plus petites.

D'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), l'espèce *Vitellaria paradoxa* classée dans les espèces menacées, est considérée comme vulnérable, c'est-à-dire que le risque d'extinction à l'état sauvage est élevé à cause des feux de brousse d'origine humaine. ⁽¹⁰⁾

1.1.4. Écologie du karité

1.1.4.1. Répartition géographique

Le karité peuple les savanes et les forêts sèches, depuis la Guinée jusqu'au Soudan, sur une bande de 5000 kilomètres de long pour 400 à 750 kilomètres de large, soit une surface de 1 million de km², cette zone étant surnommée « ceinture du karité » par les négociants (figure 8). Il pousse généralement à l'intérieur des terres, et il est présent à moins de 50 kilomètres des côtes seulement au Ghana et au Nigéria. Les sols abritant le plus densément du karité sont situés du Mali au Nigéria. ^{(2) (3) (5) (11)}

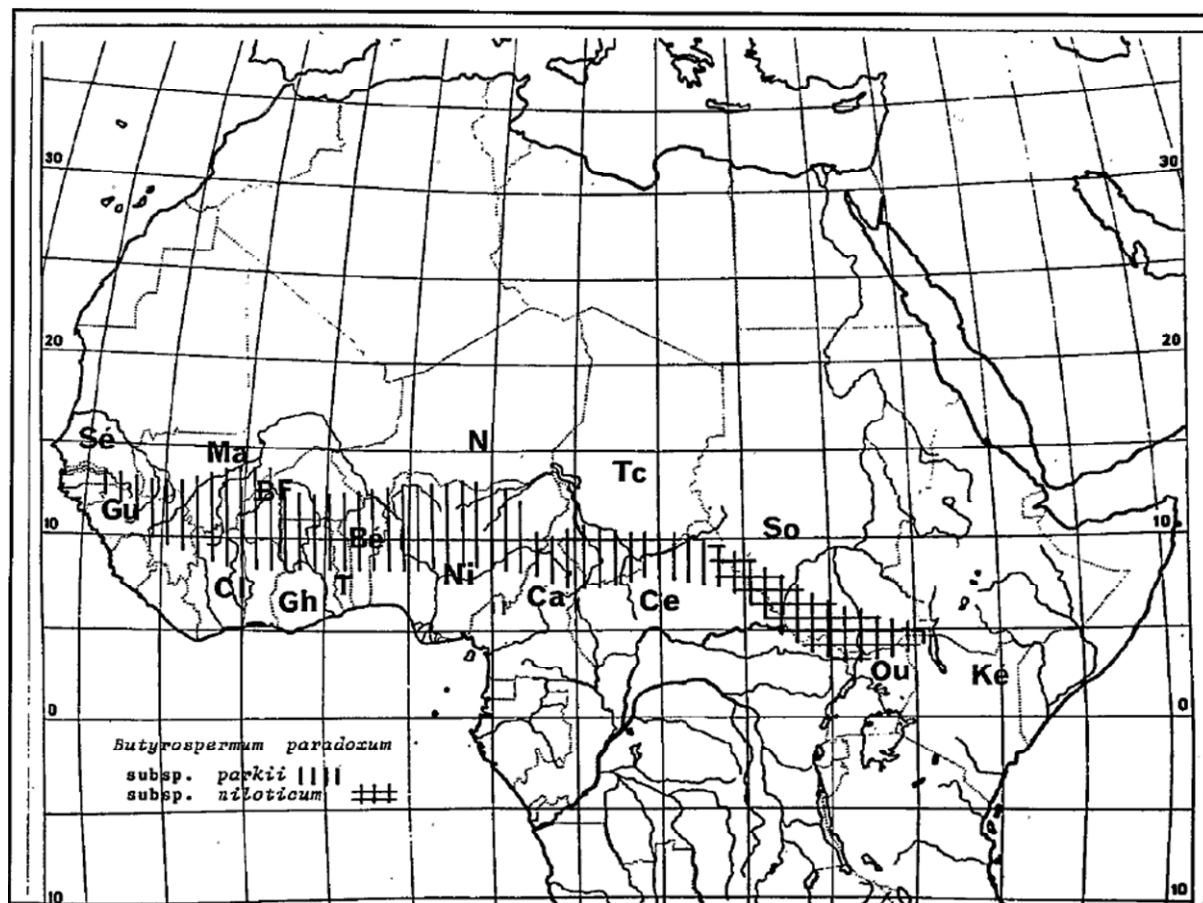


Figure 8 – Répartition du karité en Afrique ⁽²⁾

Les deux sous-espèces de *Vitellaria paradoxa* ne poussent pas concomitamment : subsp. *paradoxa* est présent du Sénégal jusqu'en Centrafrique, tandis que subsp. *nilotica* se développe au Soudan et en Ouganda. La séparation entre ces deux sous-espèces correspond à la ligne de partage entre les bassins hydrographiques du lac Tchad et de la rivière Congo à l'ouest, et du Nil à l'est et au nord-est. ⁽³⁾

Le karité pousse typiquement sous le climat sahélien alternant deux saisons dont plusieurs mois d'affilée de sécheresse (cinq à huit), et une pluviométrie pouvant aller jusqu'à 1200 mm par an ; on parle alors de « plante de milieu à pédoclimat saisonnièrement contrasté ». ⁽⁵⁾ Les différences climatiques d'un pays à l'autre expliquent également la répartition géographique des deux sous-espèces : ⁽³⁾

- ✓ Au niveau de l'altitude : subsp. *paradoxa* pousse entre 100 et 600 mètres voire jusqu'à 1300 mètres exceptionnellement ; tandis que subsp. *nilotica* se développe entre 450 et 1600 mètres.
- ✓ Au niveau de la pluviosité : subsp. *paradoxa* a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 1400 mm et d'une saison sèche (moins de 50 mm de précipitations) de 5 à 8 mois ; tandis que subsp. *nilotica* se contente de 3 à 5 mois de sécheresse pour une pluviométrie le reste de l'année comprise entre 900 et 1400 mm.

I.1.4.2. Biotope du karité

Les sols sur lesquels pousse généralement le karité sont argileux, argilo-sableux, sableux, caillouteux et latéritiques. On retrouve aussi cet arbre sur des pentes colluviales où les sols sont moyennement humides, profonds et riches en matières organiques, sauf dans les zones où les inondations sont régulières. ^{(2) (3)} En effet, des études ont montré que le stress généré par une inondation provoque des hécatombes d'arbres parmi les plus âgés, ainsi que la perte de récoltes de fruits s'annonçant pourtant exceptionnelles. ⁽⁵⁾

En revanche, on ne trouve aucun pied de karité dans les forêts denses sèches et les bosquets. ⁽⁵⁾

I.1.4.3. Adaptation au terrain

Le karité dispose de capacités à s'adapter à l'aridité ambiante lors de la saison sèche : la dissémination qui se produit au début de la saison humide est immédiatement suivie par la germination cryptogée. Grâce aux réserves en lipides et en eau contenues dans l'amande, la racine peut croître très rapidement après la germination. Face à la persistance de la sécheresse, la racine peut passer dans un état de quasi-géophytisme temporaire. La particularité de l'enracinement du karité que nous décrirons plus loin (cf. § I.1.2.1) lui apporte un bénéfice considérable pour résister aux stations sèches en surface, aux sols indurés et à la coexistence avec l'herbe dont il tire profit. ⁽⁵⁾

I.1.5. Aspects anatomiques

I.1.5.1. L'arbre de karité

Les pieds adultes de karité mesurent généralement de 10 à 15 mètres de haut. Le karité peut vivre deux à trois siècles. L'arbre devient mature après un quart de siècle, ce qui explique l'absence de culture organisée de karité étant donné le nombre d'années à patienter avant de voir apparaître le premier fruit.

Le karité est un arbre caducifolié moyennement haut avec un certain nombre de caractéristiques.

Le pivot mesure 1 à 2 mètres de long. Moins profondes, les racines latérales sont condensées à 10 cm en-dessous du niveau du sol et se propagent 20 cm autour de la souche. Les racines latérales secondaires s'enfoncent, elles, autant que le pivot.

Le fût présente un diamètre pouvant atteindre 1 mètre. Le court fût du karité s'étire sur 3 à 4 mètres de long.

La couleur de l'écorce varie entre les teintes noirâtres, grisâtres et rougeâtres. De texture rugueuse, l'écorce présente des fissures profondes et des découpes régulières en forme de carrés liégeux ou d'écailles rectangulaires. Un latex blanc est généré lors de la cassure de l'écorce.

On observe différents types de cimes pour le karité (figure 9) : de ronde à fuselée, avec une forme d'ombrelle ou de balai, la ramure étant étalée.

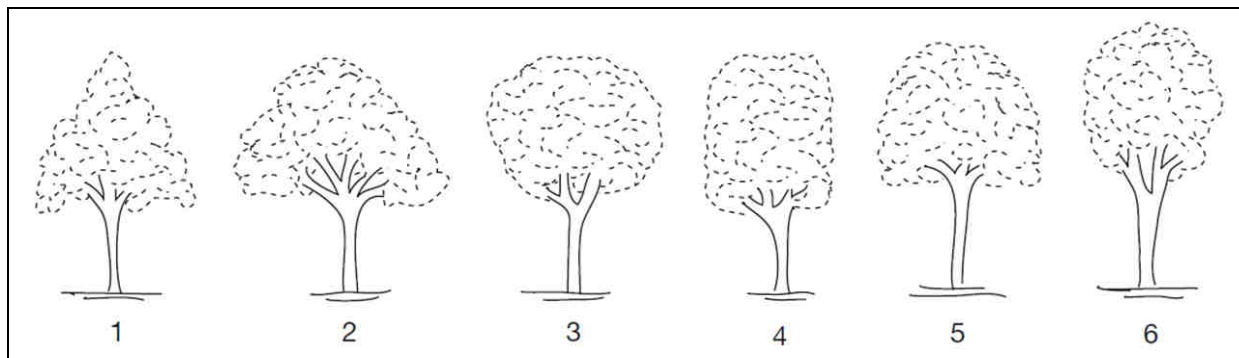


Figure 9 – Différentes formes de la cime du karité : ① cime pyramidale, ② cime largement pyramidale, ③ cime sphérique, ④ cime oblongue, ⑤ cime semi-circulaire et ⑥ cime elliptique. ⁽¹²⁾

Enfin, les branches (figure 10) rougeâtres et pubescentes à l'origine évoluent vers un état glabre, leur diamètre est de 1,5 cm. Les branches en fleur sont trapues et conservent les cicatrices foliaires. ^{(3) (5)}

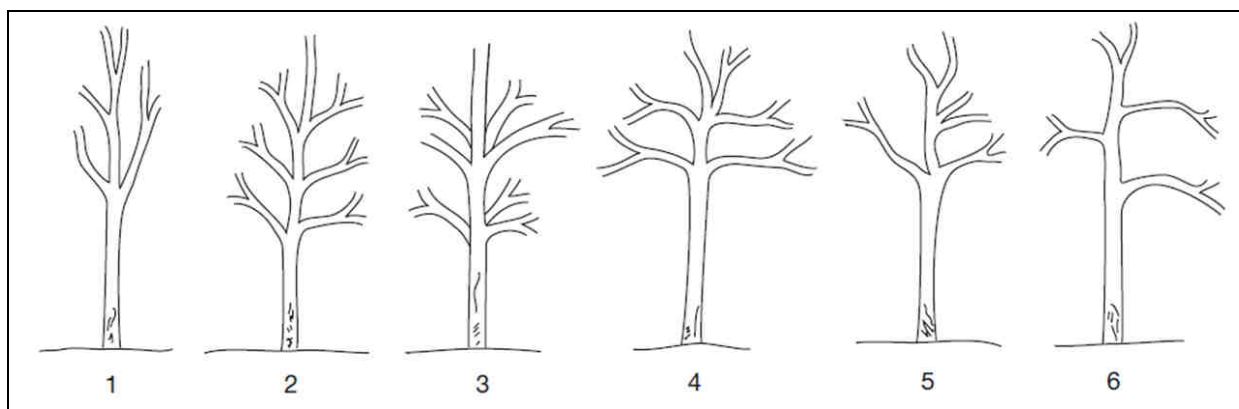


Figure 10 – Différentes ramifications des branches du karité : ① droit, ② opposé, ③ verticillé, ④ horizontal, ⑤ irrégulier et ⑥ plagiotrope. ⁽¹²⁾

1.1.5.2. Les feuilles

Les feuilles du karité sont des feuilles de type simple, disposées en spirale. L'extrémité des branches est souvent recouverte de groupes denses de ces feuilles. Botaniquement, ces feuilles peuvent être décrites comme suit : les feuilles de karité ont de petites stipules caduques, le pétiole de la feuille mesure 3 à 10 cm de long. Le limbe de la feuille du karité possède les caractéristiques suivantes : de forme lancéolée à ovale-oblongue (figure 11), il mesure 10 à 25 cm de long pour 4 à 14 cm de large.

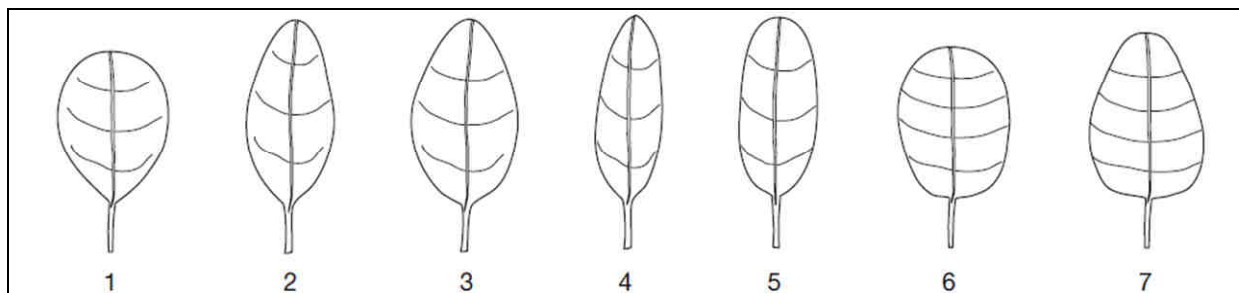


Figure 11 – Différentes formes du limbe des feuilles de karité : ① obovale, ② elliptique, ③ largement elliptique, ④ étroitement elliptique, ⑤ oblongue, ⑥ obovale-oblongue et ⑦ ovale-oblongue. ⁽¹²⁾

Sa base peut être cunéiforme à arrondie ou légèrement subcordée (figure 12), et son apex arrondi à aigu (figure 13). Les bords du limbe sont généralement entiers à ondulés. Enfin, il revêt un aspect coriace et glabrescent à légèrement poilu sur les deux faces.

En ce qui concerne les nervures, on parle d'un limbe pennatinervé à nervures proches et régulièrement espacées.⁽³⁾

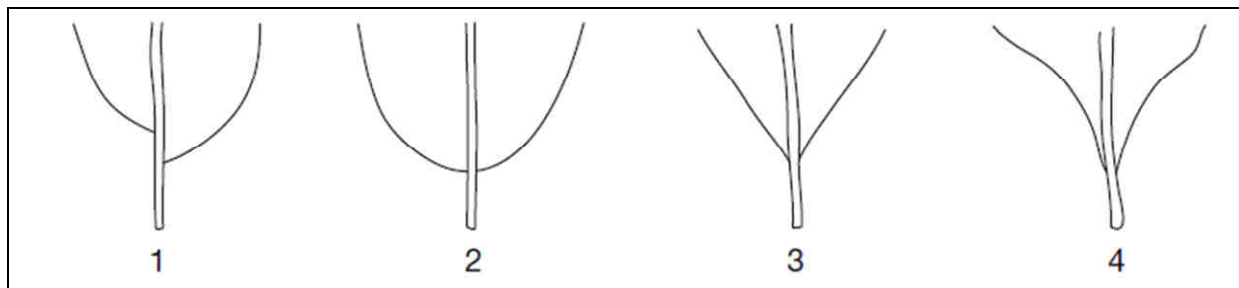


Figure 12 – Différentes formes de la base des feuilles du karité : ① oblique, ② arrondi, ③ cunéiforme et ④ rétréci.⁽¹²⁾

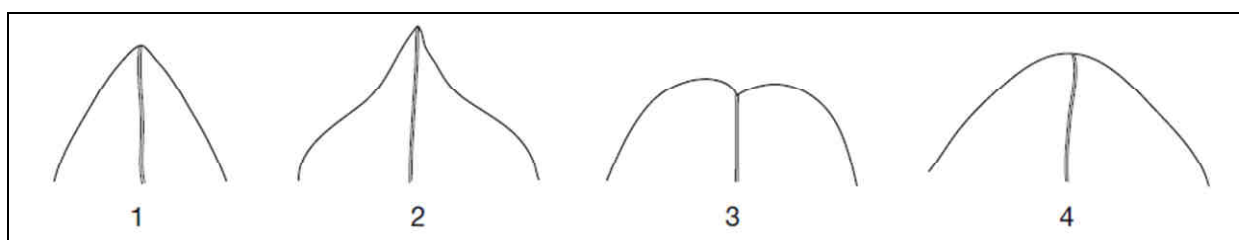


Figure 13 – Différentes formes de l'apex des feuilles de karité : ① aigu, ② acuminé, ③ arrondi et ④ obtus.⁽¹²⁾

1.1.5.3. Les inflorescences

Il s'agit d'un fascicule dense situé à l'extrémité d'un rameau. Ce fascicule regroupe en moyenne 30 à 40 fleurs ; dans les cas extrêmes, on peut compter de 8 à 100 fleurs.⁽³⁾

1.1.5.4. Les fleurs

Lors de la saison sèche, dès que les feuilles sont tombées, des fleurs (figure 14) apparaissent regroupées en touffes au sommet des rameaux. Ce sont des fleurs bisexuées, régulières et odorantes, dont la couleur varie du jaune-vert au blanc ou blanc-crème. Leur pédicelle mesure jusqu'à 3 centimètres.

Ces fleurs ont des sépales libres et disposés en 2 verticilles de 4, pubescents et mesurant 1 à 1,5 cm de long. La corolle qui possède un tube court et qui est formé de 6 à 8 lobes, est d'égale longueur avec les sépales. Au nombre de 8, les étamines sont libres et leur insertion se fait au sommet de tube de la corolle ; elles sont disposées en alternance avec 8 staminodes pétaloïdes et à pointe filiforme.

L'ovaire a la particularité d'être supère, globuleux à ovoïde, pubescent, hexa- à octoloculaire (voire décaloculaire) ; son style est long et mince.^{(3) (5)}

La fécondation croisée s'effectue selon un mode entomogame grâce notamment aux abeilles.⁽²⁾

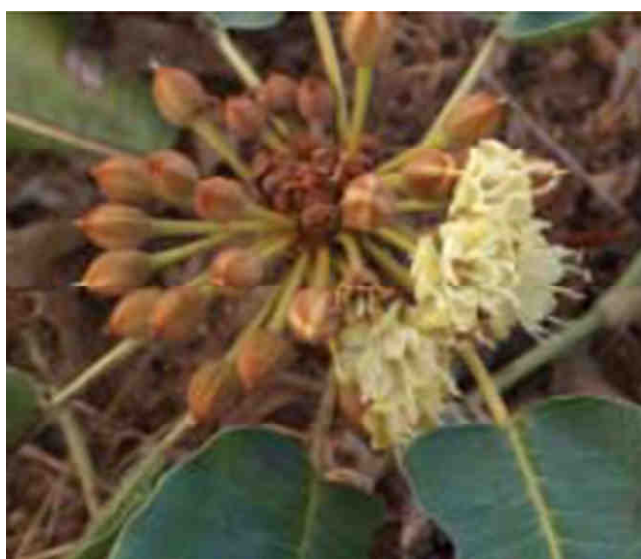


Figure 14 – Fleur du karité⁽⁴⁾

1.1.5.5. Les fruits

Les fruits (figure 15) sont des baies globuleuses à ellipsoïdes, voire ovoïdes (figure 16). Ils mesurent en moyenne 4 à 8 cm de long pour 2,5 à 5 cm de large. Leur masse moyenne varie de 20 à 30 grammes, avec des cas extrêmes pouvant aller de 10 à 57 grammes. Ces baies sont vertes à l'origine, puis évoluent vers le vert-jaunâtre et le brun à maturité. Dans une grappe, chacune des baies peut contenir 1 à 2 (parfois plus) graines oléagineuses : ce sont les noix de karité.



Figure 15 – Fruits du karité : ① représentation sur une branche ⁽¹³⁾ et ② différentes morphologies ⁽⁴⁾

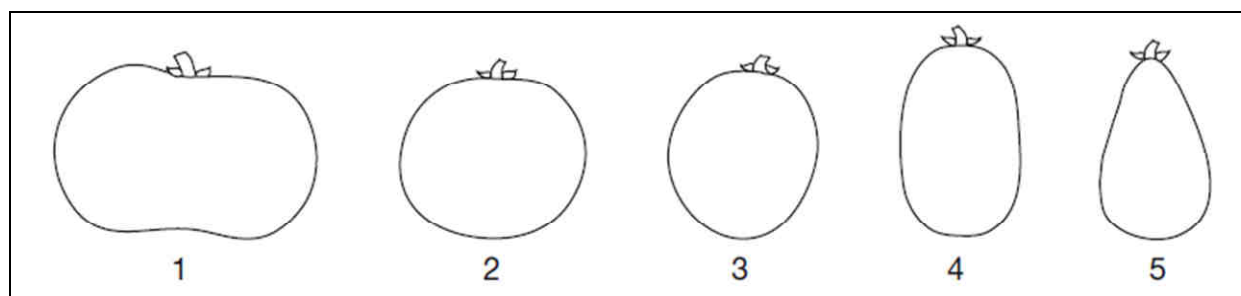


Figure 16 – Différentes formes du fruit du karité : ① aplati, ② sphéroïde, ③ ellipsoïde, ④ oblongue et ⑤ ovoïde. ⁽¹²⁾

Chaque baie est constituée d'une épaisseur de 4 à 8 mm de pulpe. Celle-ci, à la fois sucrée et parfumée, est donnée pour comestible. Cependant sa saveur n'est pas appréciable pareillement d'un pied à l'autre de karité. ⁽³⁾

1.1.5.6. Les graines

Les graines ont une forme globuleuse ou largement ellipsoïde (figure 17). Leurs dimensions varient de 3 à 5 cm de long sur 2 à 3,5 cm de large. La masse moyenne est comprise entre 8 et 10 grammes.

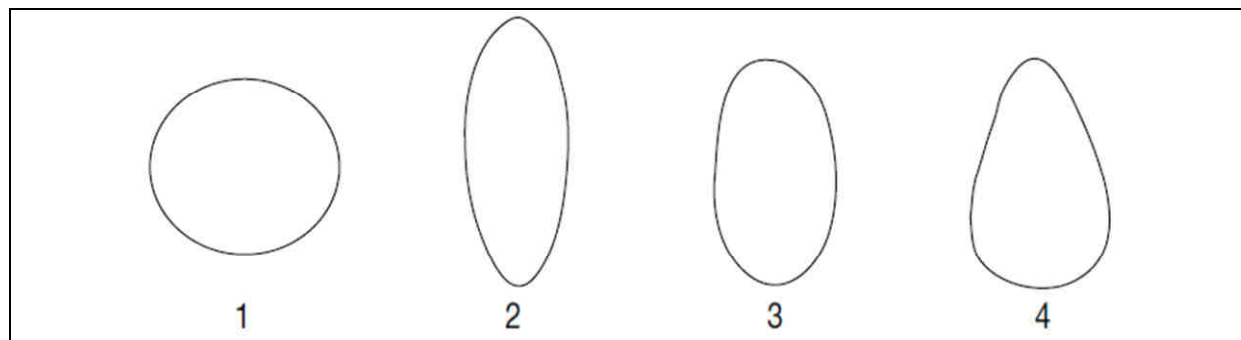


Figure 17 – Différentes formes des graines du karité : ① sphéroïde, ② ellipsoïde, ③ ovale et ④ ovoïde. ⁽¹²⁾

Le tégument de la graine (figure 18) est plutôt fin, luisant et possède une large cicatrice : il s'agit d'un hile beige clair et mat.



Figure 18 – ① Différentes morphologies de la noix et ② différentes morphologies de la graine⁽⁴⁾

L'amande dure et blanchâtre est constituée d'une part de deux cotylédons épais, charnus et fortement apprimés et d'une radicule non-exserte d'autre part. La moitié du poids de l'amande est constituée de matières grasses dont la composition (cf. § I.3) varie selon l'origine et les traitements subis.^{(2) (3) (5)}

I.1.6. Aspects physiologiques

I.1.6.1. Germination et croissance

D'après les études de George JACKSON⁽¹⁴⁾ menées en 1968 sur le karité, son mode de germination, très peu commun, est dit cryptogée (figure 19). En effet, un cotylédon s'enfonce dans le sol, puis une tige apparaît au niveau du pivot à 6 ou 7 cm sous terre. Ceci permet au bourgeon de résister à la sécheresse et aux feux de brousse (cf. § I.1.4.3). La plantule, puis la tige, ont une croissance très ralentie : 10 à 12 cm sur les 12 premiers mois.^{(2) (15)}

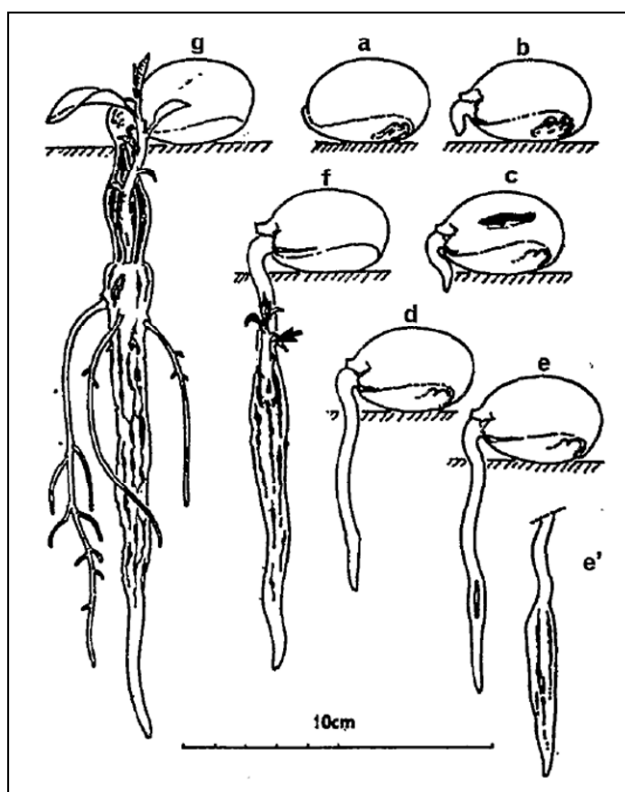


Figure 19 – Germination et développement de la plantule de *Butyrospermum paradoxum*. a et b : début de germination avec sortie de la radicule ; c, d et e : développement de la racine dans le sol ; e' : détail de la partie moyenne de la racine présentant un sillon longitudinal ; f : mise en place du méristème caulinaire et développement des premières écailles au niveau du sillon, flèche ; g : émergence de la jeune pousse feuillée.^{(2) [d'après (14)]}

Une autre étude de PICASSO⁽¹⁶⁾ en 1984 menée au Burkina-Faso a démontré que la croissance des parties aériennes et racinaires du karité est différentielle (tableau 1). En effet, au début du développement du karité, le système racinaire croît plus fortement que le système aérien, ceci étant influencé par l'intensité pluviométrique. À l'âge adulte, le pivot du karité est plutôt court (70 à 90 cm), comparativement aux racines latérales traçantes qui peuvent mesurer jusqu'à 20 mètres.⁽¹⁷⁾

| | Longueur du pivot
(cm) | Diamètre du collet
(cm) | Longueur de la tige
(cm) | Nombre de feuilles |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Plants de 6 mois | 20 | 8 | 8 | 3,5 |
| Plants de 18 mois | 65 | 17 | 16 | 7 |
| Accroissement en % | 225 | 112 | 100 | 100 |

Tableau 1 – Croissance différentielle de la tige et du pivot de karités âgés de 6 et 18 mois. ⁽²⁾ [d'après (16)]

Le diamètre du tronc croît de manière extrêmement ralentie.⁽¹⁷⁾ Des relevés effectués d'une part à Ferkéssédougou (Côte-d'Ivoire) et d'autre part à Niangoloko (Burkina-Faso) ont montré des valeurs similaires pour ces deux stations concernant la mesure des cernes concentriques annuels : 1,8 à 2,2 mm dans la station ivoirienne et 1,5 à 2,2 mm dans la station burkinabè, d'où l'accroissement moyen annuel du diamètre de 4 et de 3,7 mm respectivement pour ces deux stations d'étude. Ceci permet, selon PICASSO⁽¹⁶⁾, de calculer l'âge des arbres à 2 ans près selon la formule suivante :

1.1.6.2. Développement du système aérien

B. RUYSEN⁽¹⁸⁾ a décrit en 1957 la cime du karité comme étant généralement largement arrondie et la ramure étalée, avec une variante pour certains pieds de karité ayant une cime de forme élancée ou en parasol.⁽²⁾

Chaque étape du développement du système aérien (feuilles, fleurs, fruits) du karité se déroule à une période bien précise de l'année (figure 20) en fonction de l'alternance de la saison sèche avec la saison des pluies.

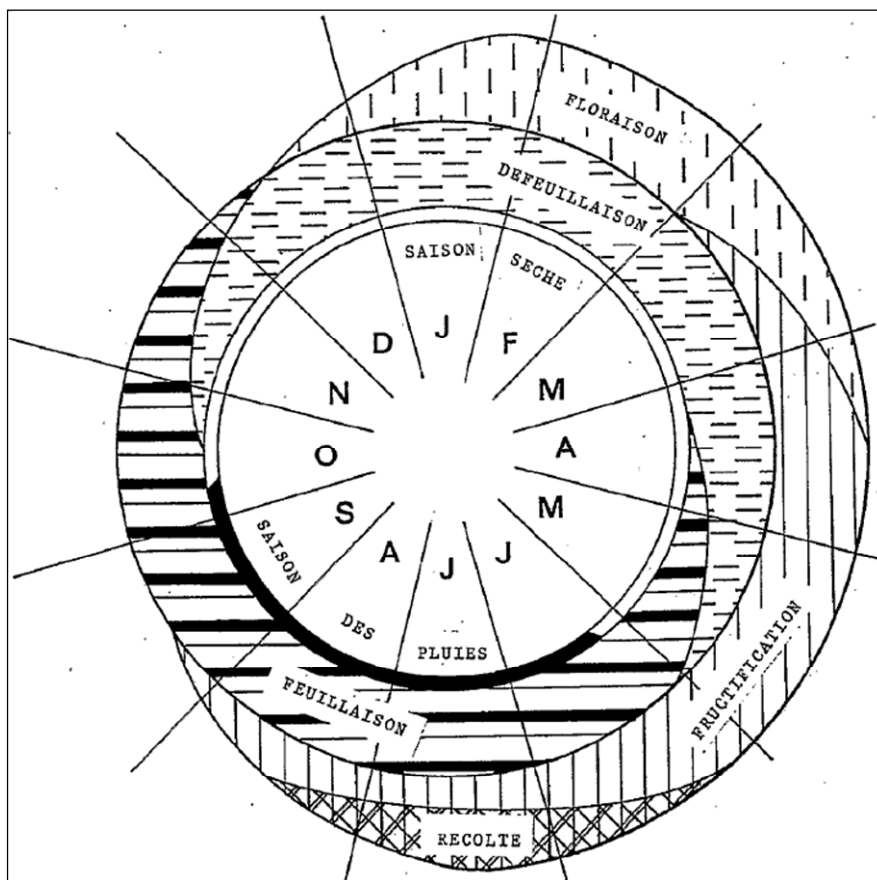


Figure 20 – Cycle biologique du karité. ⁽²⁾

I.1.6.2.1. Les feuilles

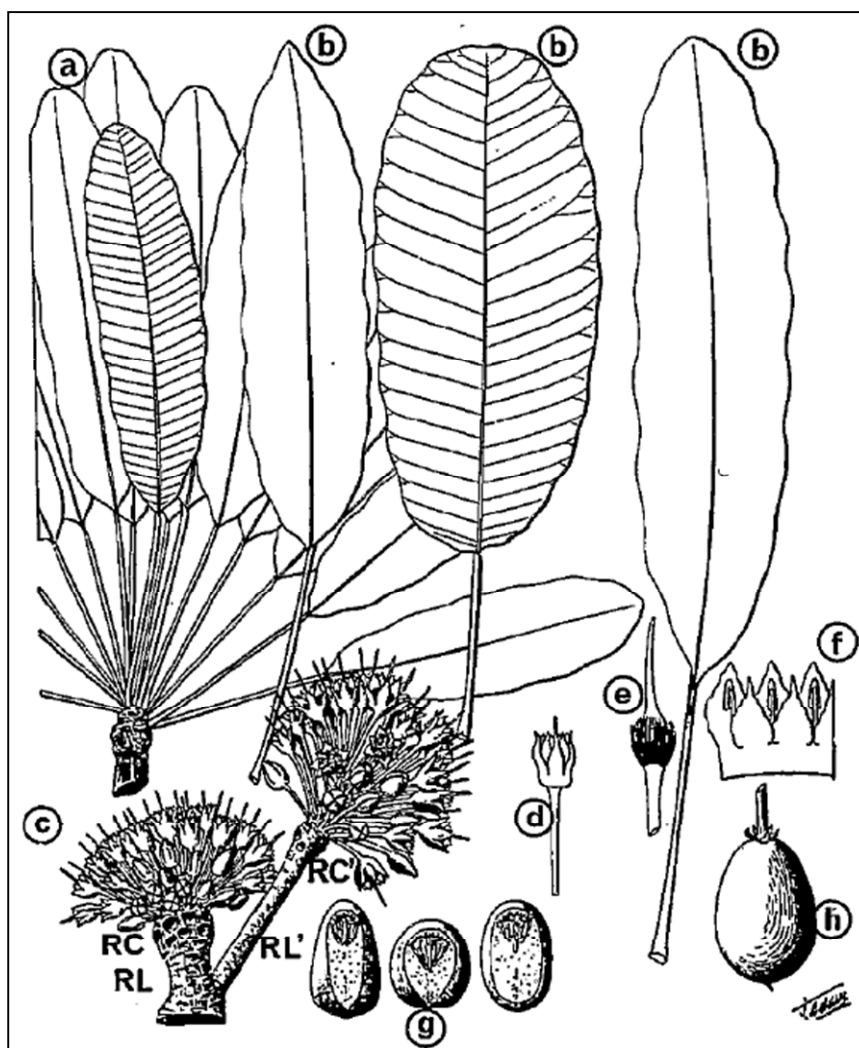
La période de feuillaison débute à la fin de la floraison, alors que la saison sèche n'est pas encore terminée. Puis, la défeuillaison commence à la fin de la saison des pluies.

Les feuilles sont réunies sous forme de bouquets, à l'extrémité des rameaux (figure 21). L'aspect de ces derniers est corrélé à la façon dont ils croissent :

➤ pour les rameaux dits « longs » : des articles de petits diamètres à croissance rapide et entrenœuds longs sont produits les uns à la suite des autres ;

➤ pour les rameaux dits « courts » : il s'agit d'articles de fort diamètre, à allongement lent, entrenœuds très courts et cicatrices foliaires fortement imprimées.

Figure 21 – Différents aspects du karité. a : touffe de feuille ; b : différents types de feuilles ; c : inflorescences ; d : fleur ; e : ovaire et style ; f : fragment de corolle et androcée (face interne) ; g : types de graines ; h : fruit. ⁽²⁾
[d'après (19)]



Chaque article de rameau dit « long » est prolongé par un article de rameau dit « court » ; seul ce dernier sera florifère et restera « court », tant que sa croissance ne sera pas achevée. ⁽²⁾

I.1.6.2.2. Les fleurs

La floraison survient dès que l'arbre est défeuillé, au cours de la saison sèche. Un bouquet final réunit plus de 30 fleurs qui apparaissent à l'aisselle des feuilles (tombées) de l'article de rameau dit « court ». À la fin de la floraison, cet article poursuit son accroissement et produit de nouvelles feuilles également séparées par des entrenœuds courts. Ainsi, le rameau florifère dit « court » continue-t-il à fonctionner en rameau dit « court ». Cependant, lorsque sa croissance s'arrête comme c'est souvent le cas, la branche va alors pouvoir s'allonger grâce à un rameau axillaire de relais issu de l'article de rameau dit « long » qui se situe sous le sommet épaissi. Ce rameau axillaire est un rameau mince à entrenœuds longs avant de se transformer à son sommet en un article de rameau dit « court » (figure 21).

L'aspect des branches dit « en ligne brisée » est dû aux discontinuités générées par ce mode de croissance sympodial. ⁽²⁾

I.1.6.3. Floraison et fructification

La période de floraison démarre en décembre pour s'achever en avril, puis la période de fructification prend le relais de mars jusqu'en septembre. Ainsi, les récoltes s'étalent-elles, de juin à la mi-août. D'après G. PICASSO⁽¹⁶⁾, il existe quelques pieds de karité ayant la capacité de donner une deuxième production dans l'année autorisant une seconde récolte en octobre et novembre.

La floraison très tardive (dès l'âge de 30 ans) et l'irrégularité de la production sont très caractéristiques de l'espèce du karité. En 1947, A. DELOLME⁽¹⁷⁾ a émis l'hypothèse d'un cycle de production déterminé sur 3 ans. Puis en 1948, Auguste CHEVALIER⁽²⁰⁾ a estimé que les années de grande abondance ne se reproduisent que tous les 5 ans ou plus. Mais, les études menées par B. RUYSEN⁽¹⁸⁾ sur la production de karité au Mali de 1936 à 1955 n'ont pas permis de conclure à l'existence d'un éventuel cycle de production ni à une corrélation avec la pluviométrie.⁽²⁾

I.1.7. Maladies et insectes nuisibles

De multiples espèces peuvent affaiblir le karité, voire restreindre sa production.⁽²⁾

I.1.7.1. Les agents fongiques

Selon Aristide MALLAMAIRE⁽²¹⁾, le karité est une espèce relativement épargnée par les agressions cyrtogamiques. Il n'a pu être observé que des atteintes foliaires maculicoles. Deux espèces ont été identifiées comme responsables de ces attaques :

- ✓ *Fusicladium butyrospermi* (Griff. & Maubl.) est une dematiée didymosporée à l'origine de taches arrondies ou polygonales apparaissant sur le limbe des feuilles de karité. Ces taches de 2 à 3 mm de diamètres sont d'abord isolées puis confluent, d'où une marge pourpre foncé au niveau de la face supérieure, et une teinte fauve sur la face inférieure ;
- ✓ *Pestalotzia heterospora* (Griff. & Maubl.) est un champignon de l'ordre des Mélanconiales qui est dit « secondaire ». Il est à l'origine de taches irrégulières desséchées et grisâtres visibles au niveau des feuilles.⁽²⁾

I.1.7.2. Les végétaux parasites

I.1.7.2.1. Les espèces responsables

I.1.7.2.1.1. Identification

D'après les études menées au Mali et au Burkina-Faso, le karité est parasité par quatre espèces du genre *Tapinanthus* de la famille des Loranthacées :^{(22) (23) (24)}

- *Tapinanthus dodoneifolius* (DC.) Danser ;
- *Tapinanthus globiferus* (A. Rich.) Danser ;
- *Tapinanthus pentagonia* (DC.) Van Tieghem ;
- *Tapinanthus ophioides* (Sprague) Danser.

Ces plantes sont de la même famille que le gui, *Viscum album*, rencontré sous nos latitudes. D'ailleurs, leurs cycles biologiques sont similaires à deux détails près : d'une part le système d'absorption des Loranthacées africaines est beaucoup plus massif et d'autre part leur croissance est très rapide (fleurissement dès la première année pour les *Tapinanthus* contre un délai de 4 à 5 ans pour le gui, *Viscum album*).⁽²⁵⁾

1.1.7.2.1.2. Distribution (exemple du Burkina-Faso)

Selon une étude dirigée par Joseph BOUSSIM⁽²⁶⁾, les deux espèces *T. dodoneifolius* et *T. globiferus* sont présentes sur toute la superficie de ce pays. Cependant, on recense davantage de *T. dodoneifolius* que de *T. globiferus*. Quant à l'espèce *T. ophioides*, elle n'a été retrouvée que dans la moitié ouest du Burkina-Faso. Cette dernière, contrairement aux précédentes, est inféodée préférentiellement aux karités des champs ou jachères humides, et se développe à l'ombre. Ainsi, croît-elle à l'intérieur du houpier du karité sous la forme de touffes globuleuses. Ces *Tapinanthus* ont également été aperçus sur d'autres espèces ligneuses que le karité (figure 22).

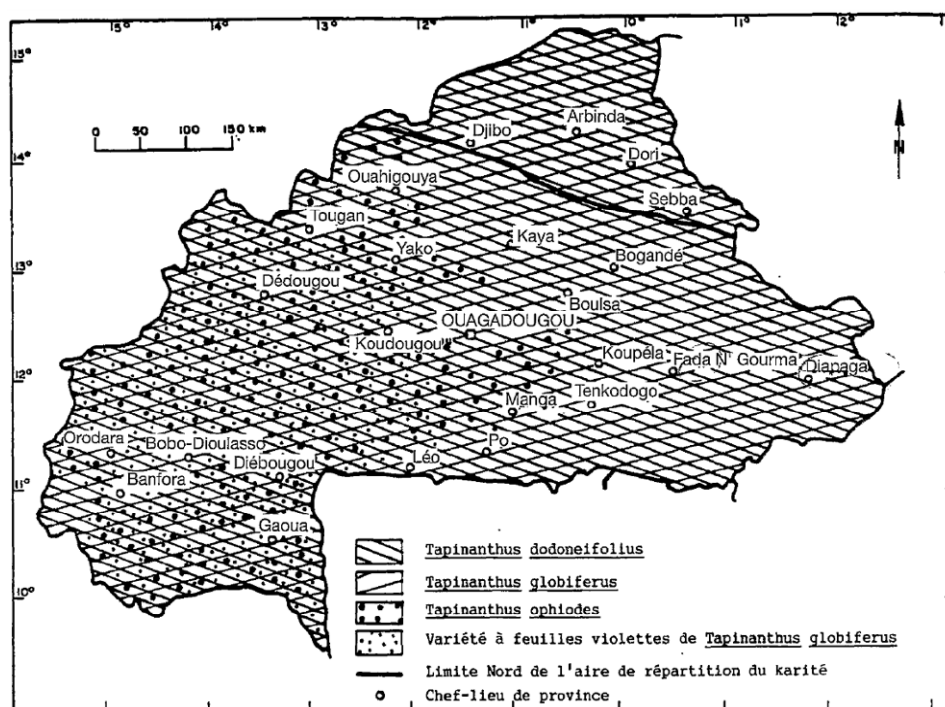


Figure 22 – Distribution géographique de trois espèces de *Tapinanthus* au Burkina-Faso.⁽²⁶⁾

La quasi-totalité des pieds de karité au Burkina-Faso sont parasités par au moins une espèce de *Tapinanthus* : cette étude a conduit à un taux moyen d'infestation de 94,9 % (figure 23). Pour 26 % des arbres, l'état de parasitisme est tellement avancé que toute tentative de lutte serait vaine. Quelques fois même, le karité est déjà mort, sous l'effet combiné de la sécheresse et du parasite.

Les deux espèces les plus ravageuses sont *T. dodoneifolius* et *T. globiferus*. Le karité est concomitamment parasité par ces deux espèces dans 71 % des cas.

Ainsi, au Burkina-Faso, un quart des pieds de karité auront-ils une production nulle et ne survivront-ils pas à court terme.

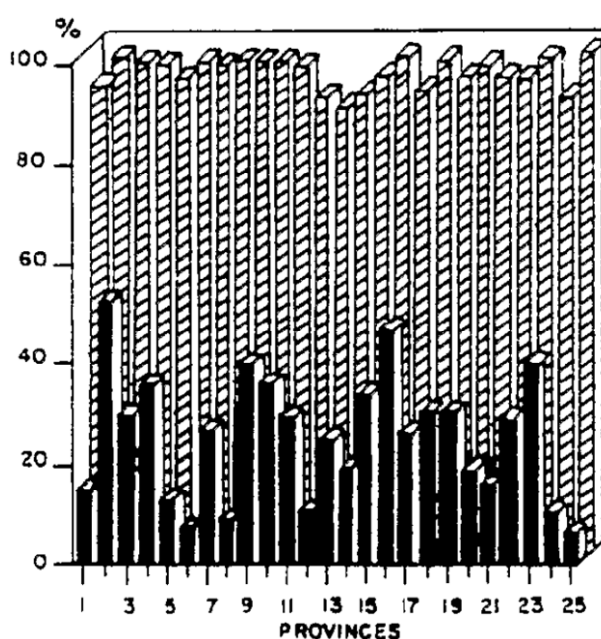


Figure 23 – Présence des trois espèces de *Tapinanthus* confondues dans les 25 régions du Burkina-Faso (histogrammes hachurés) et importance des dégâts (histogrammes noirs).⁽²⁶⁾

I.1.7.2.1.3. Phénologie

Les *Tapinanthus* sont considérés comme sempervirents, malgré un allègement foliaire de décembre à mars coïncidant avec la période de défoliation de la majorité des arbres tropicaux.

Les périodes de floraison et de fructification ne sont pas synchronisées entre les différentes espèces de *Tapinanthus* (tableau 2) :

- ✓ les fleurs apparaissent de juin à octobre pour *T. dodoneifolius*, de novembre à fin mars pour *T. globiferus*, et d'avril à la mi-août pour *T. ophiodes* ;
- ✓ les fruits se développent d'octobre à la fin février pour *T. dodoneifolius*, d'avril à la fin juillet pour *T. globiferus*, et de la mi-août jusqu'au nouvel an pour *T. ophiodes*. *T. ophiodes* est le plus gros producteur de fruits.

| MOIS | JANV. | FEVR. | MARS | AVR. | MAI | JUIN | JUIL. | AOÛT | SEPT. | OCT. | NOV. | DEC. |
|-------------------------|---|-------|---|---|---|------|--|--|-------|---|---|------|
| ESPECES | | | | | | | | | | | | |
| <i>T. dodoneifolius</i> |  | |  | | | |  | | | |  | |
| <i>T. globiferus</i> * |  | | |  | | | |  | | |  | |
| <i>T. ophiodes</i> |  | | | |  | | | | |  | | |


 Feuillaison


 Feuillaison - Floraison


 Feuillaison - Fructification

Tableau 2 – Durée des phénophases chez les trois espèces de *Tapinanthus* observées au Burkina-Faso ; (*) la phénologie de cette espèce varie avec l'hôte et le bioclimat. ⁽²⁷⁾

Cet asynchronisme permet d'expliquer une production de fruits en continu toutes espèces confondues, et donc une dissémination des graines sans interruption toute l'année, par opposition à *Viscum album* chez qui la dissémination des graines n'intervient qu'en hiver. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.1.4. Pollinisation

Outre le vent, de petits oiseaux de la famille des *Nectariniidae* (Vigors, 1825) permettent la pollinisation des fleurs. Il s'agit, en particulier, des souïmangas, *Nectarina senegalensis* et *Nectarina pulchella* dont l'anatomie (longue langue mobile et bec effilé et courbe) autorise un emboîtement parfait dans la fleur tubulaire des *Tapinanthus*. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.1.5. Dissémination des graines

D'après les dires des paysans autochtones, le Petit barbu à front jaune (*Pogoniulus chrysonocus*) est le principal oiseau vecteur de la dissémination des graines de *Tapinanthus*. Grâce à son bec court et pointu, cet oiseau frugivore parvient à détacher la baie pour en extraire la graine après s'être débarrassé du péricarpe. Sur place ou plus loin, il consomme la pulpe rouge-orangée et gélatineuse, puis la graine retombe soit directement à terre ou sur une autre branche, soit l'oiseau la transporte collée à son bec jusqu'à une branche un peu plus éloignée.

Ce petit oiseau est capable de consommer une dizaine de fruits à la minute, d'où l'importance de sa capacité à disséminer les graines de *Tapinanthus*, et ce d'autant plus que l'étude a montré qu'aucune baie chutant naturellement n'a pu entrer en germination. En effet, il a été montré expérimentalement que le péricarpe inhibe le développement de l'embryon. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.1.6. Régulation du parasitisme

Deux modes de régulation du parasitisme des *Tapinanthus* ont été constatés lors de cette même étude :

- ✓ des oiseaux granivores tels que la tourterelle ou le pigeon de Guinée (*Columba guinea*) se nourrissent des embryons en les extrayant des graines préalablement déposées par le Petit barbu à front jaune (*Pogoniulus chrysonocus*) ;
- ✓ les touracos et les merles se nourrissent eux de la drupe et rejettent le péricarpe du fruit des *Tapinanthus*. La graine est évacuée ultérieurement avec les fientes, mais elle n'est alors plus en état de germer, car l'embryon a été détruit au cours du transit digestif chez l'hôte. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.1.7. Germination et fixation

Les graines de *Tapinanthus* ont la particularité de germer très facilement. Expérimentalement, il a été démontré qu'une graine fraîchement prélevée dans un fruit et aussitôt déposée sur une branche va entrer en germination sous 48 heures. Au 12^{ème} jour, alors que la première feuille apparaît, la branche-hôte génère un renflement fusiforme à l'endroit où s'est fixé le parasite. Ceci traduit l'implantation effective du parasite dans l'hôte. Ainsi, constate-t-on la présence d'un haustorium massif au sein des tissus de l'hôte. À partir de ce moment-là, il s'agit d'un complexe indissociable. Il en découle que l'hôte voit son activité cambiale stimulée.

La germination de la graine de *Tapinanthus* est influencée par la lumière et la température, à savoir que l'obscurité n'empêche pas les graines de germer, et que les températures les plus favorables à la rapidité de la germination sont des températures élevées de l'ordre de 27 à 30 °C. Le taux de germination et de fixation atteint les 90 % dans la nature. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.1.8. Développement du jeune plant

Au cours du premier trimestre, les parties aériennes de *Tapinanthus* croissent lentement après épuisement des réserves embryonnaires. En effet, seuls deux facteurs vont subvenir au développement : la lumière que reçoit le jeune plant, et l'apport trophique que lui fournit l'organe parasité.

À l'issue d'une soixantaine de jours, on note une accélération dans le développement du jeune plant qui est vraisemblablement en corrélation avec les raccords vasculaires des systèmes xylémiques d'absorption du parasite et de l'hôte. Ceci permet l'instauration par le parasite des prélèvements de substances sur l'hôte. Différentes épaisseurs de feuilles apparaissent progressivement.

La première floraison survient au 6^{ème} mois pour *Tapinanthus globiferus*, et au 15^{ème} mois pour *T. doneifolius* et *T. ophiodes*. À terme, le parasitisme de *Tapinanthus* va engendrer chez l'hôte une excroissance cupuliforme d'un diamètre excédant 30 cm. ⁽²⁷⁾

I.1.7.2.2. Les dégâts causés à l'arbre parasité

Les *Tapinanthus* sont des plantes hémiparasites épiphytes. À l'aide d'un organe appelé « suçoir », elles vont puiser de l'eau et les sels minéraux au niveau des branches de l'hôte sur lequel elles se sont fixées. L'hôte va réagir en générant des déformations plus ou moins en forme de massues à l'endroit où s'attache le parasite. Le moment venu, suite à la mort de la plante parasite, les seuls tissus à persister seront ceux de l'hôte, les autres ayant dégénéré. Chaque trou béant résiduel à l'endroit des excroissances va alors constituer pour le karité des points de faiblesse dans le sens où ces tissus vont devenir potentiellement un lieu de surinfection.

D'autre part, ce qui se remarque le plus est le fait de voir les branches parasitées dépérir dans leurs parties distales. Plus le rameau parasité aura un diamètre faible et plus ce dépérissement sera accéléré.

En effet, la sève brute qui est destinée à la partie distale de la branche est détournée par le parasite à son profit.

Le karité peut se retrouver complètement recouvert de parasites compte tenu des capacités du *Tapinanthus* à se développer rapidement et à se fixer en de multiples endroits. Ainsi, la défoliation permanente et le dessèchement des rameaux génèrent-ils un affaiblissement généralisé. La floraison et la fructification seront par conséquent peu abondantes (figure 24).

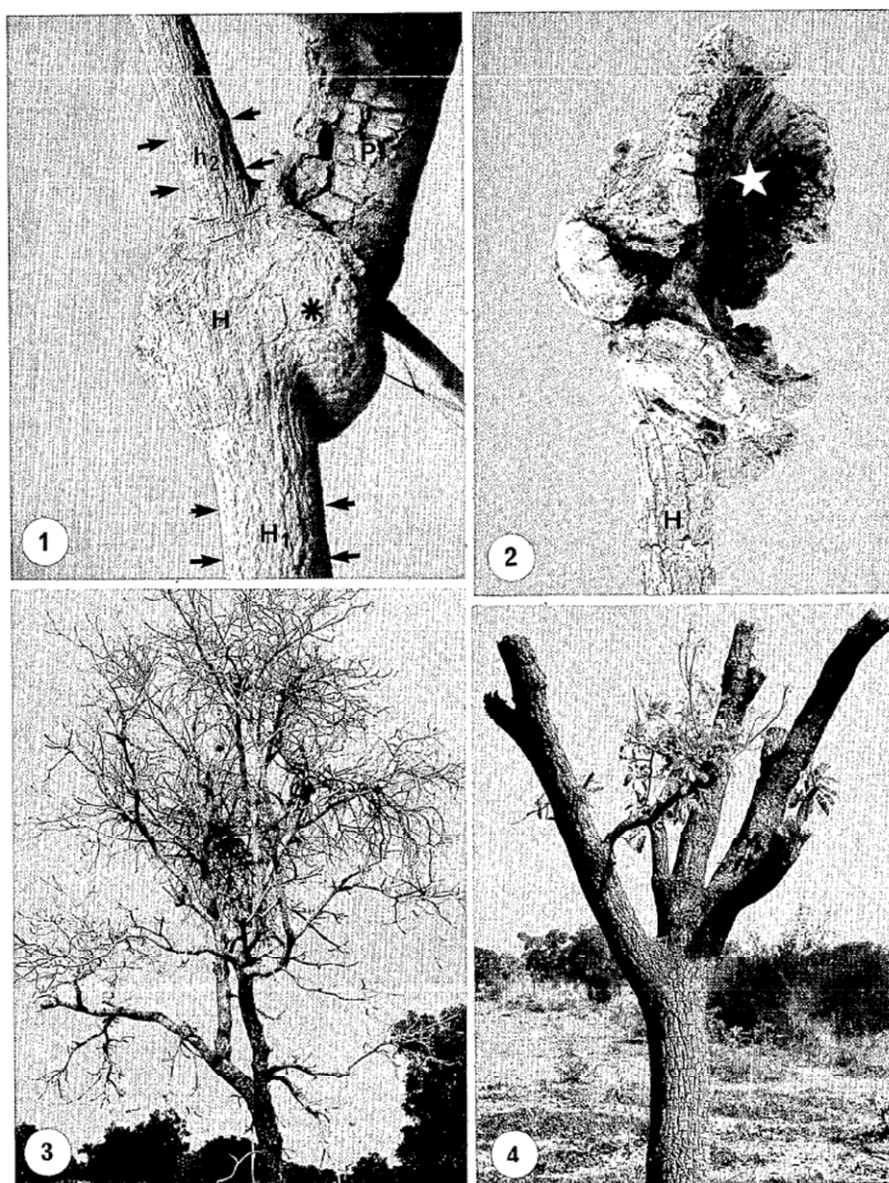


Figure 24 – Conséquences du parasitisme sur l'hôte. ① Détail d'une réaction cupuliforme de l'hôte (*) au niveau de l'insertion du parasite (P). Noter la différence de diamètre de la branche-hôte en amont du point d'insertion (H₁) et en aval (H₂). ② Aspect de la réaction cupuliforme après la disparition des tissus du parasite. Le fond de la cupule n'est constitué que de tissus ligneux de l'hôte. ③ Karité mort sous l'action conjuguée de la sécheresse et du parasitisme par les *Tapinanthus*. ④ Taille salvatrice d'un karité qui était très parasité par les *Tapinanthus*.⁽²⁷⁾

Vu les volumes d'eau détournés par le *Tapinanthus* et sa multi-présence sur les branches du karité, la plupart des pieds de karité sont voués à une mort certaine. En effet, ces *Tapinanthus* étant actifs en permanence, les prélèvements de sève subsistent lors de la saison sèche, bien que le karité soit défeuillé et au repos. Celui-ci n'a alors pas d'autres possibilités que de s'épuiser, d'où l'amplification des facteurs néfastes à la survie du karité (sécheresse, harmattan, déforestation). Ainsi, une forte mortalité de karités a-t-elle pu être observée à la fin du XX^e siècle dans les principaux pays producteurs.^{(2) (27)}

I.1.7.2.3. Les moyens de lutte

Le degré du parasitisme est devenu tel dans les principales régions productrices (la fréquence des pieds de karité affectés atteint 95 %) que les Services Forestiers sont très préoccupés. Ces craintes sont bien réelles et fondées, quand on constate d'une part que les pieds de karité les plus jeunes sont déjà atteints, et que d'autre part certains pieds adultes de karité supportent plusieurs dizaines de touffes de différentes espèces de *Tapinanthus*, d'autant plus que ces milliers de karités infestés représentent autant de sources potentielles de parasitisme pour les autres espèces autochtones telles que les acacias.

Ainsi, des programmes de recherches nationaux ont-ils été lancés dans l'intention de trouver des moyens de lutte efficaces contre ces parasites, puis par extrapolation contre la désertification des zones sahéliennes.⁽²⁾

I.1.7.2.3.1. Les méthodes curatives

La destruction manuelle des *Tapinanthus* est une méthode très fastidieuse dont le résultat se révèle dérisoire au regard du nombre considérable d'espèces que peuvent parasiter ces *Tapinanthus* (80 espèces issues de 22 familles botaniques au Burkina-Faso). Néanmoins, cette technique mécanique garde un intérêt dans la mesure où les foyers d'infestations sont amoindris de même que les stocks de graines de parasite, ce qui permet d'épargner des arbres sains.

Pour considérer le parasite comme détruit définitivement, il faut retirer l'intégralité du système d'absorption du parasite en sectionnant la branche parasitée bien en amont de son point d'ancrage. En effet, si on se contente d'ôter les touffes de *Tapinanthus*, leur système d'absorption régénère de plus belle. Dans les cas extrêmes, la seule chance de survie de l'hôte est le recépage.

Par ailleurs, des recherches sont en cours pour instaurer un moyen de lutte chimique.⁽²⁷⁾

I.1.7.2.3.2. Les méthodes préventives

L'objectif de la lutte préventive est de défavoriser l'implantation des *Tapinanthus* sur les hôtes. Des variétés de karité résistantes sont à l'étude, afin de reboiser les zones ravagées par le *Tapinanthus*.

D'autre part, un procédé de lutte biologique a été évoqué : il s'agit de réguler les populations aviaires responsables de la dissémination et de la prédation des graines de *Tapinanthus*. Pour cela, l'idée serait de stériliser les mâles ou de favoriser les prédateurs des graines du parasite. Mais ceci s'avère compliqué à mettre en place et soulève des inquiétudes quant au risque de voir apparaître des désordres dans les équilibres écologiques.⁽²⁷⁾

I.1.7.3. Les insectes ravageurs

Les auteurs A. et J. VUILLET⁽²⁸⁾, A. MALLAMAIRE⁽²¹⁾ et H. ROBERTS⁽²⁹⁾ ont décrit différents insectes susceptibles d'engendrer des dégâts sur le karité.

I.1.7.3.1. Au niveau des bourgeons et des jeunes pousses

Les adultes du coléoptère *Curimosphena senegalensis* (Haag) vont forer les jeunes pousses de karité lors de la saison pluvieuse.

La punaise hémiptère *Glypsus conspicuus* (Westw.) est à l'origine de légers flétrissements au niveau des extrémités du karité.

Enfin, un homoptère de la famille des *Psyllidae* mais dont le genre et l'espèce restent indéterminés, est responsable de l'atrophie des feuilles et des jeunes rameaux piqués par cet insecte, qu'il soit à l'état adulte ou même larvaire.⁽²⁾

I.1.7.3.2. Au niveau du feuillage

Les chenilles d'un grand papillon, le lépidoptère *Cirina butyrospermi* (Vuillet), vont provoquer de graves défoliations lorsqu'elles vont se développer sur la face inférieure des feuilles de karité en août et septembre. Puis, en septembre, les chrysalides apparaissent en terre au pied des arbres attaqués (figure 25). Néanmoins, nombre de prédateurs et parasites divers limitent la pullulation de ces larves et chrysalides. Les principaux pays concernés par ce fléau sont le Mali, le Burkina-Faso, le Ghana et le Nigéria.

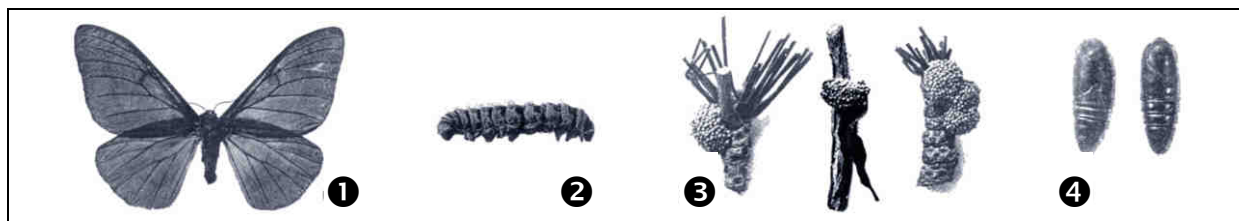


Figure 25 – ① *Cirina butyrospermi* (Vuillet) femelle. ② Chenille adulte au 5^{ème} stade larvaire. ③ Aspects des pontes. ④ Deux chrysalides, celle de droite est vue presque de face tandis que l'autre est vue du côté gauche. ⁽²⁾ [d'après (28)]

D'autres chenilles, celles du lépidoptère *Bostra glaucalis* (Hampson), ne laissent que la nervure des feuilles avec lesquelles elles vont concevoir un abri. Elles prolifèrent de mai à novembre au Mali, au Burkina-Faso et au Nigéria.

Au Mali, d'autres chenilles encore, celle d'un lépidoptère dont le genre et l'espèce n'ont pu être déterminés, vont consommer le parenchyme des feuilles en ne délaissant que la cuticule.

Un diptère de genre et espèce indéterminés génère de petites galles brunes et saillantes sur la face supérieure du limbe des feuilles de karité.

Deux criquets orthoptères, *Anacridium melanorhodon* (Walker) et *Pachytilus migratoroides* (Reiche), sont responsables de fortes défoliations des arbres de karité et il en découle une mauvaise fructification, principalement au Mali.

Enfin, la production du karité peut être restreinte en raison des attaques par un coléoptère *Cardiophorus quadriplagiatus* (Er.) sur les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits, notamment au Burkina-Faso. ⁽²⁾

I.1.7.3.3. Au niveau des fleurs, des fruits et des graines

Au Burkina-Faso, entre autres, les fruits verts et les noix de karité peuvent être attaqués par différents lépidoptères dont *Mussidia nigrivenella* (Ragonot), de novembre jusqu'en mai, *Mussidia pectinicornella* (Hampson) et *Nephopteryx orphnanthes* (Meyrick), de juin au mois d'août.

D'autre part, les larves de la mouche diptère *Ceratitis silvestri* (Begzi) prolifèrent au niveau de la pulpe des fruits mûrissants. ⁽²⁾

I.1.7.3.4. Au niveau des rameaux, des branches et du tronc

À la saison sèche, le coléoptère *Xyloctonus scolytoides* (Eichhoff.) est à l'origine de sculptures sur l'aubier en profondeur sous l'écorce des rameaux vivants, ceci inhibant la floraison et la fructification. Au Togo, le coléoptère *Philematium festivum* (F.) s'attaque aux arbres de karité dépérissants. ⁽²⁾

I.1.7.3.5. Au niveau du bois après abattage

Différents coléoptères s'attaquent au bois du karité à différents stades après son abattage : *Doliopygus dialumi* (Roberts), *Doliopygus serratus* (Strohmeyer), *Doliopygus terebrans* (Schedl) et *Platypus hintzi* (Schaufuss), tandis qu'un autre coléoptère *Metahylesinus togonus* (Eggers) s'en prend, lui, aux branches mortes. ⁽²⁾

1.1.8. Récolte et rendements

1.1.8.1. Récolte

La récolte des fruits du karité va se dérouler au cours de la saison humide, à savoir de juin jusqu'au mois d'août, en fonction de la latitude. Durant deux mois et demi, femmes et enfants vont dans la savane ramasser les fruits tombés spontanément à terre. Les fruits restants sur l'arbre ne font pas l'objet d'une récolte car leur degré de maturité n'est pas encore optimal et car par conséquent ils ne renferment pas encore suffisamment d'huile. ^{(3) (30)}

La quantité de fruits que pourra récolter quotidiennement une femme varie de 20 à 45 kg. Outre la tribu d'appartenance, cet écart s'explique par la plus ou moins grande proximité des arbres par rapport au village et par la distance entre chaque arbre. Les fruits sont rassemblés par paniers de 25 kg que les femmes vont poser sur leur tête pour les transporter au village. ⁽³⁾

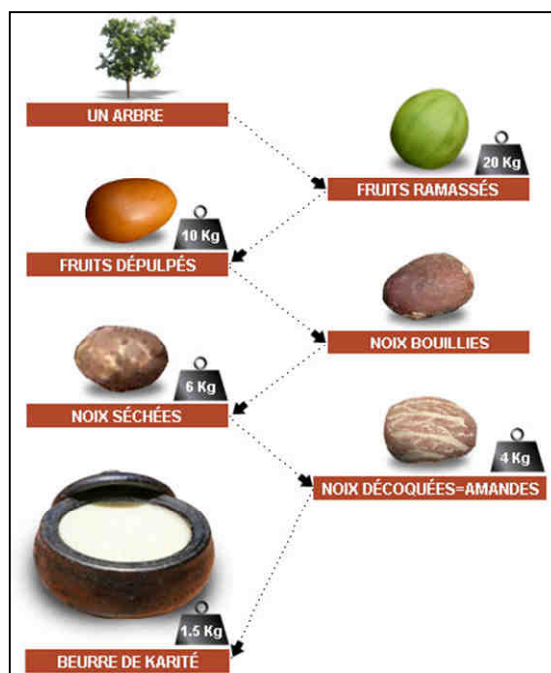
Plusieurs précautions doivent être respectées pour la récolte. Celle-ci est à faire sans délai pour éviter la germination des fruits. En effet, pour ces fruits qui tarderaient à être ramassés, la quantité d'huile contenue dans les amandes va s'amoinrir tandis que leur acidité va s'accroître. D'autre part, la manipulation des fruits doit être la plus minutieuse possible, car le moindre écrasement du fruit le fait moisir. Puis, à la fin de la récolte, la préparation du beurre doit s'ensuivre le plus vite possible, car le moisissement des amandes est rapide compte tenu de l'alternance humidification et séchage en période de pluies. ⁽³⁰⁾

1.1.8.2. Rendements

Dès l'âge de 15 ans, le karité développe ses premiers fruits et peut continuer à produire durant 2 à 3 siècles. Cependant, la quantité de fruits produits par un arbre n'est pas homogène. En effet, selon une étude burkinabé, 60 % du rendement n'est dû qu'au quart des arbres de karité qui sont les plus producteurs. Un arbre de qualité produit en moyenne 15 à 30 kg de fruits sur une année, voire 50 kg lorsque l'année est exceptionnelle mais dans ce cas les deux récoltes suivantes ne fourniront pas plus de 15 kg. Les années de bonne récolte ne se renouvelleront ainsi que tous les 3 à 4 ans. ^{(3) (31)}

Si on se base sur une production annuelle de 20 kg de fruits pour un karité adulte (à partir de 30 ans), seuls 1,5 kg de beurre pourront en être extraits (figure 26). ⁽³¹⁾

Figure 26 – Rendements du fruit au beurre de karité ⁽³¹⁾



Vingt kilogrammes de beurre seront produits à partir de 100 kg d'amandes séchées, ce qui nécessite des récoltes considérables en termes de quantités de fruits ramassés. ⁽³⁰⁾

C'est pourquoi des filières de femmes ramasseuses se sont organisées dans les principaux pays producteurs. De la matière première au produit fini, elles récoltent, concassent, cuisent, malaxent et façonnent les boules de karité pour les revendre sur les marchés locaux. L'argent obtenu à partir du karité permet aux femmes de s'acheter bijoux, tissus et épices. Ces regroupements de femmes contribuent à la valorisation des savoirs-faires féminins et à la mise en place de conditions permettant l'indépendance économique de la femme et sa promotion par l'alphabétisation. ⁽⁶⁾

1.1.9. Aspects économiques

1.1.9.1. Productions de noix et de beurre de karité

La production mondiale de noix de karité se concentre sur le continent africain, et en particulier dans les seize pays précédemment cités (cf. § I.1.2). Cette production mondiale est en constante progression depuis que les statistiques de la FAO (*Food and Agriculture Organization*, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) sont disponibles en 1961 : on est passé d'environ 169000 tonnes en 1961 à presque 865000 tonnes en 2009, soit une croissance de plus de 410 % (figure 27). Ceci s'explique par la multiplication en parallèle d'environ 5,5 fois des superficies occupées par le karité. On est ainsi passé de 85000 hectares en 1961 à presque 458000 en 2009. Le rendement est quasiment toujours le même depuis 50 ans, aux environs de 1,90 t/Ha. ^{(6) (32)}

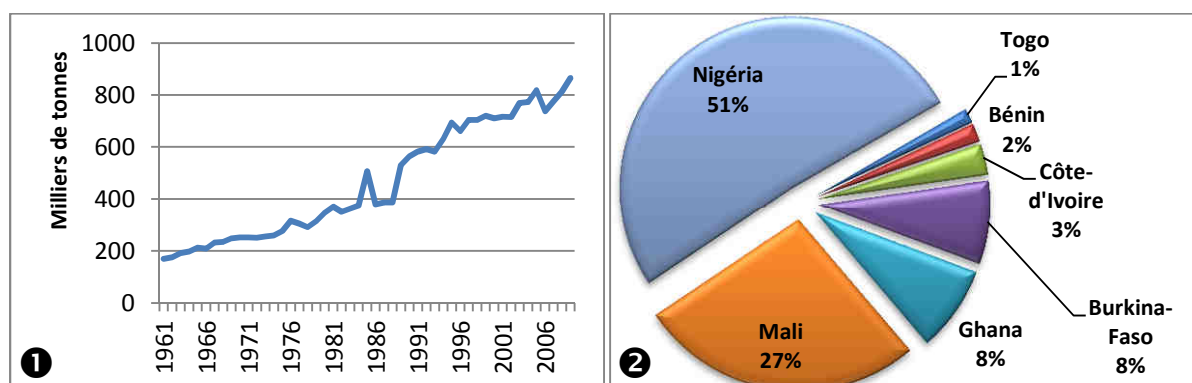


Figure 27 – ① Production mondiale de noix de karité de 1961 à 2009. ② Répartition de la production de noix de karité par pays producteur en 2009. ⁽³²⁾

Parmi les pays disposant de statistiques, le Nigéria génère environ la moitié de la production mondiale de noix de karité, et le Mali un peu plus d'un quart (figure 27). La part du Nigéria est en progression constante depuis 1961, date à laquelle il se classait au troisième rang, derrière le Mali et le Burkina-Faso. ⁽³²⁾

La production de beurre de karité n'a également cessé de croître depuis 1961, multipliée par plus de 5 en un demi-siècle. C'est encore le Nigéria qui occupait en 2003 la première place des pays producteurs de beurre de karité avec 73 %, devançant le Mali (9 %) et le Ghana (5 %). ⁽⁶⁾

1.1.9.2. Exportations de noix et de beurre de karité

Les exportations globales de noix et de beurre de karité entre 1961 et 2009 sont fluctuantes (figure 28).

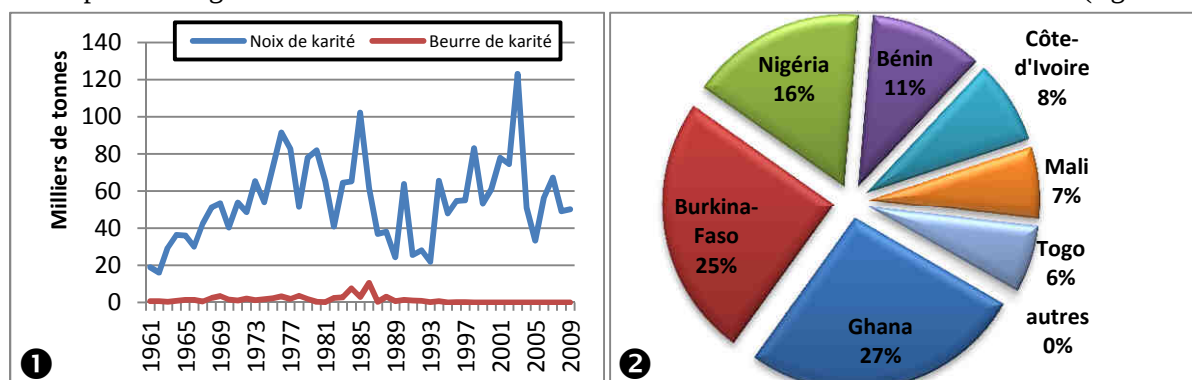


Figure 28 – ① Exportations mondiales de noix et de beurre de karité de 1961 à 2009. ② Répartition des exportations de noix de karité par pays producteur de 1961 à 2009. ⁽³²⁾

Deux raisons principales sont responsables de ce phénomène : d'une part, le karité ne fait pas l'objet d'une culture organisée, mais qui constitue plutôt un revenu d'appoint pour les productrices africaines,

d'autre part les statistiques sont lacunaires et manquent de fiabilité car le marché du karité est opaque et la part artisanale de celui-ci n'est pas négligeable.

Quant à la répartition par pays, on constate que le Nigéria, pourtant premier producteur mondial de noix de karité, n'est que le troisième exportateur, car une bonne partie de sa production est consommée localement. ⁽⁶⁾

1.1.9.3. Importations de noix et de beurre de karité

Les importations de noix de karité sont également très irrégulières avec trois principaux pics en 1986, en 1996 et en 2001 (figure 29).

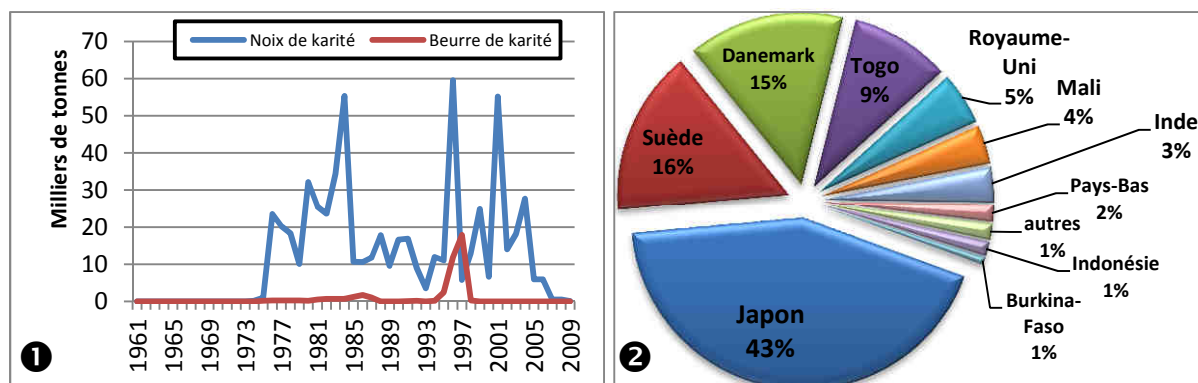


Figure 29 – ① Importations mondiales de noix et de beurre de karité de 1961 à 2009. ② Répartition des importations de noix de karité par pays de 1961 à 2009. ⁽³²⁾

Le beurre de karité a connu un essor de ses importations seulement autour de 1997. En effet, les principaux pays importateurs préfèrent importer directement les noix pour les transformer chez eux en beurre de karité de façon à pouvoir maîtriser la qualité de ce dernier.

Ce sont des pays développés tels que le Japon, la Suède et le Danemark qui concentrent les trois-quarts des importations de noix de karité. ⁽⁶⁾

1.2. Préparation du beurre de karité

Le beurre de karité destiné à un usage local est principalement extrait selon une méthode de production artisanale. Les procédés d'extraction par pression mécanique et par solvant sont utilisés respectivement dans les industries pharmaceutique, cosmétiques et agro-alimentaire. Enfin, grâce à des innovations récentes, une technique mécanisée par centrifugation a été mise au point pour soulager le travail des femmes. ⁽³¹⁾

1.2.1. Processus de fabrication traditionnel

Dans les pays producteurs, lorsque les fruits du karité arrivent à maturité, les noix de karité tombées à terre sont alors récoltées, par les femmes, aux pieds des arbres, entre les mois de mai et d'août.

Ces femmes vont opérer une sélection des fruits ramassés, puis les laver manuellement. La pulpe du fruit est ensuite ôtée et il ne reste que la graine de karité. Enfin, selon les zones de production, va suivre un procédé de transformation par voie sèche ou par voie humide. ⁽³¹⁾

1.2.1.1. Processus traditionnel par voie sèche

Ce processus dit « par voie sèche » est utilisé, par exemple, par les femmes de Bangang-Fokam dans l'Ouest du Cameroun : c'est le procédé de Bangoua.

Toutes les graines de karité précédemment obtenues vont être portées à ébullition, puis exposées au soleil durant deux semaines pour les sécher.

Les coques sont à leur tour retirées, puis les amandes vont être concassées au pilon afin de les préparer à la transformation en beurre. Les amandons vont ensuite être torréfiés par passage au grilloir.

Une nouvelle étape de pilonnage permet d'aboutir à une pâte épaisse. Les femmes vont alors brasser à la main, dans une marmite propre, cette pâte plus ou moins farineuse en la mélangeant avec de l'eau tiède. Le liquide obtenu va être chauffé jusqu'à 90 à 100°C, sous agitation continue, afin de séparer les impuretés de l'huile de karité qui remonte à la surface.

Cette huile est alors recueillie progressivement et reversée dans un récipient propre qui servira ultérieurement de conditionnement. Après refroidissement de l'huile de karité, des blocs durs de karité pur peuvent être constitués. Ces blocs sont généralement de couleur jaunâtre ou verdâtre. ^{(31) (33)}

1.2.1.2. Processus traditionnel par voie humide

Le beurre de karité peut être extrait selon un second processus traditionnel dit « par voie humide ». C'est ce que font les femmes du village Tchabal dans le Nord-Cameroun : c'est le procédé de Tchabal.

Les graines de karité vont alors, dans ce cas, être cuites pendant deux heures, avant d'être décortiquées. Les amandes seront trempées pendant sept jours, puis elles vont subir tout d'abord une étape de pilage, et dans un second temps une étape de laminage ou de broyage fin à la pierre. Les femmes vont ensuite diluer cette pâte avec un peu d'eau tiède tout en la brassant régulièrement : il s'agit d'un barattage visant à obtenir une émulsion huile/eau. Plusieurs apports successifs d'eau peuvent être nécessaires, sachant qu'à la fin de l'opération on doit avoir environ un volume d'eau pour un volume de pâte à traiter. Ce barattage est effectué de façon centrifuge à partir du fond du récipient. Ceci va permettre de recueillir en surface les matières grasses pour les rincer à grande eau.

Enfin, après deux heures de chauffage de la pâte blanche, les impuretés auront sédimenté, d'où le recueil du beurre qui va être transvasé dans un récipient propre. ⁽³³⁾

1.2.2. Extraction par pression mécanique

Le mode d'extraction par pression mécanique est un procédé semi-industriel qui permet d'obtenir un beurre pur et naturel en préservant tous ses constituants. En revanche, la totalité du beurre contenu dans la noix de karité ne peut pas être extrait par cette méthode d'où la médiocrité du rendement et les coûts élevés par rapport à la méthode par solvant. Ce processus convient préférentiellement aux industries pharmaceutique et cosmétique qui apprécient la qualité du beurre de karité ainsi obtenu. ⁽³⁰⁾

Cette technique nécessite des étapes préliminaires, à savoir : les fruits récoltés doivent en tout premier lieu être triés et nettoyés. Puis, il faut en retirer l'écorce avant de les broyer de façon à obtenir une pâte. Cette dernière va être pressée mécaniquement entre les deux cylindres de machines appelées « broyeurs-lamineurs ». Ce pressage peut s'effectuer à froid ou à chaud.

À froid, c'est-à-dire à une température inférieure à 80 °C, le rendement reste faible car, outre l'huile extraite, on retrouve des tourteaux encore assez riches en graisses.

Pour le pressage à chaud, il faut précuire les noix de karité à une température proche de 100 °C de façon à fluidifier l'huile contenue à l'intérieur de ces noix. Puis, les noix doivent être placées dans une presse à vis à une température de 80 à 120 °C. En plus de l'huile, on pourra ainsi obtenir un sous-produit valorisable grâce à un solvant volatil, tel que l'hexane, utilisé dans le but d'extraire l'huile

piégée dans ce tourteau de pression. Le mélange des deux huiles prend alors le nom d'« huile brute ». Ce beurre brut est coloré en jaune-vert et présente une odeur caractéristique et assez prononcée.

Enfin, un raffinage permet de rendre utilisable cette « huile brute ». Pour cela, l'huile va subir successivement une neutralisation, une décoloration, une désodorisation, un fractionnement, une hydrogénation, un dégommage et un traitement contre l'oxydation. Cependant, une partie des constituants seront détruits, mais la durée de conservation de ce beurre standardisé est allongée.^{(34) (35)}

1.2.3. Extraction par solvant

Ce processus industrialisé consiste à traiter le karité avec un solvant organique tel que l'hexane dans lequel les lipides contenus dans le fruit vont pouvoir se dissoudre. Ce mélange va ensuite être porté entre 50 et 60 °C pendant 4 à 5 heures, le temps nécessaire à l'évaporation de l'hexane, et pour ne conserver que l'huile de karité. L'hexane est particulièrement adapté à cette opération car sa température d'évaporation est inférieure à celle de l'huile à extraire.

Bien que les constituants du beurre de karité ne soient pas tous conservés, cette technique permet un rendement très élevé à des coûts très modérés par rapport aux techniques précédentes, ce qui convient principalement aux industries agroalimentaires et en particulier à l'industrie chocolatière qui utilise le beurre de karité comme substitut du beurre de cacao.⁽³⁵⁾

1.2.4. Extraction par centrifugation

Cette méthode d'extraction novatrice consiste à centrifuger un mélange composé de pâte de karité et d'eau chaude. La force centrifuge va permettre de séparer ce mélange en différentes phases, en fonction de la densité des constituants. Depuis le fond du tambour de la centrifugeuse jusqu'à la surface, sont superposés le tourteau, l'eau, le beurre gris (émulsion d'huile et d'eau chargée d'impuretés) et le beurre clair (figure 30).

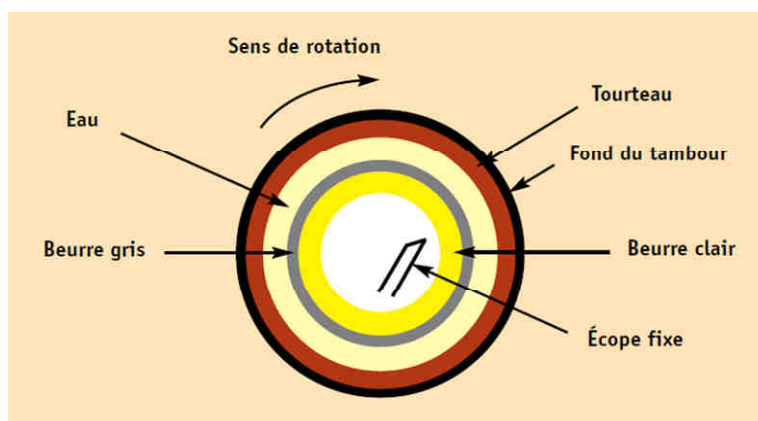


Figure 30 – Différentes couches obtenues après centrifugation en fonction de la densité des constituants.⁽³⁶⁾

Un système d'écofes permet de récupérer successivement chaque couche alors que la centrifugeuse tourne encore. Une fois que l'eau a été évacuée, la centrifugeuse s'arrête, puis le tourteau est enlevé manuellement.

Ce procédé a été mis au point dans les laboratoires de l'ESIP (École nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers) puis testé sur le terrain par des groupements de femmes au Burkina-Faso. Les premiers résultats concluants ont révélé un rendement empirique en beurre clair directement récolté d'au moins 30 % avec les paramètres suivants : accélération centrifuge de 365 g, taux de dilution de 60 %, temps de centrifugation de 30 minutes. Ceci permet de maximiser le rendement tout en minimisant les coûts énergétiques. Le rendement peut atteindre 36 % si on inclut le beurre gris qui peut ensuite être purifié de manière traditionnelle.

Les femmes burkinabè sont formées en une journée sur la préparation du mélange à centrifuger puis sur la manipulation de la centrifugeuse elle-même. Elles trouvent l'utilisation de cette machine aisée,

et leur travail s'en trouve allégé par rapport à ce qui se passe avec les techniques traditionnelles. Ceci est d'autant plus important pour elles que le beurre produit avec les prototypes a été jugé de bonne qualité selon les analyses effectuées sur des échantillons produits. Les centrifugeuses doivent être fabriquées sur le sol africain pour être rentables, d'où une double valorisation. Il s'agit d'une part du travail des artisans burkinabè pour la production des machines, et d'autre part de l'utilisation de ces dernières par des groupements de femmes.⁽³⁶⁾

I.3. Composition du beurre et des produits issus du karité

I.3.1. Composition du beurre de karité

L'amande du karité contient 35 à 50 % de lipides, c'est-à-dire de la matière grasse solide à température ambiante, d'où le nom de « beurre de karité » donné au produit extrait de ces amandes. Outre du latex extrait avec le beurre, les amandes de karité contiennent 7 à 9 g de protéines, 31 à 38 g de glucides et 2 à 12 g d'insaponifiable pour 100 g de matière sèche.^{(3) (37)}

Les deux acides gras prépondérants dans le beurre de karité sont l'acide oléique (40 à 55 %) et l'acide stéarique (35 à 45 %). Les autres acides gras présents sont l'acide linoléique (3 à 8 %) et l'acide palmitique (3 à 7 %). Enfin, à l'état de traces, on retrouve les acides laurique, myristique, linoléique et arachidique. Ces proportions sont données sous forme de fourchettes assez larges compte tenu des variations de composition selon le pays d'origine de la noix de karité. Par exemple, le beurre ougandais est le plus riche en acide oléique (57 %). Le beurre burkinabè, quant à lui, est le plus riche en acide stéarique (45%).^{(3) (6)}

Concernant l'insaponifiable, le beurre de karité en présente une teneur élevée : généralement entre 5 et 8 %, et même quelques fois jusqu'à 15 %. Cet insaponifiable est constitué :

- à 65 % d'alcools triterpéniques sous forme soit d'esters de l'acide cinnamique seul, soit d'esters d'acides gras dont le butyrospermol, le lupéol, l' α -amyrine, la β -amyrine et le parkéol ;
- à 5 % de stérols dont le Δ^7 -stigmastérol et l' α -spinastérol ;
- à 30 % d'hydrocarbures dont le karitène qui est un hydrocarbure insaturé isoprénique de formule brute $C_{32}H_{56}$, et avec 4 isomères distincts.^{(37) (38)}

Sa teneur élevée en insaponifiable confère au beurre de karité un grand intérêt pour l'industrie cosmétique. Pour cette raison, des laboratoires spécialisés ont élaboré des techniques pour enrichir le beurre de karité en insaponifiable, et en particulier une technique basée sur la cristallisation en solvant.⁽³⁸⁾

En effet, l'insaponifiable et le latex ont des propriétés reconnues en cosmétologie : l' α et la β -amyrine permettent de protéger la peau grâce à leurs actions anti-inflammatoires et anti-irritatives, le parkéol favorise la cicatrisation, le lupéol aurait des propriétés désinfectantes, le butyrospermol permettrait de protéger la peau avant et après exposition au soleil. Les esters cinnamiques qui absorbent les rayons UVB ont des propriétés cicatrisantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Parmi les stérols, l' α -spinastérol est responsable de la stimulation cellulaire, et le Δ^7 -stigmastérol de la régénération cellulaire. Le latex intervient en prévention des allergies au soleil tout en procurant une certaine élasticité et souplesse à la peau. Le karitène offre également une protection solaire importante. Les acides gras favorisent l'hydratation de la peau.^{(31) (35)}

Enfin, on retrouve également quelques vitamines dans la composition du beurre de karité dont la vitamine A qui stimule les cellules épidermiques, la vitamine E (tocophérol) qui est anti-oxydante et qui retarde les effets du vieillissement cellulaire, et la vitamine F (mélange d'acides gras essentiels) qui a

un pouvoir nourrissant, en hydratant des couches superficielles de la peau, tout en reconstituant la membrane cellulaire agressée par les radicaux libres. ⁽³⁵⁾

I.3.2. Composition des autres produits issus du karité

Les compositions du tourteau et de la pulpe du fruit de karité ont été étudiées (tableau 3).

| Composition du tourteau de karité pour 100 g de matière sèche | | Composition de la pulpe du fruit de karité pour 100 g de matière sèche | |
|---|-------------|--|---------|
| Protéines | 8 à 25 g | Glucose | 1 à 2 g |
| Lipides | 2 à 20 g | Fructose | 1 à 2 g |
| Glucides | 48 à 67,5 g | Saccharose | 1 à 2 g |
| Fibres | 5 à 12 g | Acide ascorbique | 200 mg |
| | | Calcium | 36 mg |
| | | Magnésium | 26 mg |
| | | Fer | 2 mg |
| | | Zinc, manganèse et cuivre | traces |

Tableau 3 – Composition du tourteau et de la pulpe du fruit du karité données pour 100 g de matière sèche. ⁽³⁾

I.4. Utilisations traditionnelles

I.4.1. Intérêts du karité et de ses produits dans les pays producteurs

I.4.1.1. Intérêts de l'arbre lui-même

L'intérêt que représente le karité, du fait de son impact sur le sol, fluctue selon la région et l'année. Ainsi, on observe que le microclimat au niveau d'un champ est influencé par une couverture dense en karité dans le sens où les coups de vents seront limités et où l'évapotranspiration de début et fin de cycle sera réduite.

Les longues racines latérales du karité sont à l'origine d'une macroporosité qui se révèle bénéfique pour les sols mal structurés dont le drainage est difficile. De plus, la lixiviation de l'azote et des cations serait restreinte dans les sous-sols exploités par le karité de façon à ce qu'ils soient restitués ultérieurement en surface.

Enfin, l'efficacité de la jachère est renforcée par l'arbre qui permet de préserver dans sa rhizosphère certaines espèces utiles telles que des vers ou des mycorhizes. Ces espèces sont en effet susceptibles de souffrir de la répétition des cultures ou de températures trop élevées. Par ailleurs, la faune disséminatrice et pollinisatrice peut trouver refuge au sein de ces arbres. ⁽⁵⁾

I.4.1.2. Usages des produits issus du karité à l'échelon local

I.4.1.2.1. Dans l'alimentation

L'alimentation constitue la principale utilisation traditionnelle du beurre de karité dans les pays producteurs africains. Les populations locales cuisinent leurs aliments, préparent leurs sauces et leurs fritures à partir de beurre de karité en tant que graisse de cuisson. À l'état frais, un minimum de préparation permet de rendre son goût agréable. Néanmoins, sur la majorité des marchés locaux où on peut l'acheter sous forme de margarine ou de graisse de cuisson, le beurre de karité présente une odeur peu appréciable et très prononcée. De longues heures de chauffage sous aspersions régulières d'eau permettent de désodoriser ce beurre car l'évaporation de l'eau entraîne les substances malodorantes volatiles. Un parfum ou des zestes de citron peuvent être incorporés lors du refroidissement. ^{(3) (30)}

Le beurre de karité entre également dans la composition des pâtisseries et des confiseries, car il permet de rendre la pâte malléable.⁽³⁾

Les habitants autochtones consomment la pulpe des fruits notamment lors de la saison des pluies, de mai à septembre, quand les fruits deviennent matures. À cette période de l'année où peu de céréales sont disponibles, la pulpe constitue un aliment de base. Elle permet de confectionner des boissons et des confitures particulièrement appréciées au Mali et au Burkina-Faso, malgré leurs propriétés légèrement laxatives. Par ailleurs, le bétail peut être nourri avec la pulpe sucrée des fruits mûrs tombés à terre.^{(3) (4)}

Les fleurs de karité ont aussi un intérêt alimentaire : du nectar est collecté en quantité dans des ruches placées directement sur les branches. Ce nectar sera ensuite transformé en miel.⁽³⁾

Indirectement les feuilles présentent leur propre intérêt : la chenille de *Cirina butyrospermi* (cf. figure 25 page 20) qui s'alimente exclusivement des feuilles du karité est comestible et riche en protéines.⁽³⁾

I.4.1.2.2. En savonnerie

Lorsque le beurre de karité est de mauvaise qualité, les Africains le récupèrent pour confectionner du savon. Outre les résidus de fabrication, il peut s'agir de beurres produits à partir d'amandes ayant germé. Pour réaliser la réaction de saponification, l'élément alcalin utilisé provient des cendres de certains végétaux.⁽³⁰⁾

Néanmoins, le fait de retrouver du latex dans le beurre est dommageable dans le sens où l'on peut voir apparaître des marbrures et où l'on peut obtenir un savon fragile et peu soluble d'où les difficultés pour le faire mousser. En revanche, le fait d'incorporer du savon de coco à hauteur de 15 à 20 % dans ce savon de karité permet d'aboutir à une pâte à la fois crémeuse et très onctueuse, nettement plus apprécié des consommatrices africaines, d'autant que ce savon artisanal est bon marché.^{(5) (30)}

I.4.1.2.3. Pour l'éclairage

Si le beurre de karité a été mal fabriqué ou mal conservé, il sera alors destiné à l'éclairage des cases pour l'alimentation des lampes à huile. A cet effet, les femmes conditionnent ces beurres rances en petits pains de 150 à 200 g, à l'intérieur desquels elles vont placer une mèche de coton.⁽³⁰⁾

La flamme générée par la combustion de ce beurre de karité possède un fort pouvoir éclairant mais dégage énormément de fumée, à l'origine d'une odeur désagréable.⁽³⁰⁾

Pour une durée d'éclairage équivalente, la lampe à beurre se révèle deux fois plus économique que la lampe à pétrole.⁽⁵⁾

De plus, l'usage du beurre de karité est propice pour la fabrication de bougies, compte tenu de son point de fusion élevé.⁽³⁾

I.4.1.2.4. Pour faire du bois d'œuvre et du bois de feu

Les arbres abattus sont uniquement des arbres non-productifs et en mauvaise santé. Ce bois peut alors servir à la fabrication de poteaux, de piliers de maison, de chevrons, de parquets, d'ustensiles domestiques ou de meubles. Il s'agit par ailleurs d'un excellent bois de feu, vecteur d'une forte chaleur lorsqu'il brûlera. C'est aussi une source de charbon de bois.⁽³⁾

I.4.1.2.5. Dans la médication traditionnelle

Le beurre de karité constitue un produit de base pour réaliser certains médicaments topiques destinés à traiter les rhumatismes et les douleurs articulaires. Traditionnellement, plaies, dermatites, gonflements,

contusions et autres problèmes de peau pourraient également être soignés grâce à son emploi, de même que les foulures, entorses, luxations et courbatures lorsqu'on en fait des massages à chaud. Des usages traditionnels font de ce beurre un traitement des inflammations nasales ou encore un traitement pour favoriser la cicatrisation du cordon ombilical. Les femmes enceintes reconnaissent deux intérêts à s'enduire le corps mais surtout le ventre de beurre de karité : d'une part en prévention des vergetures, et d'autre part pour le raffermissement des muscles. Les mères enduisent également leurs bébés de ce beurre pour la prévention et le traitement des irritations. Les plaies et écorchures des chevaux sont aussi traitées par application de beurre de karité. ^{(3) (5) (30)}

D'autres produits issus de l'arbre karité font également l'objet d'un usage en thérapeutique traditionnelle. Ainsi, les feuilles permettent-elles de soigner les maux d'estomac. En incorporant ces feuilles dans des bains de vapeur, on aura un remède contre les maux de tête ou qui peut être utilisé tel quel en tant que collyre. Si par contre, on trempe ces feuilles dans l'eau, on va obtenir une mousse adéquate pour le lavage. Quant aux racines et à l'écorce pilées, elles constituent un moyen de traitement de la diarrhée, de la jaunisse et des maux d'estomac. La dysenterie peut être soignée grâce aux propriétés médicinales et antimicrobiennes des infusions d'écorce. En effet, un remarquable désinfectant serait confectionné à partir d'un mélange de poudre de tabac et d'écorce de karité. Ces mêmes propriétés antimicrobiennes sont mises à profit dans les bains d'yeux contre le venin de cobra. De plus, des bains à base de décoctions d'écorce permettent de rendre l'accouchement plus aisé et de stimuler la lactation chez les mères allaitantes. Enfin, un usage traditionnel du latex a été décrit dans les soins apportés aux problèmes gynécologiques, ainsi que l'usage de l'amande dans le traitement du paludisme. ^{(3) (4) (30)}

I.4.1.2.6. Pour divers autres usages

Après que l'écorce a été profondément entaillée, un latex rougeâtre va s'écouler. Celui-ci pourra soit être mâché en tant que chewing-gum, soit servir à la confection de balles pour les enfants, soit permettre la réparation des tambours des musiciens, soit être utilisé pour produire de la colle. Cette colle peut, par exemple, servir à capturer de petits animaux dans le domaine de la chasse. ^{(3) (4)}

Les eaux usées issues de la production du beurre de karité possèdent des propriétés pesticides. Au Burkina-Faso, on les mélange aux graines de niébé dans le but de prévenir les attaques de la bruche *Callosobruchus maculatus* en cours de stockage. ⁽³⁾

Le beurre de karité peut également constituer un enduit en tant qu'agent d'imperméabilisation. Il sera, dans ce cas, appliqué sur des murs en terre, des portes ou des fenêtres. Suite à l'extraction de l'huile, le résidu noir sert, quant à lui, à combler les fissures des murs. ⁽³⁾

Enfin, selon des rites et coutumes locales, de l'huile est disposée dans des reliquaires pour être employée en onction. Des feuilles peuvent être suspendues au niveau du seuil des habitations pour protéger les nouveau-nés. Les feuilles peuvent par ailleurs servir à fabriquer des masques. ⁽³⁾

I.4.2. Intérêts du beurre de karité à l'exportation

Outre l'industrie cosmétique (cf. § I.5.2), l'industrie agroalimentaire représente la destination de 95 % du beurre de karité exporté en Europe, aux États-Unis et en Asie.

I.4.2.1. Pour la margarinerie et la pâtisserie

L'industrie agroalimentaire emploie du beurre de karité en margarinerie, après transformation, ainsi qu'en pâtisserie. Il permet notamment la production de pâtes légères à l'image de la pâte feuilletée. Tout l'intérêt de ce beurre pour cette industrie réside dans la présence de latex dans l'insaponifiable.

En effet, ce latex permet d'une part le mélange optimal de la farine avec la matière grasse et, d'autre part, d'éviter l'adhérence de la pâte aux parois des machines et aux mains des pétrisseurs.⁽⁵⁾

I.4.2.2. Pour la chocolaterie et la confiserie

Ces deux débouchés, chocolaterie et confiserie, représentent la majorité du beurre de karité utilisé par l'industrie agroalimentaire en tant que substitut du beurre de cacao, leurs propriétés physico-chimiques étant similaires. Le beurre de karité est avantageux dans le sens où son point de fusion est supérieur à celui du beurre de cacao. Cependant, sa saveur, moins agréable par rapport à celle du beurre de cacao, est l'unique bémol, même si la différence est imperceptible avec un beurre de karité justement dosé et raffiné à souhait. Il existe deux applications pour le beurre de karité dans ce domaine : le chocolat de remplissage et le chocolat d'enrobage.⁽⁵⁾

I.4.2.2.1. Le chocolat de remplissage

Jusqu'en l'an 2000, la substitution du beurre de cacao par une graisse végétale était proscrite dans l'Union Européenne à l'exception de trois pays dérogataires (Royaume-Uni, Irlande et Danemark).

Le Parlement Européen a voté le 21 juin 2000 la Directive 2000/36/CE relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine. Publiée le 3 août 2000 au Journal officiel des Communautés Européennes, elle a été transposée en droit français puis appliquée en France à compter du 3 août 2003. L'incorporation de six matières grasses végétales est donc autorisée par l'article 2 de cette directive dans la limite de 5 % du poids total du chocolat. L'annexe II de la directive énumère ces matières grasses : il s'agit de l'illipé (*Shorea spp.*), l'huile de palme (*Elaeis guineensis* ou *Elaeis olifera*), le sal (*Shorea robusta*), le karité (*Butyrospermum parkii*), le kokum gurgi (*Garcinia indica*), et les noyaux de mangues (*Mangifera indica*).

Les industriels doivent alors apposer sur les emballages la mention suivante : « contient des matières grasses végétales en plus du beurre de cacao ». Les mentions « chocolat pur beurre de cacao » ou « chocolat traditionnel » ne sont autorisées que si aucune des six matières grasses citées précédemment n'est adjointe au beurre de cacao.^{(35) (39)}

I.4.2.2.2. Le chocolat d'enrobage

Concernant le chocolat d'enrobage, le principal avantage du beurre de karité est sa température de fusion. Ainsi, une publicité pour une confiserie illustre parfaitement cette propriété : « fond dans la bouche, pas dans la main ». Les principales applications sont alors les bonbons, les chocolats glacés et la biscuiterie avec des chocolats dits « de couverture ».

Pour l'industrie chocolatière, cette substitution est facilitée, d'une part, par le fait que la texture et la composition des beurres de karité et de cacao sont similaires et, d'autre part, compte tenu du prix du beurre de karité par rapport à celui du beurre de cacao.⁽⁵⁾

I.5. Applications concrètes en cosmétologie

I.5.1. Usages cosmétologiques dans les pays producteurs

Bien que le beurre de karité présente une odeur des plus désagréables, il est resté l'unique produit cosmétique utilisé par les femmes africaines durant de nombreuses décennies. Ainsi, ce beurre représente-t-il la plus précieuse des pommades pour la plupart des peuples installés entre le Sénégal et le Nil.

La principale application du beurre de karité est représentée par la lutte contre les effets de la déshydratation et de la desquamation. Il est utilisé en prévention des gerçures et des crevasses lors de la saison sèche.

Par ailleurs, certaines populations se frictionnent le corps quotidiennement après la toilette avec une noix de karité. Ceci leur procure un effet délassant et reposant.

Le beurre de karité présente également un intérêt par application sur les cheveux : d'une part il sert à la fixation des coiffures, et d'autre part il contrecarre la formation des pellicules tout en assouplissant le cuir chevelu. Les femmes réalisent aussi des masques capillaires à base de ce beurre.

Enfin, le beurre de karité est utilisé par tous les habitants en tant que protecteur solaire.⁽³⁰⁾

1.5.2. Usages dans l'industrie cosmétique française

Le beurre de karité entre dans la composition de nombreux produits cosmétiques tels que des crèmes hydratantes et des rouges à lèvres. En effet, il est doté d'excellentes propriétés hydratantes, grâce à la proportion importante d'insaponifiable qu'il contient.⁽³⁾

Le beurre de karité peut apporter trois vertus s'il en est fait une utilisation quotidienne sur la peau : il procure à la peau une meilleure élasticité, il hydrate les couches supérieures de l'épiderme, et il protège contre les agressions du vent, du froid et du soleil. Son emploi est de ce fait préconisé au cours de la saison hivernale afin de prévenir le dessèchement et le vieillissement accéléré de la peau.⁽⁵⁾

Nous allons maintenant faire un tour d'horizon des produits cosmétiques contenant du beurre de karité pour les principales marques présentes en pharmacie d'officine.

Les laboratoires dermatologiques AVENE ont incorporé du beurre de karité principalement dans les formulations « riches » de leurs différents produits.⁽⁴⁰⁾

Le Laboratoire Dermatologique BIODERMA a développé depuis 1985 différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité.⁽⁴¹⁾

Le beurre de karité figure dans la liste des ingrédients cosmétiques de 12 des 62 produits commercialisés dans la gamme EUCERIN®, principalement pour les soins anti-rides.⁽⁴²⁾

Les Laboratoires GILBERT ont développé, au sein de leur marque dermo-cosmétique LAINO, une gamme au beurre de karité destinée aux peaux sèches et sensibles.⁽⁴³⁾

Le laboratoire dermatologique LA ROCHE-POSAY utilise du beurre de karité depuis 1989 lorsqu'il a commercialisé le lait LIPIKAR qui en contient 10 %. Les lipides apportés par ce lait permettent de restaurer la barrière protectrice de la peau et du coup de rétablir l'hydratation cutanée. Aujourd'hui, LIPIKAR se décline en huit produits dont cinq comportent du beurre de karité et destinés pour certains aux peaux sèches et inconfortables et pour les autres aux peaux très sèches.⁽⁴⁴⁾

Seuls quatre produits de la gamme NEUTROGENA® FORMULE NORVEGIENNE® incluent le beurre de karité dans leur composition.⁽⁴⁵⁾

Depuis 30 ans, les laboratoires RENE FURTERER ont décliné toute une série de produits cosmétiques à base de beurre de karité baptisée simplement KARITE. Ce sont des produits destinés au soin hebdomadaire des cheveux et du cuir chevelu très secs dans lesquels le karité sous forme de beurre ou d'huile est associé aux phospholipides. Cet actif pénétrant les cheveux en surface et en profondeur permet de les nourrir, de les revitaliser, de les réparer et de les protéger.⁽⁴⁶⁾

Les laboratoires SVR ont élaboré treize produits à base de beurre de karité, en particulier la gamme XERIAL pour les peaux sèches et squameuses. ⁽⁴⁷⁾

Les laboratoires dermatologiques d'URIAGE ont développé depuis 15 ans toute une série de produits contenant du beurre de karité pour les peaux sensibles, sèches ou à tendance atopique. ⁽⁴⁸⁾

D'autres laboratoires tels que DERMOPHIL INDIEN, VICHY, CAUDALIE, NUXE, NOREVA, AVEENO, ROC, NIVEA, ASEPTA et WELEDA commercialisent également des produits cosmétiques renfermant du beurre de karité ; VICHY ayant la gamme la plus large de produits cosmétiques au beurre de karité dans presque tous les domaines. ^{(49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Les tableaux 4, 5 et 6 dressent une liste non exhaustive des soins corporels pour les peaux sèches et très sèches.

| Types | Exemples | Propriétés |
|--------------|---|---|
| Baume | AVEENO® SKIN RELIEF baume hydratant apaisant | Nourrit, hydrate sur toute la journée, et apaise les peaux très sèches et sujettes aux démangeaisons |
| | CAUDALIE baume gourmand corps | Nourrit intensément, répare, apaise et hydrate la peau en profondeur |
| | CICAPLAST BAUME B5 baume réparateur apaisant | Nourrit et hydrate la peau en plus de la réparer, de l'assainir et de l'apaiser intensément et immédiatement |
| | LIPIKAR BAUME AP baume relipidant corporel anti-irritations anti-grattage | Relipide intensément, assouplit et redonne du confort à la peau tout en apaisant immédiatement et rompant le cercle vicieux du grattage |
| | NEUTROGENA® baume confort hydratation intense | Hydrate efficacement les dix premières couches supérieures de l'épiderme durant 24 heures |
| | ROC® HYDRA+™ baume ultra-nourrissant confort 24h | Présente un effet cocooning des peaux très sèches |
| | VICHY AQUALIA THERMAL baume minéral | Réhydrate et répare les peaux sensibles et fragilisées |
| | VICHY NUTRILOGIE baume soin profond peau très sèche | Nourrit intensément les peaux sensibles sèches et très sèches |

Tableau 4 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de baumes
^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

| Types | Exemples | Propriétés |
|--------------|---|---|
| Cérat | XEMOSE cérat | Nourrit et lisse les peaux extrêmement sèches tout en restaurant et renforçant la barrière cutanée |
| Crème | ATODERM crème nutritive | Nourrit, relipide et apaise les peaux sensibles sèches à très sèches grâce à sa richesse en extrait de karité associé à un autre actif naturel (extrait d'avocat) et à deux actifs au pouvoir hydratant (glycérine et vaseline) |
| | AVENE crème riche pour peaux intolérantes | Protège et apaise la peau |
| | CAUDALIE VINOSOURCE crème velours ultra-nourrissante | Apporte un effet pansement à la peau en la nourrissant en profondeur, en la protégeant du dessèchement et en la relipidant intensément |
| | EUCERIN® crème corps réparatrice 5 % d'urée | Adoucit et hydrate les zones sèches et abîmées tout en favorisant l'exfoliation des peaux rugueuses |
| | HYDRABIO crème gommante | Nettoie et hydrate les couches supérieures de l'épiderme |
| | HYDRANCE OPTIMALE crème riche | Enrichie en beurre de karité, nourrit et hydrate durablement la peau |
| | NUXE REVE DE MIEL® crème corps ultra-réconfortante | Nourrit intensément les peaux très sèches et sensibles |
| | PSORIANE® crème apaisante hydratante thermale | Nourrit et protège la peau tout en réduisant les sensations de démangeaisons pour les peaux squameuses |
| | SVR® crème au karité | Restructure la peau et rétablit son équilibre hydrique grâce aux 5 % de beurre de karité |
| | VICHY LIPIDIOSE 2 crème-fluide corporelle relipidante | Relipide la peau très sèche en apaisant les démangeaisons et traitant les écailles squameuses |
| | VICHY NUTRIEXTRA crème corps nutritive | Nourrit intensément les peaux sèches à très sèches |
| | VITACITRAL® CORPS crème riche ultra-nutritive | Hydrate et adoucit la peau en plus de réparer et de diminuer les rugosités |
| | XERIAL® 30 crème corporelle anti-rugosités | Hydrate, entre autres effets, la peau qui redevient souple et lisse grâce à la présence de beurre de karité |
| Soin | AVEENO® POSITIVELY LUMINOUS® hydratant jour SPF15 | Nourrit et hydrate les peaux déshydratées tout en leur redonnant de l'éclat |
| | VICHY AQUALIA THERMAL soin riche hydratant 24h | Hydrate en continu, fortifie et apaise les peaux sensibles |
| | VICHY NUTRILOGIE 2 soin profond peau très sèche | Nourrit intensément les peaux sensibles sèches et très sèches |

Tableau 5 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de crèmes (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)

| Types | Exemples | Propriétés |
|---------------|--|---|
| Fluide | VICHY NUTRIEXTRA fluide corps nutritif | Nourrit intensément les peaux normales à sèches |
| | XERIALINE® fluide corporel | Rétablit le film hydrolipidique de la peau grâce à sa richesse en beurre de karité (actif relipidant) |
| Lait | LAINO lait crème fondant pour le corps | Apporte une hydratation et un apaisement immédiat grâce aux 6 % de beurre de karité qu'il renferme |
| | LIPIKAR lait relipidant corporel anti-dessèchement | Relipide intensément, assouplit et redonne du confort à la peau |
| | NEUTROGENA® lait corporel réparation intense | Hydrate et répare la peau au quotidien grâce à son effet pansement cosmétique |
| | NIVEA lait hydratant douceur | Hydrate les couches supérieures de l'épiderme en adoucissant la peau |
| | ROC® ENYDRIAL® lait hydratant corps | Nourrit et hydrate les peaux sèches |
| | ROC® lait corps multi-régénérant | Raffermit, lisse et hydrate les peaux sèches |
| | SUPPLEANCE CORPS lait-crème | Nourrit et hydrate les peaux sèches et sensibles tout en l'apaisant et en l'adoucissant |
| | VICHY LIPIDIOSE lait corporel réhydratant | Nourrit et adoucit les peaux sèches en calmant les tiraillements |
| | WELEDA lait corps nourrissant à l'argousier bio | Nourrit intensément les peaux sèches tout en leur redonnant de la vitalité |
| | WELEDA lait corps régénérant à la grenade bio | Raffermit et régénère la peau tout en ayant une action anti-oxydante |
| | WELEDA lait corps soyeux à la rose musquée bio | Hydrate et régénère les peaux normales à sèches avec un effet lissant et velouté |
| | WELEDA lait corps vivifiant au citrus bio | Hydrate et rafraîchit la peau |
| | XERIAL® 10 lait corporel anti-squames | Apaise les impressions de tiraillement de la peau |

Tableau 6 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de laits ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Des soins d'hygiène quotidienne sont présentés tableau 7.

| Types | Exemples | Propriétés |
|---------------|--|--|
| Crème | LAINO crème lavante surgras | Nettoie peaux sèches et sensibles de manière délicate |
| | NIVEA VISAGE crème nettoyante fondante | Nettoie efficacement les peaux sèches à très sèches en les hydratant intensément |
| Eau | VICHY PURETE THERMALE eau moussante nettoyante révélatrice d'éclat | Libère la peau des impuretés |
| | VICHY PURETE THERMALE eau tonique hydra-perfECTRICE | Purifie et rafraîchit la peau |
| Huile | LIPIKAR huile lavante relipidante anti-irritations | Relipide intensément et protège la peau vis-à-vis des effets desséchants du calcaire |
| Lotion | VICHY PURETE THERMALE lotion douceur hydratante apaisante | Apaise et assouplit la peau sèche et sensible tout en l'hydratant |
| Savon | CAUDALIE FLEUR DE VIGNE® savon surgras | Hydrate la peau délicatement grâce à ses actifs naturels (beurre de karité et huile de pépins de raisin) |
| | LIPIKAR SURGRAS pain physiologique anti-dessèchement | Outre son action nettoyante non agressive, relipide intensément, assouplit et redonne du confort à la peau |
| | VICHY AQUALIA THERMAL UV soin hydratant 24h fortifiant protecteur SPF15+ PPD18 | Hydrate et fortifie la peau en plus de la protéger des rayonnements solaires |
| Syndet | LIPIKAR SYNDET gel-crème nettoyant anti-irritations | Restaure la barrière cutanée des peaux très sèches, irritées et sujettes aux démangeaisons |
| | XERODIANE® PLUS crème lavante visage et corps (syndet liquide) | Nettoie en douceur les peaux très sèches à tendance atopique |

Tableau 7 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins d'hygiène quotidienne, et regroupés par type de soin ^{(40) (41)}
 (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)

De nombreux soins des mains sont formulés à base de beurre de karité (tableau 8).

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|-------------------|--|---|
| Cold crème | SPORTS AKILEÏNE cold crème anti froid et humidité | Protège mains, visage et pieds en prévenant gerçures et engelures |
| Crème | AKILENJUR [®] crème | Restaure le film hydrolipidique de surface en prévenant gerçures et engelures |
| | CAUDALIE crème gourmande mains et ongles | Nourrit la peau des mains tout en l'hydratant et l'adoucissant |
| | LAINO PRO INTENSE crème mains | Nourrit et hydrate les mains gercées et abîmées |
| | NEUTROGENA [®] crème mains anti-âge IP25 | Protège et hydrate intensément les mains et atténue les taches brunes |
| | NUXE REVE DE MIEL [®] crème mains et ongles | Nourrit les mains sèches ou abîmées tout en les réparant et les protégeant |
| | ROC [®] ENYDRIAL [®] crème mains | Nourrit les peaux sèches des mains en plus de les hydrater et de les apaiser |
| | URIAGE crème mains | Protège au quotidien les mains desséchées |
| | VICHY ESSENTIELLES crème réparatrice mains | Nourrit, adoucit et soulage la peau des mains sèches à abîmées |
| | VITACITRAL [®] crème régénérante mains sèches | Nourrit et protège la peau tout en hydratant et restaurant la barrière cutanée |
| | WELEDA crème mains régénératrice à la grenade | Hydrate et nourrit la peau en plus de contribuer au renouvellement cellulaire et de protéger l'épiderme des radicaux libres |
| | XERIAL [®] crème fissures et crevasses | Isole et protège la peau pour un soulagement immédiat |
| Onguent | BARIEDERM onguent fissures et crevasses | Outre une action isolante en surface et une action réparatrice en profondeur, possède également une action assouplissante due au beurre de karité |
| Soin | DERMOPHIL INDIEN soin intensif mains gerçures et crevasses | Restaure la barrière lipidique et forme un film protecteur en surface |
| | VICHYDERM soin des mains | Nourrit et hydrate la peau pour la protéger du dessèchement et du vieillissement prématuré |

Tableau 8 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des mains, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Il en est de même pour les soins des lèvres (tableau 9).

| Types | Exemples | Propriétés |
|-----------------------|---|---|
| Baume à lèvres | ATODERM baume à lèvres | Apaise et répare les lèvres abîmées et desséchées |
| | AVENE COLD CREAM baume à lèvres | Nourrit, restructure et protège vis-à-vis des lèvres gercées ou fissurées |
| | EUCERIN® baume réparateur des lèvres | Adoucit et apaise les lèvres sèches et gercées |
| | NUXE REVE DE MIEL® baume lèvres ultra-nourrissant | Nourrit et réparer les lèvres gercées ou desséchées |
| | VICHY AQUALIA THERMAL baume apaisant réparateur | Apaise et redonne du confort aux lèvres gercées et abîmées |
| Soin | CAUDALIE soin des lèvres | Répare les lèvres abîmées en les nourrissant |
| | VICHY ESSENTIELLES soin réconfortant lèvres | Protège, répare et lisse les lèvres sèches à abîmées |
| | VICHY NUTRILOGIE soin profond lèvres deséchées | Nourrit, lisse et rend plus moelleuse la peau sèche des lèvres |
| | WELEDA EVERON® soin des lèvres | Assouplit et adoucit les lèvres en les protégeant des agressions extérieures |
| Stick à lèvres | ATODERM stick à lèvres | Apaise et répare les lèvres abîmées et desséchées |
| | AVÈNE COLD CREAM stick à lèvres | Nourrit, restructure et protège vis-à-vis des lèvres gercées ou fissurées |
| | DERMOPHIL INDIEN DERMOKID'S® sticks à lèvres | Nourrit et apaise les lèvres fragilisées des juniors |
| | DERMOPHIL INDIEN stick à lèvres coco saveur gourmande | Protège la muqueuse labiale été comme hiver des agressions extérieures |
| | DERMOPHIL INDIEN stick à lèvres haute tolérance | Nourrit intensément les lèvres très sèches et gercées pour une protection durable |
| | DERMOPHIL INDIEN sticks à lèvres pastels | Nourrit les lèvres pour régénérer la muqueuse labiale lorsqu'elle est desséchée, tout en étant brillant comme un rouge-à-lèvres |
| | DERMOPHIL INDIEN sticks à lèvres saveurs du monde | Nourrit et adoucit les lèvres fragilisées avec un parfum exotique |
| | EUCERIN® SOIN ACTIF stick à lèvres | Apporte une protection rapide des lèvres |
| | LAINO PRO INTENSE stick à lèvres | Nourrit et hydrate les lèvres gercées et abîmées |
| | NUXE REVE DE MIEL® stick lèvres hydratant | Protège et apaise les lèvres gercées ou desséchées |
| | URIAGE stick à lèvres | Protège au quotidien les lèvres abîmées et gercées |
| | XEMOSE stick à lèvres | Apaise, répare et hydrate les lèvres abîmées, gercées et desséchées |

Tableau 9 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des lèvres, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

On en retrouve également dans beaucoup de soins du visage (tableau 10).

| Types | Exemples | Propriétés |
|---------------|---|---|
| Baume | AQUAPRÉCIS baume nutrition intense | Hydrate durablement les peaux très sèches du visage |
| Crème | AQUAPRÉCIS crème confort | Hydrate les peaux sèches du visage en leur procurant un confort immédiat |
| | AVENE crème nutritive compensatrice riche | Nourrit et apaise la peau du visage |
| | NUXE REVE DE MIEL® crème visage ultra-réconfortante jour | Nourrit le jour la peau sèche en plus de la relipider, de l'apaiser, de la régénérer et de la protéger des agressions extérieures |
| | NUXE REVE DE MIEL® crème visage ultra-réconfortante nuit | Nourrit la nuit la peau sèche en plus de la relipider, de l'apaiser et de la régénérer |
| | ROC® ENYDRIAL® crème émolliente | Nourrit et réhydrate les peaux du visage très sèches et à tendance atopique |
| | ROC® ENYDRIAL® crème hydratante peaux sèches | Nourrit la peau du visage en compensation des carences des peaux sèches |
| | SUPPLEANCE VISAGE crème nourrissante multi-performante | Hydrate, nourrit et restructure l'épiderme de la peau du visage |
| | TOLERIANE RICHE crème protectrice apaisante | Hydrate et apaise immédiatement sensations d'échauffement et irritations de la peau |
| | WELEDA crème de jour hydratante à l'iris bio | Protège les peaux du visage sèches à très sèches des agressions extérieures |
| | WELEDA crème de nuit hydratante à l'iris bio | Régénère et ressourcement intensément la peau au cours de la nuit |
| | XERIAL® 5 crème pour le visage | Régénère et apaise la peau tout en l'hydratant durablement |
| | XERIALINE® crème pour le visage | Rétablit le film hydrolipidique de la peau grâce à sa richesse en beurre de karité (actif relipidant) |
| Masque | NIVEA VISAGE masque régénérant au miel | Nourrit et protège la peau face aux agressions extérieures |
| Soin | NIVEA VISAGE soin nourrissant fondant <i>aqua sensation</i> | Nourrit immédiatement la peau du visage tout en l'hydratant durablement |

Tableau 10 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins du visage, et regroupés par type de soin^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Le tableau 11 présente les soins anti-rougeurs et antitaches.

| Types | Exemples | Propriétés |
|---------------|--|---|
| Crème | CAUDALIE VINO PERFECT crème éclat antitaches IP15 | Hydrate la peau et la protège du soleil en plus d'éliminer les taches existantes et de prévenir l'apparition des nouvelles |
| Fluide | ROSELIANE fluide dermo-nettoyant | Adoucit, décongestionne et rafraîchit la peau afin de rétablir le confort cutané et d'atténuer les rougeurs diffuses grâce au beurre de karité associé à plusieurs autres extraits végétaux |
| Soin | AVENE soin concentré anti-rougeurs fort | Atténue rougeurs localisées et petits vaisseaux visibles |
| | CAUDALIE VINO PERFECT soin nuit peau neuve | Hydrate, nourrit et apaise la peau pour qu'elle se renouvelle et se détoxifie au cours de la nuit |
| | EUCERIN® soin calmant de jour | Soulage les rougeurs, hydrate et protège la peau avec un effet photo-protecteur |
| | EUCERIN® soin correcteur | Soulage les rougeurs, hydrate et protège la peau en masquant instantanément la survenue des rougeurs |
| | URIAGE D.S. ÉMULSION soin régulateur | Hydrate la peau en cas de squames, irritations ou rougeurs |
| | VICHY NEOVADIOL ultra-densifieur éclat anti-taches | Redensifie la peau tout en corrigeant et prévenant les taches |

Tableau 11 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins anti-rougeurs et antitaches, et regroupés par type de soin
(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)

Le tableau 12 présente les soins de bébé et de la maternité.

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|----------------------------|---|--|
| Crème | NIVEA BABY crème nourrissante <i>pure & natural</i> | Nourrit, protège et adoucit la peau de bébé |
| | PEDIATRIL crème hydratante | Nourrit la peau de bébé en la pénétrant aisément et en l'hydratant durablement |
| | SVR BEBE [®] crème croûtes de lait | Hydrate intensément tout en permettant de retirer les croûtes de lait |
| | URIAGE 1 ^{ERE} CREME | Hydrate et protège la peau de bébé |
| | XERIAL [®] crème croûtes de lait | À visée dermatologique, apporte souplesse et confort au cuir chevelu par l'intermédiaire de sa concentration en beurre de karité |
| Gel | NIVEA BABY gel lavant surgras <i>pure & natural</i> | Nettoie la peau de bébé en la nourrissant et la soulageant sans la dessécher |
| Lait | NIVEA BABY lait de toilette nourrissant <i>pure & natural</i> | Nettoie la peau de bébé dans la zone du change en la nourrissant et la soulageant sans la dessécher |
| | URIAGE 1 ^{ER} LAIT HYDRATANT | Nourrit et apaise la peau de bébé en plus de l'hydrater |
| | WELEDA BEBE lait de toilette au calendula | Nettoie en douceur au quotidien la peau de bébé tout en prévenant le dessèchement cutané |
| Soin des vergetures | VICHY action intégrale vergetures | Nourrit la peau en prévention et correction des vergetures |

Tableau 12 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins de bébé et de la maternité, et regroupés par type de soin⁽⁴⁰⁾
(41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)

Le tableau 13 présente les soins des peaux jeunes à problème.

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|--------------|---|---|
| Crème | CLEAN-AC crème hydratante | Apporte une solution aux effets desséchants et irritants dus à certains médicaments contre l'acné |
| | EXFOLIAC [®] crème réparatrice | Restaure le film hydrolipidique des peaux desséchées à tendance acnéique |

Tableau 13 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des peaux jeunes à problème, et regroupés par type de soin
(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)

Les tableaux 14, 15 et 16 présentent les soins anti-âge.

| Types | Exemples | Propriétés |
|----------------------|---|---|
| Crème | CAUDALIE VINEXPERT crème tisane de nuit | Régénère intensivement la peau au cours de la nuit tout en la restructurant, la raffermissant et la nourrissant |
| | DENSITIUM® crème riche | Comble les rides à l'aide de sa texture ultra-nourrissante enrichie en beurre de karité |
| | ÉLUAGE crème riche | À partir de 45 ans, raffermit, apporte un effet anti-rides et nourrit la peau grâce à la présence de karité associé à l'huile de jojoba |
| | ISOFILL crème focus rides riche | Corrige et repulpe durablement les rides |
| | NIVEA VISAGE crème teintée antirides Q10+ FPS15 | Réduit et prévient la formation des rides tout en hydratant intensément et lissant la peau |
| | ROC® MULTI CORREXION™ crème anti-âge multi-action jour & nuit | Hydrate sur 24 heures la peau pour atténuer visiblement les signes de l'âge |
| | ROC® MULTI CORREXION™ crème anti-âge ultra reconstituante | Nourrit et protège la peau pour atténuer visiblement les signes de l'âge |
| | ROC® MULTI CORREXION™ crème yeux anti-âge | Hydrate sur 24 heures la peau du contour de l'œil pour y atténuer les signes de l'âge |
| | ROC® REPULPANT ECLAT crème lissante anti-âge | Hydrate la peau tout en repulpant, illuminant et lissant rides et ridules |
| | ROC® RIDES CORREXION crème antirides haute nutrition | Nourrit intensément la peau pour réduire les rides profondes |
| Crème de jour | EUCERIN® HYALURON-FILLER crème jour | Comble toutes les rides, y compris les plus profondes |
| | SERENAGE crème jour | À partir de 60 ans, nourrit et redensifie la peau |
| | WELEDA crème de jour raffermissante | Protège la peau des agressions extérieures tout en atténuant les signes de l'âge |
| Crème de nuit | AVEENO® POSITIVELY AGELESS™ crème nuit | Nourrit et adoucit la peau pour réduire l'apparence des rides et des ridules |
| | EUCERIN® HYALURON-FILLER crème nuit | Comble toutes les rides, y compris les plus profondes |
| | SERENAGE crème nuit | À partir de 60 ans, revitalise et raffermit la peau mature en la redensifiant et en la nourrissant |
| | WELEDA crème de nuit raffermissante | Régénère la peau durant la nuit tout en atténuant les signes de l'âge |

Tableau 14 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins anti-âge, sous forme de crèmes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

| Types | Exemples | Propriétés |
|-------------------------|---|---|
| Soin | ISOVALE [®] RICHE soin anti-âge compen-
sateur | Permet de lutter contre la sécheresse cutanée
consécutive aux troubles hormonaux en raffer-
missant la peau |
| | NIVEA VISAGE soin contour yeux Q10+ | Atténue et prévient les rides du contour des
yeux |
| | VICHY CELLEBIOTIC soin revitalisant
nutritif | Nourrit et régénère durant le jour la peau en
perte de vitalité après 60 ans |
| | VICHY LIFACTIV RETINOL HA soin
procédure rénovateur total rides | Hydrate la peau en plus de combler les rides et
d’avoir un effet resurfaçant immédiat |
| | VICHY LIFACTIV RETINOL HA soin
procédure rénovateur total rides yeux | Hydrate la peau en plus de combler les rides et
d’avoir un effet illuminateur du regard |
| | VICHY LIFTACTIV soin anti-rides et
fermeté intégral | Apporte aux peaux sèches à très sèches un effet
lifting durable |
| | VICHY NEOVADIOL GF soin densifieur
re-proportionnant peaux sèches à très
sèches | Reconstruit rapidement les tissus cutanés en
stimulant les facteurs de croissance naturels |
| | VICHY NEOVADIOL soin densifieur in-
tensif | Densifie intensivement la peau normale avec
une action lipo-restructurante |
| Soin de
jour | EUCERIN [®] HYAL-UREA soin jour | Présente à la fois un effet anti-rides et un effet
hydratant |
| | EUCERIN [®] SENSI-RIDES soin jour | Diminue la profondeur des rides et ridules sous
5 semaines |
| | NIVEA VISAGE soin de jour antirides
Q10+ FPS15 | Réduit et prévient la formation des rides tout en
hydratant la peau |
| Soin de
nuit | EUCERIN [®] HYAL-UREA soin nuit | Présente à la fois un effet anti-rides et un effet
hydratant |
| | EUCERIN [®] SENSI-RIDES soin nuit | Diminue la profondeur des rides et ridules sous
5 semaines |
| | NIVEA VISAGE soin de nuit antirides
Q10+ | Réduit et prévient la formation des rides tout en
hydratant la peau pour la nuit |

Tableau 15 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins anti-âge, sous forme de soins ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|----------------|--|--|
| Baume | VICHY CELLEBIOTIC baume nuit régénérant compensateur | Nourrit et régénère durant la nuit la peau en perte de vitalité après 60 ans |
| Fluide | CAUDALIE VINEXPERT fluide bonne mine IP10 | Hydrate la peau tout en la raffermissant et en ayant une action antirides et une protection antioxydante |
| Kit | VICHY PEEL MICROABRASION kit de resurfacing rajeunissant | Renouvelle le tissu superficiel de la peau pour atténuer les signes de l'âge |
| Roll-on | VICHY AQUALIA THERMAL roll-on yeux | Décongestionne et fortifie la peau tout en atténuant poches et cernes au niveau des yeux |

Tableau 16 - Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins anti-âge, sous diverses autres formes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Le tableau 17 présente les soins capillaires.

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|--------------------------|--|--|
| Baume capillaire | XÉRIAL [®] baume capillaire | Élimine efficacement les pellicules qu'elles soient sèches ou grasses ; la présence de beurre de karité associé à l'allantoïne apporte souplesse et confort au cuir chevelu tout en soulageant les démangeaisons |
| Concentré | KARITE RENE FURTERER concentré nutritif sans rinçage | Traite le cheveu au quotidien |
| Crème | KARITE RENE FURTERER crème revitalisante intense | Traite le cheveu après le shampoing (NB : le beurre de karité n'a été rajouté à sa composition qu'en 1983) |
| Émulsion | NODE K émulsion | Outre ses effets kératolytique et kératoréducteur, réduit l'aspect sec et rétablit le confort cutané par l'intermédiaire de deux actifs dotés d'un pouvoir émollient intense que sont le karité et la vaseline ; en cas d'état squameux sévère et chronique notamment lorsqu'apparaissent des plaques sèches épaissies |
| Huile | KARITE RENE FURTERER huile nutrition intense | Traite le cheveu avant le shampoing |
| Masque capillaire | ECRINAL [®] ANP masque capillaire | Adoucit et assouplit les cheveux tout en les tonifiant et rendant plus vigoureux |
| Sérum | KARITE RENE FURTERER sérum réparateur sans rinçage | Soigne plus spécifiquement les pointes de cheveu abîmées et très sèches |
| Shampoing | KARITÉ RENÉ FURTERER shampoing nutrition intense | Nettoie le cheveu en le nourrissant, le revitalisant, le réparant et le protégeant |
| Soin | KARITE NUIT CAPILLAIRE RENE FURTERER soin régénérant profond | Soigne la nuit et sans rinçage, récemment mis au point |

Tableau 17 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins capillaires, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Le tableau 18 présente les soins des pieds.

| Types | Exemples | Propriétés |
|----------------|--|--|
| Crème | AKILDIA [®] crème multiprotectrice | Protège, hydrate et restaure la peau du pied diabétique |
| | AKILEÏNE LIGNE BLEUE crème régénératrice pieds secs | Assouplit tout en hydratant et nourrissant intensément les peaux sèches, déshydratées et kératinisées du pied |
| | CAUDALIE crème beauté des pieds | Nourrit intensément le pied en assouplissant sa peau pour un bien-être immédiat |
| | NUXE REVE DE MIEL [®] crème pieds ultra-réconfortante | Soulage les sensations de tiraillements en plus de relipider, d'apaiser et de réparer les pieds très secs ou abîmés |
| | XÉRIAL [®] 10 crème pieds secs | Hydrate la peau du pied qui redevient souple et lisse grâce à la présence de beurre de karité |
| | XÉRIAL [®] 30 crème pieds très secs | Hydrate la peau du pied qui redevient souple et lisse grâce à la présence de beurre de karité |
| Divers | VICHY PODEXINE reconstituant pieds secs | Nourrit intensément les pieds secs, fragiles et sensibles |
| | VICHY PODEXINE réparateur crevasse | Adoucit et assouplit la peau en réduisant les fissures au bout de 48 heures |
| Gommage | NEUTROGENA [®] gommage pieds | Contribue à l'exfoliation des pieds rugueux puis les adoucit aussitôt par l'intermédiaire de ses microbilles lissantes |
| Soin | DERMOPHIL INDIEN PIENETT soin concentré restructurant | Restaure la barrière lipidique et forme un film protecteur en surface pour les talons fissurés et crevassés |

Tableau 18 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des pieds, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Les tableaux 19 et 20 présentent les soins solaires.

| Types | Exemples | Propriétés |
|---------------------------|---|---|
| Baume à lèvres | NUXE PRODIGIEUX® baume lèvres SPF15 | Nourrit, protège et sublime simultanément les lèvres |
| Baume après-soleil | BARIESUN baume réparateur après-soleil | Réhydrate, restructure et nourrit les peaux sèches et sensibles, et desséchées |
| | VICHY CAPITAL SOLEIL baume après-soleil de secours cellulaire | Soulage immédiatement la peau en cas de coup de soleil |
| Crème | VICHY CAPITAL SOLEIL crème protectrice pro-densité SPF30 | Nourrit la peau tout en la protégeant des rayonnements solaires |
| Divers | EUCERIN® SUN FLUID MATIFIANT 50+ | Renforce la peau en profondeur tout en lui apportant une très haute protection vis-à-vis des UVA et des UVB |
| Écran | NUXE PRODIGIEUX® écran haute protection IP30 | Protège toutes les peaux au quotidien du rayonnement solaire |
| Lait | VICHY CAPITAL SOLEIL lait-gel fraîcheur corps IP20 | Prévient les effets néfastes du soleil pour les peaux mates ou déjà bronzées |
| | VICHY LIPIDIOSE nutri-sun lait hydratant corps hale progressif | Nourrit l'épiderme tout en rehaussant le hâle de manière progressive |
| Lait après-soleil | PHOTODERM lait après-soleil | Apaise et prolonge le bronzage tout en réhydratant intensément la peau |
| | ROC® SOLEIL PROTEXION+ APRES-SOLEIL lait prolongateur de bronzage | Hydrate la peau après qu'elle a été exposée aux rayonnements solaires en vue de prolonger le bronzage |
| | VICHY CAPITAL SOLEIL soin lacté quotidien après-soleil | Hydrate et apaise intensément la peau pour la préparer aux expositions futures |
| Spray après-soleil | NIVEA SUN spray après-soleil fraîcheur | Hydrate et rafraîchit la peau en prolongeant le bronzage |

Tableau 19 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins solaires, sous des formes autres que les sticks ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

| Types | Exemples | Propriétés |
|-----------------------|---|--|
| Combistick | DERMOPHIL INDIEN combistick IP20 UVA7 UVB20 « mer montagne » | Apaise les lèvres et les zones exposées tout en les protégeant du rayonnement solaire à la mer comme à la montagne |
| | DERMOPHIL INDIEN combistick IP30 UVA10 UVB30 « glacier » | Apaise et répare les lèvres et les zones exposées tout en les protégeant du rayonnement solaire intense en haute altitude |
| Stick | BARIÉSUN stick extra-large SPF50+ | Apporte une très haute protection des zones fragiles et sensibilisées pour les peaux intolérantes ou allergiques, ce qui est particulièrement intéressant chez les sujets à phototype clair soumis à un ensoleillement intense |
| | VICHY CAPITAL SOLEIL stick ultra protection zones sensibles IP50+ | Protège la peau au niveau des zones sensibles ou surexposées |
| Stick à lèvres | BARIESUN stick à lèvres SPF30 | Nourrit et restructure les lèvres sensibles grâce à sa base hydratante, tout en les protégeant vis-à-vis des rayonnements UVA et UVB |
| | DERMOPHIL INDIEN stick à lèvres protecteur « Corsica » | Nourrit, régénère et apaise les lèvres desséchées tout en les protégeant du rayonnement solaire |
| | PHOTODERM SKI SPF50+ stick à lèvres | Permet d'éviter les gerçures labiales tout en apportant aux peaux intolérantes une photoprotection maximale spécialement en haute altitude |

Tableau 20 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins solaires, sous forme de sticks ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Le tableau 21 présente les soins du maquillage et du démaquillage.

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|--------------------------|--|---|
| Crayon | AVENE crayon duos lèvres et contours | Hydrate et nourrit les lèvres en plus de les redessiner |
| Crème | CAUDALIE TEINT DIVIN crème teintée minérale peaux claires | Hydrate la peau en plus d'illuminer et d'unifier le teint |
| | CAUDALIE TEINT DIVIN crème teintée minérale peaux mates | Hydrate la peau en plus d'illuminer et d'unifier le teint |
| | VICHY PURETE THERMALE exfoliant crème détoxifiant | Nettoie les pores de la peau en profondeur |
| Eau | EAU DEMAQUILLANTE URIAGE pour peaux normales à sèches (flacon ou lingettes) | Nettoie et démaquille en douceur tout en préservant l'hydratation de la peau grâce à la présence d'un extrait de karité |
| Lait démaquillant | VICHY PURETE THERMALE lait démaquillant absolu ultra-douceur peaux normales à mixtes | Nettoie la peau en la libérant des impuretés et résidus de maquillage |
| | VICHY PURETE THERMALE lait démaquillant absolu ultra-douceur peaux sèches et sensibles | Nettoie la peau en la libérant des impuretés et résidus de maquillage |
| Masque | VICHY PURETE THERMALE masque thermal réhydratant | Apaise et adoucit la peau tout en la réhydratant intensément et durablement |
| Soin | VICHY OLIGO 25 soin hydratant anti-teint terne | Irrigue et hydrate la peau sèche |
| Soin démaquillant | CAUDALIE démaquillant soin doux | Nettoie la peau en l'adoucissant et en la protégeant des radicaux libres |
| | VICHY PURETE THERMALE démaquillant intégral 3 en 1 | Démaquille en délogant et capturant les impuretés |

Tableau 21 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins du maquillage et du démaquillage, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Le tableau 22 présente les soins pour homme.

| <u>Types</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|---------------------------|--|--|
| Baume après-rasage | WELEDA baume après-rasage | Hydrate, protège et apaise les épidermes après le rasage |
| Soin | VICHY HOMME HYDRA MAG C. soin hydratant 24h fortifiant | Réhydrate la peau après le rasage |

Tableau 22 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins pour homme, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

II. Le beurre de cacao

II.1. Présentation botanique du cacaoyer

Les graines encore appelées fèves de cacao et utilisées pour produire le beurre de cacao sont issues d'un petit arbre tropical originaire d'Amérique centrale et d'Amazonie, le cacaoyer (figure 31). Sa culture s'est largement répandue depuis le début du XX^e siècle jusqu'en Asie et en Afrique. ⁽⁵⁹⁾



Figure 31 – Le cacaoyer, *Theobroma cacao* (L.) ⁽⁶⁰⁾

II.1.1. Le cacaoyer et ses différentes appellations

Connu en français sous le terme de « cacaoyer » ou de « cacaotier », cet arbre est désigné en anglais par « cacao », le vocable anglais « cocoa » représentant plus spécifiquement les graines ou fèves de cacao. Parmi les autres noms vernaculaires, on peut citer « cacao » en espagnol, « koko » en dialectes samoan et tonguien, « cacahuatl » en dialecte nahuatl et « cakaw » en dialecte maya. ⁽⁶¹⁾

II.1.2. Découverte historique

Le cacaoyer a été domestiqué par les civilisations Mayas et Aztèques. L'un des principaux intérêts de sa culture pour ces peuples résidait dans l'utilisation des fèves comme monnaie d'échange grâce à un système de calcul en base 20 où fèves correspondaient à un tzontli et où 20 tzontle équivalaient à un xiquipilli (soit fèves). Des fèves pouvaient également constituer des offrandes pour les dieux ou les morts ou encore des médicaments, en particulier contre les morsures de serpent. Mais surtout ces populations concassaient les fèves grillées pour élaborer un breuvage aux vertus reconstituantes, fortifiantes et aphrodisiaques : la « boisson des dieux » ou « xocoatl ». Cette toute première boisson chocolatée de l'histoire était ainsi obtenue à partir de la pâte issue du concassage et additionnée d'eau et d'épices. Après un certain temps de chauffage, le beurre de cacao remontait à la surface, puis une branche servait à mélanger le liquide pour obtenir de la mousse. ^{(62) (63) (64)}

Ce n'est qu'au début du XVI^e siècle que les Grands Explorateurs révélèrent à l'Ancien Monde l'existence du cacaoyer. C'est en 1502, à l'occasion de son quatrième voyage, que Christophe COLOMB goûte cette boisson préparée par les Aztèques et la trouve imbuvable. De même en 1519, l'empereur aztèque MOCTEZUMA a fait goûter à Hernan CORTES une coupe de « *xocoatl* » qui ressentit la même impression d'amertume en la buvant



Figure 32 – Représentation de la rencontre entre Hernan CORTES et l'empereur aztèque MOCTEZUMA ⁽¹³⁰⁾

(figure 32). Les Conquistadores espagnols préoccupés par la recherche de l'or ont alors délaissé cette boisson chocolatée, jusqu'à ce que les religieux d'Oaxaca aient l'idée de l'agrémenter de sucre de canne et de vanille. CORTES apprécie le breuvage ainsi préparé et envoie une cargaison de cacao au roi Charles QUINT. Ce dernier tombe sous le charme de cette nouvelle boisson, et du coup l'Espagne va monopoliser le commerce du cacao durant un siècle. En 1585, la première cargaison commerciale de fèves de cacao va parvenir en Espagne. Cependant, compte tenu de son prix, le chocolat demeure encore un met royal. En 1615, le chocolat traverse la frontière pyrénéenne grâce à Anne D'AUTRICHE, la fille du roi d'Espagne qui va épouser le roi de France LOUIS XIII. En s'emparant de la Jamaïque en 1655, les Anglais vont découvrir à leur tour le cacao. C'est d'ailleurs à Londres que le premier chocolat à croquer est conçu en 1674. L'engouement pour le cacao va alors se propager peu à peu à toute l'Europe. Dès lors, chaque pays européen plante des cacaoyers dans ses propres colonies. Puis, d'autres plantations apparaissent au XVIII^e siècle en Asie du Sud-Est et en Afrique, les besoins en cacao grandissant au fur et à mesure que l'industrie chocolatière se développe. Après la première fabrique ouverte à Barcelone en 1780, d'autres personnages qui créent leur propre fabrique à travers l'Europe sont à l'origine des grandes industries chocolatières d'aujourd'hui : Philippe SUCHARD, Henri NESTLE, Rodolf LINDT et Franck C. MARS, entre autres. ^{(62) (63)}

II.1.3. Présentation taxonomique

Botaniquement, le cacaoyer a été décrit en 1753 par Carl von LINNE (1707-1778) (figure 33). Ce naturaliste suédois, père de la taxonomie, attribua au cacaoyer le nom binomial de *Theobroma cacao*. Le nom de genre *Theobroma*, dont l'étymologie grecque θεοβρώμα signifie « nourriture des dieux », fait référence à une sorte de cacao en vogue sous l'empire espagnol en Amérique latine. Aujourd'hui, l'ensemble des sous-espèces de cacao sont rattachées à ce genre *Theobroma*, lequel est inclus dans la famille des *Malvaceae*. ⁽⁶⁵⁾



Figure 33 – Carl von LINNÉ ⁽¹³¹⁾

Les *Malvaceae* sont une famille de plantes dicotylédones regroupant environ 1000 espèces pour une centaine de genres. Cette famille doit son nom au botaniste français Antoine-Laurent de JUSSIEU (1748-1836) (figure 7 page 5). Les fleurs des plantes herbacées ou arbustes de cette famille ont des étamines monadelphes (soudure vers le bas en un tube). Les différentes espèces de cette famille cosmopolite, dont certaines sont ornementales, peuvent être rencontrées en zones froides comme tropicales. ⁽⁶⁶⁾

La classification phylogénétique des angiospermes APG III (2009) nous permet de ranger l'espèce *Theobroma cacao* (L.) de la façon suivante dans le règne des Plantes : ⁽⁸⁾

- ✓ Angiospermes ou *Magnolophyta* dont :
 - Dicotylédones vraies ou *Eudicotyledonae*
 - comprenant 2 principaux clades (Rosidées et Astéridées).
 - Rosidées ou *Rosidae*
 - comprenant un ordre principal (Vitales) et 2 sous-clades (Fabidées et Malvidées).
 - ✓ Malvidées ou *Malvidae*
 - comprenant 8 ordres dont :
 - Ordre des Malvales ou *Malvales* (Bercht. & J.Presl [1820])
 - comprenant 10 familles dont :
 - Famille des Malvacées ou *Malvaceae* (Juss. [1789])
 - comprenant 262 genres dont :
 - ✓ Genre *Theobroma* (L. [1753]).

L'ordre des Malvales a été étudié par 2 botanistes tchèques : Friedrich von BERCHTOLD (1781-1876) et Jan Svatopluk PRESL (1791-1849).

NB : Pour la classification classique du botaniste nord-américain Arthur CRONQUIST (1919-1992), la famille des Malvacées se subdivise en 3 autres familles : les Bombacées, les Tiliacées et les Sterculiacées. Dans cette classification, le genre *Theobroma* est répertorié dans la famille des Sterculiacées.

Le genre *Theobroma* est actuellement représenté par 22 espèces, dont celle du cacaoyer, *Theobroma cacao* que l'on peut subdiviser en 2 sous-espèces : *Theobroma cacao* subsp. *cacao* et *Theobroma cacao* subsp. *sphaerocarpum*. ⁽⁶⁵⁾

II.1.4. Écologie du cacaoyer

II.1.4.1. Répartition géographique

Actuellement, les plants de cacaoyer sont répartis dans une cinquantaine de pays, tous situés en zone intertropicale (figure 34).

Figure 34 – Répartition des zones de production et des principaux pays producteurs et consommateurs de cacao ⁽⁶⁷⁾



Le bassin de production originel englobe toute l'Amérique centrale ainsi qu'une partie de l'Amérique du Sud, de l'Équateur au Brésil. Un second bassin, de loin le plus important en termes de quantité de fèves produites, est implanté en Afrique de l'Ouest et comprend l'ensemble des pays allant de la Guinée au Cameroun, à l'exclusion du Bénin. La production issue des autres états africains est peu significative. Enfin, le troisième et dernier bassin situé sur le continent asiatique, associe l'Indonésie, la Malaisie et la Papouasie.

Le principal pays producteur de fèves de cacao est la Côte-d'Ivoire (29 %) devant l'Indonésie (19 %) et le Ghana (15 %).

Les deux-tiers des fèves produites dans le monde proviennent du bassin ouest-africain dont la part est en constante progression depuis un demi-siècle, tandis que les productions américaines et asiatiques ont plutôt tendance à stagner (figure 35).⁽⁶⁷⁾

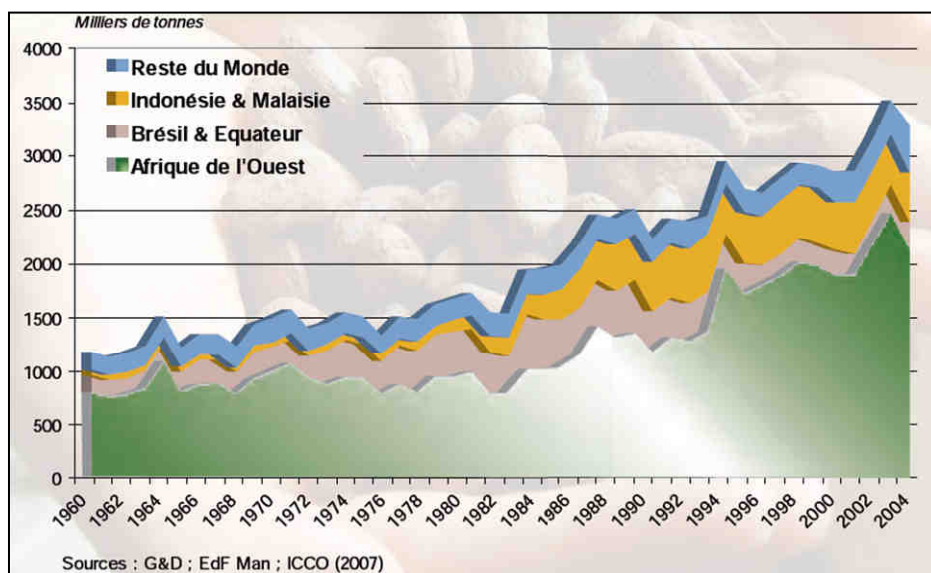


Figure 35 – Évolution de la production de fèves de cacao (1960-2005)⁽⁶⁷⁾

Il faut savoir qu'il existe différents cultivars du cacaoyer et que chacun d'entre eux a une zone de production privilégiée (figure 36). On les distingue par la couleur de leur cabosse et de leur amande. Les chocolatiers apprécient leur différence gustative. Les principaux cultivars sont le *forastero*, le *criollo* et le *trinitario*.⁽⁶⁸⁾

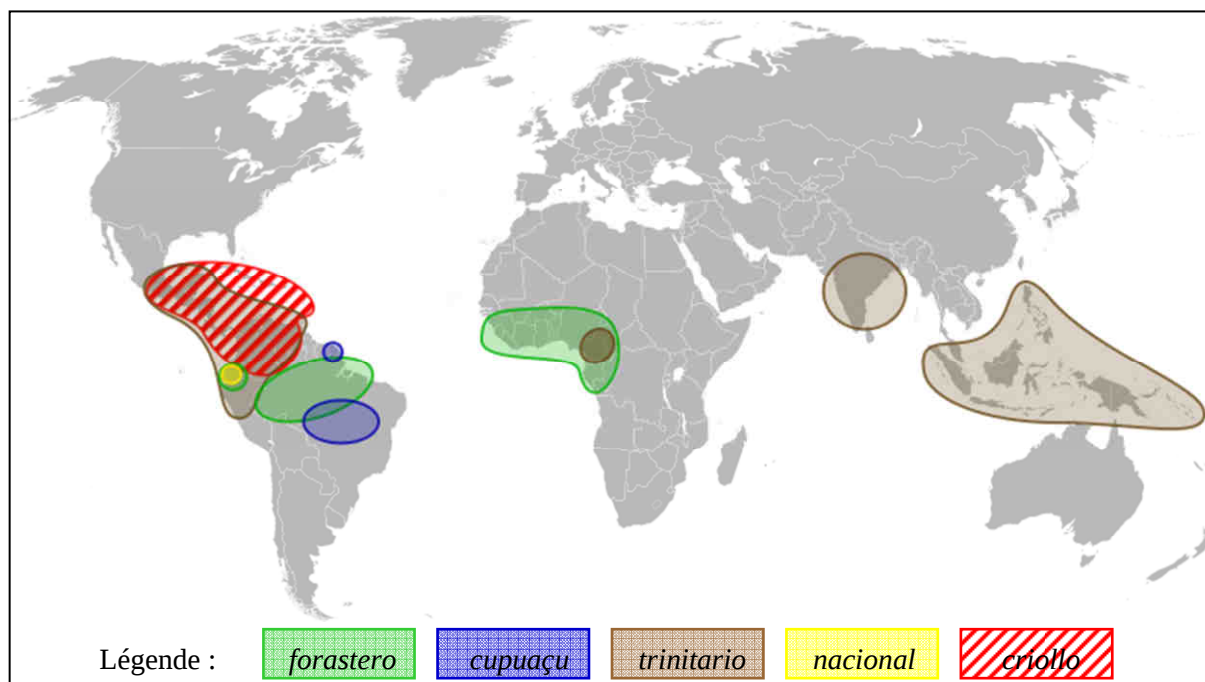


Figure 36 – Répartition géographique des différents cultivars de cacaoyer⁽⁶⁸⁾

Originaire d'Amazonie, le *forastero* est cultivé au Brésil, en Équateur et en Afrique de l'Ouest. C'est actuellement le cultivar le plus répandu, puisqu'il représente 80 à 90 % de la production mondiale. Avec sa cabosse jaune et son amande pourpre-violet, c'est le plus rustique. Il procure un goût amer, avec des notes acides.

Le *criollo*, d'origine vénézuélienne, n'est cultivé qu'en Amérique latine, à savoir au Mexique, au Venezuela, en Colombie et dans les Caraïbes. Ce cultivar fournit seulement 1 à 5 % de la production mondiale. C'est le plus fragile. Néanmoins, avec sa cabosse verte et son amande blanche, il permet d'obtenir les cacaos les plus fins et les plus aromatiques, à la saveur douce et à l'amertume légère, ce qui en fait le cacao le plus recherché. C'est ce cultivar que connaissaient les Mayas.

Un croisement entre le *forastero* et le *criollo* est à l'origine d'un hybride appelé *trinitario*, mis au point au XVIII^e siècle sur l'île Trinité, afin de remédier à la fragilité du *criollo* face aux ouragans. Ses cultures en Amérique hispanophone et centrale, au Mexique, à Trinité-et-Tobago, en Colombie, au Venezuela, en Équateur mais aussi en Afrique (essentiellement au Cameroun) et en Asie génèrent 10 à 20 % de la production mondiale. Il est rustique comme le *forastero*, mais ses arômes fins sont moins intenses que ceux du *criollo*.

À noter, une variante du *forastero* en Équateur baptisée *nacional* qui possède des arômes plus fins. ⁽⁶⁸⁾

II.1.4.2. Biotope du cacaoyer

L'habitat naturel du cacaoyer est représenté par l'étage inférieur des forêts tropicales à feuilles persistantes. Le sol doit avoir certaines qualités physico-chimiques pour permettre la culture du cacaoyer.

D'un point de vue physique, le sol doit être constitué de particules grossières afin de laisser de l'espace libre aux racines qui ne doivent pas être en état d'asphyxie. Pour le bon développement du système racinaire, une quantité suffisante de nutriments est nécessaire jusqu'à la profondeur de 1,5 m. En-deçà, la matière doit être relativement perméable pour que l'excès d'eau puisse s'écouler. En effet, le cacaoyer supporte un bref engorgement en eau, l'excès hydrique devant s'éliminer rapidement. Néanmoins, le cacaoyer est également sensible au manque d'eau, de sorte que le sol doit assurer à la fois une bonne rétention d'eau et un bon drainage.

Pour ce qui est des propriétés chimiques, le pH du sol doit être légèrement acide, soit compris entre 5,0 et 7,5. Une acidité excessive ($\text{pH} \leq 4$) ou une alcalinité trop prononcée ($\text{pH} \geq 8$) sont très défavorable à la culture du cacaoyer, bien qu'il présente une certaine tolérance vis-à-vis des sols acides, sous réserve que la teneur en éléments nutritifs soit assez élevée. De plus, le sol doit avoir une certaine richesse en matières organiques, à savoir 3,5 % dans les 15 premiers centimètres. Par ailleurs, pour éviter tout problème nutritionnel, le cacaoyer nécessite un sol avec une balance anionique et cationique bien définie : les bases échangeables doivent représenter *a minima* 35 % de la capacité totale d'échange cationique. Enfin, le ratio optimal $\frac{\text{azote total}}{\text{phosphore total}}$ doit être proche de 1,5. ^{(65) (69)}

II.1.4.3. Adaptation au terrain

D'une manière générale, le cacaoyer est acclimaté à un milieu chaud et humide, mais sans saison sèche trop prononcée. Pour favoriser une croissance optimale, un certain nombre de conditions sont nécessaires.

Les **températures** moyennes annuelles doivent être comprises entre une minimale de 18 à 21 °C et une maximale de 30 à 32 °C, pour une optimale de 25 °C. Quoi qu'il en soit, le minimum absolu toléré par le cacaoyer est de 10 °C.

La **pluviométrie** est le principal facteur influençant le rendement des cacaoyers d'une année sur l'autre, ces arbres présentant une extrême sensibilité à toute carence du sol en eau. Des précipitations abondantes et bien réparties au cours de l'année sont plus que souhaitables. La pluviométrie optimale est comprise entre 1500 et 2500 mm par an, sachant que les périodes de sécheresse ne doivent pas excéder trois mois consécutifs de pluviométrie inférieure à 100 mm.

Une **atmosphère chaude et humide** est propice au bon développement du cacaoyer d'où un taux d'humidité optimal de 85 % pouvant aller jusqu'à 100 % au cours de la journée, pour chuter à 70 % dans la nuit.

Au cours de ses trois premières années, le cacaoyer nécessite un **ombrage permanent** interceptant 20 à 40 % du rayonnement. En effet, la forêt amazonienne, son environnement naturel, lui fournit les arbres d'ombrage. Traditionnellement cultivé dans l'ombre, le cacaoyer ne peut que faire une utilisation optimale du peu de lumière disponible.

Au niveau de l'équateur, des plants de cacaoyer se développent jusqu'à **1000 m d'altitude**, tandis qu'à 20° de latitude (nord ou sud) le cacaoyer pousse uniquement au niveau de la mer. ^{(65) (69)}

II.1.5. Aspects anatomiques

II.1.5.1. L'arbre cacaoyer

Le cacaoyer est un arbre de 10 à 15 mètres de haut, taillé à 4 à 8 mètres lorsqu'il est cultivé. Mûre 6-7 ans après sa plantation, sa durée de vie est de 40 ans. C'est un arbre cauliflore, à feuilles persistantes (figure 37).

Le bois de couleur claire est blanchâtre, tandis que l'écorce est à la fois brune, fine et lisse. Les branches du cacaoyer sont étalées. Les feuilles, grandes et vertes, possèdent des pétioles et sont munies de stipules de 5 à 14 mm de long au point de fixation sur la branche. ⁽⁶⁵⁾
^{(70) (71)}

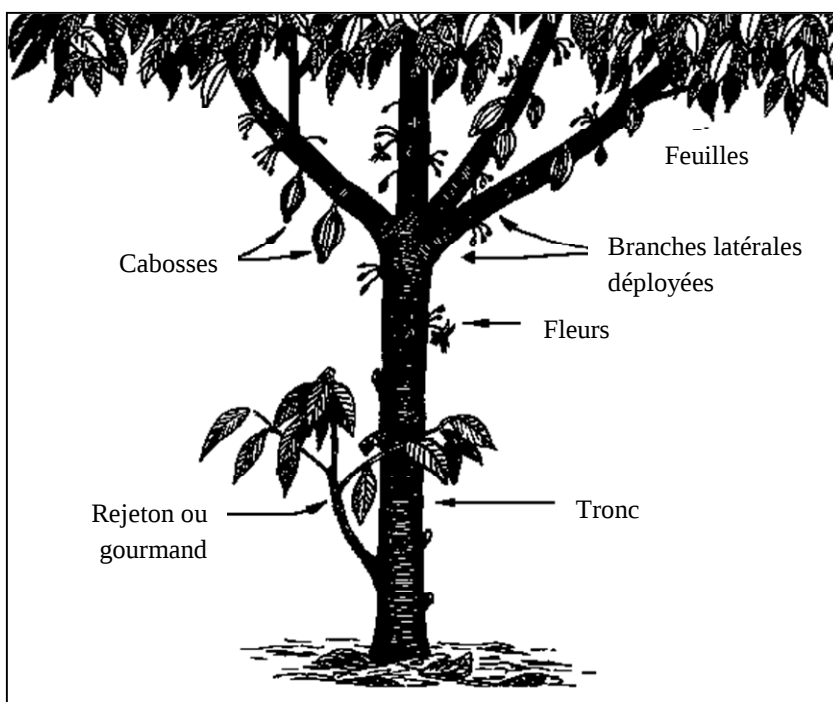


Figure 37 – Différentes parties du cacaoyer ⁽⁷⁰⁾

Le cacaoyer se développe en plusieurs phases successives d'élongation. La pousse de l'arbre qui croît vers le haut est appelée « *chupon* », mot que l'on peut traduire par « rejeton » ou « gourmand ». Après avoir grandi durant 18 mois jusqu'à une hauteur de 1 m à 1,5 m, la croissance de ce rejeton cesse avec la dégénérescence du bourgeon terminal, et trois à cinq branches latérales surgissent alors sous la forme d'un verticille croissant horizontalement. Ces branches latérales déployées sont appelées « *fan branches* » et sont issues d'un point dénommé « *jorquette* » correspondant à un méristème (figure 38). Si on laisse le cacaoyer croître sans intervenir, de nouveaux gourmands apparaissent sous le premier méristème et vont se développer de la même manière jusqu'à la formation d'un nouveau méristème.

On différencie les gourmands des branches déployées par la nature de leur croissance et par la disposition des feuilles. Ainsi, la croissance des branches déployées se fait-elle essentiellement sur les côtés, tandis que celle des gourmands est bien verticale. De plus, les feuilles des branches déployées sont disposées dans un plan et sont alternées, alors que celles des rejetons sont disposées en spirale avec une phyllotaxie de 3/8, un pétiole plus long et un pulvinus plus prononcé. Les bourgeons issus d'un gourmand sont à l'origine de nouveaux gourmands, ce qui procure aux cacaoyers sauvages l'apparence d'un massif touffu. De même, à partir des branches déployées, seules d'autres branches déployées pourront se développer, ce qui fait que le tronc sera prolongé par paliers de 1,5 mètre supplémentaire. Dans les plantations, le cacaoyer est taillé en ne laissant qu'une seule branche au niveau du second méristème par le retrait systématique de tous les gourmands. ^{(64) (72)}

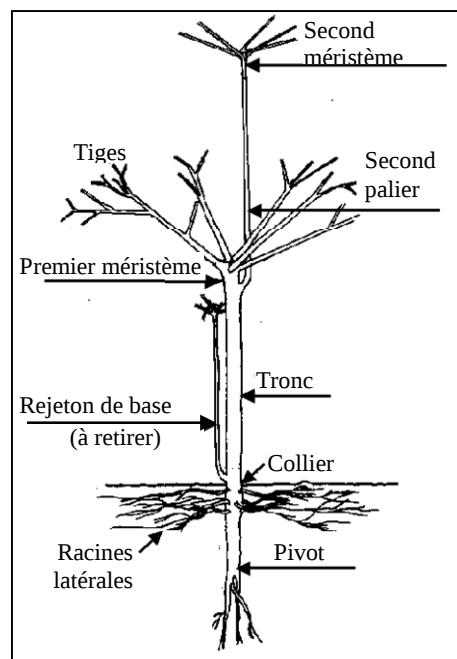


Figure 38 – Ramifications du cacaoyer ⁽⁷²⁾

Les jeunes rameaux sont décrits comme étant cylindriques et effilés, colorés en vert grisâtre ou brunâtre, densément à faiblement pubescents, munis de poils simples ou fourchus de 0,1 à 0,3 mm de long avant de devenir glabres et plus ou moins striés. Les stipules sont subulées, pubescentes, caduques, de forme très aiguë et mesurant 5 à 14 mm de long pour 0,5 à 1,5 mm de large à la base. ⁽⁷²⁾

Concernant les racines, le cacaoyer possède un pivot qui pousse essentiellement vers le bas avec seulement quelques ramifications. Ce pivot peut atteindre 1,5 m lorsque le sol est profond et que les conditions sont favorables. L'intérêt majeur de cette racine pivot est de permettre l'ancrage du cacaoyer dans le sol. Les principales racines permettant la nutrition du cacaoyer sont celles qui croissent latéralement à partir du pivot. Celles-ci, couvertes de poils absorbants, se concentrent juste en-dessous de la surface du sol, jusqu'à une profondeur de 15 à 20 centimètres, et se propagent jusqu'à un rayon de 5 à 6 mètres tout autour d'un pied adulte de cacaoyer. Étant donné que la majeure partie des racines nutritives est située à proximité de la surface du sol, le moindre trou creusé autour du cacaoyer pourra lui nuire. ^{(64) (72)}

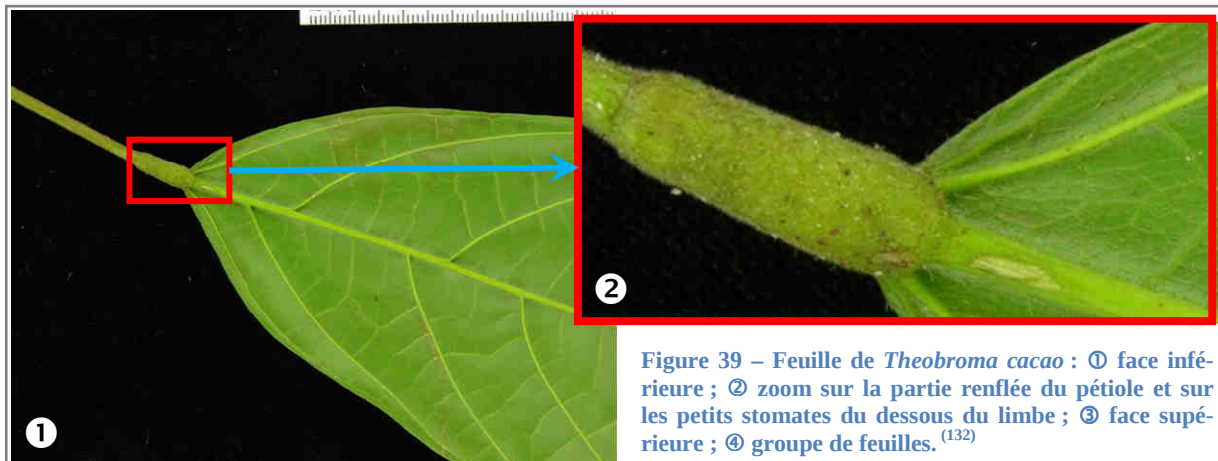
II.1.5.2. Les feuilles

Parallèlement au développement du tronc, de jeunes feuilles très souvent pigmentées apparaissent selon un arrangement phyllotaxique de 3/8. Leur couleur est variable du vert pâle au rose, voire au violet foncé. D'abord molles et pendantes, les feuilles deviennent, au fil de leur maturité, vert foncé et rigides. Les feuilles sont coriaces, alternes et distiques sur les branches normales (figure 39).

Le pétiole n'est pas d'égale longueur selon que la feuille est portée par un gourmand ou par une branche déployée : respectivement 7 à 9 cm contre 2 à 3 cm. Ce pétiole est caractérisé à sa base par deux renflements épaissis en forme de coussins. Pubescents ou tomenteux, les pétioles sont recouverts de poils simples, assez denses et diffus.

Le limbe est décrit comme étant entier, glabre, simple, elliptique à obovale-oblongue, pointu et nervuré tel qu'une plume. Pour une feuille moyenne de 20 cm de long sur 8 à 10 de large, les dimensions du limbe varient de 12 à 60 cm de long sur 4 à 20 de large, en fonction du cultivar et du niveau d'exposition à la lumière. Ainsi, les feuilles exposées en plein soleil vont-elles être plus robustes et

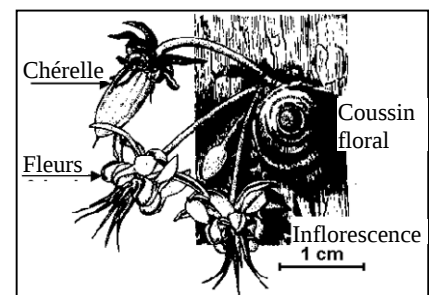
plus épaisses que celles situées à l'ombre. Enfin, on peut apercevoir de très petits stomates, mais seulement sur le dessous du limbe, l'épiderme supérieur étant fortement cutinisé.⁽⁷²⁾



II.1.5.3. Les inflorescences

Les fleurs du cacaoyer sont portées au niveau des tiges par l'aisselle épaissie des feuilles appelée « cushion » (figure 40). Ce « coussin » regroupe une cinquantaine de fleurs. L'inflorescence à proprement parler est une cyme bipare condensée.⁽⁶⁴⁾

Figure 40 – Inflorescence du cacaoyer⁽⁷²⁾



II.1.5.4. Les fleurs

Chaque fleur est reliée à la tige par un pédoncule de 1 à 3 cm de long. Ces petites fleurs, dont le diamètre mesure 0,5 à 1 centimètre, sont hermaphrodites et régulièrement pentamères (figure 41).⁽⁷²⁾

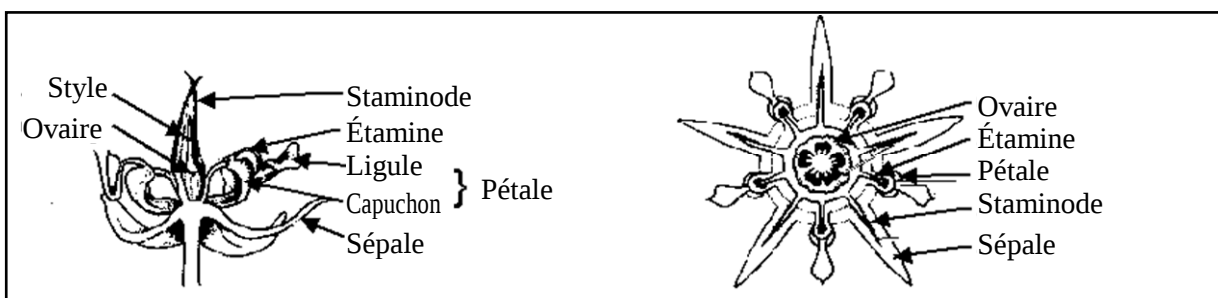


Figure 41 – Détail d'une section de fleur (à gauche) et diagramme floral (à droite)⁽⁷²⁾

La fleur possède cinq sépales qui alternent avec cinq pétales, ainsi que dix étamines disposées sur deux verticilles. Les cinq sépales qui se rejoignent à la base sont blancs ou teintés de rose. La forme du pétale est très caractéristique : très étroit à la base, il s'élargit pour devenir concave, formant un petit capuchon (« hood ») blanc bordé intérieurement par deux veines violettes. La partie supérieure de ce capuchon qui est orienté vers l'axe de la fleur se prolonge par une mince languette recourbée vers l'extérieur et dont l'extrémité s'élargit en une ligule lancéolée colorée en blanc ou en jaune vif.

L'ovaire supère est constitué de cinq loges, chacune comportant six à douze ovules disposés autour de l'axe central de l'ovaire. Le style tubulaire ramifié se termine par cinq stigmates (figure 42). L'androcée comprend cinq étamines alternant avec cinq staminodes stériles. Étamines blanches et staminodes pourpres sont réunies à la base formant une courte gaine tubulaire. Les staminodes se dressent autour du style alors que les étamines sont recourbées vers l'extérieur, ce qui fait que les anthères sont enfermées au sein des capuchons des pétales. Chaque étamine est divisée en deux et les anthères ont donc chacune quatre sacs polliniques.

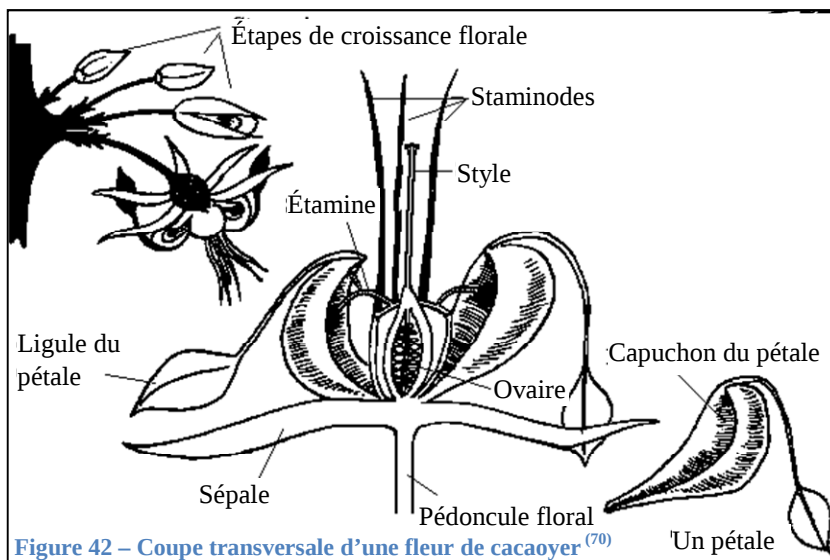


Figure 42 – Coupe transversale d'une fleur de cacaoyer⁽⁷⁰⁾

Chaque étamine est divisée en deux et les anthères ont donc chacune quatre sacs polliniques.

Aussitôt que la fleur éclot, la déhiscence des anthères libère le pollen. Ce dernier est immédiatement fonctionnel mais viable seulement 48 heures dans les conditions normales. Le bourgeon de la fleur s'ouvre au cours de l'après-midi puis la floraison s'achève dans les premières heures de la matinée suivante. On reconnaît un bourgeon floral sur le point d'éclore par sa forme arrondie et par les lignes marquées séparant les sépales.⁽⁷²⁾

Les fleurs du cacaoyer sont produites en grand nombre, mais seules quelques-unes d'entre elles évolueront en fruits.⁽⁶⁴⁾

II.1.5.5. Les fruits

Le développement du fruit commence au troisième jour post-fécondation. Baptisé successivement chérelle au début de sa croissance (figure 40), puis cabosse (« pod ») lorsqu'il a atteint sa taille maximale, il est considéré comme mûr après un délai de 5 à 6 mois, variable selon l'origine. La cabosse est constituée d'une unique cavité tapissée par une épaisse pulpe mucilagineuse sur laquelle sont disposées les graines qui semblent se chevaucher les unes les autres en cinq rangées longitudinales.

La cabosse est reliée à la branche ou au tronc par une tige ligneuse qui s'épaissit à mesure que le fruit se développe : il s'agit de la tige à laquelle était auparavant attachée la fleur. Le péricarpe de la cabosse se décompose en trois couches superposées : un épais épicarpe velu plus ou moins dur, un fin mésocarpe dur et plus ou moins ligneux, et un endocarpe velu dont l'épaisseur est variable.

Une cabosse contient environ 30 à 40 graines, cependant cette quantité peut varier en fonction du niveau de pollinisation, du nombre moyen d'ovules par ovaire, de la fécondité et du nombre minimum de graines nécessaires au maintien de la pleine croissance de la chérelle. En effet, la probabilité pour

que la jeune chérelle reste sur l'arbre décroît fortement dès lors que la quantité de graines est inférieure au seuil du « point de flétrissement différentiel », variable selon le cultivar.

Avant sa maturité, la cabosse peut être colorée en vert plus ou moins foncé, en violet rougeâtre ou en vert avec une teinte pourpre rougeâtre. Généralement, les cabosses *forastero* sont vertes avant de mûrir puis jaunes à pleine maturité, tandis que les cabosses *criollo* pourpres rougeâtres deviennent rouges ou orange vif après leur maturité.

La forme de la cabosse est définie, d'une part, par le rapport entre sa longueur et sa largeur, et d'autre part par la forme de ses deux extrémités. Cette forme est extrêmement variable, allant de la cabosse presque sphérique (type *calabacillo*) à la cabosse allongée et pointue (type *cundeamor*) en passant par la cabosse ovale et régulière (type *amelonado*). De plus, le fin pédoncule peut être réduit à une sorte de goulot d'étranglement, et l'extrémité distale plus ou moins pointue. La cabosse est divisée dans le sens de sa longueur par cinq à dix sillons régulièrement espacés. Quant à sa surface, elle peut être complètement lisse ou bien extrêmement verruqueuse (figure 43).⁽⁷²⁾



Figure 43 – Différentes formes de la cabosse du cacaoyer⁽⁷²⁾

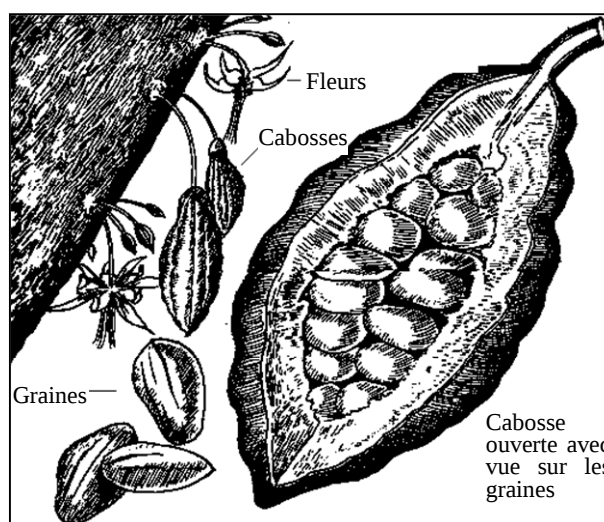
À maturité, la cabosse mesure généralement 15 à 30 cm pour un poids moyen de 400 à 500 grammes dont 100 à 120 grammes de graines. Toutefois les dimensions extrêmes varient de 10 à 35 cm de long avec un poids pouvant aller de 200 grammes jusqu'à plus de 1 kg.⁽⁷²⁾

II.1.5.6. Les graines

La graine de cacao ressemble morphologiquement à une amande dodue. Elle est entourée d'une pulpe blanche mucilagineuse, à la fois douce et peu aigre (figure 44). En règle générale, les graines mesurent 20 à 30 mm de long sur 12 à 16 de large et 7 à 12 d'épaisseur.⁽⁷²⁾

Dépourvue d'albumen, la graine est constituée de 3 couches superposées qui sont, en partant de l'extérieur, une fine enveloppe résistante, rose et

Figure 44 – Graines de cacao et leur situation dans une cabosse⁽⁷⁰⁾



nervurée, issue des tissus incluant les téguments de l'ovule, une fine peau argentée, translucide et brillante, et enfin deux cotylédons situés sous la peau et qui occupent tout le volume de la graine. Ces cotylédons, dont la couleur varie du blanc au violet foncé, sont étroitement repliés avec des lobes qui se chevauchent. Entre les deux cotylédons réunis à leur base par une radicule de 6 à 7 mm, on trouve une plumule rudimentaire. Ensemble, radicule et plumule constituent l'embryon improprement appelé « germe » de la fève de cacao (figure 45).⁽⁷²⁾

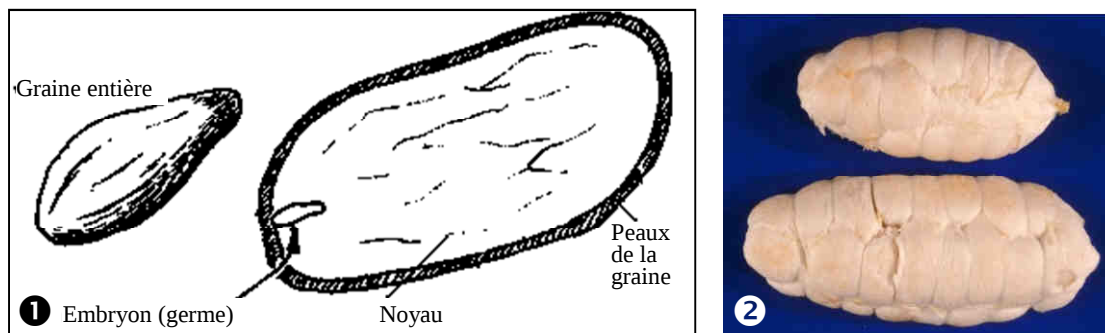


Figure 45 – Graines de cacao : ① section transversale d'une graine de cacao⁽⁷⁰⁾ ; ② graines entourées de pulpe⁽⁶⁰⁾

Une graine pèse en moyenne de 1,3 à 2,3 g si on lui a retiré sa pulpe et son enveloppe extérieure. Après séchage, elle ne pèsera plus que 0,9 à 1,5 g. La pulpe et l'enveloppe extérieure représentent respectivement moins de 40 % et 5 à 8 % du poids total de la graine.⁽⁷²⁾

II.1.6. Aspects physiologiques

Le cacaoyer achève sa croissance vers l'âge de 10 ans. Cependant, il devient productif dès la formation des fleurs et des fruits à partir de la 3^e ou 4^e année, le plein rendement commençant à 6-7 ans. La plantation demeurera rentable pendant 25 à 30 ans sous réserve qu'elle soit bien gérée.⁽⁷²⁾

II.1.6.1. Fertilité

On considère que la pollinisation est réussie lorsque, 3 jours après, la fleur prend l'aspect d'un ovaire gonflé. Cet état constitue le premier signe visible de la fécondation des ovules. Néanmoins, une éventuelle réaction d'incompatibilité surviendra plusieurs semaines après la pollinisation selon un mode très peu commun dans le règne végétal. Le pollen du cacao ayant dans tous les cas la capacité de germer, l'incompatibilité apparaîtra tant dans l'ovaire que dans l'ovule, par opposition à la majorité des autres espèces végétales pour lesquelles l'incompatibilité se produit entre le pollen et le style de la fleur. Dans le cas du cacaoyer, l'incompatibilité, qui serait d'origine génétique, conduit à la chute des jeunes fruits. L'intensité de ce phénomène est variable selon le cultivar.⁽⁷²⁾

II.1.6.2. Germination

Trois à quatre jours après l'ensemencement des graines, apparaît une racine blanchâtre qu'on appellera plus tard le pivot. Sa croissance rapide et verticale dans le sol représente le premier signe montrant que la graine de cacao a bien germé (figure 46). Deux semaines plus tard, cette racine mesure déjà 10 à 15 cm de long. Simultanément, les racines latérales commencent à pousser à l'horizontale. On considère le réseau racinaire entièrement développé dix ans après la plantation.⁽⁷²⁾



Figure 46 – Graines en germination⁽⁶⁰⁾

II.1.6.3. Fleurissement

Les premières fleurs apparaissent un an ou deux après la lignification du tronc, c'est-à-dire dès l'âge de deux ans pour les arbres les plus précoces mais plus généralement 3 ou 4 ans après la germination. On ne les retrouve pas sur le tronc tant que la jorquette ne s'est pas formée.

En fonction des conditions environnementales et des conditions physiques du cacaoyer, il y aura une succession de fleurs. Tous les plants de cacao d'une même région, voire d'un même pays, fleurissent concomitamment par phases successives. L'intensité de la floraison peut être nuancée : certains arbres ont deux pics annuels de floraison prononcés, espacés d'une période où la floraison reste faible mais continue, tandis que d'autres possèdent des pics de floraison maximale entrecoupés de périodes où aucun fleur ne sera produite.

Après la chute des feuilles, dès que les conditions physiologiques et climatiques favorables sont réunies, les fleurs vont se développer à partir des bourgeons axillaires et se regrouper sous forme de cymes bipares. La répétition du développement de ces bourgeons axillaires, chaque année, aux mêmes endroits du tronc, va générer sur l'écorce des gonflements appelés « *cushion* », chacun de ces coussins pouvant produire de nombreuses fleurs à la fois (cf. § II.1.5.3). Pour un arbre donné, tous les coussins vont engendrer leurs fleurs simultanément.⁽⁷²⁾

II.1.6.4. Pollinisation

La forme complexe de la fleur la rend difficile à polliniser. Les principaux vecteurs de pollinisation sont de très petits insectes du genre *Forcypomyia* appartenant à la famille des *Ceratopogonidae* (Grassi, 1900). Ces minuscules moucheron difficilement détectables sur le terrain sont identifiés par piégeage. Par ailleurs, des fourmis du genre *Crematogaster* (Lund, 1831), des diptères de la famille des *Cecidomyiidae* (Newman, 1834), des thrips et des cicadelles assurent également la pollinisation des fleurs du cacaoyer.

Seulement 40 % des fleurs produites seront pollinisées. Parmi celles-ci, uniquement 5 % recevront des grains de pollens en quantité suffisante pour pouvoir féconder tous les ovules. Ce phénomène, étudié en Afrique et en Amérique, est dû, d'une part, au nombre et à l'activité des insectes pollinisateurs et, d'autre part, à la quantité de pollen libéré par les étamines variable à la fois dans le temps et selon que l'arbre est en bonne santé ou non. Ainsi, sur des milliers de fleurs produites en une année par un seul cacaoyer adulte, seul un petit pourcentage atteindra la première étape de la formation des fruits. On estime qu'une fleur sur 500 deviendra un fruit.

De plus, le cacaoyer possède un mécanisme de régulation des jeunes fruits encore trop nombreux : dès 50 à 60 jours après la pollinisation, certaines chérelles noircissent et se ratatinent sans tomber de l'arbre. Il s'agit non pas d'une maladie, mais d'un phénomène naturel appelé « flétrissement » qui affecte jusqu'à 90 % des chérelles formées.^{(70) (72)}

II.1.6.5. Photosynthèse

La feuille de *Theobroma cacao* réalise activement la photosynthèse, principalement au cours des 4 à 5 premiers mois de son existence. Il s'ensuit une phase de sénescence au cours de laquelle la feuille devient fragile, puis se détache généralement au douzième mois de sa vie. Sur un arbre donné, les feuilles n'ont pas toutes le même âge, puisqu'il existe 4 à 5 feuillaisons par an.⁽⁷²⁾

II.1.7. Maladies et insectes nuisibles

Tout un éventail de ravageurs et donc de maladies peuvent affecter le cacaoyer causant des pertes estimées à hauteur de 30 à 40 % de la production mondiale.⁽⁶⁹⁾

II.1.7.1. Les agents fongiques

II.1.7.1.1. La maladie du balai de sorcière

Cette maladie est provoquée par un champignon basidiomycète initialement décrit en 1915 par le mycologue suisse Gerold STAHEL (1887-1955) sous le nom de *Marasmius perniciosus*. Puis, en 1943, le mycologue allemand Rolf SINGER (1906-1994) a reclassé cette espèce dans le genre *Crinipellis*. Ce n'est qu'en 2005 que, suite à une étude moléculaire, M.C. AIME et W. PHILIPS-MORA ont attribué à cette espèce son nom actuel de *Moniliophthora perniciosus* qu'ils ont placée dans la famille des *Marasmiaceae*.⁽⁷³⁾

Ce champignon ne s'attaque qu'aux tissus en croissance active, notamment aux fleurs et aux cabosses, d'où l'observation de branches sans fruits et aux feuilles inefficaces par les cacaoyers contaminés. Les cabosses sont alors déformées et présentent des taches vertes qui leur confèrent un aspect particulier, celui d'avoir inégalement mûri (figure 47).⁽⁶⁹⁾

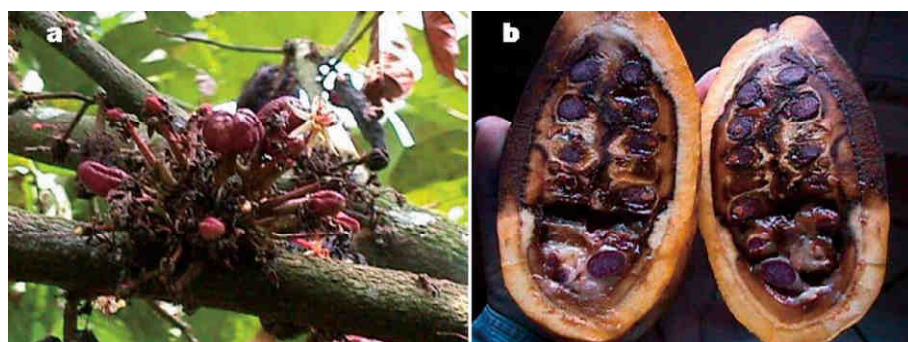


Figure 47 – Infection de *Theobroma cacao* (L.) par *Moniliophthora perniciosus* [(Stahel) Aime & Philips-Mora, 2005]. a) aspect du balai de sorcière sur une branche. b) coupe transversale d'une cabosse et aspect des graines parasitées.⁽⁷³⁾

On constate une synchronisation entre la phénologie du cacaoyer et le cycle de vie de ce champignon, dont la reproduction est principalement influencée par l'eau. En effet, le champignon libère ses basidiospores de nuit, lorsque le taux d'humidité avoisine les 80 % et que les températures sont favorables, de l'ordre de 20 à 30 °C. Puis, les spores sont disséminés à proximité immédiate par l'eau et les courants de convection, et sur de plus longues distances par le vent. Bien qu'ils soient produits en grandes quantités, les basidiospores ne restent viables qu'à court terme, car ils sont sensibles au dessèchement et à la lumière.

Dans les années 1930, des cacaoyers résistants ont été sélectionnés pour tenter de contrôler cette pathologie, mais ces choix restent vains face aux souches plus agressives de champignon identifiées dans les années 1950. Actuellement, des laboratoires recherchent de nouvelles variétés résistantes à l'aide de techniques moléculaires. Les différents fongicides testés ont conduit à des résultats mitigés. Certains composés nouveaux activant les défenses du cacaoyer permettent un contrôle plus efficace et plus économique.

La seule méthode vraiment efficace à ce jour dans la lutte contre ce champignon est l'élagage phytosanitaire. Tout tissu infecté doit être éliminé. Cette tâche est compliquée par le fait que certains *inoculi* sont difficilement détectables.⁽⁶⁹⁾

II.1.7.1.2. La moniliose des cabosses

Cette autre maladie est également provoquée par un champignon basidiomycète, initialement décrit en 1933 par le mycologue italien Raffaele CIFERRI (1897-1964) et le botaniste argentin Lorenzo R. PARODI (1895-1966) sous le nom de *Monilia roreri*. En 1978, suite à une étude de ce champignon *in vitro* et *in vivo*, Joost A. STALPERS (1947-...), Robert A. SAMSON (1946-...) et Gerald L. BENNY (1942-...) ont rebaptisé cette espèce qui porte désormais le nom de *Moniliophthora roreri*.⁽⁷⁴⁾

La seule partie du cacaoyer à laquelle s'attaque ce champignon est la cabosse en croissance active, notamment la chérelle. Il s'écoule de un à trois mois entre l'infection et les premiers symptômes dont le plus visible est le blanc mat du champignon à la surface de la cabosse (figure 48).⁽⁶⁹⁾

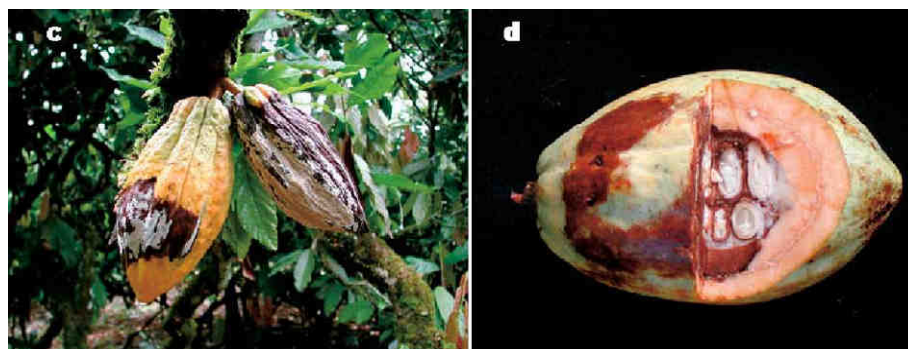


Figure 48 – Dégâts occasionnés sur *Theobroma cacao* (L.) par le basidiomycète *Moniliophthora roreri* [(Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, 1978]. c) aspect de la cabosse infectée. d) aspect des graines infectées.⁽⁷³⁾

Ce champignon est doté d'une adaptabilité considérable, compte tenu de la variabilité génétique et de la grande quantité de spores produites, soit 44 millions par cm². Les spores sont éliminées de la cabosse notamment par l'eau et le vent. L'incidence de cette maladie varie en fonction du cultivar, de l'âge de la cabosse et des précipitations. Plus la pluviométrie est importante et plus la production de spores sera élevée.

Toutes les matières premières issues du cacaoyer et destinées à la consommation doivent subir une quarantaine, étant donné que les spores constituent l'unique moyen d'infection pour ce champignon. De plus, un fongicide s'avère nécessaire lors de l'emploi des graines pour la reproduction ou du traitement des bourgeons. L'incidence de cette maladie diminue avec l'usage du cuivre et de protecteurs organiques. Le flutolanil, un fongicide systématique, a fait preuve de son efficacité, mais pose problème d'un point de vue économique.

Bien que toutes les espèces de cacaoyer semblent sensibles à cette maladie, certaines variétés ont montré un degré de résistance dont quelques génotypes produisant leurs cabosses au cours de la saison sèche, défavorable au champignon.

Cette maladie est principalement contrôlée par l'élimination très soigneuse des cabosses infectées, en veillant à ne pas contaminer les autres.⁽⁶⁹⁾

II.1.7.1.3. La maladie dite de la pourriture brune des cabosses

Cette maladie est provoquée par trois espèces de champignons oomycètes appartenant au genre *Phytophthora* décrit en 1876 par le mycologue allemand Heinrich Anton DE BARY (1831-1888) : *P. palmivora* (Butler), *P. capsici* (Leonian, 1922) et *P. megakarya* (Brasier & M.J. Griffin, 1979).

Le signe le plus visible de cette maladie est la pourriture, voire la nécrose de la cabosse qui peut être affectée à n'importe quel stade de son développement. On observe en tout premier lieu l'apparition de petites taches dures et sombres, tout autour de la cabosse. Tous les tissus internes, y compris les graines, sont colonisés et se dessèchent, ce qui confère à la cabosse un aspect momifié. En deux semaines, la cabosse devient complètement noire (figure 49).^{(69) (75)}



Figure 49 – Pourriture des cabosses de cacaoyer due à *Phytophthora palmivora* (Butler)⁽⁷⁵⁾

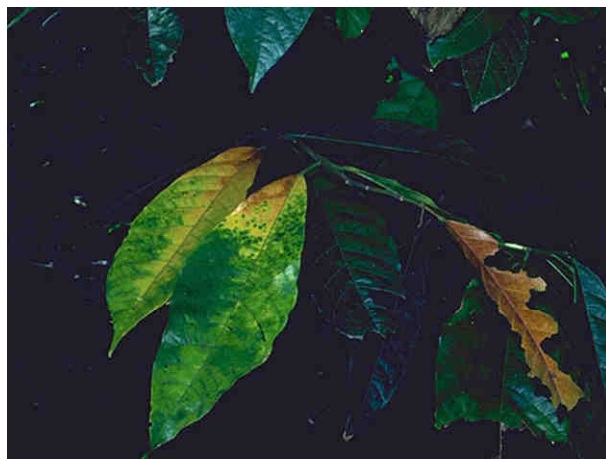
Lorsque les conditions sont humides, 4 millions de sporanges peuvent être produites par une seule de ces cabosses momifiées infectées par *P. palmivora*. Différents facteurs permettent ensuite la diffusion de ces sporanges : la pluie, les fourmis, les insectes volants, les rongeurs, les chauves-souris et le matériel d'élagage contaminé. La sporulation est encore plus abondante si la cabosse est infectée par *P. megakarya* dont la phase du cycle ayant lieu au niveau du sol consiste en une infestation racinaire. Cette dernière permet le maintien d'un réservoir d'inoculum libérant des zoospores dans l'eau de surface du sol. *P. megakarya* a la capacité de survivre durant au moins un an et demi dans les débris infectés, tandis que *P. palmivora* ne survit pas plus de dix mois dans le sol.

La meilleure méthode pour contenir la maladie à long-terme reste la sélection pour la résistance. Au niveau des fongicides, il est recommandé la pulvérisation à 3 ou 4 semaines d'intervalles, d'abord d'un fongicide phytoprotecteur à base de cuivre, puis d'un fongicide systématique tel que le métalaxyl, en particulier lorsque la pression de la maladie est élevée. Par ailleurs, l'injection directement dans le tronc d'un sel inorganique ou de phosphonate de potassium permet de lutter efficacement contre *P. palmivora*. Sont également considérées comme efficaces les changements dans les pratiques de gestion agricole visant à réduire l'humidité de surface en optimisant l'ombre et l'aération par un espacement et un élagage appropriés. Enfin, il convient de récolter fréquemment et entièrement, d'assainir et de détruire les cabosses infectées et momifiées afin de restreindre la maladie. ⁽⁶⁹⁾

II.1.7.1.4. La maladie dite du dépérissement des stries vasculaires

Cette maladie est occasionnée par un champignon basidiomycète décrit en 1971 par P.H.B. TALBOT et P.J. KEANE sous le nom de *Oncobasidium theobromae*. Le premier signe visible de cette maladie est la chlorose d'une feuille au niveau de la deuxième ou troisième strie en partant de la pointe de la feuille (figure 50). Le champignon a la capacité de se propager à d'autres branches du même arbre ou au tronc, ce qui conduit généralement à la perte de l'arbre. ⁽⁶⁹⁾

Figure 50 – Aspect de feuilles de *Theobroma cacao* contaminées par *Oncobasidium theobromae* ⁽⁷²⁾



La formation des basidiospores et leur émission de force intervient essentiellement la nuit. La dispersion des spores favorisée par le vent est limitée en cas de forte humidité. Les basidiocarpes dont la durée de vie est très limitée ne se développent que lorsque les feuilles chutent par temps pluvieux, puis libèrent leurs spores au cours des nuits humides.

Le respect de la quarantaine est primordial en vue de limiter la propagation de ce champignon d'une région à l'autre. Certains cacaoyers résistants ont été identifiés en Papouasie-Nouvelle-Guinée, cependant ceux-ci peuvent quand même contracter l'infection mais d'intensité moindre, le développement du champignon étant ralenti. Les fongicides protecteurs sont peu efficaces dans le sens où la contamination des cacaoyers se réalisant principalement au cours de la saison des pluies, ces produits vont être lavés. En revanche, la pulvérisation d'un fongicide systématique, le propiconazole, sur les tiges des jeunes cacaoyers a conduit à des résultats positifs en pépinière.

Il est possible d'empêcher l'expansion de l'infection sur un cacaoyer donné et d'en réduire les niveaux d'inoculum en élaguant les tissus contaminés 30 centimètres en-dessous de la zone décolorée. Il faut également veiller à améliorer l'aération et l'ensoleillement du feuillage en ouvrant la canopée et en contrôlant l'ombrage. ⁽⁶⁹⁾

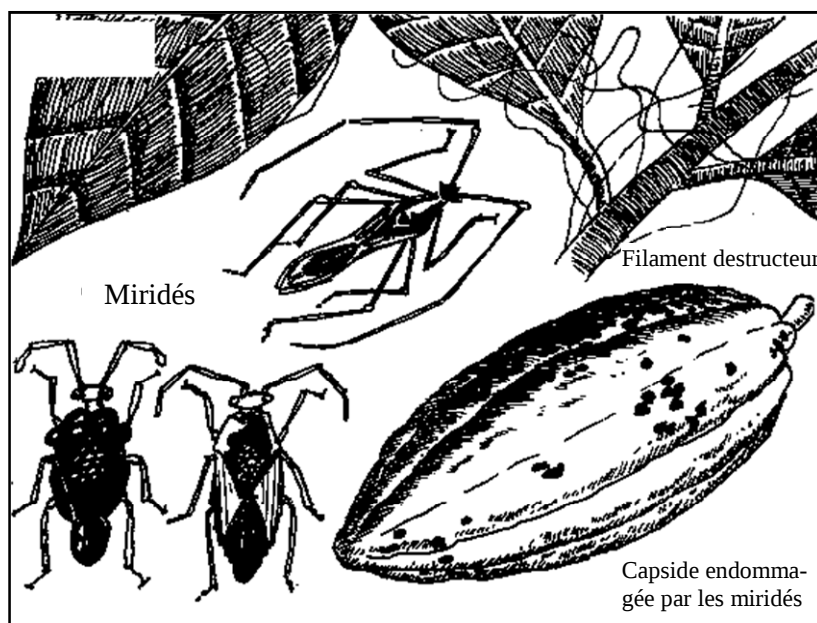
II.1.7.2. Les insectes ravageurs du cacaoyer

II.1.7.2.1. Les miridés

Les principaux insectes affectant le cacaoyer dans le monde entier appartiennent à la famille des *Miridae* présentée en 1833 par le naturaliste allemand Carl Wilhelm HAHN (1786-1836). Au Ghana, en raison de leur effet dévastateur, ces miridés sont reconnus comme insectes ravageurs depuis 1908. Les deux principales espèces rencontrées au Ghana et dans les autres pays de l'Ouest africain sont, d'une part, *Distantiella theobroma* décrite en 1909 par l'entomologiste britannique William Lucas DISTANT (1845-1922) et, d'autre part, *Sahlbergella singularis* décrite par le mycologue suédois Erik Emil HAGLUND (1877-1938). En Asie du Sud-Est, les dégâts liés aux miridés sont dus à différentes espèces du genre *Helopeltis*, tandis qu'en Amérique du Sud et Centrale, il s'agit d'espèces appartenant au genre *Monalonion*. Les miridés laissés trois ans sans contrôle occasionnent à eux tous seuls des dégâts tels que les rendements sont réduits d'au moins 75 %.

Ces insectes vont percer la surface des branches du cacaoyer ainsi que des cabosses, ce qui implique la mort des cellules de l'hôte dans lesquelles ils pénètrent, puis l'apparition de lésions nécrotiques inesthétiques (figure 51). Les branches terminales et les feuilles ne survivront pas, d'où un dépérissement. ⁽⁶⁹⁾

Figure 51 – Dégâts causés par les miridés sur la cabosse et sur les feuilles du cacaoyer ⁽⁷⁰⁾



Les œufs pondus par les femelles miridés s'incrudent dans l'écorce des branches et dans l'enveloppe des cabosses. Les insectes sont préférentiellement attirés par les arbres exposés au soleil qui portent des branches et des cabosses plus fraîches, puis peuplent les zones ombragées des arbres après leur repas. On a pu identifier certaines plantes indigènes croissant avec le cacaoyer comme hôtes intermédiaires pour certaines espèces de miridés. Certaines variétés de cacaoyer dont les branches contiennent une faible teneur en eau sont peu attractifs pour les miridés.

Au Ghana, des insecticides organochlorés dont l'imidaclopride se sont révélés efficaces, en pulvérisation sur les feuilles chaque trimestre. Une alternative consiste à pulvériser deux fois par an des insecticides persistants ou systémiques sur les cacaoyers matures sous couvert fermé. L'usage réduit d'insecticide permet d'accroître les populations d'ennemis naturels et d'aménager un environnement plus approprié à la lutte biologique. Certaines fermes cacaoyères ont utilisé la fourmi noire *Dolichoderus thoracicus* (Smith, 1860) comme mesure de contrôle.

L'ombrage et l'aménagement de la canopée doivent être organisés de telle façon qu'un équilibre soit trouvé entre le contrôle des miridés, la floraison et la gestion des cabosses noires. De plus, il faut éviter autant que possible les hôtes intermédiaires pour servir d'ombrage dans les exploitations cacaoyères. ⁽⁶⁹⁾

II.1.7.2.2. Les foreurs de cabosse

Il s'agit d'un papillon décrit en 1904 par l'entomologiste néerlandais Pieter Cornelius SNELLEN (1832-1911) sous le nom de *Conopomorpha cramerella*. Ce lépidoptère appartenant initialement au genre *Gracillaria* détaillé en 1828 par l'entomologiste anglais Adrian Hardy HAWORTH (1767-1833), a été rattaché au genre *Conopomorpha* évoqué en 1885 par l'entomologiste britannique Edward MEYRICK (1854-1938). C'est un insecte de la famille des *Gracillariidae* présenté en 1854 par l'entomologiste anglais Henry Tibbatts STANTON (1822-1892). L'industrie du cacao a connu des pertes immenses à cause de ce papillon à la fin du XIX^e siècle. Actuellement, cette toute l'Indonésie qui est affectée.

Ce ravageur s'attaque à la fois aux cabosses jeunes et matures en perforant la coque et les tissus placentaires ce qui perturbe la croissance de ces cabosses, d'où leur mûrissement prématuré. Plus la cabosse infestée sera jeune, et plus les graines seront gravement touchées en qualité et en quantité : les graines plates, trop petites et se prenant en masse sont alors inutilisables.

Ce papillon de 7 mm de long est coloré en brun avec une bande blanche sur ses ailes antérieures (figure 52). La femelle va pondre 100 à 200 œufs à la surface de la cabosse au cours des 5 à 7 jours de durée de sa vie adulte. Le stade larvaire dure 14 à 18 jours, puis le stade de nymphe 5 à 8 jours.⁽⁶⁹⁾

Figure 52 – *Conopomorpha cramerella* (Snellen, 1904)
à l'état adulte sur une cabosse⁽⁷²⁾



On essaye de développer des génotypes de cacaoyer ayant des cabosses aux parois épaissies. Avec un endocarpe plus épais ou plus dur, on observe une mortalité élevée des larves de ce papillon. Par ailleurs, on peut limiter les dégâts économiques en appliquant, en petites quantités, un insecticide de type pyréthrinöide ou carbamate, sur la face inférieure des branches basses. Cet usage est limité par son coût.

Il est recommandé de respecter quelques pratiques d'hygiène, à savoir de récolter en totalité les cabosses mûres ou endommagées, puis d'enterrer écorce, placenta et pourriture des cabosses ainsi que tous les restes de la récolte. De plus, on préconise un élagage régulier de la canopée à moins de 4 m de haut. Le camouflage des cabosses dès qu'elles atteignent 8 cm de long, sous des sacs plastiques, permet aussi de réduire les attaques du papillon.

Parmi les ennemis naturels de ce papillon, on peut citer la fourmi noire *Dolichoderus thoracicus* (Smith, 1860) et la fourmi tisserande (Fabricius, 1775). Les larves et les nymphes de *C. cramerella* peuvent être infectées par le champignon *Beauveria bassiana* [(Bals.-Criv.) Vuill., 1912] qui entraîne 100 % de mortalité.⁽⁶⁹⁾

II.1.8. Culture, récolte et rendements

II.1.8.1. Culture du cacaoyer

Les zones de prédilection pour la culture du cacaoyer se situent en-dessous de 700 m d'altitude et nécessitent des précipitations régulières sur toute l'année, ainsi qu'un sol profond et fertile. Il existe aujourd'hui plusieurs méthodes pour propager l'espèce *Theobroma cacao* (L.) : on peut semer une graine, faire une bouture ou réaliser une greffe.

La graine est prête à germer avant même que la cabosse ne soit arrivée à maturité, mais il convient de la semer aussitôt après l'avoir extraite de la cabosse car son pouvoir germinatif est éphémère. Au bout de 4 à 5 jours, la graine a germé, puis les premières feuilles se développent deux semaines plus tard.

On va alors cultiver durant 8 mois en pépinière les jeunes plantules obtenues précédemment, puis on les replantera lorsque va démarrer la saison des pluies. La transplantation peut avoir lieu sous un couvert forestier aménagé, sous un ombrage artificiel ou bien sous des végétaux plus grands de type bananier ou cocotier. Des systèmes de production complexes intègrent ce mode de culture extensif. ⁽⁶²⁾

II.1.8.2. Récolte

La récolte des cabosses a lieu en deux périodes de plusieurs mois par an. Celles-ci sont variables selon le pays (tableau 23), le climat et la variété de cacao. L'une des deux récoltes est bien plus modeste que l'autre, d'où les appellations : « récolte principale » et « récolte intermédiaire ». Le différentiel est surtout marqué dans les pays africains où la récolte intermédiaire représente 15 à 20 % de la récolte totale. La récolte principale démarre 5 à 6 mois après le début de la saison humide dans les pays où l'alternance saison sèche / saison humide est prononcée. ^{(69) (71)}

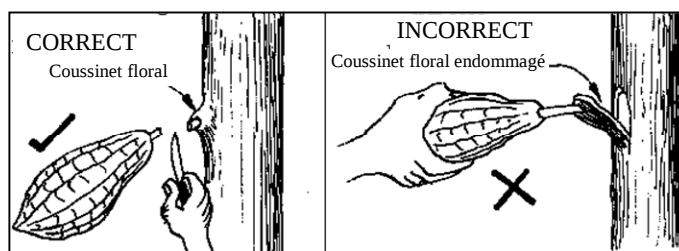
Tableau 23 – Périodes des deux récoltes annuelles de cabosses par pays ⁽⁶⁹⁾

| Pays | Récolte principale | Récolte intermédiaire |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Brésil | octobre à mars | juin à septembre |
| Colombie | avril à juin | octobre à décembre |
| Costa-Rica | juillet à février | mars à juin |
| Équateur | mars à juin | décembre à janvier |
| Grenade | avril à novembre | décembre à mars |
| Haïti | mars à juin | juillet à février |
| Jamaïque | décembre à mars | avril à novembre |
| Mexique | octobre à février | mars à août |
| Panama | mars à juin | juillet à février |
| République Dominicaine | avril à juillet | octobre à janvier |
| Trinité-et-Tobago | décembre à mars | avril à novembre |
| Venezuela | | mars à septembre |
| Cameroun | septembre à février | mai à août |
| Côte-d'Ivoire | octobre à mars | mai à août |
| Ghana | septembre à mars | mai à août |
| Liberia | octobre à mars | avril à septembre |
| Nigéria | septembre à mars | juin à août |
| RD Congo (ex-Zaïre) | octobre à mars | avril à septembre |
| Togo | octobre à mars | avril à septembre |
| Indonésie | septembre à décembre | mars à juillet |
| Malaisie | octobre à décembre | avril à mai |
| Papouasie-Nouvelle-Guinée | avril à juillet | octobre à décembre |
| Sri Lanka | novembre à février | mars à octobre |

La maturation d'une cabosse allant de la fécondation jusqu'à la récolte dure 5 à 6 mois. L'objectif de la récolte est de ramasser les cabosses mûres sur les arbres, puis de les ouvrir afin d'extraire les graines humides. Une cabosse mûre est facilement reconnaissable, d'une part, par sa couleur et d'autre part, au bruit émis lorsqu'on la tapote. Le délai pour récupérer la cabosse mature est de 3 à 4 semaines avant que les graines ne commencent à germer. Or, les cabosses ne mûrissent pas toutes simultanément, c'est pourquoi il est nécessaire de procéder à différentes récoltes, régulièrement espacées dans le temps sachant que la fréquence de celles-ci peut influencer sur le rendement. ^{(62) (69) (71)}

Il convient de prendre toutes les précautions utiles lors de la récolte afin de ne pas abîmer, d'une part, les coussinets floraux qui continueront à produire fleurs et fruits pour les récoltes suivantes, et d'autre part, l'arbre lui-même qui deviendrait vulnérable aux champignons, par exemple. La récolte ne peut n'être que manuelle, en sectionnant le pédoncule de la cabosse grâce à une lame bien affûtée (figure 53). L'outil utilisé sera différent selon que la cabosse se trouve en hauteur ou pas. Pour une cabosse située dans la partie basse de l'arbre, on utilise un sécateur, tandis que si elle se trouve en hauteur, on emploie un émondoir, longue perche munie d'une sorte de faucille à son extrémité. Selon la position du fruit, en poussant ou en tirant les lames supérieure et inférieure de l'outil, on va couper nettement le pédoncule, sans abîmer la branche qui le porte. ^{(62) (69) (71)}

Figure 53 – Récolte correcte et incorrecte de la cabosse ⁽⁷⁰⁾



II.1.8.3. Rendements

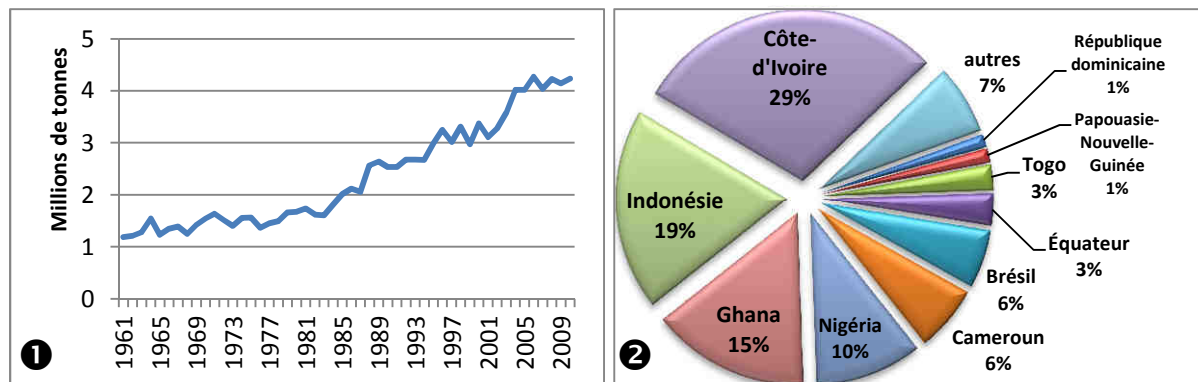
Dès l'âge de 3 à 4 ans, le cacaoyer développe ses premiers fruits. Il ne deviendra pleinement productif qu'à l'âge adulte, c'est-à-dire 6 ans après sa plantation. Puis, durant quatre décennies, le cacaoyer produira chaque année 20 à 80 cabosses. En culture traditionnelle, les rendements moyens s'échelonnent de 300 à 500 kg à l'hectare. Ces rendements généralement peu élevés s'expliquent, d'une part, compte tenu des attaques de parasites, et d'autre part, car la plupart des plantations sont déjà anciennes. Néanmoins, on peut observer un rendement supérieur à 1000 kg par hectare pour quelques espèces hybrides.^{(62) (71)}

Il faut savoir que, pour l'obtention d'une tonne de fèves sèches, il est nécessaire de récolter 25000 cabosses, chaque cabosse pesant en moyenne 380 g. Une fève qui pèse 2,5 g à l'état frais ne pèse plus que 1 g après séchage.⁽⁶²⁾

II.1.9. Aspects économiques

II.1.9.1. Production de fèves de cacao

La production mondiale de fèves de cacao est répartie dans trois grands bassins, précédemment décrits, en Afrique de l'Ouest, en Amérique Latine et en Asie (cf. § II.1.4.1). Cette production mondiale est en constante progression depuis que les statistiques de la FAO (*Food and Agriculture Organization*, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) sont disponibles. On est passé d'environ 1186000 tonnes en 1961 à presque 4231000 tonnes en 2010, soit une progression d'un facteur 3 (figure 54). Ceci s'explique par le doublement des superficies plantées de cacaoyer. On est ainsi passé de 4404000 hectares en 1961 à presque 8920000 en 2010. Le rendement a été donc multiplié par 1,7 en l'espace de 50 ans, à savoir 474,3 Kg/Ha en 2010 contre 269,4 Kg/Ha en 1961.^{(32) (67)}



Les six plus grands pays producteurs de cacao qui assurent 85 % de la production mondiale, sont actuellement par ordre décroissant : la Côte-d'Ivoire, l'Indonésie, le Ghana, le Nigéria, le Cameroun et le Brésil. Côte-d'Ivoire et Indonésie couvrent à eux deux près de la moitié de la production mondiale. Pour mémoire, au début des années 1970, la production mondiale était répartie entre quatre pays : Ghana, Nigéria, Côte-d'Ivoire et Brésil. À noter que la part africaine de la production décroît légèrement ces dernières années au profit de l'Indonésie qui, avec un taux de croissance spectaculaire, vient de grimper à la deuxième place du hit-parade en 2010.^{(32) (71)}

De 1960 à 2006, la demande mondiale a suivi la même progression et atteint 3,5 millions de tonnes. Il faut différencier les pays exportateurs faiblement consommateurs mais qui réalisent la transformation

du cacao en produits dérivés pour l'industrie, et les pays importateurs qui, eux, transforment et consomment la majorité de la production. ⁽⁶⁷⁾

II.1.9.2. Exportations de fèves et de beurre de cacao

Les exportations globales de fèves et de beurre de cacao sont en augmentation régulière depuis 1961, mais ont tendance à stagner au cours des six dernières années (figure 55). Partant d'environ 1 million de tonnes de fèves exportées au début des années 1960, on a atteint depuis 2004 un palier autour de 3 millions. Près de 700000 tonnes de beurre de cacao sont actuellement exportées dans le monde. ⁽³²⁾

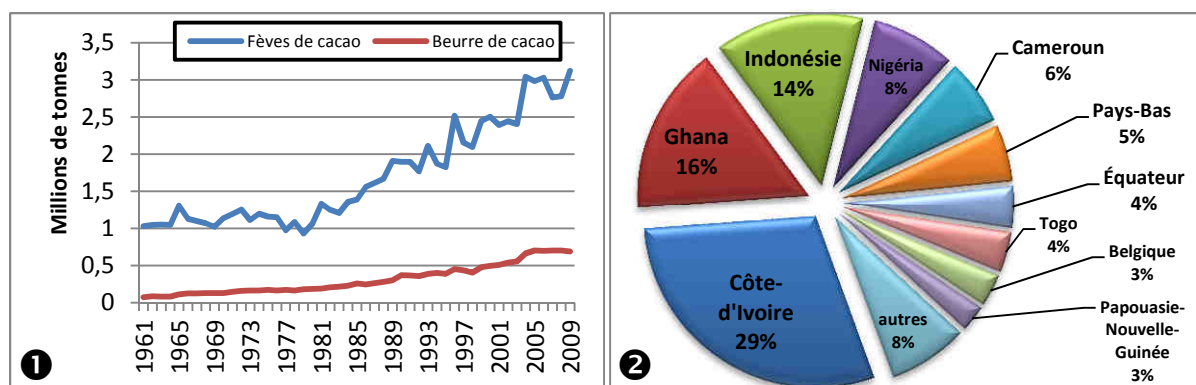


Figure 55 – ① Exportations mondiales de fèves et de beurre de cacao de 1961 à 2009. ② Répartition des exportations de fèves de cacao par pays producteur en 2009. ⁽³²⁾

Quant à la répartition par pays, on constate logiquement que les principaux producteurs de cacao sont aussi les plus grands exportateurs à travers le monde (figure 56). À noter que le Brésil fait figure d'exception puisqu'il exporte finalement assez peu de fèves de cacao en dépit des quantités qu'il produit. En effet, l'industrie brésilienne de transformation du cacao est très développée et utilise la grande majorité des fèves produites sur place. ^{(67) (71)}

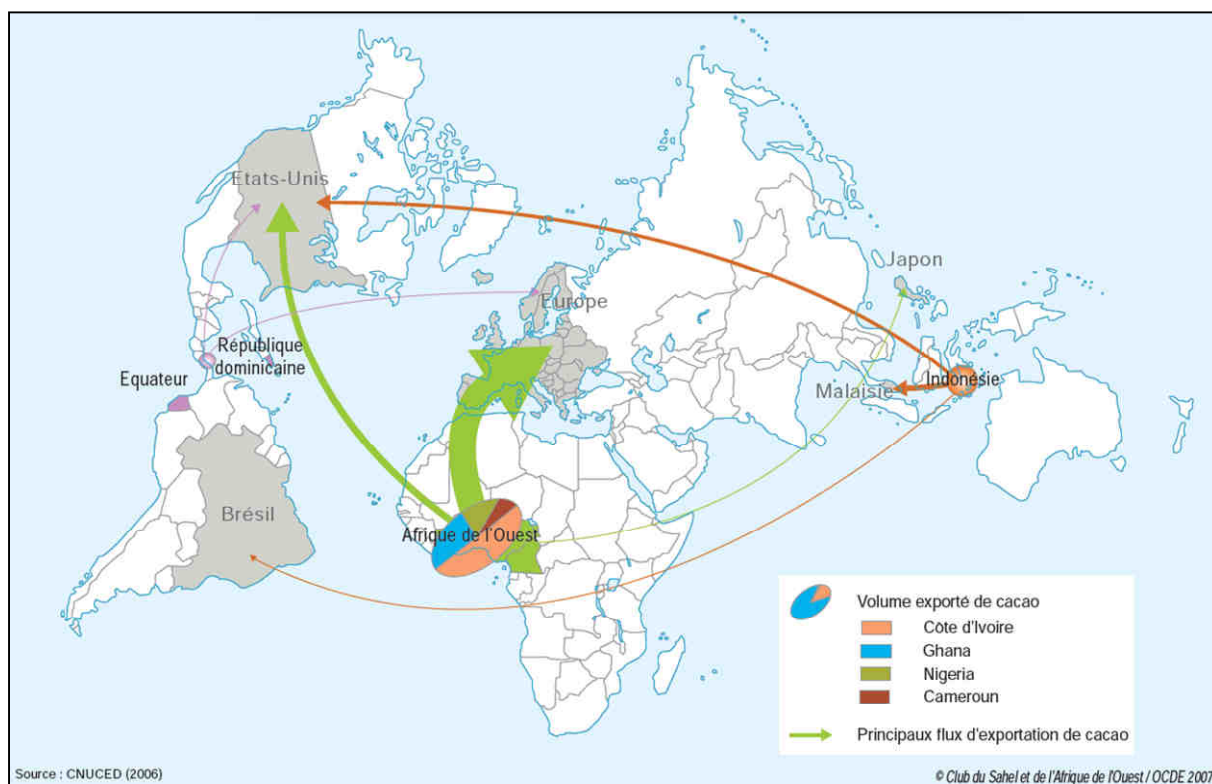


Figure 56 – Principaux flux d'exportation du cacao dans le monde ⁽⁶⁷⁾

Les premiers pays producteurs étant situés en zone tropicale, les conditions de stockage des fèves sont rendues difficiles à cause de l'air chaud et de l'humidité ambiante qui favorisent le développement des champignons et des insectes. L'Afrique de l'Ouest exporte ses fèves en grande partie à destination de l'Europe, le reste étant destiné aux États-Unis. Ces derniers reçoivent également la récolte issue d'Amérique Latine. Indonésie et Malaisie vendent leurs productions au Japon et aux États-Unis, pour partie it. Singapour.⁽⁷¹⁾

II.1.9.3. Importations de fèves et de beurre de cacao

À l'image des exportations, les importations de fèves de cacao sont en augmentation régulières depuis 1961, mais stagnent depuis 2004 autour de 3 millions de tonnes (figure 57).⁽³²⁾

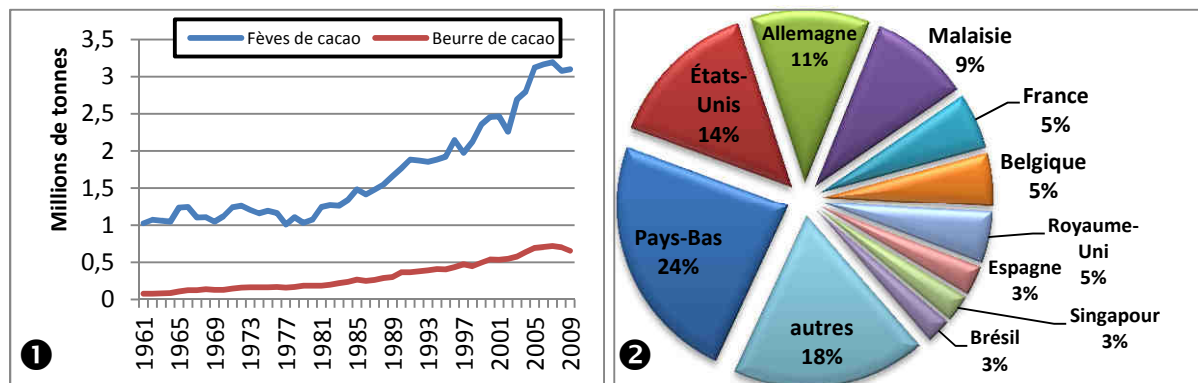


Figure 57 – ① Importations mondiales de fèves et de beurre de cacao de 1961 à 2009. ② Répartition des importations de fèves de cacao par pays en 2009.⁽³²⁾

C'est évidemment surtout dans les pays où les industries chocolatières sont implantées qui importent les fèves de cacao. Ainsi, les Pays-Bas, les États-Unis et l'Allemagne concentrent à eux trois la moitié des importations de fèves de cacao. Le beurre de cacao reste peu importé. En effet, les principaux pays importateurs préfèrent importer directement les fèves pour les transformer chez eux en beurre de cacao, de façon à pouvoir maîtriser la qualité de ce dernier.⁽³²⁾

II.2. Préparation du beurre de cacao

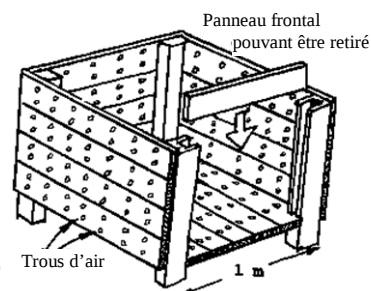
II.2.1. Écabossage

Une fois les cabosses récoltées et regroupées, elles seront ouvertes dans un délai de 10 jours, en général dans ou au bord de la plantation : cette opération est baptisée « écabossage ». Dans l'hypothèse où les cabosses sont brisées directement au sein de la plantation, les débris de l'enveloppe corticale de la cabosse sont rejetés dans les champs, afin de restituer au sol les éléments nutritifs. La meilleure façon de procéder à l'ouverture de la cabosse est de frapper la zone centrale à l'aide d'un gourdin en bois pour fendre la cabosse en deux, puis les fèves humides sont extirpées manuellement de la pulpe blanche. Sinon, on peut simplement utiliser une machette de façon à préserver les fèves. Des machines ont été mises au point mais restent peu usitées par les petits exploitants.^{(69) (76)}

II.2.2. Fermentation

Quelle que soit la méthode employée pour la fermentation, le début de l'opération est toujours le même. Les fèves, sitôt retirées des cabosses, sont empilées ou placées dans une boîte (figure 58) pour permettre aux micro-organismes de se développer, afin d'initier la fermentation

Figure 58 – Boîte utilisée pour la fermentation des fèves de cacao⁽⁷⁰⁾



de la pulpe entourant les fèves. On va ensuite déposer des feuilles de bananier pour couvrir ces piles.

C'est grâce à la croissance de levures sur la pulpe que débute la fermentation. Les levures se propagent d'une boîte à l'autre grâce à des insectes tels que la mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830). Les sucres (glucose) et l'acide citrique présents dans la pulpe sont transformés en éthanol par ces levures : c'est la fermentation alcoolique anaérobie au cours de laquelle le pH augmente de 3 à 4,5. Ces mêmes levures sécrètent par ailleurs des enzymes pectinolytiques qui vont dégrader les pectines de la pulpe en les hydrolysant. En s'écoulant sous forme de jus, la pulpe est alors déstructurée et autorise une micro-pénétration d'air entre les fèves.

Grâce à cette entrée d'air, des conditions d'aérobiose s'installent, au bout de deux jours. Ceci conjugué à la disparition des sucres et à la présence d'alcool fait que des bactéries acétiques vont prendre le relai des levures. Ces bactéries réalisent l'oxydation de l'alcool éthylique en acide acétique, oxydation qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur à raison de 490 kilojoules par molécule d'éthanol transformée : c'est la fermentation acétique aérobie. L'acide acétique va alors s'accumuler dans le jus issu de la pulpe déstructurée puis il va pénétrer la graine. La température atteint 40 à 45 °C voire 50 °C au cours des 48 premières heures de la fermentation.

Puis, dans les jours suivants, l'activité bactérienne s'amplifie grâce aux conditions d'aération au fur et à mesure que la pulpe s'écoule et que la température se maintient. Le processus de transformation des fèves augmente l'aération et donc l'activité bactérienne. La fève de cacao meurt le deuxième jour sous l'effet conjugué de l'acide acétique et des températures élevées. Suite à cette mort, les parois cellulaires lipidiques se brisent et les substances précédemment séparées (protéines, sucres complexes et polyphénols) vont pouvoir se mélanger. Des transformations chimiques complexes se mettent alors en place au sein de chaque fève, telles que l'activité enzymatique, l'oxydation et la dégradation des protéines en acides aminés. Aspect important dans l'hypothèse où les fèves de cacao sont destinées à l'industrie chocolatière, c'est à cette étape que se développent les précurseurs de l'arôme et la couleur du futur chocolat. La durée de la fermentation est variable selon la variété des fèves : de 2 à 3 jours pour du *criollo* jusqu'à 5 jours pour du *forastero*.^{(69) (77)}

II.2.3. Séchage

Après fermentation, les fèves de cacao sont séchées, afin de réduire le taux d'humidité de 60 à 7,5 % environ. Ce séchage doit être minutieux et relativement lent, afin d'éviter l'apparition de parfums désagréables. Si le séchage est trop rapide, il se peut que les réactions chimiques complexes qui se produisent ne soient pas complètement terminées et que, par conséquent, les fèves gardent une certaine acidité avec un goût amer. *A contrario*, si le séchage n'est pas suffisamment rapide, des moisissures peuvent se développer. D'après certaines études, la température de séchage doit rester inférieure à 65°C.

Deux méthodes de séchage ont été élaborées : le séchage à l'air libre et le séchage en séchoirs. Le premier procédé consiste à disposer les fèves fermentées en couches de 3 à 4 centimètres d'épaisseur sur des bâches exposées au soleil durant 1 à 4 semaines. La deuxième technique nécessite des séchoirs dans lesquels seront placées les fèves sous air chaud durant 15 à 36 heures. On considère que les graines sont sèches lorsqu'elles se mettent à croustiller. Le produit obtenu peut se conserver : il s'agit du cacao marchand.^{(62) (69)}

II.2.4. Processus de transformation des fèves en beurre de cacao

Tout d'abord, les fèves qui composent le cacao marchand sont nettoyées pour éliminer tout corps étranger. La torréfaction peut ensuite être réalisée avant ou après décorticage.

La torréfaction a pour but de faire ressortir couleur et arômes du chocolat, à partir des précurseurs générés lors de la fermentation des fèves. Il s'agit de chauffer entre 100 et 140 °C, voire 180 °C, les fèves préalablement nettoyées, et ce durant trente minutes. La température et la durée sont variables en fonction de la variété de cacao et du type de chocolat souhaité. Deux réactions chimiques se produisent au cours de cette opération : la réaction de MAILLARD qui est à l'origine des arômes, et la réaction de STRECKER qui réalise la pigmentation.

S'il n'a pas déjà été fait avant la torréfaction, le décorticage doit avoir lieu à ce stade de la transformation des fèves, grâce à une machine à vanner. C'est un système de ventilation/vibration qui permet de retirer les coques des fèves par un broyage grossier. Les éclats de fèves portent alors le nom de « grué ».

Une alcalinisation à l'aide de carbonate de potassium peut alors être pratiquée pour développer davantage arômes et couleur.

Les fèves sont ensuite broyées plus finement pour produire la liqueur de cacao qui correspond à une suspension de particules de cacao dans le beurre de cacao. Ce broyage est réalisé à chaud entre 50 et 60 °C, de façon à ce que les matières grasses fondent. Puis, la pâte obtenue est malaxée avant de se solidifier par refroidissement, d'où la masse de cacao. Si on chauffe cette masse à 100-110 °C, elle va se liquéfier et prendra le nom de liqueur de cacao.

Enfin, pour extraire le beurre de cacao, il suffit de faire passer cette liqueur dans une presse hydraulique afin de la soumettre à de hautes pressions. La masse solide résiduelle, appelée tourteau, va donner la poudre de cacao après pulvérisation. ^{(62) (69) (71)}

II.3. Composition du beurre et des produits issus du cacao

II.3.1. Composition du beurre de cacao

La répartition entre les différents acides gras du beurre de cacao est donnée dans le tableau 24. Les graisses saturées sont majoritaires dans le beurre de cacao, par rapport aux graisses insaturées, soit 57 à 64 % de la composition totale.

Tableau 24 – Répartition des différents acides gras du beurre de cacao. ⁽⁷⁸⁾

| | |
|----------------------------|------|
| Acide stéarique | 34 % |
| Acide oléique | 34 % |
| Acide palmitique | 26 % |
| Acide linoléique | 2 % |
| Autres acides gras saturés | 4 % |

Le mélange de graisses contenu dans le beurre de cacao est semi-solide semi-liquide. En effet, les points de fusion de ses différents acides gras s'étalent de 13 °C pour l'acide oléique à 70 °C pour l'acide stéarique. Quant au beurre de cacao, il fond à 34-35 °C. ⁽⁷⁸⁾

Le beurre de cacao présente un effet antioxydant par l'intermédiaire de la vitamine E et des polyphénols qu'il contient. Ces molécules contribuent à protéger les cellules par inhibition des radicaux libres qui se forment sous l'effet des polluants, du rayonnement solaire ou de la fumée du tabac. ⁽⁶⁸⁾

II.3.2. Composition des autres produits issus du cacao

II.3.2.1. Composition de la fève de cacao

La composition moyenne d'une fève de cacao est donnée dans le tableau 25, sachant que les différents minéraux retrouvés sont le magnésium, le fer, le zinc, le potassium, le cuivre et le sélénium.

Tableau 25 – Composition moyenne d'une fève de cacao ⁽⁷⁹⁾

| | |
|-----------------|--------|
| Beurre de cacao | 50 % |
| Protéines | 20 % |
| Amidon | 7 % |
| Minéraux | 6 % |
| Cellulose | 4 % |
| Eau | un peu |

Certains de ces constituants présentent un intérêt bénéfique pour la santé, notamment les minéraux et les vitamines, ainsi que les acides aminés, les tanins et les alcaloïdes. Parmi les plus concentrés dans les fèves de cacao, les tanins sont les principales molécules intéressantes même s'ils sont présents en moindre quantité dans le beurre de cacao car en partie détruits au cours de la transformation. Il s'agit de polyphénols dont des anthocyanes et des catéchines au rôle protecteur vis-à-vis du système cardiovasculaire en influant sur certains taux sanguins (diminution du LDL-cholestérol et des triglycérides, augmentation du HDL-cholestérol). D'autre part, l'apoptose des cellules cancéreuses est favorisée par l'une de ces catéchines.

De plus, ces flavonoïdes, seuls ou associés à des vitamines ou des minéraux, possèdent de nombreuses propriétés. Ce sont des antioxydants, des antimicrobiens, des anti-diarrhéiques, des veinotoniques, des anti-leucotriènes et des hypotenseurs. À noter également un effet bénéfique sur le diabète par augmentation de la sensibilité à l'insuline due à l'action combinée des flavonoïdes avec la vitamine B3 et le zinc. Par ailleurs, le transit intestinal est amélioré grâce aux fibres insolubles, aux tanins et aux acides gras. En association avec le cuivre, les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires. Enfin, des alcaloïdes tels que la théobromine améliorent la réponse à la réaction de stress, en agissant au niveau du système nerveux central où ils stimulent la libération de dopamine.⁽⁷⁹⁾

Bien que de tout temps les médecines traditionnelles aient mis à profit les atouts nutritionnels du cacao, de nombreuses études relativement récentes viennent de relier les multiples effets positifs sur la santé à la richesse des fèves de cacao en polyphénols (catéchine, épicatechine et quercétine). La plupart, sous forme de polymères de 2 à 5 unités, sont les plus intéressants car leur absorption puis leur métabolisation sont rapides. L'absorption des polymères de plus 6 unités est plus compliquée du fait de l'encombrement stérique qui les gêne pour pénétrer les membranes cellulaires. La puissance du pouvoir antioxydant de la catéchine et de l'épicatechine permet d'épargner d'autres molécules antioxydantes telles que la vitamine C et la vitamine E. Différentes études ont pu mettre en évidence que les polyphénols du cacao seraient responsables de :⁽⁸⁰⁾

- La diminution de la mortalité cardiovasculaire. Une équipe hollandaise a démontré que les sujets les plus grands consommateurs de cacao ont moitié moins de risque de décéder d'une maladie cardiovasculaire, y compris en prenant en compte les autres facteurs de risque. De plus, les consommateurs réguliers de cacao présentent une tension artérielle inférieure par rapport aux autres, et ce de manière significative.
- L'amélioration du fonctionnement endothélial. Avec le vieillissement, le fonctionnement de l'endothélium des artères se dégrade, ce phénomène combiné à une hyperstimulation plaquettaire conduit à un risque majeur de maladie cardiovasculaire en raison de la diminution de l'oxyde nitrique elle-même due à l'oxydation des LDL. Des chercheurs ont donc étudié les propriétés vasculoprotectrices des polyphénols du cacao. Sa consommation améliore la fonction endothéliale par la neutralisation des radicaux libres, par l'étouffement des médiateurs pro-inflammatoires et par le renforcement de l'oxyde nitrique bioactif (facteur anti-inflammatoire et vasodilatateur ayant de plus une activité antiplaquettaire).
- La modification du fonctionnement plaquettaire. Il existe un risque important de maladie coronarienne lorsque la réactivité et l'agrégation plaquettaires augmentent. Or, la consommation de cacao au travers de boissons chocolatées réduit l'activation des plaquettes sanguines ainsi que la formation de microparticules plaquettaires par un effet comparable à celui de l'aspirine.
- La baisse de la pression artérielle. Une étude réalisée sur des sujets hypertendus a révélé que la consommation de chocolat noir durant 15 jours permet de réduire les pressions artérielles systolique et diastolique respectivement de 13,6 à 12,4 et de 8,8 à 8,0 cm de Hg. De plus, la sensibilité à l'insuline de ces mêmes sujets s'est améliorée dans le même laps de temps, le niveau de l'insuline à

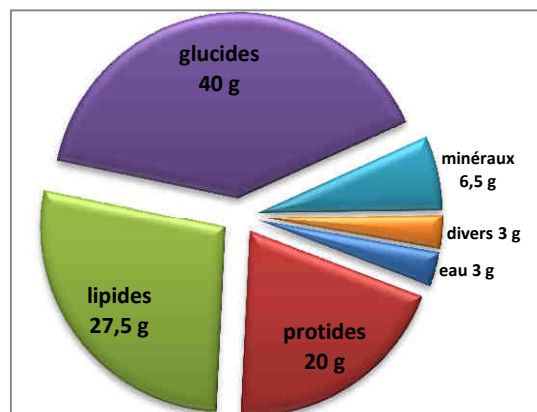
jeun en excès ayant diminué sans augmentation du glucose. En effet, l'insulinorésistance a été mesurée car le dysfonctionnement endothélial qu'elle induit joue un rôle dans la genèse de l'hypertension artérielle. Autre test évaluant la fonction endothéliale, la dilatation induite par le flux sanguin s'améliore voire revient à la normale après consommation de chocolat noir. Les mêmes tests effectués avec une consommation de chocolat blanc n'ont pas permis d'observer la moindre modification significative des paramètres étudiés. Ceci s'explique par le fait le chocolat noir contient des polyphénols à la différence du chocolat blanc qui en est dépourvu. Les effets observés sont donc bien à attribuer aux polyphénols.

- L'amélioration du profil lipidique avec la diminution de la sensibilité des LDL à l'oxydation. L'inconvénient des LDL oxydés, c'est qu'ils vont générer des plaques graisseuses dans les artères d'où certaines maladies cardiovasculaires. La protection contre l'athérosclérose passe de ce fait par l'inhibition de l'oxydation du LDL-cholestérol. Des études *in vitro* puis des essais cliniques ont ainsi démontré que les antioxydants polyphénoliques extraits du cacao participent à la réduction du LDL-cholestérol et par conséquent atténuent l'oxydation de ce « mauvais » cholestérol. Parallèlement, on a pu observer l'augmentation du taux du « bon » HDL-cholestérol protecteur qui se trouve être souvent diminué avec le vieillissement.
- La suppression des facteurs inflammatoires. Des leucotriènes sont produits lorsque l'acide arachidonique et les lipooxygénases se retrouvent en excès. L'ennui, c'est que ces leucotriènes figurent parmi les facteurs inflammatoires les plus dangereux pour le système vasculaire. Or, l'état inflammatoire chronique et caractéristique du vieillissement est à l'origine de la plupart des troubles dégénératifs. Des études ont prouvé que les procyanidines (catéchine et épicatechine) contenus dans le cacao sont capables, en modifiant le métabolisme de l'acide arachidonique, de réduire la concentration des leucotriènes et d'autres cytokines pro-inflammatoires (interleukines IL-1 β et IL-2), tout en stimulant la production de cytokines anti-inflammatoires telles que l'interleukine IL-4.
- L'amélioration des performances cognitives. Des études sur des rats ont montré que, en diminuant significativement la production de radicaux libres par les leucocytes, l'extrait phénolique de cacao peut potentiellement se révéler bénéfique dans le sens où les troubles cérébraux liés au vieillissement sont retardés.
- Une augmentation potentielle de l'espérance de vie. Une autre étude sur des rats laisse penser que la consommation de cacao permettrait de se protéger contre le stress oxydant chronique et ainsi d'augmenter l'espérance de vie.
- La stimulation de l'immunité. *In vitro*, il a été prouvé que les polyphénols du cacao stimulent intensément le système immunitaire inné, ainsi que les premières réactions de l'immunité adaptative.
- L'inhibition de la croissance des cellules cancéreuses. Cet effet a été mis en évidence *in vitro* sur des cellules cancéreuses humaines de prostate et sur des cellules métastatiques.⁽⁸⁰⁾

II.3.2.2. Composition de la poudre de cacao

Pour 100 g de cacao non sucré en poudre, la répartition des différents constituants est donnée figure 59. Sur les 40 g de glucides, 11 g sont assimilables. Les différents minéraux présents sont le calcium, le magnésium, le potassium, le phosphore, le zinc et le fer. Les 3 % des divers autres composants sont représentés par des vitamines (B1, B2, B3, B6 et B9), de la théobromine, de l'acide oxalique et de la caféine. La valeur énergétique de 100 g de poudre de cacao est de 500 Kcal.⁽⁶⁸⁾

Figure 59 – Composition de la poudre de cacao pour 100 g⁽⁶⁸⁾



II.4. Utilisations traditionnelles

II.4.1. Utilisations par l'industrie agro-alimentaire

Le principal débouché du cacao est actuellement représenté par l'industrie chocolatière.

Selon une directive européenne de l'an 2000 (cf. § I.4.2.2.1), 5 % au plus de la composition du chocolat peut être constituée par des matières grasses végétales autre que du cacao. En France, pour le chocolat plein et pour le chocolat d'enrobage, seuls les chocolats produits uniquement à base de graisses issues des fèves de cacao sans y ajouter aucune autre matière grasse végétale peuvent porter le nom de « chocolat pur beurre de cacao » ou encore « chocolat traditionnel ». Mais bien sûr, l'intérieur des bonbons de chocolat peut être fourré d'autres graisses végétales telles que celles extraites des noisettes ou des amandes. ⁽⁷⁸⁾

Les différents produits chocolatés commercialisés en Europe sont les boissons chocolatées (mélange de cacao et d'eau ou de lait avec un élément sucré), les plaques, pistoles ou confiseries de chocolat noir (mélange de poudre et de beurre de cacao avec généralement des sucres et de la lécithine de soja), les plaques ou confiseries de chocolat au lait (idem mais avec du lait en plus), les plaques ou confiseries de chocolat blanc (mélange contenant très peu de cacao, du beurre de cacao, et du sucre et du lait en grande quantité), la ganache pour les pâtisseries (mélange de cacao et de crème) et les confiseries fourrées à la crème (pralines). ⁽⁶⁸⁾

Les autres industries alimentaires utilisent également de la poudre de cacao dans le but d'aromatiser biscuits, crèmes glacées ou produits laitiers. ⁽⁷¹⁾

II.4.2. Utilisations en alimentation animale

Il faut savoir que les fèves et les coques de cacao sont toxiques pour les animaux, en raison de la présence de théobromine. En revanche, le taux de cet alcaloïde est insignifiant dans les cabosses.

Les cabosses, riches en potassium, contribuent à la fertilisation des cacaoyers en pourrissant rapidement lorsqu'elles sont laissées sur place. Le bétail peut être amené à consommer des cabosses fraîches, à condition qu'elles soient séchées, puis broyées. Aucun effet toxique ne sera observé si la ration quotidienne en farine de cabosses est limitée à 7 kg pour les bovins et 2 kg pour les porcins. La valeur nutritionnelle de cette farine pour les vaches laitières est comparable à celle de la farine de maïs en épis. Pour les bœufs, une légère différence est compensable par des doses accrues. Chez les porcins, on peut substituer le maïs par la farine de cabosse à hauteur de 35 % de la ration sans perdre en gain de poids. Pour ne pas rebuter les animaux, les cabosses doivent être présentées sous forme de granulés.

Enfin, les coques de cacao, en dépit de leur teneur en théobromine, représentent une source considérable de vitamine D. Seuls, les ruminants peuvent en consommer jusqu'à 0,8 kg par jour, le danger étant réel pour les porcs et les volailles. Cependant, il est possible de détoxifier les sous-produits du cacao en les cuisant dans l'eau pendant 90 minutes, puis en les filtrant et en les séchant. Ainsi, les rations destinées aux porcs peuvent-elles contenir jusqu'à 25 % de ce produit transformé. ⁽⁸¹⁾

II.4.3. Autres utilisations industrielles

Dans le domaine pharmaceutique, le beurre de cacao servait autrefois à fabriquer les suppositoires. Actuellement, l'industrie pharmaceutique utilise de préférence des excipients synthétiques qui permettent d'éviter la surfusion. En effet, si on le chauffe à trop haute température pour le faire fondre, le beurre de cacao s'altère. ⁽⁷⁸⁾

Le jus de fermentation issu de la pulpe de cacao n'a pas encore à ce jour trouvé d'application concrète.

En médecine traditionnelle, le beurre de cacao est un remède réputé pour traiter les brûlures, les refroidissements, les lèvres sèches, les fièvres, la malaria, les rhumatismes, les morsures de serpents, ainsi que diverses blessures.⁽⁷¹⁾

Dans d'autres domaines, du beurre de cacao est employé pour la production de cosmétiques.⁽⁷¹⁾

II.5. Applications concrètes en cosmétologie

Le beurre de cacao est utilisé en cosmétique pour ses propriétés d'hydratation mises à profit pour les peaux sèches que ce soit au niveau du corps, des lèvres, des mains ou des pieds. De plus, il a un effet préventif du vieillissement cutané et intervient dans la régénération cellulaire. Il permet aussi d'atténuer cicatrices et autres traces apparentes sur la peau. Enfin, il a l'avantage d'avoir une odeur agréable et une texture fondante.

Parmi les vingt marques étudiées (AKILEÏNE, AVEENO, AVENE, BIODERMA, CAUDALIE, DERMOPHIL INDIEN, EUCERIN®, EXPANSCIENCE, LAINO, LA ROCHE-POSAY, NEUTROGENA®, NIVEA, NOREVA, NUXE, RENE FURTERER, RoC®, SVR®, URIAGE, VICHY, WELEDA), seules quatre d'entre elles commercialisent actuellement en pharmacie des produits cosmétiques renfermant du beurre de cacao : DERMOPHIL INDIEN, NUXE, VICHY et WELEDA. L'unique stick à lèvre contenant du beurre de cacao pur Codex et vendu en officine est produit par le laboratoire DERMOPHIL INDIEN. Le laboratoire NUXE a extrait du cacao quatre principaux actifs qu'il a ensuite incorporés dans ses différents produits cosmétiques : les polyphénols de cacao, les protéines de cacao, un extrait de cacao et un oléat de cacao. Dans les crèmes hydratantes de WELEDA, le beurre de cacao est associé à d'autres substances naturelles et majoritairement biologiques, à la fois excipients et actifs, dont le beurre de karité. Enfin, les laboratoires VICHY ont incorporé du beurre de cacao dans deux produits de leur gamme solaire (tableau 26).^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

| Catégorie | Exemples | Propriétés |
|-------------------------------|---|---|
| Soins des peaux sèches | NUXE CREME PRODIGIEUSE® ENRICHIE soin hydratant défatigant | Hydrate et défatigue les peaux sèches en les protégeant du principal facteur du vieillissement cutané qu'est le stress oxydatif |
| | NUXE CREME PRODIGIEUSE® soin hydratant défatigant | Hydrate et défatigue les peaux normales à mixtes en les protégeant du principal facteur du vieillissement cutané qu'est le stress oxydatif |
| | NUXE CREME PRODIGIEUSE® NUIT soin rénovateur nuit | Hydrate et défatigue dans la nuit les peaux sèches en les protégeant du principal facteur du vieillissement cutané qu'est le stress oxydatif de la journée |
| Soins des lèvres | DERMOPHIL INDIEN stick à lèvres ultra-nourrissant | Protège les lèvres desséchées et fragilisées vis-à-vis des agressions climatiques ; ce stick de couleur jaunepâle et aromatisé au cacao présente une texture souple et très douce |
| Soins du visage | WELEDA crème de jour hydratante à l'iris bio | Protège les peaux du visage sèches à très sèches des agressions extérieures |
| | WELEDA crème de nuit hydratante à l'iris bio | Régénère et ressourcement intensément la peau au cours de la nuit |
| Soins minceur | NUXE BODY huile minceur cellulite infiltrée | Réduit l'aspect de la cellulite par effet affinant |
| | NUXE BODY sérum minceur cellulite incrustée | Réduit l'aspect de la cellulite incrustée par un effet de lissage optique instantané |
| Soins anti-âge | NUXE AROMA-VAILLANCE® émulsion rides profondes hydratante | Hydrate la peau du visage tout en raffermissant, repulpant et comblant les rides profondes des peaux normales et mixtes |
| | NUXE AROMA-VAILLANCE® ENRICHIE crème rides profondes nourrissante | Nourrit la peau du visage tout en raffermissant, repulpant et comblant les rides profondes des peaux sèches et très sèches |
| | NUXE CONTOUR DES YEUX PRODIGIEUX® soin hydratant défatigant | Hydrate et défatigue les yeux sensibles ou équipés de lentilles de contact avec un effet à la fois anti-âge et anti-poches |
| | NUXELLENE® JEUNESSE fluide rechargeur jeunesse et lumière | Homogénéise le teint tout en ayant un effet anti-âge majeur par action sur l'ADN mitochondrial |
| Soins solaires | NUXE PRODIGIEUX® écran haute protection IP30 | Protège toutes les peaux au quotidien du rayonnement solaire |
| | VICHY CAPITAL SOLEIL stick haute protection lèvres IP20 | Protège les lèvres des rayonnements solaires |
| | VICHY CAPITAL SOLEIL stick ultra protection zones sensibles IP50+ | Protège la peau au niveau des zones sensibles ou surexposées |

Tableau 26 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de cacao et commercialisés en pharmacie d'officine, regroupés par catégorie de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Des marques distribuées en grandes surfaces ont développé des gammes à base de beurre de cacao. Nous citerons l'exemple du leader mondial des soins au beurre de cacao, la marque PALMER'S® créée en 1840 aux États-Unis par le pharmacien chimiste Arnold NEIS, puis introduite en France en 2007. Cette gamme au beurre de cacao se décline en soins pour la peau, et en soins pour la maman et son bébé (tableau 27).⁽⁸²⁾

| Catégorie | Exemples | Propriétés |
|------------------------------|--|--|
| Soins du corps | PALMER'S® huile sèche | Soin réparateur visage et corps |
| | PALMER'S® savon de soin | Mousse, répare et adoucit la peau |
| | PALMER'S® gommage corporel | Exfolie, affine, lisse, hydrate et adoucit la peau |
| | PALMER'S® lait nutritif de massage pour le corps | Adoucit, assouplit et apaise les peaux sèches et très sèches |
| | PALMER'S® beurre de soin formule solide | Soulage et adoucit les peaux sèches tout en estompant les petites imperfections et les cicatrices |
| | PALMER'S® soin brillant pour le corps | Hydrate la peau tout en la rendant éclatante et lumineuse |
| Soins des mains | PALMER'S® crème de soin concentrée | Adoucit, assouplit et apaise les peaux sèches et très sèches |
| Soins des lèvres | PALMER'S® stick à lèvres SPF15 | Hydrate les lèvres tout en les protégeant préventivement des gerçures, du vent ou des rayonnements solaires |
| | PALMER'S® baume scintillant pour les lèvres | Adoucit et apaise les lèvres tout en ajoutant un brillant subtil |
| Soins de bébé | PALMER'S® stick facial apaisant | Nourrit et protège la peau de bébé |
| | PALMER'S® lotion de massage | Protège, nourrit et parfume la peau de bébé après son bain |
| | PALMER'S® crème de soin pour érythème fessier | Apaise et protège la peau fragile de bébé |
| Soins de la maternité | PALMER'S® lait soin anti-vergetures | Prévient et atténue les vergetures en plus de réparer les peaux sèches et d'apaiser les démangeaisons |
| | PALMER'S® lotion raffermissante après grossesse au Q10 | Raffermit et tonifie la peau tout en aidant à estomper les vergetures |
| | PALMER'S® beurre de soin anti-vergetures | Pénètre et soigne la peau en profondeur tout en atténuant les vergetures et en revitalisant la peau, en soin de nuit |
| | PALMER'S® lotion intensive anti-vergeture au Q10 | Raffermit et tonifie la peau en plus d'améliorer son élasticité et sa texture |
| | PALMER'S® crème de massage anti-vergetures | Aide à prévenir et estomper les vergetures |

Tableau 27 – Exemple d'une gamme de cosmétiques contenant du beurre de cacao et commercialisés en grandes surface, regroupés par catégorie de soin⁽⁸²⁾

III. Le beurre de kokum

III.1. Présentation botanique du brindonnier

Les graines utilisées pour l'obtention du beurre de kokum sont issues d'un arbre indigène poussant sur les pourtours de l'Océan Indien et plus particulièrement en Inde, le brindonnier (figure 60).



Figure 60 – Le brindonnier, *Garcinia indica* (Thouars) Choisy⁽⁸³⁾

III.1.1. Le brindonnier et ses différentes appellations

Cette plante est vaguement connue depuis le XVI^e siècle sous le nom de « Brindones ». Ce n'est qu'en 1802 que le botaniste français Louis Marie AUBERT DU PETIT-THOUARS (1758-1831) (figure 61) rapporta d'un voyage aux îles Mascareignes (la Réunion et l'île Maurice) un herbier dans lequel figure cette plante qu'il a baptisée *Brindonia indica*. Puis, en 1824, le botaniste suisse Jacques Denis CHOISY (1799-1859) a rattaché cette espèce au genre *Garcinia* d'où son nom binomial actuel de *Garcinia indica*.^{(84) (85)}

Parmi les différents noms vernaculaires du brindonnier ou brindonnier, on trouve en français « kokum », en anglais « kokam butter tree », « mangosteen oil tree », « brindonia tallow tree », et en divers dialectes indiens « kokam », « murgal », « murgala », « margina-huli mara », « amsol », « kokan », « punampulli », « dhupadi enne (oil) », « bhirand », « chirand », « ratambi (fruit) », « karambi », « bhirandel (oil) ». ^{(86) (87)}



Figure 61 – Louis Marie AUBERT DU PETIT-THOUARS⁽⁸⁵⁾

III.1.2. Présentation taxonomique

Le kokum que nous allons étudier appartient actuellement à la famille des *Clusiaceae* anciennement dénommée *Guttiferae* ou Guttifères.

Les *Clusiaceae* sont une famille de plantes dicotylédones regroupant environ 1000 espèces pour une quarantaine de genres. Cette famille doit son nom au botaniste britannique John LINDLEY (1799-1865) (figure 62). Les différentes espèces de cette famille cosmopolite composée d'arbres, d'arbustes, de plantes herbacées et de lianes peuvent être rencontrées en zones tempérées ou tropicales.⁽⁸⁸⁾



Figure 62 – John LINDLEY⁽⁸⁸⁾

La classification phylogénétique des angiospermes APG III (2009) nous permet de ranger l'espèce *Garcinia indica* ([Thouars] Choisy) de la façon suivante dans le règne des Plantes :⁽⁸⁾

- ✓ Angiospermes ou *Magnolophyta* dont :
 - Dicotylédones vraies ou *Eudicotyledonae* comprenant 2 principaux clades (Rosidées et Astéridées).
 - Rosidées ou *Rosidae* comprenant un ordre principal (Vitales) et 2 sous-clades (Fabidées et Malvidées).
 - ✓ Fabidées ou *Fabidae* comprenant 8 ordres dont :
 - Ordre des Malpighiales ou *Malpighiales* (Mart. [1835]) comprenant 35 familles dont :
 - Famille des Clusiacées ou *Clusiaceae* (Lindl. [1836]) comprenant près de 40 genres dont :
 - ✓ Genre *Garcinia* (L. [1753]).

L'ordre des Malpighiales a été étudié par le botaniste allemand Carl Friedrich Philipp VON MARTIUS (1794-1868).

Le genre *Garcinia* est actuellement représenté par 36 espèces dont celle du kokum, *Garcinia indica*, mais selon les auteurs il pourrait exister jusqu'à 300 taxons au sein de ce genre.⁽⁸⁸⁾

III.1.3. Écologie du kokum

III.1.3.1. Répartition géographique

Le kokum est originaire des forêts tropicales humides, notamment celles de la côte occidentale de l'état du Kerala en Inde et en Malaisie (figure 63). Sa culture se limite aux régions côtières et vallonnées des états du Maharastra et de Goa en Inde. On trouve aussi quelques plantations de kokum dans d'autres régions de l'Inde : dans



Figure 63 – Répartition des pays cultivant le kokum⁽⁸⁹⁾

le Tamil Nadu, sur les côtes occidentales du Karnatka et du Kerala, ainsi que dans certains zones de l'Ouest du Bengale (Assam et Gujrat). Toujours en Inde, la présence de kokum a également été décrite sur les pentes inférieures du Nilgiri Hills. Enfin, le kokum pousse aussi à Madagascar et à Trinité-et-Tobago.^{(86) (89)}

III.1.3.2. Biotope du kokum

Le sol de prédilection du kokum est un sol qui doit être bien drainé et profond, tout en ayant de bonnes capacités de rétention d'eau. Le kokum tolère également des sols sableux, argileux, limoneux et latéritiques, et qui peuvent retenir l'humidité. Le kokum peut pousser aussi bien lorsque les conditions créent un engorgement en eau ou une sécheresse, dans une certaine mesure. Ainsi, s'épanouit-il généralement le long des berges et des côtes. Sinon, en cas de culture dans des lieux plus secs, le kokum nécessite une irrigation au goutte-à-goutte. Dans les zones de culture traditionnelle, des détails plus précis ne sont pas disponibles.⁽⁸⁶⁾

III.1.3.3. Adaptation au terrain

L'habitat naturel du kokum est caractérisé par un climat chaud et humide, sous un ombrage partiel. Les températures requises sont de l'ordre de 15 à 35 °C pour un taux d'humidité de 60 à 80 %. Les précipitations annuelles doivent être bien réparties et supérieures à 2000 mm. Une acidité extrême est nuisible à la culture.^{(86) (90) (91)}

III.1.4. Aspects anatomiques

Le kokum est un arbre mince, à port pyramidal. Ses feuilles sont persistantes et ses branches pendantes ou tombantes. Il s'agit d'un arbre dioïque, sachant qu'il existe une certaine variabilité dans le sexe et le type des fleurs.

De forme ovale ou oblongue, les feuilles sont lancéolées et mesurent 6,25 à 8,75 cm de long pour 2,5 à 3,75 cm de large. Leur couleur verte est foncée sur le dessus et pâle en-dessous (figure 64).

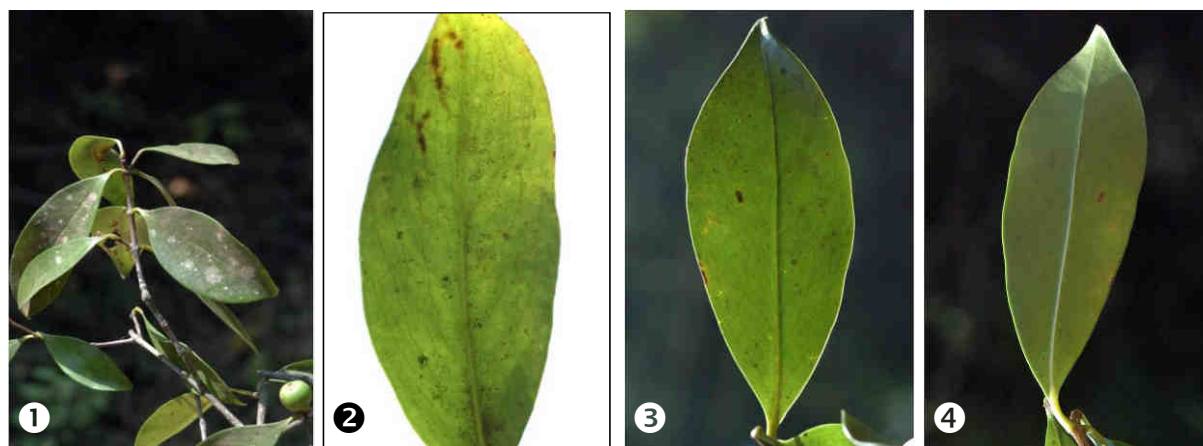


Figure 64 – Feuilles de kokum : ① pétiole et insertion de la feuille ; ② aspect des nervures ; ③ face supérieure de la feuille ; ④ face inférieure de la feuille⁽⁹²⁾

Les fleurs peuvent être axillaires ou terminales et sont solitaires ou fasciculées avec 2 à 8 bourgeons. Le bourgeon mesure 1,4 à 1,6 cm de long sur 0,7 à 0,8 de large, pour une masse variant de 50 à 180 g. La fleur a la particularité d'être tétramère et hypogyne. Le calice sépaloïde se compose de 4 sépales disposés par paires décussées, la paire interne étant plus large que la paire externe. La corolle est formée de 4 pétales légèrement plus grands que les sépales. La couleur de la face dorsale des pétales varie du jaune au rose, tandis que leur face ventrale est rose foncé.

Les fleurs mâles sont généralement dotées d'un long pédicelle et de nombreuses étamines formant une courte colonne capitée ou bien un anneau entourant le pistil rudimentaire. Les anthères sont oblongues, sessiles sur de courts filaments épais, soudées et tétra-alvéolaires voire rarement bi-alvéolaires.

Les fleurs femelles sont munies d'un court pédicelle et de staminodes disposées en quatre touffes autour du pistil, rarement deux. Les stigmates sont sessiles et radiaux, chaque rayon étant formé de deux lignes de tubercules. L'ovaire est divisé en deux à 8 loges, les ovules sont solitaires et leur placentation axile.

Les fleurs bisexuelles ont un long pédicelle et quatre touffes d'étamines entourant le pistil. Les stigmates peuvent être sessiles ou sub-sessiles.

On peut classer les kokums en trois catégories en fonction du type prépondérant de fleurs : les arbres de type I sont dits staminés ou masculins, ceux de type II sont hermaphrodites ou bisexuels, et ceux de type III sont dits pistillés ou femelles.

Les fruits sont globuleux ou sphériques (figure 65). D'un diamètre de 2,5 à 3,75 cm, ils sont pourpre foncé à maturité. Ils renferment 5 à 8 graines de grande taille. Les fruits qui ont 7 à 10 crêtes mettent 4 à 5 mois pour mûrir. ^{(86) (91)}

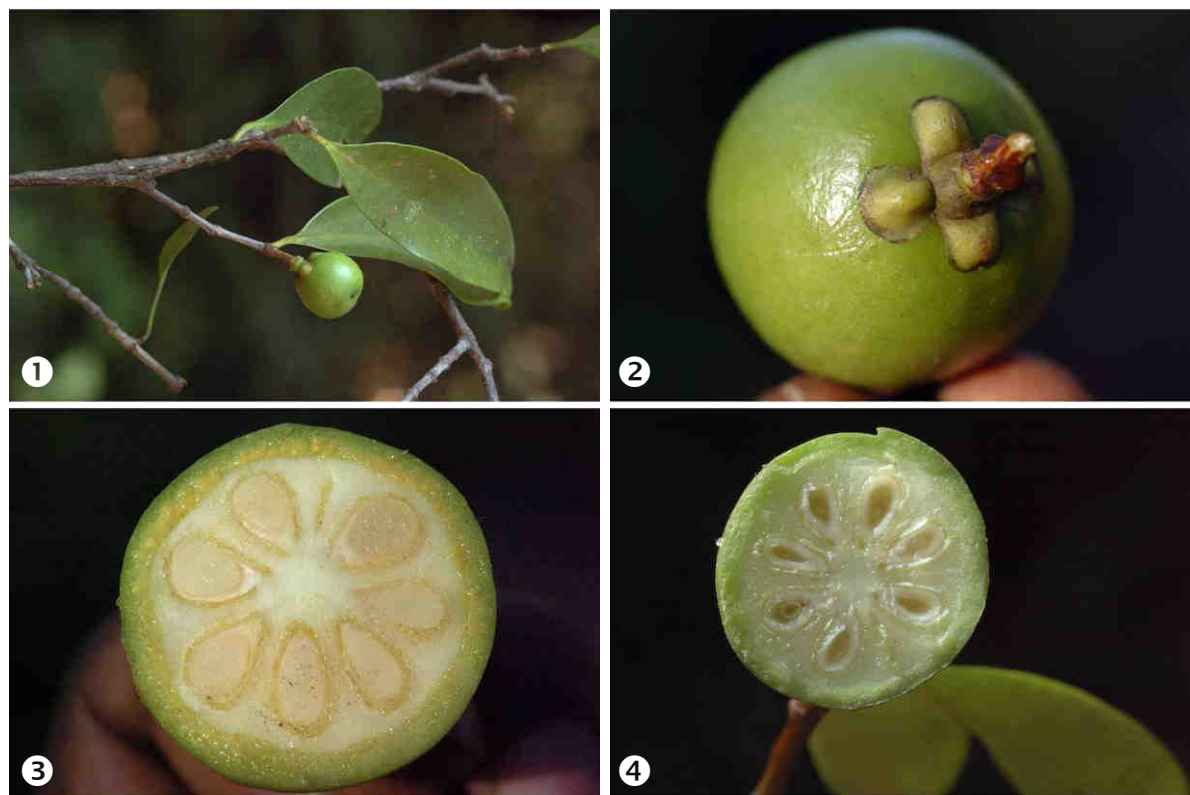


Figure 65 – Fruit du kokum : ① insertion du fruit ; ② aspect extérieur du fruit ; ③ & ④ vue interne du fruit sur une section transversale ⁽⁹²⁾

III.1.5. Aspects physiologiques

La fructification commence au bout de 7 à 10 ans pour les arbres issus des graines, alors que s'il s'agit de plants greffés les premiers fruits apparaissent dès 4 à 5 ans. En Inde, la saison de la floraison s'étale de novembre à février, puis les fruits mûrissent de mars à juin. L'anthèse se produit tôt, entre 6 et 8 heures du matin, 20 minutes après la déhiscence des anthères. La pollinisation par le vent revêt toute son importance lorsque les stigmates sont considérés comme réceptifs le jour de l'anthèse et les 3 jours suivants. ⁽⁹⁰⁾

III.1.6. Maladies et insectes nuisibles

Le kokum n'est affecté par aucun parasite ou insecte nuisible ni aucune maladie grave. La mineuse des feuilles est l'un des rares insectes à causer des lésions aux feuilles tendres de kokum. On peut prévenir ses attaques grâce à des pulvérisations d'insecticides organophosphorés renfermant 0,03 % de phosphamidon ou 0,03 % de diméthoate.^{(86) (93)}

III.1.7. Dissémination, culture, récolte et rendements

III.1.7.1. Dissémination

III.1.7.1.1. Dissémination traditionnelle

Dans la méthode traditionnelle de dissémination des graines, se pose le problème de la longue période de maturation, sans compter qu'il est impossible de différencier les plants mâles des bisexuels. Il n'est pas non plus possible de sélectionner les plants pour leur qualité et leur rendement. Les graines mettent plus de 7 mois à germer lorsqu'elles sont en état de dormance, cependant on peut parer à cet inconvénient en traitant les graines durant une demi-journée dans 500 ppm d'une phytohormone telle que la gibbérelline GA3.

Pour accroître l'ensemencement, les graines fraîches de grande taille issues de plants à haut rendement et développement régulier peuvent être nettoyées à l'eau avant d'être semées dans des sacs en polyéthylène de 12,5 cm sur 20 cm renfermant une substance de rempotage. Le fait de tremper les graines dans l'eau deux jours avant l'ensemencement améliore de 90 % la germination qui sera meilleure et plus rapide. Des plantules d'un an d'âge sont à utiliser pour la plantation dans les champs.^{(86) (91)}

III.1.7.1.2. Dissémination artificielle

La méthode de multiplication végétative consiste en une greffe sur bois tendre. Octobre est le mois idéal pour réaliser la greffe. Les greffes sont ensuite préservées avec succès soit sous serre ou directement exposées au soleil. Il convient d'utiliser d'une part des porte-greffe âgés d'un an et, d'autre part comme greffons, des pousses orthotropes de 9 mois d'âge et longues de 6 à 8 cm. Le pré-séchage n'est pas nécessaire pour le bois tendre de greffage. Les plants à racine devraient être âgés de plus de 22 semaines.

La conservation des feuilles sur ces plants à racine n'influence aucunement le succès de la greffe, pas plus que la longueur du greffon qui peut varier de 2,5 à 15 cm. Les greffons peuvent être conservés sept jours dans les sacs en polyéthylène ou bien dans de la mousse de sphaigne. Pour atteindre le pourcentage maximal de survie au stade de la mise en place, l'opération de greffage doit être réalisée *in situ*.^{(86) (91)}

III.1.7.2. Culture

III.1.7.2.1. Plantation

Avant la plantation, tous les buissons, arbres et souches doivent être retirés de la parcelle, puis le sol doit être labouré. La plantation se fait à raison de 333 plants par hectare en espaçant chacun d'entre eux de 5 à 6 m, voire 10 m. Il faut creuser des trous cubiques de 60 cm de côté avant de les remplir de fumier bien décomposé. Dans chaque trou, on doit ajouter 100 g d'un agent protecteur vis-à-vis des termites, ainsi que 1,5 kg de superphosphates.

Pour la plantation qui doit intervenir avant le début de la mousson, il convient d'utiliser des plants forts et sains ou bien des greffes âgées d'un an. La parcelle doit être jalonnée aussitôt après.^{(86) (91)}

III.1.7.2.2. Entretien

Durant les mois d'hiver et d'été, les jeunes plants doivent être soumis à un ombrage partiel et irrigués au mois deux fois par mois. Le verger doit être maintenu propre en éliminant mauvaises herbes, graminées et buissons. Un apport suffisant en humidité dans le sol permet aux kokums en croissance d'améliorer leur rendement de production.⁽⁹¹⁾

III.1.7.2.3. Engrais

Les agriculteurs répandent actuellement peu d'engrais et de ce fait les productions restent faibles. Le kokum étant un arbre à feuilles persistantes capable de survivre de nombreuses années et produisant annuellement, des engrais doivent être apportés régulièrement pour assurer une croissance saine et vigoureuse afin d'accroître les rendements.

Pour les plants d'un an d'âge, on peut apporter 5 kg de fumier ou d'engrais vert, ainsi que 50 g d'azote, 25g de phosphore et 25 g de potassium. Cette dose doit être augmentée proportionnellement tous les ans. Au-delà de dix ans d'âge, la dose par plant est de 5 kg de fumier ou d'engrais vert, ainsi que 500 g d'azote, 250 g de phosphore et 250 g de potassium.

Le dépôt des engrais se fait en août, après les fortes pluies, dans une tranchée circulaire creusée sous la canopée des arbres. Ces tranchées profondes de 30 cm et larges de 30 à 45 cm sont ensuite recouvertes de terre.⁽⁹¹⁾

III.1.7.2.4. Cultures intercalaires

Selon le principe de l'agriculture partagée, des cucurbitacées, du gombo ou de la patate douce peuvent pousser sans problème entre deux rangées de kokum.⁽⁹¹⁾

Sous réserve d'aménager une irrigation au goutte à goutte, il est possible de faire croître le kokum au sein de plantations de cocotiers, à raison d'une rangée de kokum entre deux rangées de cocotiers (figure 66). L'espacement nécessaire dans ce cas pour le kokum est de 5 m sur 5 m. Il en va de même au sein des plantations d'aréquiers ou palmiers à bétel pour lesquels l'espacement doit être plus important (10 m sur 10 m) afin de ne pas altérer le rendement de ces derniers. Enfin, la culture du kokum est également envisageable dans les plantations de cardamome.⁽⁸⁶⁾

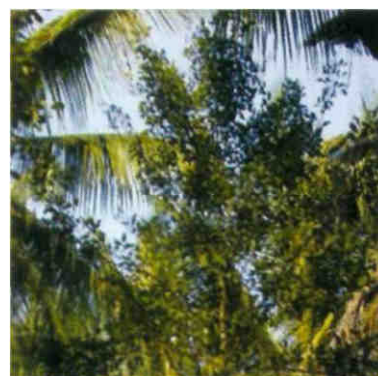


Figure 66 – Un kokum cultivé dans une plantation de cocotiers⁽⁹³⁾

III.1.7.3. Récolte

La première fructification du kokum intervient 7 à 8 ans après sa plantation. La récolte a lieu lorsque les fruits sont bien mûres, soit 5 mois après la floraison. Les fleurs de kokum s'épanouissent de novembre à février, puis les fruits mûrissent en avril et mai. Comme il s'agit d'une espèce dioïque et que, par conséquent, fleurs mâles et fleurs femelles sont portées par des arbres distincts, on différencie à l'état adulte les plants femelles productifs, des plants mâles improductifs.⁽⁸⁶⁾

Les fruits mûrs sont frappés contre les arbres ou rabattus vers le bas grâce à de longues tiges de bambou, puis ils sont ramassés sur le sol.⁽⁸⁷⁾

Les fruits du kokum sont juteux et hautement périssables. Toutes les précautions utiles doivent donc être prises pour éviter les dégradations mécaniques après la récolte. Les fruits sont triés par taille et couleur. En mûrissant, les fruits passent du vert au rouge (figure 67).⁽⁹⁰⁾

La durée de conservation des fruits frais est d'environ 5 jours, à température ambiante, c'est pourquoi les fruits sont séchés au soleil pour accroître cette durée de conservation. Le kokum séché est emballé dans des sacs de jute. ⁽⁸⁶⁾



Figure 67 – Intérieur du fruit du kokum ⁽⁹³⁾

III.1.7.4. Rendements

Un arbre bien entretenu pendant 5 à 7 ans va produire 300 à 400 kg de fruits frais. Les agriculteurs peuvent obtenir des rendements très élevés avec des apports minimums et grâce au peu de soins que requièrent les kokums. ⁽⁸⁶⁾

On estime qu'une personne seule est capable de collecter quotidiennement 1 à 1,5 maunds (ancienne unité de masse utilisée en Inde britannique) soit 37 à 56 kg de fruits, pour une valeur de 3 roupies par maund. ⁽⁸⁷⁾

III.1.8. Aspects économiques

Les produits issus du kokum sont actuellement commercialisés aussi bien dans le marché intérieur indien que sur le marché international dont les principaux pays importateurs sont les États-Unis, le Royaume-Uni, les Émirats Arabes Unis, l'Australie et le Sultanat d'Oman. De 1993 à 2003, les quantités totales de produits transformés du kokum exportés par l'Inde sont en décroissance de 0,07 % en raison de la diminution des exportations enregistrée vers les cinq principaux pays importateurs (tableau 28). En revanche, en termes de valeur, les exportations totales sont en légère croissance mais non significative de 0,52 %, la valeur des exportations diminuant pour chacun des cinq principaux importateurs. À noter que pour les autres pays importateurs minoritaires, les taux de croissance restent légèrement positifs tant par rapport aux quantités (+ 1,08 %) que par rapport aux valeurs (+ 0,36 %). ⁽⁹⁴⁾

| Exportations
Pays | en quantité | | en valeur | |
|----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | Taux de croissance | Coefficient de variation | Taux de croissance | Coefficient de variation |
| États-Unis | -0,80 % | 166,37 % | -0,75 % | 209,10 % |
| Royaume-Uni | -0,58 % | 181,07 % | -0,48 % | 194,98 % |
| Émirats Arabes Unis | -0,38 % | 66,57 % | -0,03 % | 124,95 % |
| Australie | -0,89 % | 75,20 % | -0,27 % | 181,18 % |
| Oman | -0,54 % | 77,58 % | -0,81 % | 75,14 % |
| autres pays | 1,08 % | 107,88 % | 0,36 % | 135,57 % |
| total | -0,07 % | 59,16 % | 0,52 % | 98,03 % |

Tableau 28 – Taux de croissance et coefficient de variation des exportations de produits du kokum de 1993 à 2003 ⁽⁹⁴⁾

Pour étudier la variabilité dans l'exportation des produits issus du kokum, l'instabilité a été mesurée en calculant le coefficient de variation. Il ressort que les exportations sont encore plus instables en termes de valeur (98 %) qu'en termes de quantité (59 %). Pour ce qui est des quantités exportées, l'instabilité varie de 66 % pour les Émirats Arabes Unis à 181 % pour le Royaume-Uni ; tandis que pour ce qui est de la valeur des exportations, le coefficient de variation grimpe jusqu'à 209 % pour les États-Unis. ⁽⁹⁴⁾

La tendance à l'exportation du kokum peut alors être dégagée selon la méthode d'analyse de régression polynomiale orthogonale (figure 68). Concernant les quantités exportées, on a pu observer une alternance de périodes de hausse et de baisse au cours de la décennie étudiée (1993 – 2003) : 106 tonnes exportées en 1993, puis seulement 18 tonnes en 1996, puis 102 tonnes en 1999, puis 22 tonnes

en 2002 et enfin 108 tonnes en 2003. De même, la valeur des exportations est elle aussi fluctuante selon le même rythme.⁽⁹⁴⁾

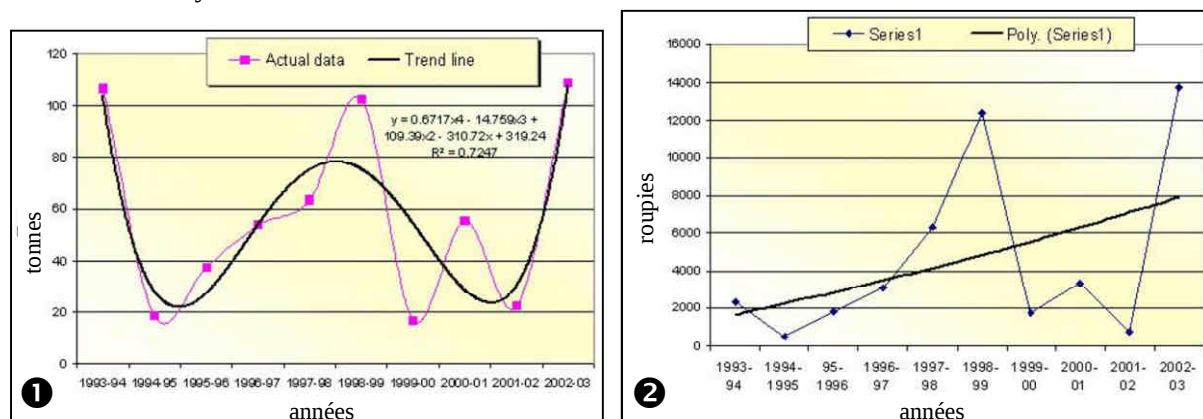


Figure 68 – Tendances à l'exportation des produits issus du kokum depuis l'Inde en quantité (①) et en valeur (②)⁽⁹⁴⁾

III.2. Préparation du beurre et des autres produits issus du kokum

III.2.1. Préparation du beurre de kokum

Aussitôt récoltés, les fruits reçoivent des coups de bâton pour séparer la peau externe de la partie charnue contenant les graines.

Les peaux sont alors trempées à plusieurs reprises dans le jus de la pulpe au cours du séchage au soleil. Après une à deux semaines de séchage au soleil, le produit obtenu, qui a pris la couleur du charbon et une saveur caractéristique, est commercialement appelé « *kokum amsul* » ou kokum non salé (figure 69). Ces peaux contiennent 2 à 3 % d'anthocyanes et constituent une source de colorants naturels pour des aliments acides. Les peaux séchées se conservent après frottement avec du sel et de l'huile de noix de coco pour en améliorer aspect et qualité. Elles sont vendues environ 200 roupies le kilogramme, sur les marchés locaux.



Figure 69 – ① séchage des peaux de fruits du kokum ; ② peaux séchées de kokum ; ③ beurre de kokum⁽⁹³⁾

Protégées par des cendres, puis séchées et stockées en tas ou dans des paniers, les graines fournissent une graisse comestible, appelée beurre de kokum. Celui-ci est majoritairement extrait de façon artisanale. Le principe de cette méthode est tout d'abord d'écraser les noyaux, puis de faire bouillir la pulpe dans l'eau, et enfin d'écumer la graisse par le haut ou de baratter la pulpe écrasée avec de l'eau. Actuellement, l'huile est également obtenue après extraction par un solvant dont le rendement en graisse est d'environ 25 %. Le beurre de kokum est alors vendu sur les marchés locaux soit sous forme de mottes en forme d'œuf, soit sous forme de pains d'une couleur grise-jaunâtre lumineuse ayant une texture grasse et un goût huileux fade. Il sert principalement de matière grasse comestible et parfois comme *ghî* (beurre clarifié indien) frelaté. Le beurre de kokum, une fois raffiné et désodorisé, prend une couleur blanche et peut légitimement rivaliser avec les graisses hydrogénées haut de gamme.⁽⁸⁶⁾

(87) (93)

III.2.2. Préparation des autres produits issus du kokum

III.2.2.1. Peaux vertes séchées du kokum

Ce produit est préparé à partir des fruits verts indigènes de kokum. Les fruits sont coupés en quatre morceaux longitudinaux. Ils sont ensuite conservés dans une solution de métabisulfite de potassium durant deux heures, puis séchés à une température de 50 à 55 °C, dans une étuve ou au soleil. ⁽⁸⁶⁾

III.2.2.2. Sirop de kokum

Le sirop de kokum ou « *amrit kokum* » est préparé à partir des peaux fraîches de fruits de kokum mûres en y ajoutant de la canne à sucre en proportion 1/2. Le mélange est maintenu en tant que tel, de préférence au soleil, après conditionnement dans un récipient en verre pendant 8 jours et en remuant de temps en temps. Puis, le mélange est filtré à travers une étoffe de mousseline. Le sirop obtenu est stocké dans des récipients en plastique de qualité alimentaire ou dans des bouteilles en verre. Si besoin, on peut incorporer un conservateur tel que le benzoate de sodium à raison de 160 mg par kg de sirop. Avant de consommer ce produit, il est nécessaire de le diluer 5 à 6 fois avec de l'eau. Une pincée de sel ordinaire et de poudre de cumin sont ajoutés pour le goût. ⁽⁸⁶⁾

III.2.2.3. Peaux mûres séchées du kokum

Les peaux mûres des fruits du kokum sont séchées au soleil ou dans une étuve à une température de 60 °C. Ces peaux sont ensuite traitées avec du jus de kokum saumuré, puis à nouveau séchées. Cette dernière opération est réalisée en 5 minutes. Le produit final est utilisé dans les currys en remplacement du tamarinier. ⁽⁸⁶⁾

III.2.2.4. Jus de kokum saumuré

Le jus de kokum saumuré ou « *kokum agal* » est préparé soit à partir des peaux de fruits mûres du kokum, soit à partir de la pulpe avec la peau des fruits immatures, soit à partir uniquement de la pulpe. On mélange le fruit avec 15 à 16 % de sel ordinaire en agitant de temps en temps, durant 8 jours. Le jus extrait est filtré, puis conditionné dans des récipients en plastique de qualité alimentaire ou dans des bouteilles en verre. Ce produit sert à la fabrication du « *skolkadhi* », une boisson rafraîchissante consommée après le déjeuner. ⁽⁸⁶⁾

III.3. Composition du beurre et des autres produits issus du kokum

III.3.1. Composition du beurre de kokum

Les noyaux qui représentent environ 60 % du poids des graines apportent un rendement en huile de 33 %. Sur la base des graines, la teneur en huile est d'environ 23 à 26 %. Le beurre de kokum est particulièrement riche en acides stéarique et oléique (tableau 29). Il contient environ 75 % de glycérides monoinsaturés. ^{(86) (87)}

Tableau 29 – Composition en acides gras du beurre de kokum ⁽⁸⁷⁾

| | |
|------------------|---------------|
| Acide oléique | 39,4 à 41,5 % |
| Acide myristique | 1,2 % |
| Acide palmitique | 2,5 à 5,3 % |
| Acide stéarique | 52,0 à 56,4 % |
| Acide linoléique | 1,0 % |

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Point de fusion | 39,4 à 43,0 °C |
| Indice de réfraction à 40 °C | 1,4565 à 1,4575 |
| Indice de saponification | 187 à 191,7 |
| Indice d'iode | 25 à 36,7 |
| Matière insaponifiable | 1,2 à 2,3 % |

Les différentes caractéristiques physico-chimiques du beurre de kokum sont présentées tableau 30. ⁽⁸⁷⁾

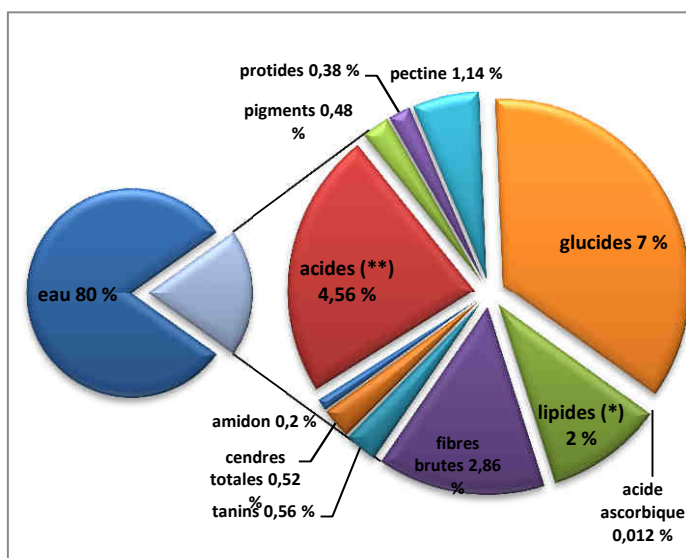
Tableau 30 – Caractéristiques physico-chimiques du beurre de kokum ⁽⁸⁷⁾

III.3.2. Composition des autres produits issus du kokum

Les fruits, les graines et les peaux séchées du kokum contiennent principalement de l'acide tartrique, du garcinol, des sucres réduits et des graisses.

Les peaux fraîches des petits fruits du kokum renferment 80 % d'eau. Les 20 % restants sont détaillés figure 70. Les pigments (0,48 %) sont des anthocyanes qui constituent une source naturelle de colorants pour les aliments acides.⁽⁸⁶⁾

Figure 70 – Composition des peaux fraîches des petits fruits du kokum. (*) matières grasses extraites par l'hexane. (**) dont acide hydroxycitrique⁽⁸⁶⁾



Dans la pulpe des graines qui renferme au total 16 % de matières solides solubles, le principal acide est l'acide malique (pH 3).⁽⁹⁰⁾

Les fruits contiennent de la cellulose, un résidu d'extraction et une fraction insoluble.⁽⁹⁵⁾

Parmi les composés actifs isolés à partir de l'espèce *Garcinia indica*, on trouve le garcinol, le xanthochymol, l'isoxanthochymol et l'acide hydroxycitrique (AHC) (figure 71). Le garcinol encore appelé cambogiol, qui est une benzophénone polyisoprénylée, est l'un des principaux constituants de l'extrait des peaux du kokum. Sa structure chimique comprend à la fois un groupe hydroxyle phénolique et un fragment β -dicétone. Ses principaux produits d'oxydation sont le garcim-1, le garcim-2 et le cambogin. Les différents dérivés du garcinol sont le xanthochymol, l'isoxanthochymol, l'acide gambogique, le mangostin, l'isogarcinol, l'isogarcinol 13-O-méthyléther, le garcinol 13-O-méthyléther, la clusianone, le macurin, la (+)-oblongifoline A, la (+)-oblongifoline B, la (+)-oblongifoline C, la (+)-oblongifoline D, la guttiferone-M, la guttiferone-N, la guttiferone-I, la guttiferone-J et la guttiferone-K.⁽⁹⁶⁾

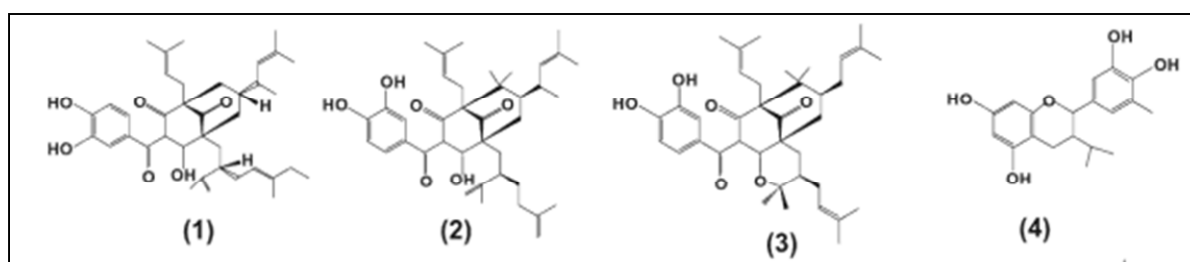


Figure 71 – Principaux composés actifs extraits du kokum : ① garcinol, ② xanthochymol, ③ isoxanthochymol et ④ acide hydroxycitrique⁽⁹⁶⁾

La peau du fruit du kokum contient, sur une base exempte d'humidité, 10 à 30 % d'acide hydroxycitrique également appelé acide 1,2-dihydroxypropane-1,2,3-tricarboxylique qui sert de coupe-faim. Cet AHC a démontré qu'il était capable de supprimer la prise alimentaire et diminuer le gain de poids corporel, expérimentalement chez l'animal : sur 5 rats nourris avec un régime lipogénique, il a été démontré une réduction dose-dépendante de l'apport alimentaire, du poids corporel, des graisses épидидymales ainsi que des triglycérides sériques. Des recherches complémentaires, menées chez l'homme nourri avec un régime riche en glucides, ont pu montrer que l'AHC favorisait la perte de poids et diminuait les taux sériques des triglycérides et du cholestérol. L'AHC, en se liant à l'ATP-citrate lyase,

réduit la production d'acétylcoenzyme A, ce qui diminue par conséquent les productions corporelles de graisses et de cholestérol. Toujours selon la même étude, l'AHC était susceptible d'augmenter la capacité du foie et des muscles à synthétiser et à stocker du glycogène, ce qui a pour effet de supprimer l'appétit. D'après l'hypothèse émise, l'AHC inhiberait une citrate lyase qui aiderait à transformer en graisses les glucides en excès. Suite à l'inhibition de cette enzyme, on suppose que le corps stimulerait l'oxydation des glucides au lieu de simplement brûler les glucides excédentaires.⁽⁹⁶⁾

III.4. Utilisations traditionnelles du kokum

III.4.1. Utilisations traditionnelles du beurre de kokum

Le beurre de kokum extrait artisanalement des graines serait considéré comme nutritif, adoucissant, astringent et émollit. Il sert traditionnellement à des fins pharmaceutiques, en onguents ou en suppositoires. En application locale, le beurre de kokum est destiné, selon la coutume, à soigner des fissures au niveau des lèvres ou des mains gercées, ainsi que des ulcérations. Par ailleurs, le tourteau obtenu après l'extraction des huiles est utilisé comme engrais.⁽⁹⁷⁾

Outre son intérêt en tant que matière grasse comestible (cf. § III.2.1), le beurre de kokum est utilisé dans la préparation du chocolat et des confiseries pour lesquels il est particulièrement adapté grâce à sa richesse en acide stéarique et en acide oléique (cf. § III.3.1). Toutefois, si sa surface devient rugueuse en se solidifiant, on peut y remédier par l'adjonction d'une autre matière grasse. Le beurre de kokum est également intéressant pour la fabrication des bougies et du savon. Un procédé a été élaboré pour la production d'acide stéarique à partir du beurre de kokum avec un rendement de 4,57 %. Il possède des propriétés similaires à celle du suif extrait de l'espèce *Vateria indica* et peut servir à l'encollage des fils de coton. La graisse de kokum entre dans les procédés traditionnels de fabrication de savons, de bougies et de pommades. Par exemple, une pommade réalisée à partir de beurre de kokum, de résine blanche de dammar (sécrotée par l'arbre *Vateria indica*) et de cire serait efficace dans le traitement des furoncles. Certains pays dont l'Italie importent de la graisse de kokum indienne pour un usage en confiserie.⁽⁹⁷⁾

III.4.2. Utilisations traditionnelles des autres produits issus du kokum

III.4.2.1. Utilisations en alimentation

Traditionnellement en Inde, dans certaines régions du Karnataka et du maharashtra, le kokum a été utilisé comme acidifiant dans certains aliments. Il est également utilisé pour produire un extrait rouge agréablement aromatisé et utilisé en tant que boisson. Le fruit de saveur agréable et de goût légèrement acide est utilisé dans la région du Konkan, principalement sous une forme préparée par séchage de la peau puis trempage dans le jus de la pulpe et enfin séchage au soleil. Le kokum est utilisé par ailleurs comme garniture pour donner une saveur acide aux currys, ou bien pour préparer des sirops rouges rafraichissants pendant la saison chaude.⁽⁹⁷⁾

III.4.2.2. Utilisations en tant que pigment

La peau des fruits du kokum qui contient 2 à 3 % d'anthocyanes est ainsi une source prometteuse de colorants naturels pour les aliments acides. Les conditions d'extraction et de purification du concentré de pigments ont été normalisées à l'échelle commerciale par un laboratoire du *Central Food Technological Research Institute* (CFTRI) à Mysore. Utilisé comme colorant, le kokum a des débouchés dans les domaines des produits fruitiers transformés, des boissons alcoolisées ou non, des conserves et des aliments déshydratés.

Un autre procédé a également été normalisé concernant la fabrication d'un concentré qui peut servir d'acidifiant dans différentes préparations alimentaires. L'isolement de l'acide hydroxycitrique sous forme pure a été réalisé à petite échelle. Cet acide trouve une application potentielle en médecine.

Un autre pigment jaune liposoluble, le garcinol (cf. § III.3.2), a été récemment isolé à partir de la peau des fruits du kokum. Les études chimiques et spectrales de ce composé ont également été réalisées par le CFTRI, de même que l'élaboration du processus d'extraction du kokum. C'est ainsi que le fruit du kokum paraît être une matière première industrielle prometteuse pour l'exploitation commerciale compte tenu de ses constituants chimiques intéressants.⁽⁹⁷⁾

III.4.2.3. Utilisations en médecine

Selon des usages traditionnels en médecine, le fruit du kokum serait vermifuge et cardiotonique. Il serait également intéressant en cas d'hémorroïdes, de dysenterie, de certaines tumeurs, de douleurs et d'affections cardiaques, de tuberculose pulmonaire et de scorbut. Pour ce qui est de la dysenterie et de la diarrhée muqueuse, la dose recommandée serait d'un tola (unité indienne de masse équivalente à environ 11 grammes) trois fois par jour jusqu'à guérison complète. Toujours pour la dysenterie, on peut préparer le remède suivant : de jeunes feuilles de kokum attachées avec une feuille de bananier sont braisées dans des cendres chaudes, puis frottées dans du lait froid.

Un sirop issu du jus de fruit de kokum a été administré dans des cas d'affections biliaires ou en tant que boisson rafraîchissante dans le cas de la fièvre dysentérique. La racine de kokum présente des propriétés astringentes.^{(95) (97)}

Une décoction préparée à partir des feuilles du kokum présenterait un intérêt en cas de rhumatismes ou de douleurs intestinales, ainsi que pour soigner des éruptions cutanées, suite à une réaction allergique ou encore des brûlures cutanées.⁽⁹⁰⁾

III.5.Applications concrètes en cosmétologie

Parmi les vingt marques étudiées (AKILEÏNE, AVEENO, AVENE, BIODERMA, CAUDALIE, DERMOPHIL INDIEN, EUCERIN®, EXPANSCIENCE, LAINO, LA ROCHE-POSAY, NEUTROGENA®, NIVEA, NOREVA, NUXE, RENE FURTERER, ROC®, SVR®, URIAGE, VICHY, WELEDA), aucune de celles-ci présentes en pharmacie d'officine ne commercialise actuellement de produit cosmétique renfermant du beurre de kokum.

En revanche, des marques distribuées en grandes surfaces ont développé quelques produits contenant du beurre de kokum (tableau 31).

| Catégorie | Exemples | Propriétés |
|-------------------------|--|---|
| Masque de soin | NOVEXPERT masque régénération absolu | Combat au quotidien les agressions extérieures du stress, du soleil, de la pollution ou du dessèchement, en plus d'offrir à la peau son action immédiate nourrissante et anti-oxydante, grâce notamment à l'association d'extrait de kokum et de karité |
| Crème hydratante | ESTEE LAUDER HYDRA COMPLETE gel-crème hydratation intense contour des yeux | Permet de rééquilibrer la réserve hydrique de l'épiderme grâce à l'association des beurres de kokum, d'aloé et de murumuru, tout en hydratant intensément l'épiderme et en ayant une action anti-rides |

Tableau 31 – Exemple de produits cosmétiques contenant du beurre de kokum et commercialisés en grandes surface, regroupés par catégorie de produit^{(98) (99)}

IV. Le beurre d'illipé

IV.1. Présentation botanique

Les graines utilisées pour l'obtention du beurre d'illipé sont issues d'un arbre poussant en Asie du Sud-Est, et plus particulièrement sur l'île de Bornéo (figure 72).



Figure 72 – L'illipé, *Shorea stenoptera* (Burck)⁽¹⁰⁰⁾

IV.1.1. L'illipé et ses différentes appellations

Parmi les différents noms vernaculaires de l'illipé, on trouve en anglais « borneo tallow tree », « light red meranti », en dialecte indonésien « tengkawang layar », « tengkawang tungkul », « tengkawang rambai », « tengkawang tajan », « tengkawang telur », et en dialecte malaisien « engkabang rusa ».

(101) (102)

IV.1.2. Présentation taxonomique

L'illipé que nous allons étudier appartient actuellement à la famille des *Dipterocarpaceae* dont l'étymologie provient du grec (*di* = deux, *pteron* = ailes et *karpós* = fruits).

Les *Dipterocarpaceae* sont une famille de plantes dicotylédones regroupant environ 500 espèces pour dix-sept genres. Cette famille doit son nom au botaniste germano-hollandais Carl Ludwig BLUME (1789-1862) (figure 73).⁽¹⁰³⁾

Figure 73 – Carl Ludwig BLUME⁽¹⁰⁴⁾



Les différentes espèces de cette famille composée d'arbres de grande taille (jusqu'à 80 m) et à feuilles persistantes se rencontrent essentiellement en zones tropicales, sachant que la plus grande diversité de cette famille se trouve sur l'île de Bornéo. L'une des caractéristiques de cette famille est le phénomène dit de la « timidité des houppiers » qui consiste dans le fait que les arbres maintiennent une certaine distance entre eux, la « fente de timidité » (figure 74).^{(103) (105)}

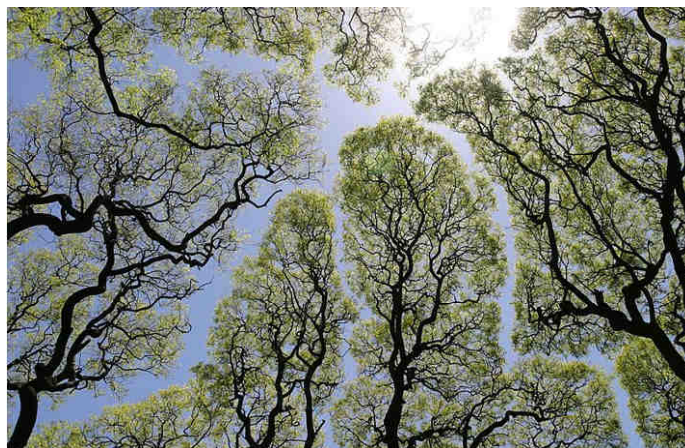


Figure 74 – Illustration du phénomène dit de la « timidité des houppiers »⁽¹⁰⁵⁾

La classification phylogénétique des angiospermes APG III (2009) nous permet de ranger l'espèce *Shorea stenoptera* (Burck) de la façon suivante dans le règne des Plantes :⁽⁸⁾

- ✓ Angiospermes ou *Magnolophyta* dont :
 - Dicotylédones vraies ou *Eudicotyledonae*
comprenant 2 principaux clades (Rosidées et Astéridées).
 - Rosidées ou *Rosidae*
comprenant un ordre principal (Vitales) et 2 sous-clades (Fabidées et Malvidées).
 - ✓ Malvidées ou *Malvidae*
comprenant 8 ordres dont :
 - Ordre des Malvales ou *Malvales* (Bercht. & J.Presl [1820])
comprenant 10 familles dont :
 - Famille des Diptérocarpacées ou *Dipterocarpaceae* (Blume [1825]) comprenant 17 genres dont :
 - ✓ Genre *Shorea* (Roxb. ex C.F.Gaertn [1805]).

L'ordre des Malvales a été étudié par 2 botanistes tchèques : Friedrich von BERCHTOLD (1781-1876) et Jan Svatopluk PRESL (1791-1849).

Le genre *Shorea* qui a été décrit par le médecin et botaniste écossais William ROXBURGH (1759-1815) regroupe près de 200 espèces de grands arbres poussant en Asie du Sud-est et notamment en Malaisie, à Sumatra et à Bornéo. Ce genre se situe dans la sous-famille des *Dipterocarpaceae* au sein de la famille des Diptérocarpacées. Ce genre a été baptisé « *Shorea* » en référence à Sir John SHORE (1751-1834), le Gouverneur-général de la Compagnie anglaise des Indes orientales de 1793 à 1798. ⁽¹⁰⁶⁾

Selon les travaux du botaniste britannique Peter Shaw ASHTON (1934-...) (figure 75), le genre *Shorea* se subdivise en 12 sections dont la section des *Pachycarpae* qui inclut l'espèce *Shorea stenoptera*, elle-même étudiée par le botaniste néerlandais William BURCK (1848-1910). ⁽¹⁰⁶⁾



Figure 75 – Peter Shaw ASHTON ⁽¹⁰⁷⁾

D'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), l'espèce *Shorea stenoptera* classée dans les espèces menacées, est considérée comme en danger, c'est-à-dire que le risque d'extinction à l'état sauvage encouru est très élevé en raison de surexploitations, d'abattages illégaux et de dégradations de l'habitat. Cet arbre est actuellement protégé par la loi du Sarawak sur la protection de la faune datant de 1990. ^{(101) (106)}

IV.1.3. Écologie de l'illipé

IV.1.3.1. Répartition géographique

La distribution actuelle des Diptérocarpacées reflète les routes de la colonisation et les conditions climatiques passées. Ces Diptérocarpacées se rencontrent ainsi sous toutes les latitudes tropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. Pour ce qui est de l'Asie, la plupart des espèces vivent au nord-ouest de Bornéo. En effet, la ligne Wallace qui passe entre Bornéo et les Célèbes et qui s'étend à l'est jusqu'aux Philippines, constitue une frontière phytogéographique majeure pour les Diptérocarpacées et ne s'explique que par la dérive du plateau continental. ^{(101) (108)}

Les différentes espèces du genre *Shorea* poussent essentiellement en Malaisie, à Sumatra et à Bornéo, et dans une moindre mesure dans les pays asiatiques suivants : Bhoutan, Cambodge, Chine (pour 2 espèces), nord-est de l'Inde, Indonésie, Laos, Myanmar, Népal, Philippines, Thaïlande et Vietnam. ⁽¹⁰¹⁾

La section des *Pachycarpae* est la seule du genre *Shorea* à être endémique sur l'île de Bornéo. ⁽¹⁰⁹⁾

Quant à l'illipé, *Shorea stenoptera*, on ne le retrouve quasiment que dans la province Sarawak de la Malaisie située au nord-ouest de l'île de Bornéo (figure 76). ⁽¹⁰¹⁾

Figure 76 - Répartition de l'illipé en Asie ⁽¹⁰¹⁾



IV.1.3.2. Biotope

En Asie, les Diptérocarpacées occupent une grande variété d'habitats allant des régions côtières jusqu'à l'intérieur des terres, à proximité de terres marécageuses ou de terres sèches, sur un terrain accidenté ou plat, avec des sols peu ou bien drainés et riches ou pauvres en substances nutritives. Sur la partie péninsulaire de la Malaisie, il existe une zonation selon l'altitude des principaux types

d'habitat des Diptérocarpacées : 0 à 300 m pour les forêts faiblement vallonnées, 300 à 750 m pour les forêts des collines, et 750 à 1200 m pour les forêts supérieures. Cet étagement est différent à Bornéo et au Sri Lanka. Les marais d'eau douce sont plus riches en espèces que les marécages tourbeux, surtout dans les régions les plus sèches. La variété des Diptérocarpacées est également plus faible sur les berges fluviales calcaires.⁽¹⁰⁸⁾

L'illipé de Bornéo pousse dans des marécages d'eau douce, le long des berges, dans des sols alluviaux et des tourbières superficielles.⁽¹¹⁰⁾

IV.1.3.3. Adaptation au terrain

En Asie, l'extension des Diptérocarpacées en altitude est limitée par les conditions climatiques. À Bornéo, la distribution des espèces est entravée par la conjonction de l'altitude et d'autres obstacles naturels tels que les grandes rivières et les bassins versants : c'est ainsi que le nord-ouest et le nord-est de Kalimantan, Sarawak, Brunei et Sabah sont plus riches que le reste de Kalimantan. De même, la richesse en espèces est plus importante dans les zones toujours humides, que dans les zones saisonnières, d'où une concentration dans le quart sud-ouest du Sri Lanka.⁽¹⁰⁸⁾

IV.1.4. Aspects anatomiques de l'illipé

IV.1.4.1. Caractères hérités du genre *Shorea*

Les espèces du genre *Shorea* sont des arbres de moyenne ou grande taille, arc-boutés mais démunis de racines-échasses. Leur large cime mature et sympodiale peut être hémisphérique ou en forme de dôme.

L'**inflorescence** est paniculée.

Les lobes du **calice**, au nombre de cinq, sont libres au niveau du réceptacle. Les trois lobes situés à l'extérieur sont plus épais, un peu plus longs et plus étroits que les deux autres à l'intérieur de la fleur.

Les **pétales** sont généralement soudés à la base, mais parfois libres.

Les **étamines**, au moins au nombre de 10, ont un filet variable en forme de lanière ou filiforme. Les anthères sont subglobuleux à étroitement oblongs. Comme appendice, le connectif peut être résiduel ou proéminent.

L'**ovaire** tomenteux est rarement glabre. Son style peut être muni ou non d'un stylopodium distinct.

Les trois lobes externes du **calice du fruit** sont en général beaucoup plus longs que les deux internes minces et spatulés. La base des lobes est plus ou moins épaissie, élargie et en forme de sac.

Les **graines** sont libres à partir du calice. Le fractionnement du péricarpe est irrégulier lors de la germination.⁽¹⁰²⁾

IV.1.4.2. Caractères hérités de la section des *Pachycarpae*

Dans le genre *Shorea*, les espèces de la section des *Pachycarpae* sont des petits ou grands arbres solidement renforcés. La surface de l'écorce reste lisse.

Les **boutons floraux** sont ovoïdes ou fusiformes.

Les **pétales** sont généralement de couleur crème teintée de rose, lancéolés, tordus et imbriqués à la base en formant un gobelet enveloppant les anthères, et soudés en tombant.

Les 15 **étamines** sont disposées en 3 verticilles quasi-égaux. Leurs filets en forme de lanière sont adnés le long de leurs marges formant ainsi un tube autour de l'ovaire se rétrécissant plus ou moins brus-

quement sous les anthères. Les anthères sont subglobuleux ou largement oblongs. Comme appendice, le connectif est filiforme, mince, glabre, droit et au moins deux fois plus long que les anthères.

L'**ovaire** est petit, glabrescent ou glabre. Son style est filiforme et son stylopodium indistinct ou réuni en forme de fuseau, tout en s'effilant vers la pointe et vers la base.

Les 3 lobes externes du **calice du fruit** sont en forme de lanière et larges à la base.

Les **stipules**, **bractées** et **bractéoles** sont larges et persistants.

Les **feuilles** ont des nervures tertiaires scalariformes. La nervure centrale est évidente sur le dessus et plus ou moins enfoncée.⁽¹⁰²⁾

IV.1.4.3. Caractères propres à l'espèce *Shorea stenoptera*

L'illipé, *Shorea stenoptera*, est décrit comme un petit arbre. L'extrémité des tiges, les pétioles et les nervures principales sont parfois densément pubescents, mais plus communément glabres. Les stipules externes sont parfois légèrement pubescentes.

Les **tiges** ont un diamètre de 3 à 4 mm en leur extrémité, quelque peu denses à cylindriques et devenant lisses. Les cicatrices laissées par les stipules sur les tiges sont pâles, proéminentes, descendantes et amplexicaules.

Les **bourgeons** mesurant 4 mm sur 3 mm sont ellipsoïdes, obtus et généralement dissimulés par les stipules.

Les **stipules** sont ovales, deltoïdes, obtus, subauriculés à la base et subpersistants.

Les **feuilles** qui mesurent 18 à 40 cm sur 8 à 22 cm, ont une forme large et oblongue, et sont souvent coriaces. Leur base est généralement cunéée à cordée, tandis que leur pointe jusqu'à 2 cm de long est largement proéminente. Les feuilles sont constituées de 10 à 14 paires de nervures robustes et saillantes, et orientées de 45 à 60° le long de la nervure centrale jusqu'à 110° près de sa base. Les nervures tertiaires sont vaguement scalariformes. Évidente, la nervure centrale est à la fois aplanie par le dessus et saillante et cylindrique par le dessous. Le pétiole d'une longueur de 2,3 à 4,5 cm est robuste (figure 77).



Figure 77 – Feuilles de l'illipé⁽¹¹¹⁾

Les **inflorescences** sont des panicules longues de 35 cm, terminales ou axillaires, glabres ou plus rarement pubescentes vers la base. Ces panicules naissent à l'extrémité des tiges, à l'aisselle des feuilles rudimentaires fugaces. Une chaîne de courts entrenœuds se dissimule dans un dense foisonnement d'inflorescences droites et cylindriques avec des petites branches grimpantes de 10 cm de long. Les bractées et bractéoles de 6 par 4 mm sont identiques, ovales, aigus, glabres et non caduques au prime abord.

Les **boutons floraux** qui mesurent 7 mm sur 3 mm sont lancéolés. Les sépales sont deltoïdes, aigus et densément pubescents sur leur face externe. Ces 5 sépales sont disposés à raison de 2 plus petits sur le verticille intérieur et de 3 plus étroits sur le verticille extérieur. Les pétales rose foncé sont lancéolés et légèrement pubescentes sur les parties découvertes à l'intérieur du bouton floral. Il y a 15 étamines dont les 5 internes qui sont un peu plus longues que les autres et dépassant le sommet du style. Les filets des étamines sont comprimés en forme de lanière, soudés par la marge et sur les trois-quarts de

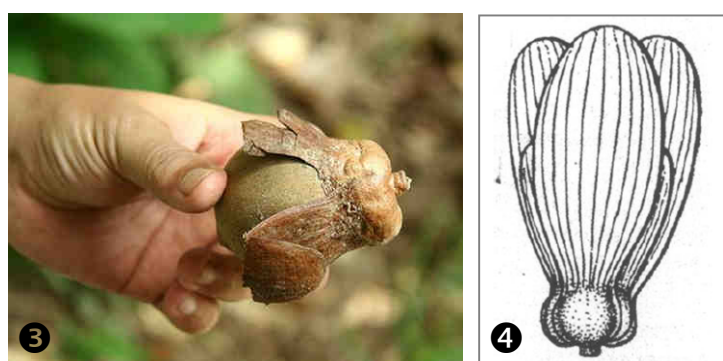
leur longueur, et se rétrécissent brusquement en-dessous des anthères ellipsoïdes. Ces étamines sont enfin dotées comme appendice d'un mince connectif, 3 à 4 fois plus long que les anthères, et soyeux vers l'apex.

L'**ovaire** de forme étroitement ovoïde, est glabre et est muni d'un style et d'un stylopodium fusiformes, minces et glabres.

Le **fruit** a un pédoncule proéminent mesurant 4 mm de long et de diamètre. Le calice est glabre et constitué de 5 lobes. Avec une dimension de 7,5 sur 2 cm, les trois lobes les plus longs sont spatulés et obtus, et ont une base de 2 par 2,5 cm, ovale, épaissie et en forme de sac. Les deux lobes les plus courts mesurant 5,5 sur 0,8 cm sont spatulés et obtus, et leur base est similaire aux autres (figure 78).

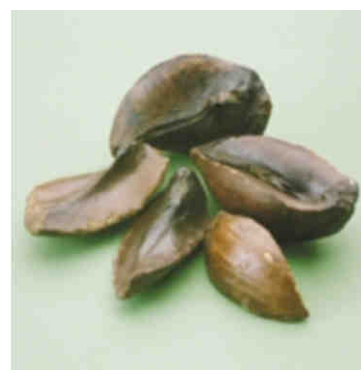


Figure 78 – ① Grappe de fruits de l'illipé ; ② Fruits récoltés de l'illipé ⁽¹¹²⁾ ; ③ Fruit séché avec sa graine ⁽¹¹³⁾ ; ④ Forme du fruit de *Shorea stenoptera* ⁽¹¹⁴⁾



Les **graines** d'une taille de 5 cm sur 3 cm sont ovoïdes, apiculées, larges, et densément et uniformément pubescentes (figure 79). ⁽¹⁰²⁾

Figure 79 – Graines de l'illipé ⁽¹¹³⁾



IV.1.5. Aspects physiologiques

IV.1.5.1. Floraison

Comme pour la plupart des espèces du genre *Shorea*, la floraison de l'illipé ne se produit pas chaque année mais à des intervalles plus ou moins irréguliers et avec une intensité variable bien que grégaire. Lorsque la floraison est abondante, quasiment toutes les espèces dans une région peuvent fleurir à raison d'une partie voire de la majorité des individus. Chacune des espèces de cette famille va fleurir en même temps sur une période de quelques semaines pour une région donnée. Des observations détaillées ont montré, entre des espèces extrêmement proches, une grande variation dans la période au cours de laquelle a lieu l'anthèse. Ainsi, selon les sections du genre *Shorea*, l'anthèse peut intervenir du mois de mai jusqu'à la fin août dans les plaines et même jusqu'en novembre dans les régions montagneuses. Une étude de phénologie a montré que les espèces qui fleurissent les premières le font sur

15 jours, alors que la floraison des dernières dure 25 jours. La fructification se produit rarement après une floraison mineure. Le facteur climatique déclenchant la floraison n'est pas clairement identifié mais, selon certains auteurs, il pourrait s'agir d'une période de forte irradiation avec un fort ensoleillement ; le phénomène *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) pourrait également endosser une part de responsabilité. Les floraisons abondantes ne se reproduisent jamais deux années de suite.

Des espèces étroitement liées diffèrent par leur périodicité de floraison : certaines fleurissent tous les deux ans, d'autres annuellement. Dans les conditions forestières, des espèces émergentes peuvent mettre plusieurs années jusqu'à 15 à 30 ans avant d'atteindre l'âge de floraison, alors que certains plants cultivés sont capables de fleurir dès l'âge de 7 mois.⁽¹⁰²⁾

Concernant l'illipé à proprement parler, une étude indonésienne a mis en évidence que, dans une forêt expérimentale de *Shorea stenoptera*, la première floraison a lieu 6 ans après la plantation. 84 % des fleurs recensées étaient déjà tombées deux mois après le commencement de la floraison, et 97 % après le troisième mois. Les fruits matures n'ont alors pu se développer que sur 1,9 % de la totalité des fleurs. D'où une productivité en fruits de 133 kg/ha en poids sec.^{(115) (116)}

IV.1.5.2. Pollinisation

Les insectes pollinisateurs de la plupart des espèces du genre *Shorea* sont les thrips de l'ordre des *Thysanoptera* (Haliday, 1836). Le très grand nombre de fleurs sur chaque arbre et l'isolement spatial des espèces de l'étage inférieur font que les pollinisations croisées sont rares. La faible fréquence de la floraison et de son intensité tendrait à prévenir nombre de vecteurs d'atteindre des niveaux adéquats pour une pollinisation effective fussent-ils polylectiques.⁽¹⁰²⁾

IV.1.5.3. Fructification

Sans doute à la suite de ces problèmes de pollinisation, seuls quelques fruits se développent sur chaque inflorescence portant de nombreuses fleurs, même aucun certaines années. Cependant, lorsque des fortes pluies s'abattent après l'anthèse, elles sont considérées comme désastreuses et principal facteur déterminant pour avoir une bonne récolte. Par conséquent, les années de fructification sont encore moins fréquentes que les années de floraison.⁽¹⁰²⁾

IV.1.5.4. Dispersion

Bien que les sépales prolongés des fruits leurs permettent de tourner et de tomber obliquement, une fois au sein de la canopée principale, ils chutent dans des directions aléatoires et généralement quasiment à la verticale. La plupart s'accrochent alors à des branches et ne survivent pas. Du coup, les fruits de nombreuses espèces de la canopée principale et des étages inférieurs ont évolué avec des sépales plus courts. La grande majorité des fruits chutent à moins de 100 m de l'arbre parent. Ces fruits avec leur péricarpe résineux ne sont pas prisés par de nombreux animaux terrestres même si des cochons sauvages les dévorent goulûment. La prédation et la mortalité des graines sont minimisés les années les plus fructifères.⁽¹⁰²⁾

IV.1.5.5. Conditions de germination

Les fruits des Diptérocarpacées de Malaisie ne disposent pas de période de dormance, et les tentatives pour l'induire par réduction de la teneur en eau et de la température se sont révélées peu fructueuses. En général, ces graines restent viables peu de temps et ne résistent pas au dessèchement. La germination nécessite les conditions bien précises de température, d'humidité et de luminosité que l'on retrouve dans les forêts primaires. Des essais de stockage de ces graines au-delà de quelques semaines se sont soldés par un échec.⁽¹⁰²⁾

IV.1.5.6. Embryologie et germination

Seul un seul ovule va pouvoir se développer par graine. Une première division oblique du zygote est suivie par d'autres divisions obliques des cellules filles conduisant à un pro-embryon composé de 4 ou 8 loges, puis les divisions suivantes se font normalement. Rarement, les fruits sont à l'origine de plus d'un embryon chacun.

Le cotylédon est hasté, charnu et de forme prismatique. Ses deux faces internes sont planes alors que la face externe est convexe. Il reste généralement dans le péricarpe jusqu'à ce que l'embryon se soit enraciné. L'embryon émerge en premier lieu par l'allongement des pétioles cotylédonaire.

La germination s'effectue selon un mode épigé. Les cotylédons se développent et deviennent laminaires en restant jaunâtres ou rougeâtres, tout en réalisant une photosynthèse de façon limitée.

L'embryon reste de petite taille jusqu'au commencement de la germination à proprement parler, lorsque la radicule s'allonge rapidement et fait éclater le sommet du fruit en fractionnant le péricarpe de façon irrégulière. Les premières vraies feuilles sont opposées avec des stipules interpétiolaires. Il s'ensuit une spirale de feuilles.⁽¹⁰²⁾

IV.1.5.7. Développement des plantules

Dans les plantules, les feuilles de la première série disposée en spirale, sont caractérisées par leur finesse, leur long pétiole élané, et leur apex acuminé de façon proéminente. Le tomentum, lorsqu'il existe, est plus long et plus mince à ce stade que chez les arbres adultes. De même, les stipules sont plus étroites et plus persistantes. Il s'ensuit une phase de transition dans laquelle les feuilles des plantules deviennent assez soudainement ressemblantes aux feuilles des arbres adultes mais qui sont plus grandes et plus atténuées. À noter, l'importance taxonomique des caractères de l'embryon mature et de la structure des plantules, dans la mesure où ils diffèrent d'un genre à l'autre au sein de la famille des Diptérocarpacees.⁽¹⁰²⁾

La taille moyenne de l'illipé atteint 46,3 m pour un diamètre moyen de 75 cm à l'âge de 31 ans.⁽¹⁰⁸⁾

IV.1.6. Maladies et insectes nuisibles

Les fruits sont fortement parasités par les charançons des genres *Alcydodes* et *Nonophyes*, mais aussi par certains scolytes du genre *Poecileps* et certains lépidoptères, surtout après une floraison mineure. Ces insectes ne sont vraisemblablement pas spécifiques à leur hôte et augmentent considérablement et soudainement en nombre avec les années de floraison bien que leur cycle de vie est connu pour durer 18 mois.⁽¹⁰²⁾

En se nourrissant des fruits durant le stockage, ces lépidoptères et coléoptères peuvent altérer la qualité de l'huile par augmentation de la teneur en acides gras libres.⁽¹¹⁰⁾

D'autre part, lors de la culture en pépinière, les plantules d'illipé sont confrontées aux ravageurs et maladies suivants :

- les chenilles *Cryotothelea* sp. et *Dasychira* sp. qui attaquent les feuilles ;
- les larves de scolytes ;
- un virus propagé par des araignées et qui cause une tumeur des tiges ;
- des mycoplasmes responsables de retards de croissance ;
- un champignon qui, en se propageant au niveau de la section basale des plantules, engendre la maladie dite du dépérissement dont le principal symptôme est la mort des tiges ;
- et la maladie des feuilles pourries avec la mort des cellules situées entre la pointe et le milieu des feuilles.⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7. Culture et rendements

IV.1.7.1. Culture développée en pépinière

Fournir des plants de haute qualité est l'un des objectifs les plus importants pour la croissance des arbres d'illipé. La préparation de la graine peut être faite à la fois dans des pépinières temporaires et permanentes. Pour les petits exploitants, les pépinières d'illipé peuvent être installées au même endroit que les pépinières d'arbres de caoutchouc (pour les porte-greffes), par exemple, la culture intercalaire dans les agroforêts de caoutchouc. L'emplacement idéal pour une pépinière doit présenter les conditions suivantes : sur un terrain relativement plat avec une pente au maximum de 5 %, près de l'eau et d'un réseau routier avec un accès aisé. ⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7.1.1. Préparation de la pépinière

La propagation de l'illipé peut être réalisée dans des lits ou plateaux de semences mesurant 1 m sur 5 m. Orientés dans le sens est-ouest, ces lits doivent être espacés de 50 cm et entourés par une clôture en bambou ou en bois. Le fait de les recouvrir d'un plastique permet de conserver un taux d'humidité élevé. Un ombrage laissant passer 50 % de lumière peut être reproduit en utilisant un filet ou un toit en feuilles de sagoutier ou de cocotier. Les poteaux ouest et est doivent mesurer respectivement 80 et 100 cm de hauteur.

Le milieu de culture est constitué de sable doux ou de sciure de bois et de glumes de riz à parts égales. Ce milieu doit être stérilisé par cuisson à la vapeur ou friture durant six heures, avant d'être étalé sur le lit de semences en couche épaisse de 5 à 10 cm puis arrosé d'eau. ⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7.1.2. Ensemencement de la pépinière

Après avoir choisi des graines saines et viables et retiré leurs ailes, on pourra les semer dans chacun des trous creusés à l'aide d'un plantoir en bois, disposés en ligne et espacés de 5 cm. Une seule graine est disposée horizontalement et peu profondément dans chaque trou, de façon à ce que les cotylédons puissent se soulever facilement. Les graines doivent ensuite être recouvertes entièrement par du milieu de culture, avant d'arroser abondamment le tout, puis de recouvrir le lit avec du plastique. En règle générale, les graines vont germer en 7 à 12 jours (figure 80). ⁽¹¹⁴⁾



Figure 80 – Graines germées d'illipé dans un plateau de semences ⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7.1.3. Rempotage des plantules

Dès que la germination a eu lieu et que la première paire de feuilles est apparue, il devient nécessaire de repoter les graines.

Il faut commencer par préparer un nouveau lit de semences comme précédemment, en prenant soin de rehausser le toit à 70 cm de hauteur pour maintenir une certaine humidité (figure 81).



Figure 81 - Lit de semences sous film plastique et toit en bambou

Puis il faut préparer un nouveau milieu de culture en mélangeant du sol prélevé sous les arbres parents et des glumes de riz selon un ratio 2/1. Après tamisage, ce mélange est disposé dans des sacs plastiques de 12 sur 15 cm ou de 15 sur 20 cm selon la taille des plants. Ces sacs sont alors placés dans le lit de semences lui-même recouvert d'un plastique transparent.

Au moment du repotage, dans chacun de ces sacs, le milieu de culture doit être creusé avec un plantoir aussi profond que la longueur des racines de la plantule. La plantule à transplanter doit être soigneusement soulevée à l'aide d'une cuillère tout en la tenant par une feuille, sans endommager ses premières racines et tiges. Celle-ci peut alors être disposée dans son nouvel emplacement en introduisant ses racines dans le trou creusé à cet effet. Le sac est alors secoué sur le terrain pour tasser le milieu de culture et recharger ce dernier si nécessaire. Il convient d'arroser ensuite abondamment. Quant les plantules se seront adaptées, le toit en plastique pourra être retiré (figure 82).⁽¹¹⁴⁾



Figure 82 – Plantules d'illipé repotées⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7.1.4. Entretien des jeunes plants

Les jeunes plants vont rester en place durant 2 à 3 mois. Ce n'est que quand ils atteindront 30 à 50 cm de haut, que les plus robustes d'entre eux seront replantés en plein champ.

Tout le temps de leur croissance en pépinière, il faut veiller à la fertilisation et à la lutte antiparasitaire. Un engrais à base d'azote, de phosphore et de potassium est souvent nécessaire à raison de 2 g par plantule. Un traitement insecticide et/ou fongicide tel que le benomyl est recommandé si les attaques de ravageurs et de maladies croissent en intensité.⁽¹¹⁴⁾

IV.1.7.2. Rendements

Shorea stenoptera produit environ 9000 tonnes de noix brutes d'illipé, pour un rendement de 600 kg par hectare et par saison de récolte.⁽¹¹⁷⁾

Sur l'île de Bornéo, les rendements en graines séchées peuvent aller jusqu'à 1138 kg par hectare. Lors des meilleurs années, jusqu'à 41000 tonnes de graines d'illipé sont exportées depuis l'Indonésie.⁽¹¹⁰⁾

Des statistiques sur les exports de beurre d'illipé depuis le Sarawak et le Kalimantan existent depuis 1968 jusqu'à respectivement 1974 et 1987. Les pics de récolte en 1968, 1970 et 1973 montrent les effets des productions irrégulières sur les marchés internationaux. De plus, deux autres pics coïncident avec les années où a eu lieu le phénomène ENSO en 1982-83 et 1987 (tableau 32).⁽¹¹⁶⁾

Tableau 32 – Exports de graines d'illipé depuis l'Indonésie et la Malaisie (en tonnes)⁽¹¹⁶⁾

| Année | Kalimantan | Sarawak |
|-------|------------|---------|
| 1968 | 21424 | 16032 |
| 1969 | 447 | 0 |
| 1970 | 8163 | 16554 |
| 1971 | 516 | 0 |
| 1972 | 524 | 0 |
| 1973 | 16676 | 28061 |
| 1974 | 3616 | 0 |
| 1975 | 901 | — |
| 1976 | 1515 | — |
| 1977 | 6461 | — |
| 1978 | 787 | — |
| 1979 | 51 | — |
| 1980 | 9489 | — |
| 1981 | 664 | — |
| 1982 | 523 | — |
| 1983 | 16906 | — |
| 1984 | 542 | — |
| 1985 | 225 | — |
| 1986 | 573 | — |
| 1987 | 9346 | — |

IV.1.8. Aspects économiques

L'Indonésie est le principal producteur et exportateur de graines d'illipé. La quasi-totalité de la production est exportée. Le détail des exportations pour l'année 1992 est donné tableau 33.⁽¹¹⁷⁾

| | Quantité (tonnes) | Valeur (US\$) | Prix (US\$/tonne) |
|---|-------------------|---------------|-------------------|
| Graines d'illipé séchées au soleil | 210 | 105000 | 500,00 |
| Graines d'illipé séchées sur un poêle à fumer | 13361 | 7649035 | 572,49 |

Tableau 33 – Exportations de graines d'illipé depuis l'Indonésie en 1992⁽¹¹⁷⁾

L'ampleur de la collecte dépend des prix des graines d'illipé commandées. En effet, il y a un prix minimum en-deçà duquel la collecte n'est plus encouragée. Des objections ont été soulevées au sujet des prix inéquitablement versés par les commerçants dans un marché dominé par seulement quelques acheteurs.⁽¹¹⁶⁾

Le beurre d'illipé est un produit d'exportation traditionnel de Bornéo. Son commerce international ne s'est réellement développé qu'à partir des années 1950 avec l'augmentation des prix internationaux du beurre de cacao. Aujourd'hui, ce beurre provient essentiellement des provinces de Sarawak et de l'ouest du Kalimantan avec un centre de traitement principal à Pontianak. Par manque d'infrastructures de commerce, les prix aux producteurs sont peu attractifs. De plus, l'irrégularité des récoltes entrave le développement de la production et de la commercialisation du beurre d'illipé. C'est pourquoi les volumes exportés depuis l'est du Kalimantan ne sont significatifs que lorsque les prix internationaux sont élevés et que les récoltes y sont plus importantes qu'ailleurs. Les prix du marché mondial du cacao ont récemment compensé un effondrement de dix ans. Les nouveaux producteurs d'Asie du Sud sont entrés sur un marché traditionnellement dominé par l'Afrique occidentale. Ceux-ci représentent une menace pour la part de marché du beurre de cacao, y compris pour l'industrie chocolatière. De ce fait, les perspectives à long terme semblent décourageantes même si des pays comme le Japon, l'Inde et la Chine consommeront davantage de friandises à l'avenir. Le marché du beurre d'illipé est traditionnellement étroitement relié à celui du beurre de cacao. Chaque fois que les prix offerts pour ce produit sont faibles, cela signifie que les fèves de cacao utilisées sont de mauvaise qualité et à coût modique et destinées pour les mêmes produits que le beurre d'illipé, renforçant ainsi encore plus la baisse des prix. Cela devrait être pris en compte lors de la promotion de la culture de l'illipé. En outre, le beurre d'illipé est également en concurrence avec des matières grasses synthétiques produites à partir d'huiles minérales ou végétales bon marché telles que l'huile de palme. D'autre part, le beurre d'illipé peut contribuer à diversifier la production forestière et fournir une alternative économiquement intéressante à l'usage exclusif des forêts tropicales pour la production de bois.⁽¹¹⁶⁾

IV.2. Préparation du beurre d'illipé

IV.2.1. Collecte des graines

Après la floraison de septembre à novembre, les fruits de l'illipé mûrissent de janvier à mars. À la maturité du fruit, la graine peut peser jusqu'à 45 grammes. Les habitants autochtones vont alors collecter les graines de ces fruits. Les familles remontent les rivières dans leurs chaloupes, les illipés poussant généralement sur les berges des rivières. Autour des arbres destinés à produire une bonne récolte, le sol est nettoyé en vue, d'une part, de faciliter le ramassage des graines tombées à terre et, d'autre part, d'effrayer serpents et autres animaux dangereux. Il existe une autre technique pour collecter les graines qui consiste, directement à partir des rivières, en l'utilisation de paniers ou de filets en bambou ou en rotin.

Toutefois, les fructifications irrégulières avec de bonnes récoltes en moyenne tous les cinq ans découragent l'extension de la transformation commerciale et la création de plantations de *Shorea spp.* dans les pays producteurs. ^{(112) (118) (119)}

En cas de mousson précoce, les arbres pourront être dépouillés de leurs fleurs, d'où une récolte de fruits immatures qui se révéleront être de mauvaise qualité et ne seront donc pas conservés. ⁽¹¹⁰⁾

IV.2.2. Traitements post-récolte

Après la récolte, les restes du fruit sont retirés des graines avant que ces dernières ne soient fendues. Leur coque est dure et difficile à casser. Pour fissurer la coque des graines, il existe différents procédés naturels : soit les graines sont immergées dans des caisses en bambou dans un ruisseau durant deux à quatre semaines, soit on les enterre peu profondément. Le fait de tremper les graines dans l'eau augmente leur teneur en matières grasses tout en contribuant à l'élimination des prédateurs. Les graines traitées de la sorte sont considérées comme les meilleures.

Le fait d'initier la germination provoque la fissure de la coque de la graine. Sinon, les coques peuvent être brisées manuellement à l'aide d'un instrument pointu. Enfin, il reste un procédé thermique qui consiste à chauffer les fruits dans un four à 55 °C pour desserrer leurs coques. Dès que la coque s'est fissurée, elle est retirée à la main (figure 83).



Figure 83 – Traitements après récolte des graines de l'illipé : ① tri des graines et arrachage des restes du fruit ; ② poêle à fumer les graines ; ③ fumage des graines sur le poêle ; ④ écorçage et nouveau tri des graines après fumage ⁽¹²⁰⁾

Les graines décortiquées vont alors être morcelées, puis mises à sécher au soleil ou mises à fumer sur un poêle pour en réduire l'humidité de 15 à 20 % (figure 84). L'intérêt d'abaisser la teneur en humidité à 7 % est de protéger les graines des parasites durant le stockage. De plus, la qualité des fruits s'altère rapidement en raison de leur capacité à germer sans tarder.



Figure 84 – Aspect des graines d'illipé séchées ⁽¹²⁰⁾

Après quoi, les graines sont mises en sac pour leur faire redescendre les rivières jusqu'aux négociants via des petits commerçants locaux. Une fois arrivés, elles sont déballées pour être séchées afin de les stabiliser et de réduire l'humidité de 10 %. À nouveau remises en sac, les graines sont envoyées jusqu'au port le plus proche d'où elles seront expédiées notamment vers le Royaume-Uni via Singapour. ^{(110) (112) (118) (119)}

IV.2.3. Extraction de l'huile

Localement, l'huile peut être extraite par voie humide ou par un système de presse hydraulique. Dans les zones rurales, des procédés simples sont mis en œuvre pour extraire l'huile : les graines sont chauffées sur un poêle, puis mises dans un sac en rotin lui-même placé entre deux planches en bois, pour pouvoir ensuite presser ces graines en enfonçant des bâtons.

Dans un but commercial, à l'export, l'huile peut être extraite par l'hexane, les méthodes directes par presse ayant de faibles rendements. Après son extraction des graines par un solvant, l'huile brute subit un raffinage alcoolique puis une hydrogénation douce. Il se forme alors le beurre d'illipé.

Le tourteau produit renfermant de l'acide tannique, est utilisé en faible proportion dans l'alimentation animale. ^{(110) (119)}

IV.3. Composition du beurre d'illipé

Le beurre d'illipé est obtenu à partir des noix de l'arbre d'illipé dont les premiers fruits apparaissent vers l'âge de 15 à 20 ans. Chaque noix contient trois graines à partir desquelles une huile jaune est exprimée.

La teneur en huile des graines est de 45 à 50 %. La composition du beurre d'illipé en triglycérides est uniforme et se compose principalement d'acides stéarique et oléique. Le beurre d'illipé présente une stabilité élevée à l'oxydation. Son point de fusion est de 37 à 39 °C, et son indice d'iode est compris entre 29 et 38. ^{(121) (122)}

La répartition des différents acides gras contenus dans les graines est présentée dans le tableau 34.

| | | |
|------------------------|--|-------|
| Stérols | stigmastérol | 944 |
| | avenastérol | 281 |
| Alcools triterpéniques | β-amyrine | 3060 |
| | butyrospermol | 9945 |
| | α-amyrine | 17595 |
| | lupéol | 6120 |
| | autres | 1148 |
| Tocophérols | α-tocophérol (60 %),
β-tocophérol (17 %),
γ-tocophérol (8 %) | 300 |

Tableau 34 – Répartition des différents acides gras des graines de l'illipé ⁽¹²¹⁾

| | |
|-------------------|-------|
| Acide stéarique | 45 % |
| Acide oléique | 35 % |
| Acide palmitique | 17 % |
| Acide arachidique | 2 % |
| Acide linoléique | 0,5 % |

La teneur des matières insaponifiables incluant stérols, alcools triterpéniques et tocophérol représente 1 % ; la composition est détaillée dans le tableau 35. ⁽¹²¹⁾

Tableau 35 – Composition en matières insaponifiables de la graine d'illipé (en mg/Kg) ^{(121) (122)}

La différence la plus significative entre les beurres de cacao et d'illipé est la limite de surfusion qui représente la température à laquelle les premiers cristaux apparaissent lorsque la matière grasse liquide est lentement refroidie dans des conditions contrôlées. Les autres caractéristiques physico-chimiques du beurre d'illipé sont présentées tableau 36.⁽¹²³⁾

Tableau 36 – Caractéristiques physico-chimiques du beurre d'illipé⁽¹²³⁾

| | |
|---|---------------|
| Point de fusion | 37,5 à 39 °C |
| Point de solidification | 28 à 32 °C |
| Indice de réfraction à 40 °C | 1,456 à 1,457 |
| Indice de saponification | 188 à 197 |
| Indice d'iode | 29 à 38 |
| Matière insaponifiable | 0,7 à 2,0 % |
| Chaleur latente de fusion (à la température ambiante) | 32 cal / g |

IV.4. Utilisations traditionnelles

IV.4.1. Utilisations en alimentation humaine

Dans le domaine alimentaire, le beurre d'illipé est traditionnellement utilisé pour la cuisson ou l'assaisonnement. Par exemple, des peuples autochtones de Bornéo considèrent le beurre d'illipé extrait manuellement comme un mets délicat, généralement ajouté aux denrées alimentaires ou au riz. À Bornéo, ce beurre est stocké sous forme de bâton en raison de son point de fusion élevé.^{(102) (110) (116) (124)}

IV.4.2. Utilisations en alimentation animale

La farine issue des graines de l'illipé n'est pas toxique pour les animaux. Néanmoins, elle ne peut être utilisée qu'à faible dose en alimentation animale en raison de la présence d'acide tannique. Dans la filière aviaire, par exemple, elle peut être incorporée au maximum à 10 % dans les rations destinées aux poules pondeuses. Au-delà de ce taux, le jaune des œufs sera de couleur brun-verdâtre. Quant aux poulets, ils ne peuvent en consommer.⁽¹²⁵⁾

IV.4.3. Utilisations en médecine traditionnelle

Selon des usages médicaux traditionnels, le beurre d'illipé serait recommandé pour guérir les plaies et les ulcères de la bouche. De plus, grâce à ses vertus émollientes, ce beurre renforcerait la barrière cutanée tout en maintenant la peau hydratée.⁽¹⁰⁶⁾

IV.4.4. Utilisations du bois d'illipé

Les vieux arbres en perte de productivité sont abattus pour le commerce des produits du bois de haute qualité (meubles, tables et chaises, ...). Ces arbres peuvent également servir à faire du contreplaqué. Toutefois, ils sont susceptibles de subir une attaque fongique s'ils entrent en contact avec le sol, sachant que l'utilisation de conservateurs s'avère compliquée. Leur forme est bien conservée lors du séchage en raison de leurs contre-fils.^{(102) (110) (124)}

IV.4.5. Autres utilisations mineures

Comme autres utilisations mineures, on évoquera le fait que l'écorce peut être utilisée localement pour construire des murs de cabanes ou de huttes, et les feuilles peuvent constituer une source de chaume.⁽¹⁰²⁾

Autrefois, il était également utilisé pour la fabrication de bougies, de savon, de margarine et de lubrifiants.^{(110) (124)}

Certaines espèces de *Shorea* produisent une résine appelée gomme damar. Celle-ci permet de fabriquer des stabilisants de peintures et de laques. Cette résine sert également pour le suif. ^{(102) (110) (124)}

IV.5.Applications concrètes en cosmétologie

Le beurre d'illipé peut remplacer le beurre de cacao dans la fabrication de produits cosmétiques de la même façon que pour la fabrication de chocolats et de confiseries. Ces deux beurres sont adaptés car ils conservent longtemps leur fraîcheur sans rancir ni devenir malodorant. Ceci est une condition importante pour une utilisation dans des rouges-à-lèvres et des crèmes qui sont souvent gardés longtemps dans des récipients ouverts sans réfrigération. Le point de fusion de ces deux matières grasses – légèrement inférieur à la température du corps humain – favorise leur utilisation dans les produits cosmétiques. En effet, on préférera que ces produits se présentent sous forme solide et de consistance crémeuse lorsqu'ils sont contenus dans leur conditionnement primaire, et qu'ils possèdent la faculté de se ramollir ou de fondre lorsqu'ils seront mis en contact avec la peau. ⁽¹¹⁶⁾

Parmi les vingt marques étudiées et présentes en pharmacie d'officine (AKILEÏNE, AVEENO, AVENE, BIODERMA, CAUDALIE, DERMOPHIL INDIEN, EUCERIN[®], EXPANSCIENCE, LAINO, LA ROCHE-POSAY, NEUTROGENA[®], NIVEA, NOREVA, NUXE, RENE FURTERER, ROC[®], SVR[®], URIAGE, VICHY, WELEDA), seuls les laboratoires dermatologiques d'URIAGE commercialisent actuellement des produits cosmétiques renfermant du beurre d'illipé (tableau 37).

| <u>Catégorie</u> | <u>Exemples</u> | <u>Propriétés</u> |
|-----------------------|---------------------------------------|--|
| Soins du corps | URIAGE crème lavante | Soin surgras liquide sans savon deux en un qui va, simultanément, nettoyer et nourrir la peau sensible et délicate, tout en préservant le film hydrolipidique et en compensant les effets desséchants dus à l'eau calcaire |
| | URIAGE pain surgras | Pain dermatologique sans savon qui préserve au quotidien le film hydrolipidique des peaux sensibles et délicates en plus de les nettoyer sans les dessécher |
| Soins de bébé | URIAGE 1 ^{ER} LAIT HYDRATANT | Nourrit et apaise la peau de bébé en plus de l'hydrater |

Tableau 37 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre d'illipé et commercialisés en pharmacie d'officine, regroupés par catégorie de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)}

Conclusions

Les quatre beurres (karité, cacao, kokum et illipé), étudiés dans la présente thèse, possèdent quelques similitudes.

D'un point de vue botanique, ils sont extraits de graines d'arbres ou d'arbustes tropicaux : le karité et le cacaoyer poussent dans les pays d'Afrique équatoriale (principalement au Nigéria et en Côte-d'Ivoire respectivement), l'arbre de kokum en Inde, et l'illipé sur l'île de Bornéo.

Découverts depuis plusieurs siècles, ces arbres ont été rapportés par les grands explorateurs puis étudiés par les botanistes européens au cours des XVIII^e et XIX^e siècles.

Parmi ces quatre espèces de Dicotylédones, deux appartiennent à l'ordre des Malvales (cacaoyer et illipé), le karité à l'ordre des Éricales, et le kokum à l'ordre des Malpighiales. Deux de ces espèces sont considérées comme des espèces menacées par l'UICN : le karité est considéré comme vulnérable, et l'illipé comme en danger.

Il s'agit d'arbres capables de vivre très longtemps et ne devenant matures qu'au bout de plusieurs années. Le tableau 38 dresse la comparaison de ces critères.

| | Karité
<i>Butyrospermum parkii</i> | Cacaoyer
<i>Theobroma cacao</i> | Kokum
<i>Garcinia indica</i> | Illipé
<i>Shorea stenoptera</i> |
|--------------------|--|---|--|---|
| Âge de la maturité | 25 ans | 6 à 7 ans | 7 à 10 ans | 15 à 30 ans |
| Durée de vie | 2 à 3 siècles | 40 ans | — | — |

Tableau 38 – Tableau comparatif de l'âge de la maturité et de la durée de vie des arbres étudiés

Les graines produites par chacun de ces arbres ont des dimensions et des masses relativement similaires (tableau 39).

| | Karité
<i>Butyrospermum parkii</i> | Cacaoyer
<i>Theobroma cacao</i> | Kokum
<i>Garcinia indica</i> | Illipé
<i>Shorea stenoptera</i> |
|-------------------------|--|---|--|---|
| Dimensions de la graine | 3 à 5 cm de long
2 à 3,5 cm de large | 2 à 3 cm de long
1,2 à 1,6 cm de large
0,7 à 1,2 cm d'épaisseur | « grande taille » | 5 de long
3 cm de largeur |
| Masse de la graine | 8 à 10 grammes | 1,3 à 2,3 grammes* | — | — |

Tableau 39 – Tableau comparatif des dimensions et de la masse des graines issues des arbres étudiés. (*) pour une graine dépourvue de la pulpe et de son enveloppe extérieure

L'intensité de la floraison est généralement variable, d'où des fructifications irrégulières et des difficultés d'exploitations agricoles. Le cacaoyer apparaît comme le plus régulier d'entre eux.

Ces quatre espèces sont soumises aux attaques de divers agents fongiques, de végétaux parasites et d'insectes ravageurs, appauvrissant là encore les récoltes. Seul le kokum est relativement épargné.

Les rendements annuels obtenus diffèrent selon l'espèce : un arbre de karité produit en moyenne 15 à 30 kg de fruits soit 1,9 tonnes par hectare, un cacaoyer 20 à 80 cabosses soit 300 à 500 kg par hectare, un arbre de kokum 300 à 400 kg de fruits, et un arbre d'illipé 600 kg par hectare.

Du point de vue de la production, les récoltes des fruits ou graines sont toujours assurées par les populations autochtones, pour qui ils constituent une source non négligeable de revenus. Les graines de ces fruits sont ensuite mises à sécher.

L'huile peut alors être extraite des graines séchées localement selon des procédés artisanaux. Sinon elles sont exportées et, dans ce cas, l'huile est extraite industriellement (extraction par pression mécanique ou par solvant).

Du point de vue de la composition de ces beurres, trois acides gras sont majoritaires mais pas dans les mêmes proportions selon le beurre (tableau 40). L'acide oléique est le principal acide gras présent dans le beurre de karité, tandis que c'est l'acide stéarique pour les beurres de kokum et d'illipé. La composition du beurre de cacao est plus équilibrée avec autant d'acide oléique que d'acide stéarique, et c'est aussi le plus riche en acide palmitique.

| | Beurre de karité
<i>Butyrospermum parkii</i> | Beurre de cacao
<i>Theobroma cacao</i> | Beurre de kokum
<i>Garcinia indica</i> | Beurre d'illipé
<i>Shorea stenoptera</i> |
|--------------------|---|---|---|---|
| Acide oléique | 40 à 55 % | 34 % | 39,4 à 41,5 % | 35 % |
| Acide stéarique | 35 à 45 % | 34 % | 52,0 à 56,4 % | 45 % |
| Acide linoléique | 3 à 8 % | 2 % | 1,0 % | 0,5 % |
| Acide palmitique | 3 à 7 % | 26 % | 2,5 à 5,3 % | 17 % |
| Acide laurique | traces | 4 % | traces | traces |
| Acide myristique | | | 1,2 % | |
| Acide linoléinique | | | traces | |
| Acide arachidique | | | | 2 % |

Tableau 40 – Tableau comparatif de la composition en acides gras des quatre beurres étudiés

Du point de vue des utilisations traditionnelles, des produits issus de chacun de ces arbres présentent des intérêts aussi bien dans l'alimentation des populations locales que dans la conception de menus objets utiles (savons, bougies, ...). Les médecines traditionnelles se servent également de ces beurres. Quant aux arbres vieillissants et/ou non productifs, ils peuvent bénéficier d'une seconde vie en étant récupérés en tant que bois d'œuvre ou bois de feu.

D'un point de vue industriel, outre le secteur cosmétique, le beurre de cacao a un intérêt évident pour la chocolaterie. Cependant les trois autres beurres (karité, kokum et illipé) servent également à l'industrie chocolatière en tant que substituts du premier, notamment depuis que la législation européenne a autorisé leur usage dans une certaine limite.

Enfin, du point de vue de l'industrie cosmétique française, les exemples de produits incluant l'un ou l'autre de ces beurres en tant qu'ingrédient cosmétique sont très nombreux. Le beurre de karité est de très loin le plus usité des quatre beurres étudiés ici : pas moins de vingt marques distribuées en pharmacie d'officine incorporent ce beurre dans nombre de produits de leurs gammes respectives.

Le beurre de karité a la propriété d'hydrater la peau, associée à un effet émollient. Le beurre de cacao nourrit la peau. Le beurre de kokum est tonifiant. Le beurre d'illipé protège et hydrate la peau, et répare le film hydrolipidique.

Concrètement, on retrouve du beurre de karité dans des produits cosmétiques destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches (baumes, cérats, crèmes, fluides, laits et soins), aux soins d'hygiène quotidienne (crèmes, eaux, huiles, lotions, savons et syndets), aux soins des mains (cold crème, crèmes, onguents et soins), aux soins des lèvres (baumes à lèvres, soins et sticks à lèvres), aux soins du visage (baumes, crèmes, masques et soins), aux soins anti-rougeurs et antitaches (crèmes, fluides et soins), aux soins de bébé et de la femme enceinte (crèmes, gels, laits et soins des vergetures), aux soins des peaux jeunes à problème (crème), aux soins anti-âge (baumes, crèmes, crèmes de jour, crèmes de nuit, fluides, kits, roll-on, soins, soins de jour et soins de nuit), aux soins capillaires (baumes capillaires, concentrés, crèmes, émulsions, huiles, masques capillaires, sérums, shampooings et soins), aux soins des pieds (crèmes, gommages et soins), au maquillage et au démaquillage (crayons, crèmes, eaux, laits démaquillants, masques, soins démaquillants), et aux soins pour homme (baumes après-rasage et soins hydratants). Par ailleurs, le beurre de karité est réputé pour posséder des propriétés d'absorption du rayonnement UVB, d'où son incorporation dans des produits destinés aux soins solaires (baumes à lèvres, baumes après-soleil, combisticks, crèmes, écrans, laits, laits après-soleil, spray après-soleil, sticks et sticks à lèvres).

Du beurre de cacao est présent dans des produits cosmétiques destinés aux soins corporels des peaux sèches, aux soins des mains, aux soins des lèvres, aux soins du visage, aux soins minceur, aux soins anti-âge et aux soins solaires.

Le beurre de kokum est absent des produits cosmétiques distribués en pharmacie d'officine, mais on en retrouve dans un masque de soin et une crème hydratante vendus en grandes surfaces.

Enfin, pour le beurre d'illipé, seuls les laboratoires dermatologiques d'URIAGE l'incluent dans des produits cosmétiques destinés aux soins du corps et aux soins de bébé.

L'utilisation de ces beurres dans les produits cosmétiques est actuellement en plein essor, et pas seulement pour ceux distribués en pharmacie d'officine. En effet, les consommatrices expriment une forte demande de nouvelles textures, envers des produits naturels, exotiques ou dérivés de l'alimentaire. Une étude⁽¹²⁶⁾ a démontré que les lancements de produits à base de ces beurres naturels ont été trois fois plus nombreux en 2008 qu'en 2006. Ce phénomène concerne tous les secteurs du marché cosmétique outre la pharmacie d'officine : la grande distribution (BEIERSDORF), la vente par correspondance (YVES ROCHER) et le sélectif (LVMH).

L'intérêt d'employer ces beurres est d'aboutir à un produit ayant une texture originale souple ou dure, mais aussi d'améliorer le toucher, l'étalement et l'épaississement des ces produits ainsi que leur émollience. La brillance du produit sur la peau est renforcée grâce aux indices de réfraction de ces beurres. Enfin, les antioxydants contenus en grande quantité dans les insaponifiables de ces beurres contribuent à l'amélioration de la stabilité de ces produits et à la protection de la peau vis-à-vis des radicaux libres.

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 – L’arbre de karité, <i>Vitellaria paradoxa</i> (C.F.Gaertn.) ⁽¹⁾ | 3 |
| Figure 2 – Karl Friedrich von GÄRTNER ⁽¹²⁷⁾ | 3 |
| Figure 5 – Mungo PARK ⁽⁷⁾ | 4 |
| Figure 3 – Extraits du livre « <i>Le fabuleux voyage d’Ibn Battûta</i> » ⁽⁶⁾ | 4 |
| Figure 4 – Extraits des écrits d’AL-UMARI en 1348 ⁽⁶⁾ | 4 |
| Figure 6 – Extraits du livre « <i>Voyage dans l’intérieur de l’Afrique</i> » de M. Mungo PARK, Edinburgh 1797. ⁽¹²⁹⁾ | 5 |
| Figure 7 – Antoine-Laurent de JUSSIEU ⁽¹²⁸⁾ | 5 |
| Figure 8 – Répartition du karité en Afrique ⁽²⁾ | 6 |
| Figure 9 – Différentes formes de la cime du karité : ① cime pyramidale, ② cime largement pyramidale, ③ cime sphérique, ④ cime oblongue, ⑤ cime semi-circulaire et ⑥ cime elliptique. ⁽¹²⁾ | 8 |
| Figure 10 – Différentes ramifications des branches du karité : ① droit, ② opposé, ③ verticillé, ④ horizontal, ⑤ irrégulier et ⑥ plagiotrope. ⁽¹²⁾ | 8 |
| Figure 11 – Différentes formes du limbe des feuilles de karité : ① obovale, ② elliptique, ③ largement elliptique, ④ étroitement elliptique, ⑤ oblongue, ⑥ obovale-oblongue et ⑦ ovale-oblongue. ⁽¹²⁾ | 8 |
| Figure 12 – Différentes formes de la base des feuilles du karité : ① oblique, ② arrondi, ③ cunéiforme et ④ rétréci. ⁽¹²⁾ | 9 |
| Figure 13 – Différentes formes de l’apex des feuilles de karité : ① aigu, ② acuminé, ③ arrondi et ④ obtus. ⁽¹²⁾ | 9 |
| Figure 14 – Fleur du karité ⁽⁴⁾ | 9 |
| Figure 15 – Fruits du karité : ① représentation sur une branche ⁽¹³⁾ et ② différentes morphologies ⁽⁴⁾ | 10 |
| Figure 16 – Différentes formes du fruit du karité : ① aplati, ② sphéroïde, ③ ellipsoïde, ④ oblongue et ⑤ ovoïde. ⁽¹²⁾ | 10 |
| Figure 17 – Différentes formes des graines du karité : ① sphéroïde, ② ellipsoïde, ③ ovale et ④ ovoïde. ⁽¹²⁾ | 10 |
| Figure 18 – ① Différentes morphologies de la noix et ② différentes morphologies de la graine ⁽⁴⁾ | 11 |
| Figure 19 – Germination et développement de la plantule de <i>Butyrospermum paradoxum</i> . a et b : début de germination avec sortie de la radicule ; c, d et e : développement de la racine dans le sol ; e’ : détail de la partie moyenne de la racine présentant un sillon longitudinal ; f : mise en place du méristème caulinaire et développement des premières écailles au niveau du sillon, flèche ; g : émergence de la jeune pousse feuillée. ⁽²⁾ [d’après ⁽¹⁴⁾] | 11 |
| Figure 20 – Cycle biologique du karité. ⁽²⁾ | 12 |

| | |
|--|----|
| Figure 21 – Différents aspects du karité. a : touffe de feuille ; b : différents types de feuilles ; c : inflorescences ; d : fleur ; e : ovaire et style ; f : fragment de corolle et androcée (face interne) ; g : types de graines ; h : fruit. ⁽²⁾ [d'après ⁽¹⁹⁾] | 13 |
| Figure 22 – Distribution géographique de trois espèces de <i>Tapinanthus</i> au Burkina-Faso. ⁽²⁶⁾ | 15 |
| Figure 23 – Présence des trois espèces de <i>Tapinanthus</i> confondues dans les 25 régions du Burkina-Faso (histogrammes hachurés) et importance des dégâts (histogrammes noircis). ⁽²⁶⁾ | 15 |
| Figure 24 – Conséquences du parasitisme sur l'hôte. ① Détail d'une réaction cupuliforme de l'hôte (*) au niveau de l'insertion du parasite (P). Noter la différence de diamètre de la branche-hôte en amont du point d'insertion (H ₁) et en aval (h ₂). ② Aspect de la réaction cupuliforme après la disparition des tissus du parasite. Le fond de la cupule n'est constitué que de tissus ligneux de l'hôte. ③ Karité mort sous l'action conjuguée de la sécheresse et du parasitisme par les <i>Tapinanthus</i> . ④ Taille salvatrice d'un karité qui était très parasité par les <i>Tapinanthus</i> . ⁽²⁷⁾ | 18 |
| Figure 25 – ① <i>Cirina butyrospermi</i> (Vuillet) femelle. ② Chenille adulte au 5 ^{ème} stade larvaire. ③ Aspects des pontes. ④ Deux chrysalides, celle de droite est vue presque de face tandis que l'autre est vue du côté gauche. ⁽²⁾ [d'après ⁽²⁸⁾] | 20 |
| Figure 26 – Rendements du fruit au beurre de karité ⁽³¹⁾ | 21 |
| Figure 27 – ① Production mondiale de noix de karité de 1961 à 2009. ② Répartition de la production de noix de karité par pays producteur en 2009. ⁽³²⁾ | 22 |
| Figure 28 – ① Exportations mondiales de noix et de beurre de karité de 1961 à 2009. ② Répartition des exportations de noix de karité par pays producteur de 1961 à 2009. ⁽³²⁾ | 22 |
| Figure 29 – ① Importations mondiales de noix et de beurre de karité de 1961 à 2009. ② Répartition des importations de noix de karité par pays de 1961 à 2009. ⁽³²⁾ | 23 |
| Figure 30 – Différentes couches obtenues après centrifugation en fonction de la densité des constituants. ⁽³⁶⁾ | 25 |
| Figure 31 – Le cacaoyer, <i>Theobroma cacao</i> (L.) ⁽⁶⁰⁾ | 48 |
| Figure 32 – Représentation de la rencontre entre Hernan CORTES et l'empereur aztèque MOCTEZUMA ⁽¹³⁰⁾ | 49 |
| Figure 33 – Carl von LINNÉ ⁽¹³¹⁾ | 49 |
| Figure 34 – Répartition des zones de production et des principaux pays producteurs et consommateurs de cacao ⁽⁶⁷⁾ | 50 |
| Figure 35 – Évolution de la production de fèves de cacao (1960-2005) ⁽⁶⁷⁾ | 51 |
| Figure 36 – Répartition géographique des différents cultivars de cacaoyer ⁽⁶⁸⁾ | 51 |
| Figure 37 – Différentes parties du cacaoyer ⁽⁷⁰⁾ | 53 |
| Figure 38 – Ramifications du cacaoyer ⁽⁷²⁾ | 54 |
| Figure 40 – Inflorescence du cacaoyer ⁽⁷²⁾ | 55 |
| Figure 41 – Détail d'une section de fleur (à gauche) et diagramme floral (à droite) ⁽⁷²⁾ | 55 |
| Figure 39 – Feuille de <i>Theobroma cacao</i> : ① face inférieure ; ② zoom sur la partie renflée du pétiole et sur les petits stomates du dessous du limbe ; ③ face supérieure ; ④ groupe de feuilles. ⁽¹³²⁾ | 55 |

| | |
|---|----|
| Figure 42 – Coupe transversale d’une fleur de cacaoyer ⁽⁷⁰⁾ | 56 |
| Figure 43 – Différentes formes de la cabosse du cacaoyer ⁽⁷²⁾ | 57 |
| Figure 44 – Graines de cacao et leur situation dans une cabosse ⁽⁷⁰⁾ | 57 |
| Figure 45 – Graines de cacao : ① section transversale d’une graine de cacao ⁽⁷⁰⁾ ; ② graines entourées de pulpe ⁽⁶⁰⁾ | 58 |
| Figure 46 – Graines en germination ⁽⁶⁰⁾ | 58 |
| Figure 47 – Infection de <i>Theobroma cacao</i> (L.) par <i>Moniliophthora perniciosa</i> [(Stahel) Aime & Philips-Mora, 2005]. a) aspect du balai de sorcière sur une branche. b) coupe transversale d’une cabosse et aspect des graines parasitées. ⁽⁷³⁾ | 60 |
| Figure 48 – Dégâts occasionnés sur <i>Theobroma cacao</i> (L.) par le basidiomycète <i>Moniliophthora roreri</i> [(Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, 1978]. c) aspect de la cabosse infectée. d) aspect des graines infectées. ⁽⁷³⁾ | 61 |
| Figure 49 – Pourriture des cabosses de cacaoyer | 61 |
| Figure 50 – Aspect de feuilles de <i>Theobroma cacao</i> contaminées par <i>Oncobasidium theobromae</i> ⁽⁷²⁾ | 62 |
| Figure 51 – Dégâts causés par les miridés sur la cabosse et sur les feuilles du cacaoyer ⁽⁷⁰⁾ | 63 |
| Figure 52 – <i>Conopomorpha cramerella</i> (Snellen, 1904) à l’état adulte sur une cabosse ⁽⁷²⁾ | 64 |
| Figure 53 – Récolte correcte et incorrecte de la cabosse ⁽⁷⁰⁾ | 65 |
| Figure 54 – ① Production mondiale de fèves de cacao de 1961 à 2010. ② Répartition de la production de fèves de cacao par pays producteur en 2010. ⁽³²⁾ | 66 |
| Figure 55 – ① Exportations mondiales de fèves et de beurre de cacao de 1961 à 2009. ② Répartition des exportations de fèves de cacao par pays producteur en 2009. ⁽³²⁾ | 67 |
| Figure 56 – Principaux flux d’exportation du cacao dans le monde ⁽⁶⁷⁾ | 67 |
| Figure 57 – ① Importations mondiales de fèves et de beurre de cacao de 1961 à 2009. ② Répartition des importations de fèves de cacao par pays en 2009. ⁽³²⁾ | 68 |
| Figure 58 – Boîte utilisée pour la fermentation des fèves de cacao ⁽⁷⁰⁾ | 68 |
| Figure 59 – Composition de la poudre de cacao pour 100 g ⁽⁶⁸⁾ | 72 |
| Figure 60 – Le brindonnier, <i>Garcinia indica</i> (Thouars) Choisy ⁽⁸³⁾ | 77 |
| Figure 61 – Louis Marie AUBERT DU PETIT-THOUARS ⁽⁸⁵⁾ | 77 |
| Figure 62 – John LINDLEY ⁽⁸⁸⁾ | 78 |
| Figure 63 – Répartition des pays cultivant le kokum ⁽⁸⁹⁾ | 78 |
| Figure 64 – Feuilles de kokum : ① pétiole et insertion de la feuille ; ② aspect des nervures ; ③ face supérieure de la feuille ; ④ face inférieure de la feuille ⁽⁹²⁾ | 79 |
| Figure 65 – Fruit du kokum : ① insertion du fruit ; ② aspect extérieur du fruit ; ③ & ④ vue interne du fruit sur une section transversale ⁽⁹²⁾ | 80 |
| Figure 66 – Un kokum cultivé dans une plantation de cocotiers ⁽⁹³⁾ | 82 |
| Figure 67 – Intérieur du fruit du kokum ⁽⁹³⁾ | 83 |

| | |
|--|-----|
| Figure 68 – Tendances à l’exportation des produits issus du kokum depuis l’Inde en quantité (①) et en valeur (②) ⁽⁹⁴⁾ | 84 |
| Figure 69 – ① séchage des peaux de fruits du kokum ; ② peaux séchées de kokum ; ③ beurre de kokum ⁽⁹³⁾ | 84 |
| Figure 70 – Composition des peaux fraîches des petits fruits du kokum. (*) matières grasses extraites par l’hexane. (**) dont acide hydroxycitrique ⁽⁸⁶⁾ | 86 |
| Figure 71 – Principaux composés actifs extraits du kokum : ① garcinol, ② xanthochymol, ③ isoxanthochymol et ④ acide hydroxycitrique ⁽⁹⁶⁾ | 86 |
| Figure 72 – L’illipé, <i>Shorea stenoptera</i> (Burck) ⁽¹⁰⁰⁾ | 89 |
| Figure 73 – Carl Ludwig BLUME ⁽¹⁰⁴⁾ | 90 |
| Figure 74 – Illustration du phénomène dit de la « timidité des houppiers » ⁽¹⁰⁵⁾ | 90 |
| Figure 75 – Peter Shaw ASHTON ⁽¹⁰⁷⁾ | 91 |
| Figure 76 - Répartition de l’illipé en Asie ⁽¹⁰¹⁾ | 91 |
| Figure 77 – Feuilles de l’illipé ⁽¹¹¹⁾ | 93 |
| Figure 78 – ① Grappe de fruits de l’illipé ; ② Fruits récoltés de l’illipé ⁽¹¹²⁾ ; ③ Fruit séché avec sa graine ⁽¹¹³⁾ ; ④ Forme du fruit de <i>Shorea stenoptera</i> ⁽¹¹⁴⁾ | 94 |
| Figure 79 – Graines de l’illipé ⁽¹¹³⁾ | 94 |
| Figure 80 – Graines germées d’illipé dans un plateau de semences ⁽¹¹⁴⁾ | 97 |
| Figure 81 - Lit de semences sous film plastique et toit en bambou..... | 97 |
| Figure 82 – Plantules d’illipé repotées ⁽¹¹⁴⁾ | 98 |
| Figure 83 – Traitements après récolte des graines de l’illipé : ① tri des graines et arrachage des restes du fruit ; ② poêle à fumer les graines ; ③ fumage des graines sur le poêle ; ④ écorçage et nouveau tri des graines après fumage ⁽¹²⁰⁾ | 100 |
| Figure 84 – Aspect des graines d’illipé séchées ⁽¹²⁰⁾ | 101 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 – Croissance différentielle de la tige et du pivot de karités âgés de 6 et 18 mois. ⁽²⁾ [d'après (16)] | 12 |
| Tableau 2 – Durée des phénophases chez les trois espèces de <i>Tapinanthus</i> observées au Burkina-Faso ; (*) la phénologie de cette espèce varie avec l'hôte et le bioclimat. ⁽²⁷⁾ | 16 |
| Tableau 3 – Composition du tourteau et de la pulpe du fruit du karité données pour 100 g de matière sèche. ⁽³⁾ | 27 |
| Tableau 4 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de baumes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 32 |
| Tableau 5 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de crèmes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 33 |
| Tableau 6 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins corporels pour les peaux sèches et très sèches, sous forme de laits ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 34 |
| Tableau 7 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins d'hygiène quotidienne, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 35 |
| Tableau 8 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des mains, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 36 |
| Tableau 9 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des lèvres, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 37 |
| Tableau 10 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins du visage, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 38 |
| Tableau 11 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins anti-rougeurs et antitaches, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 39 |
| Tableau 12 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins de bébé et de la maternité, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 40 |
| Tableau 13 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d'officine, destinés aux soins des peaux jeunes à | |

| | |
|--|----|
| problème, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 40 |
| Tableau 14 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins anti-âge, sous forme de crèmes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 41 |
| Tableau 15 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins anti-âge, sous forme de soins ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 42 |
| Tableau 16 - Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins anti-âge, sous diverses autres formes ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 43 |
| Tableau 17 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins capillaires, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 43 |
| Tableau 18 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins des pieds, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 44 |
| Tableau 19 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins solaires, sous des formes autres que les sticks ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 45 |
| Tableau 20 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins solaires, sous forme de sticks ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 46 |
| Tableau 21 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins du maquillage et du démaquillage, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 47 |
| Tableau 22 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de karité et commercialisés en pharmacie d’officine, destinés aux soins pour homme, et regroupés par type de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 47 |
| Tableau 23 – Périodes des deux récoltes annuelles de cabosses par pays ⁽⁶⁹⁾ | 65 |
| Tableau 24 – Répartition des différents acides gras du beurre de cacao. ⁽⁷⁸⁾ | 70 |
| Tableau 25 – Composition moyenne d’une fève de cacao ⁽⁷⁹⁾ | 70 |
| Tableau 26 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre de cacao et commercialisés en pharmacie d’officine, regroupés par catégorie de soin ^{(40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 75 |
| Tableau 27 – Exemple d’une gamme de cosmétiques contenant du beurre de cacao et commercialisés en grandes surface, regroupés par catégorie de soin ⁽⁸²⁾ | 76 |
| Tableau 28 – Taux de croissance et coefficient de variation des exportations de produits du kokum de 1993 à 2003 ⁽⁹⁴⁾ | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 29 – Composition en acides gras du beurre de kokum ⁽⁸⁷⁾ | 85 |
| Tableau 30 – Caractéristiques physico-chimiques du beurre de kokum ⁽⁸⁷⁾ | 85 |
| Tableau 31 – Exemple de produits cosmétiques contenant du beurre de kokum et commercialisés en grandes surface, regroupés par catégorie de produit ^{(98) (99)} | 88 |
| Tableau 32 – Exports de graines d’illipé depuis l’Indonésie et la Malaisie (en tonnes) ⁽¹¹⁶⁾ | 98 |
| Tableau 33 – Exportations de graines d’illipé depuis l’Indonésie en 1992 ⁽¹¹⁷⁾ | 99 |
| Tableau 34 – Répartition des différents acides gras des graines de l’illipé ⁽¹²¹⁾ | 101 |
| Tableau 35 – Composition en matières insaponifiables de la graine d’illipé (en mg/Kg) ^{(121) (122)} | 101 |
| Tableau 36 – Caractéristiques physico-chimiques du beurre d’illipé ⁽¹²³⁾ | 102 |
| Tableau 37 – Synthèse non-exhaustive des différents produits cosmétiques contenant du beurre d’illipé et commercialisés en pharmacie d’officine, regroupés par catégorie de soin ^{(40) (41) (42) (43)}
^{(44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58)} | 103 |
| Tableau 38 – Tableau comparatif de l’âge de la maturité et de la durée de vie des arbres étudiés | 104 |
| Tableau 39 – Tableau comparatif des dimensions et de la masse des graines issues des arbres étudiés. (*) pour une graine dépourvue de la pulpe et de son enveloppe extérieure | 104 |
| Tableau 40 – Tableau comparatif de la composition en acides gras des quatre beurres étudiés | 105 |

Références bibliographiques

1. **SCHMIDT, Marco.** Vitellaria paradoxa (shea tree, karité), eastern Burkina Faso. [photographie]. 21 septembre 2007. http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Vitellaria_paradoxa_MS_6563.JPG.
2. **SALLÉ, Georges, et al.** Le karité une richesse potentielle. *Bois et Forêts des Tropiques*. 2e trimestre 1991, 228, pp. 11-23.
3. **NIKIEMA, A. et UMALI, B.E.** Vitellaria paradoxa C.F.Gaertn. *PROTA (Plant Resources of Tropical Africa)*. [En ligne] 2007. [Citation : 07 Juin 2011.] http://database.prota.org/PROTAhtml/Vitellaria%20paradoxa_Fr.htm.
4. **SANOUE, Haby et LAMIEN, Niéyidouba.** Vitellaria paradoxa, karité. *Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne*. Rome : Bioversity International, 2011. ISBN : 9788469431658.
5. **KADRI NOUHOUE, Ousamane.** Vitellaria paradoxa / karité. *kadri - zen3*. [En ligne] [Citation : 23 mai 2011.] Programme ressources forestier. <http://www.cooperation.net/k2ri/vitellaria-paradoxa-karite>.
6. **PONCINS, Carl de.** Le karité, beurre d'Afrique. s.l. : association Equiterre. http://infos.equiterre.com/IMG/pdf/dossier_karite_-_EquiTerre.pdf.
7. **anonyme.** Miniature portrait of Mungo Park, bust-length with powdered hair, white cravat and buttoned jacket on mica, oval 9.5 x 7.5cm. http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Mungo_Park_miniature.jpg.
8. *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. The Angiosperm Phylogeny Group.* London : The Linnean Society of London, 2009, Botanical Journal of the Linnean Society, Vol. 161, pp. 105-121. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x/pdf>.
9. **contributeurs de Wikipédia.** Sapotaceae. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 21 mai 2011. [Citation : 17 Juin 2011.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Sapotaceae>.
10. —. Karité. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 16 juin 2011. [Citation : 21 juin 2011.] <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Karit%C3%A9&oldid=66441578>.
11. **Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux (IRHO).** Karité. 1952. pp. 136-141, Rapport annuel.
12. **IPGRI et INIA.** *Descriptors for Shea tree (Vitellaria paradoxa)*. [éd.] International Plant Genetic Resources Institute et Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Rome, Madrid : Future Harvest, 2006. p. 63 pp. ISBN : 9789290436874.
13. **SCHMIDT, Marco.** fruits of Vitellaria paradoxa, Shea tree, Mt. Mbatia, Cameroon. 2007.
14. **JACKSON, G.** Notes on West African vegetation. III. The seedling morphology of Butyrospermum paradoxum (Gaertn. f.) Hepper. *Journal of the West African Science Association*. 1968, Vol. 13, pp. 215-222.
15. —. Cryptogeal germination and other seedling adaptations to the burning of vegetation in savanna regions: the origin of the pyrophytic habit. *New Phytologist*. juillet 1974, Vol. 73, 4, pp. 771-780.

16. **PICASSO, G.** Synthèse des résultats acquis en matière de recherche sur le karité au Burkina Faso de 1950 à 1958. *Rapport de l'Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux (IRHO)*. 1984, p. 45 pages.
17. **DELOLME, A.** Étude du karité à la station agricole de Ferkéssédougou. *Oléagineux*. 1947, Vol. 2, 4, pp. 186-200.
18. **RUYSSEN, B.** La karité au Soudan. *Agronomie Tropicale*. 1957, Vol. 12, 2 & 3, pp. 144-172 & 279-306.
19. **AUBRÉVILLE, André.** *Flore forestière Soudano-Guinéenne: A.O.F. - Cameroun - A.E.F.* Paris : Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1950. pp. 430-433.
20. **CHEVALIER, Auguste.** Nouvelles recherches sur l'arbre à beurre du Soudan, *Butyrospermum paradoxum*. *Revue de Botanique Appliquée*. 1948, Vol. 28, 303 & 304, pp. 241-256.
21. **MALLAMAIRE, Aristide.** Les principaux insectes nuisibles et les maladies cryptogamiques des oléagineux en Afrique Noire. *Agronomie Tropicale*. 1950, Vol. 5, 7-8, pp. 384-396.
22. **SALLÉ, Georges, RAYNAL, A. et TUQUET, C.** Field identification of some Loranthaceae parasitizing *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. f.) Hepper (Sapotaceae) in Mali and Burkina Faso. [éd.] H. Ch. WEBER et W. FORSTREUTER. *Parasiting Flowering Plants*. 1987, Vol. Proc. 4th ISFPF, pp. 715-717.
23. **BOUSSIM, Joseph Issaka.** Contributions à l'étude de la biologie des Phanérogames parasites. *Recherches sur Tapinanthus (Loranthacées) du karité*. Ouagadougou : s.n., 15-18 Novembre 1988. Séminaire national sur la valorisation du karité pour le développement national. Bilan et perspectives.
24. **MAIGA, A. Y.** *Rapport de synthèse des trois missions de la phase de prolongation, du projet "Actions thématiques sur la mortalité du karité dans le région de Ségou"*. I.N.R.Z.F.H. Sotuba : s.n., 1989. p. 50.
25. **BOUSSIM, Joseph Issaka, et al.** Les Loranthacées au Burkina Faso : identification, distribution, écologie, biologie et contrôle. [En ligne] [Citation : 24 Août 2011.] <http://www.snv.jussieu.fr/~wjbiop6/fascicule/boussim.htm>.
26. **BOUSSIM, Joseph Issaka, SALLÉ, Georges et GUINKO, Sita.** Tapinanthus parasite du karité au Burkina-Faso (1ère partie - identification et distribution). *Bois et Forêts des Tropiques*. 4e trimestre 1993, 238, pp. 45-52.
27. —. Tapinanthus parasite du karité au Burkina-Faso (2ème partie - phénologie, biologie et dégâts). *Bois et Forêts des Tropiques*. 4e trimestre 1993, 238, pp. 53-65.
28. **VUILLET, André et VUILLET, Jean.** Notes sur les insectes nuisibles du karité. *L'Agriculture Pratique des Pays Chauds*. 1912, pp. 436-448.
29. **ROBERTS, H.** Forests insects of Nigeria. *Institute paper*. Commonw. Forestry Institute, 1969, p. 206 p.
30. **POBEDA, Joël.** Le karité. *site web shea-butter.net*. [En ligne] CODINA. [Citation : 3 Octobre 2011.] <http://shea-butter.net/index.php>.
31. **MOLLARD, Guilhem.** Le beurre de karité. [En ligne] [Citation : 3 Octobre 2011.] <http://www.le-beurre-de-karite.com>.

32. **Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.** FAOSTAT. [En ligne] OAA Division de la Statistique 2011, 17 Mai 2011 (dernière mise à jour). [Citation : 5 Octobre 2011.] <http://faostat.fao.org/>.
33. **WOMENI, Hilaire Macaire, et al.** Influence des traitements traditionnels des graines et amandes de karité sur la qualité du beurre. *Food Safety and Quality Management*. [En ligne] [Citation : 12 Octobre 2011.] <http://foodafrica.nri.org/safety/safetyproceedings/88-womeni.doc>.
34. **contributeurs de Ékopédia.** Karité. *Ékopédia*. [En ligne] 24 Février 2011. [Citation : 19 Octobre 2011.] <http://fr.ekopedia.org/Karite%C3%A9>.
35. **anonyme.** Informations sur le karité. *INFOCOMM (information de marché dans le secteur des produits de base)*. [En ligne] CNUCED (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement), 27 Février 2006. [Citation : 19 Octobre 2011.] <http://unctad.org/infocomm/francais/karite/plan.htm>.
36. **FRANÇOIS, Martine.** *Beurre de karité : développement d'innovations techniques, économiques, organisationnelles, dans la filière karité*. Paris : GRET (Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques), 2008.
37. **WOMENI, Hilaire Macaire, et al.** Application du procédé séchage-friture aux amandes de karité : influence sur la composition en matières insaponifiables du beurre. *Oléagineux, Corps gras et Lipides (OCL)*. Novembre-Décembre 2007, Vol. 14, 6, pp. 366-370.
38. **PAGES, Xavier.** Production, obtention et valorisation des beurres exotiques. *Oléagineux, Corps gras et Lipides (OCL)*. Juillet-Décembre 2009, Vol. 16, 4, pp. 248-253.
39. *Directive 2000/36/CE relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine. Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne.* Luxembourg : s.n., 3 Août 2000, Journal officiel des Communautés européennes, pp. L 197/19-25. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:197:0019:0025:FR:PDF>.
40. **Laboratoires dermatologiques Avène.** *Eau thermale Avène*. [En ligne] [Citation : 30 Janvier 2012.] http://www.eau-thermale-avene.com/fr_FR.
41. **Laboratoire Dermatologique Bioderma.** *Bioderma - la biologie au service de la dermatologie*. [En ligne] [Citation : 27 Janvier 2012.] <http://www.bioderma.com/fr/accueil.html>.
42. **Beiersdorf SAS.** *Laboratoires Dermatologiques Eucerin® - la science d'une peau plus belle*. [En ligne] 2009. [Citation : 27 Janvier 2012.] <http://www.eucerin.com/fr/accueil/>.
43. **Laboratoires Gilbert.** *Laino - Le soin naturel, authentique par nature, simplement efficace*. [En ligne] 2011. [Citation : 30 Janvier 2012.] <http://www.laino.fr/>.
44. **Laboratoire dermatologique La Roche-Posay.** *La Roche Posay - Soins visages dermatologiques, le spécialiste des peaux sensibles*. [En ligne] [Citation : 22 Novembre 2011.] <http://www.laroche-posay.fr/france/beaute/accueil-h.aspx>.
45. **Johnson & Johnson Santé Beauté France SAS.** *Neutrogena | développé avec nos dermatologues*. [En ligne] dernière mise à jour le 29 Août 2011. [Citation : 25 Janvier 2012.] <http://www.neutrogena.fr/>.
46. **Institut René Furterer.** *René Furterer Paris*. [En ligne] [Citation : 30 Janvier 2012.] http://www.renefurterer.com/index.php#/fr_FR/.

47. **Laboratoires SVR.** *Laboratoires SVR - Soins cosmétiques et Cosmétologie médicale.* [En ligne] 2011. [Citation : 30 Janvier 2012.] <http://www.labo-svr.com/>.
48. **Laboratoires Dermatologiques d'Uriage.** *URIAGE eau thermale.* [En ligne] [Citation : 25 Janvier 2012.] <http://www.labo-uriage.com/index.php>.
49. **Laboratoire Dermophil Indien dermocosmétique.** *Laboratoire du DERMOPHIL INDIEN.* [En ligne] [Citation : 01 Février 2012.] <http://www.dermophilindien-lab.com/dermocosmetique/home.htm>.
50. **Laboratoires Vichy.** *site Web Vichyconsult.* [En ligne] 2007. [Citation : 02 Avril 2012.] www.vichyconsult.fr.
51. **Caudalie Paris.** *Caudalie, produits de beauté et soins naturels sans parabène au resvératrol et polyphénols.* [En ligne] 2009. [Citation : 02 Avril 2012.] www.caudalie.com/fr.
52. **Laboratoire Nuxe.** *Nuxe, cosmétique d'origine naturelle.* [En ligne] Nuxe Paris. [Citation : 02 Avril 2012.] <http://fr.nuxe.com/>.
53. **Laboratoires Noreva.** *site Web Noreva LED.* [En ligne] [Citation : 02 Avril 2012.] <http://www.noreva-led.com/fr>.
54. **Johnson & Johnson Santé Beauté France SAS.** *Aveeno, active naturals.* [En ligne] dernière mise à jour le 01 Février 2012. [Citation : 02 Avril 2012.]
55. **Johnson & Johnson Santé Beauté France SAS .** *site Web ROC.* [En ligne] dernière mise à jour le 16 Février 2012. [Citation : 02 Avril 2012.] <http://www.roc.fr/home>.
56. **Beiersdorf SAS.** *Nivea depuis 100 ans le soin c'est la vie.* [En ligne] 2012. [Citation : 02 Avril 2012.] <http://www.nivea.fr/>.
57. **Laboratoires Asepta.** *Laboratoire Asepta, Qualité et innovation au service de votre beauté.* [En ligne] 2008. [Citation : 02 Avril 2012.] <http://www.asepta.com/pages/fr/index.php>.
58. **Weleda France.** *Weleda dès 1921.* [En ligne] [Citation : 02 Avril 2012.] <http://www.weleda.fr/index.php>.
59. **contributeurs de Wikipédia.** *Histoire de la culture du cacao. Wikipédia, l'encyclopédie libre.* [En ligne] 2011. [Citation : 21 Novembre 2011.] http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_culture_du_cacao.
60. **NICKRENT, D. L.** *PhytoImages.* [En ligne] Août 1993. [Citation : 30 Novembre 2011.] http://131.230.176.4/imgs/psor/Byttneriaceae_Theobroma_cacao_7546.html.
61. **HEBBAR, P., BITTENBENDER, H. C. et O'DOHERTY, Daniel.** *Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Cacao (Theobroma cacao).* [éd.] C.R. Elevitch. *Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry.* Holualoa, Hawai'i : Permanent Agriculture Resources (PAR), 2011. <http://agroforestry.net/scps>.
62. *Les mondes du cacao.* **HÉBERT, Anne (sous la direction de).** Paris : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), 1999. Salon international de l'Agriculture 1999.
63. **LEHMANN, John.** *L'école du chocolat sur le net !* [En ligne] 2002. [Citation : 30 Novembre 2011.] <http://www.lepain.ch/chocolat/index1.html>.

64. **PRABHAKARAN NAIR, K. P.** *The agronomy and economy of important tree crops of the developing world*. 1ère édition. s.l. : Elsevier Science Publishing Co Inc, 2010. pp. 131-180. ISBN : 9780123846778.
65. **contributeurs de Wikipédia.** Cacaoyer. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 15 Novembre 2011. [Citation : 2 Décembre 2011.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cacaoyer>.
66. —. Malvaceae. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 25 Octobre 2011. [Citation : 2 Décembre 2011.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Malvaceae>.
67. **BASTIDE, Philippe, PERRET, Christophe et BOSSARD, Laurent.** Le Cacao. *Atlas de l'Intégration Régionale en Afrique de l'Ouest - série économie*. 2007, pp. 1-16.
68. **contributeurs de Wikipédia.** Cacao. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 25 Novembre 2011. [Citation : 7 Décembre 2011.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cacao>.
69. **International Cocoa Organization (ICCO).** About Cocoa. *site Web ICCO*. [En ligne] 2006. [Citation : 9 Décembre 2011.] <http://www.icco.org/default.aspx>.
70. **ELFICK, J.** *Cocoa Project*. School of Education, The University of Queensland. Brisbane, Australia : s.n., 2011. http://www.uq.edu.au/_School_Science_Lessons/CocoaProj.html.
71. **anonyme.** Informations sur le cacao. *INFOCOMM (information de marché dans le secteur des produits de base)*. [En ligne] CNUCED (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement), 14 Février 2007. [Citation : 12 Décembre 2011.] <http://unctad.org/infocomm/francais/cacao/plan.htm>.
72. **PUTTER, Tonie et MARSELLA, Marco.** Ecoport, the consilience engine. *site Web EcoPort*. [En ligne] The University of Florida (UF), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the National Museum of Natural History (NMNH) of the Smithsonian Institution (SI), 17 Novembre 2006. [Citation : 14 Décembre 2011.] http://ecoport.org/ep?SearchType=displayMenu&menu=Basic_Search.
73. *The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, Theobroma cacao) form a new lineage of Marasmiaceae.* **AIME, M.C. et PHILIPS-MORA, W.** Lawrence : The Mycological Society of America, 2005, Mycologia, Vol. 97 (5), pp. 1012-1022. Print ISSN = 0027-5514 ; Online ISSN = 1557-2536.
74. *On the taxonomy of Monilia roreri, an important pathogen of Theobroma cacao in South America.* **EVANS, Harry C., et al.** s.l. : National Research Council of Canada, 1978, Canadian Journal of Botany, Vol. 56 (20), pp. 2528-2532. Print ISSN = 0008-4026 ; Online ISSN = 1480-3305.
75. **JACKSON, G.V.H. et WRIGHT, J.G.** *Le chancre et la pourriture brune des cabosses du cacaoyer*. Section Protection des végétaux, Secrétariat général de la Communauté du Pacifique. Nouméa (Nouvelle-Calédonie) : s.n., 2001. pp. 1-4, Fiche technique n°7. ISSN = 1017-6276.
76. **KÖNIG, Claire.** Le chocolat : histoire, saveurs et dégustation. *site Web Futura-Sciences*. [En ligne] 10 Décembre 2007. [Citation : 11 Janvier 2012.] http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/botanique/d/le-chocolat-histoire-saveurs-et-degustation_753/c3/221/p1/.
77. **BAREL, Michel.** *Du cacao au chocolat, l'épopée d'une gourmandise*. Versailles : Editions Quae, 2009. pp. 1-144. livre broché. ISBN = 9782759203888.
78. **contributeurs de Wikipédia.** Beurre de cacao. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] 15 Décembre 2011. [Citation : 16 Janvier 2012.] http://fr.wikipedia.org/wiki/Beurre_de_cacao.

79. **TAIEB, Franck.** La fève de cacao. *site Web Youscribe.com*. [En ligne] 21 Juillet 2011. [Citation : 17 Janvier 2012.] <http://www.youscribe.com/catalogue/presse-et-revues/la-feve-de-cacao-407000>.
80. *Les polyphénols de cacao : des effets bénéfiques pour la santé cardio-vasculaire.* **CAREL, Yolaïne.** [éd.] Linus FREEMAN. s.l. : Fondation pour le libre choix, Février 2008, Nutra News, pp. 2-7. <http://www.nutranews.org/data/pdf/numeros/fr/nutranews200802.pdf>.
81. **FAO - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - Division de la production et de la santé animales - Groupe des ressources de l'alimentation animale.** Theobroma cacao. *Système d'Information des Ressources en Alimentation Animale*. [En ligne] [Citation : 21 Janvier 2012.] <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/fr/Data/521.HTM>.
82. **Palmer's France.** *Palmer's, le spécialiste du soin au Beurre de Cacao*. [En ligne] 2010. [Citation : 01 Février 2012.] <http://www.palmers-france.fr/>.
83. **Shivalaya Farms.** *Garcinia indica* Choisy. *site Web FloraCafe*. [En ligne] [Citation : 10 Février 2012.] http://www.floracafe.com/Search_PhotoDetails.aspx?Photo=Top&Id=1226.
84. **PLANCHON, J.-E. et TRIANA, J.** Mémoire sur la famille des Guttifères. [auteur du livre] AD. BRONGNIART et J. DECAISNE. *Annales des sciences naturelles comprenant la zoologie, la botanique, l'anatomie et la physiologie comparée des deux règnes et l'histoire des corps organisés fossiles*. Paris : Masson, 1860, Vol. XIV, pp. 338-341.
85. **contributeurs de Wikipédia.** Louis-Marie Aubert du Petit-Thouars. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] dernière modification le 24 Décembre 2011. [Citation : 10 Février 2012.] http://fr.wikipedia.org/wiki/Louis-Marie_Aubert_du_Petit-Thouars.
86. **FAROOQI, Azhar Ali et SREERAMU, B. S.** *Cultivation of Medicinal and Aromatic Crops*. Revised Edition. Hyderabad (Inde) : Universities Press, 2004. pp. 181-189. ISBN = 9788173715044.
87. **BOARD, Niir.** *Modern Technology of Oils, Fats & its Derivatives*. [éd.] National institute of industrial Research. s.l. : Asia Pacific Business Press Inc., 2002. pp. 127-129. ISBN = 9788178330853.
88. **contributeurs de Wikipédia.** Clusiaceae. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] dernière modification le 3 Juillet 2011. [Citation : 10 Février 2012.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Clusiaceae>.
89. **STANG, David.** *Garcinia indica* (Garcinia). *site Web ZipcodeZoo*. [En ligne] Last Revised on 19 January 2012. [Citation : 11 Février 2012.] http://zipcodezoo.com/Plants/G/Garcinia_indica/Default.asp.
90. **JANICK, Jules et PAULL, Robert E.** *The encyclopedia of fruit & nuts*. édition illustrée. Wallingford (UK) : CAB International, 2008. pp. 261-262. ISBN = 9780851996387.
91. **NYBE, E. V., MINI RAJ, N. et PETER, K. V.** *Horticulture Science Series - Spices*. [éd.] Prof. K. V. PETER. New Delhi (India) : New India Publishing Agency, 2007. pp. 164-170. Vol. 5. ISBN = 9788189422448.
92. **CIRAD - IFP - National University of Laos - NHN-Leiden.** *Garcinia indica* (Thouars) Choisy - CLUSIACEAE. *Biodiversity Informatics and co-Operation in Taxonomy for Interactive shared Knowledge base (BIOTIK)*. [En ligne] [Citation : 14 Février 2012.] http://www.biotik.org/india/species/g/garcindi/garcindi_en.html.

93. **KUREEL, R. S., et al.** *Kokum : a potential tree borne oilseed*. Ministry of Agriculture, Govt. of India. Gurgaon (India) : National oilseeds and vegetable oils development board, 2009. pp. 1-22. <http://www.novodboard.com/Kokum-Eng.pdf>.
94. **KSHIRSAGAR, P. J.** *Production, processing and marketing of kokum (Garcinia indica) in Konkan region of Maharashtra*. Department of agricultural economics, University of agricultural sciences. Dharwad (India) : s.n., 2008. pp. 1-167.
95. **PANDA, H.** *Herbs cultivation and medicinal uses*. Delhi (India) : National Institute of industrial Research, 2000. pp. 309-310. ISBN = 9788186623466.
96. **PANDEY, Manoj K., KUNNUMAKKARA, Ajaikumar B. et AGGARWAL, Bharat B.** *Molecular Targets and Therapeutic Uses of Spices: Modern Uses for Ancient Medicine*. [éd.] Bharat B. AGGARWAL et Ajaikumar B. KUNNUMAKKARA. Singapore : World Scientific Publishing Co., 2009. pp. 281-310 (chapter 11). ISBN = 9789812837905.
97. **BOARD, Niir.** *Hand Book on Spices*. [éd.] National Institute of Industrial Research. Reprint Edition. Delhi (India) : Asia Pacific Business Press Inc., 2010. pp. 317-320. ISBN = 9788178330945.
98. **NOVExpert.** *Site Web NOVExpert*. [En ligne] [Citation : 30 Mars 2012.] <http://www.novexpert-lab.com/novexpert.html>.
99. **Estee Lauder Inc.** *Site Web Estée Lauder*. [En ligne] [Citation : 30 Mars 2012.] <http://www.estelauder.fr/>.
100. **IWF (The Indonesian Wildlife Conservation Foundation).** *Tengkawang Tungkul (Shorea stenoptera)*. *The Indonesian Wildlife Conservation Foundation*. [En ligne] 2011. [Citation : 25 Avril 2012.] http://www.iwf.or.id/detail_flora/38.
101. **STANG, David.** *Shorea stenoptera (Light Red Meranti)*. *site Web ZipcodeZoo*. [En ligne] Last Revised on 23 Avril 2012. [Citation : 27 Avril 2012.] http://zipcodezoo.com/plants/s/shorea_stenoptera/.
102. **VAN STEENIS, C. G. G. J. et VAN STEENIS-KRUSEMAN, M. J.** *Flora Malesiana*. The Hague (The Netherlands) : Martinus Nijhoff Publishers, 1983. p. 523. Vol. Series I (Spermatophyta) - Volume 9. ISBN = 9789024727803.
103. **contributeurs de Wikipédia.** *Dipterocarpaceae*. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] dernière modification le 11 Avril 2012. [Citation : 30 Avril 2012.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Dipterocarpaceae>.
104. —. Carl Ludwig Blume. *Wikipedia, die freie Enzyklopädie*. [En ligne] dernière modification le 26 Avril 2012. [Citation : 30 Avril 2012.] http://de.wikipedia.org/wiki/Carl_Ludwig_Blume.
105. —. Timidité (botanique). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] dernière modification le 20 Novembre 2011. [Citation : 30 Avril 2012.] http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Timidit%C3%A9_des_houppiers.
106. —. Shorea. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. [En ligne] dernière modification le 24 Mars 2012. [Citation : 30 Avril 2012.] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Shorea>.
107. **YOSHIKAWA, Hiroyuki.** *Laureates of the Japan Prize*. *The Japan Prize Foundation*. [En ligne] 2007. [Citation : 30 Avril 2012.] http://www.japanprize.jp/en/prize_past_2007_prize02.html.

108. **TURNBULL, Jennifer M. et APPANAH, Simmathiri.** *A review of Dipterocarps: taxonomy, ecology and silviculture.* Bogor (Indonesia) : CIFOR (Center for International Forestry Research), 1998. p. 220 pages. ISBN = 9789798764202.
109. **BLICHER-MATHIESEN, Ulla.** Borneo Illipe, a fat product from different Shorea spp. (Dipterocarpaceae). [éd.] The New York Botanical Garden. *Economic botany.* 1994, Vol. 48, 3, pp. 231-242.
110. **AXTELL, B. L. et FAIRMAN, R. M.** *Minor oil crops: edible oils, non-edible oils, essential oils.* Rome (Italy) : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. p. 241 pages. Volume 94 de FAO Agricultural services bulletin. ISBN = 9789251031285.
111. **anonyme.** Plantes et botaniques | Shorea stenoptera. *site Web Plantes & Botanique.* [En ligne] 31 Janvier 2010. [Citation : 14 Mai 2012.] www.plantes-botanique.org.
112. **CAMPBELL, Ian.** An Exotic Tale | Part 1: Illipe - The Uncertain Crop. [En ligne] 13 Novembre 2005. [Citation : 14 Mai 2012.] <http://www.britanniafood.com/download/?mode=dynamic&id=13>.
113. **FERNANDEZ MURCIANO, Santiago.** Aceite de Illipe. *site Web Árboles, medioambiente y sociedad.* [En ligne] [Citation : 14 Mai 2012.] <http://www.arbolesymedioambiente.es/illipe.html>.
114. **TATA, Hesti L., WIBAWA, Gede et JOSHI, Laxman.** *Enrichment planting with Dipterocarpaceae species in rubber agroforests.* Bogor (Indonesia) : World Agroforestry Center, 2010. ISBN = 9793198491.
115. **SUZUKI, Eizi et GADRINAB, Lilian U.** Fruit production of a six-year old Shorea stenoptera plantation at Haurbentes, Bogor, Indonesia. *Biotropia.* 1988/1989, 2, pp. 1-7.
116. **SEIBERT, Berthold.** Food from Dipterocarps: Utilization of the Tengkwang species group for nut and fat production. [auteur du livre] Andreas SCHULTE et Dieter Hans-Friedrich SCHÖNE. *Dipterocarp Forest Ecosystems: Towards Sustainable Management.* Bad Homburg (Germany) : World Scientific, 1996, pp. 616-626. ISBN = 9789810227296.
117. **IQBAL, Mohammad.** *International trade in non-wood forest products: An overview.* Rome (Italy) : Food and Agriculture Organization of the United Nations, Novembre 1993. <http://www.fao.org/docrep/x5326e/x5326e00.htm#Contents>.
118. **AarhusKarlshamn (AAK).** Borneo Butter for Natural Body Care: Lipex(r) Illipesoft. *site Web AAK : the first choice for value added vegetable oil solutions.* [En ligne] Novembre 2009. [Citation : 1 Juin 2012.] <http://www.aak.com/Global/Lfc/Illipesoft.pdf>.
119. **REDHEAD, J.** *Utilisation des aliments tropicaux : graines oléagineuses tropicales.* Rome (Italie) : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 1990. pp. 78-79. Vol. 47/5, Cahiers techniques de la FAO (études FAO : alimentation et nutrition). ISBN = 9789252028000.
120. **DJATMIKO, Wibowo.** Tengkwang. *Wikimedia commons.* [En ligne] 13 Mars 2007. [Citation : 1 Juin 2012.] <http://commons.wikimedia.org/wiki/Tengkwang?uselang=fr>.
121. **DWECK, Anthony C.** Scrutinising waxes and butters. *Personal Care Magazine.* Mars 2008, pp. 57-62. <http://www.personalcaremagazine.com/Print.aspx?Story=3564>.
122. **GUNSTONE, Frank.** *Vegetable Oils in Food Technology: composition, properties and uses.* [éd.] John Wiley & Sons. Second Edition. s.l. : Wiley-Blackwell, 2011. p. 322. ISBN = 9781444332681.

123. **MINIFIE, Bernard W.** *Chocolate, Cocoa and Confectionery: science and technology*. Third Edition. Gaithersburg, Maryland (USA) : Aspen Publishers, Inc., 1999. pp. 106-108. ISBN = 9780834213012.
124. **contributeurs de Wikipédia.** Tengkawang. *Wikipedia, Ensiklopedia Bebas*. [En ligne] dernière modification le 30 Décembre 2011. [Citation : 1 Juin 2012.] <http://id.wikipedia.org/wiki/Tengkawang>.
125. **FAO - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - Division de la production et de la santé animales - Groupe des ressources de l'alimentation animale.** Shorea stenoptera. *Système d'Information des Ressources en Alimentation Animale*. [En ligne] [Citation : 6 Juin 2012.] <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris/Fr/Data/520.HTM>.
126. **PAQUATTE, Olivier.** Utilisation des beurres en cosmétique. *Oléagineux, Corps gras, Lipides (OCL)*. Juillet-Décembre 2009, Vol. 16, N°4, pp. 259-261. ISSN = 1258-8210.
127. **McCARTHY, Gene.** Karl Friechrich von Gärtner (1772-1850). *Creationism versus hybridization*. <http://www.macroevolution.net/creationism.html>.
128. **anonyme.** Le botaniste français Antoine-Laurent de Jussieu (1748-1836). [éd.] Hennuyer. s.l. : Galerie des naturalistes de J. Pizzetta, 1893. http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Jussieu_Antoine-Laurent_de_1748-1836.jpg.
129. **PARK, Mungo.** *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique*. [trad.] Adrian ADAMS et Jean-Henri CASTÉRA. s.l. : La Découverte Poche / Littérature et voyages, 2009. p. 364 p. ISBN : 9782707157836.
130. **anonyme.** *The Meeting of Cortés and Montezuma*. http://fr.wikipedia.org/wiki/Conqu%C3%AAt_de_l%27Empire_azt%C3%A8que.
131. **ROSLIN, Alexander.** *Carl von Linné (1707-1778)*. Swedish National Museum , Stockholm, Suède : 1775. http://fr.wikipedia.org/wiki/Carl_von_Linn%C3%A9.
132. **PICKERING, Tomas et WYATT, Graham.** *Theobroma cacao*. site *Web discoverlife.org*. [photographies]. s.l., Panama : University of California, 18 Juillet 2006. <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Theobroma+cacao>.
133. **APPANAH, Simmathiri et TURNBULL, Jennifer M.** *A review of Dipterocarps: taxonomy, ecology and silviculture*. Bogor (Indonesia) : Center for International Forestry Research (CIFOR), 1998. p. 223 pages. ISBN = 9789798764202.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 2 |
| I. LE BEURRE DE KARITE | 3 |
| I.1. PRESENTATION BOTANIQUE DU KARITE..... | 3 |
| <i>I.1.1. Le karité et ses différentes appellations</i> | <i>3</i> |
| <i>I.1.2. Historique de sa découverte</i> | <i>4</i> |
| <i>I.1.3. Présentation taxonomique</i> | <i>5</i> |
| <i>I.1.4. Écologie du karité</i> | <i>6</i> |
| I.1.4.1. Répartition géographique | 6 |
| I.1.4.2. Biotope du karité | 7 |
| I.1.4.3. Adaptation au terrain..... | 7 |
| <i>I.1.5. Aspects anatomiques.....</i> | <i>7</i> |
| I.1.5.1. L'arbre de karité..... | 7 |
| I.1.5.2. Les feuilles..... | 8 |
| I.1.5.3. Les inflorescences | 9 |
| I.1.5.4. Les fleurs | 9 |
| I.1.5.5. Les fruits..... | 10 |
| I.1.5.6. Les graines | 10 |
| <i>I.1.6. Aspects physiologiques.....</i> | <i>11</i> |
| I.1.6.1. Germination et croissance | 11 |
| I.1.6.2. Développement du système aérien | 12 |
| I.1.6.2.1. Les feuilles..... | 13 |
| I.1.6.2.2. Les fleurs | 13 |
| I.1.6.3. Floraison et fructification..... | 14 |
| <i>I.1.7. Maladies et insectes nuisibles</i> | <i>14</i> |
| I.1.7.1. Les agents fongiques..... | 14 |
| I.1.7.2. Les végétaux parasites | 14 |
| I.1.7.2.1. Les espèces responsables..... | 14 |
| I.1.7.2.1.1. Identification | 14 |
| I.1.7.2.1.2. Distribution (exemple du Burkina-Faso)..... | 15 |
| I.1.7.2.1.3. Phénologie..... | 16 |
| I.1.7.2.1.4. Pollinisation..... | 16 |
| I.1.7.2.1.5. Dissémination des graines..... | 16 |
| I.1.7.2.1.6. Régulation du parasitisme | 17 |
| I.1.7.2.1.7. Germination et fixation | 17 |
| I.1.7.2.1.8. Développement du jeune plant..... | 17 |
| I.1.7.2.2. Les dégâts causés à l'arbre parasité..... | 17 |
| I.1.7.2.3. Les moyens de lutte | 19 |
| I.1.7.2.3.1. Les méthodes curatives..... | 19 |
| I.1.7.2.3.2. Les méthodes préventives..... | 19 |
| I.1.7.3. Les insectes ravageurs | 19 |
| I.1.7.3.1. Au niveau des bourgeons et des jeunes pousses | 19 |
| I.1.7.3.2. Au niveau du feuillage..... | 20 |
| I.1.7.3.3. Au niveau des fleurs, des fruits et des graines | 20 |
| I.1.7.3.4. Au niveau des rameaux, des branches et du tronc | 20 |
| I.1.7.3.5. Au niveau du bois après abattage..... | 20 |
| <i>I.1.8. Récolte et rendements.....</i> | <i>21</i> |
| I.1.8.1. Récolte | 21 |
| I.1.8.2. Rendements..... | 21 |
| <i>I.1.9. Aspects économiques</i> | <i>22</i> |
| I.1.9.1. Productions de noix et de beurre de karité | 22 |

| | |
|---|-----------|
| I.1.9.2. Exportations de noix et de beurre de karité | 22 |
| I.1.9.3. Importations de noix et de beurre de karité | 23 |
| I.2. PREPARATION DU BEURRE DE KARITE | 23 |
| I.2.1. <i>Processus de fabrication traditionnel</i> | 23 |
| I.2.1.1. Processus traditionnel par voie sèche | 23 |
| I.2.1.2. Processus traditionnel par voie humide | 24 |
| I.2.2. <i>Extraction par pression mécanique</i> | 24 |
| I.2.3. <i>Extraction par solvant</i> | 25 |
| I.2.4. <i>Extraction par centrifugation</i> | 25 |
| I.3. COMPOSITION DU BEURRE ET DES PRODUITS ISSUS DU KARITE | 26 |
| I.3.1. <i>Composition du beurre de karité</i> | 26 |
| I.3.2. <i>Composition des autres produits issus du karité</i> | 27 |
| I.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES | 27 |
| I.4.1. <i>Intérêts du karité et de ses produits dans les pays producteurs</i> | 27 |
| I.4.1.1. Intérêts de l'arbre lui-même | 27 |
| I.4.1.2. Usages des produits issus du karité à l'échelon local | 27 |
| I.4.1.2.1. Dans l'alimentation | 27 |
| I.4.1.2.2. En savonnerie | 28 |
| I.4.1.2.3. Pour l'éclairage | 28 |
| I.4.1.2.4. Pour faire du bois d'œuvre et du bois de feu | 28 |
| I.4.1.2.5. Dans la médication traditionnelle | 28 |
| I.4.1.2.6. Pour divers autres usages | 29 |
| I.4.2. <i>Intérêts du beurre de karité à l'exportation</i> | 29 |
| I.4.2.1. Pour la margarinerie et la pâtisserie | 29 |
| I.4.2.2. Pour la chocolaterie et la confiserie | 30 |
| I.4.2.2.1. Le chocolat de remplissage | 30 |
| I.4.2.2.2. Le chocolat d'enrobage | 30 |
| I.5. APPLICATIONS CONCRETES EN COSMETOLOGIE | 30 |
| I.5.1. <i>Usages cosmétologiques dans les pays producteurs</i> | 30 |
| I.5.2. <i>Usages dans l'industrie cosmétique française</i> | 31 |
| II. LE BEURRE DE CACAO | 48 |
| II.1. PRESENTATION BOTANIQUE DU CACAOYER | 48 |
| II.1.1. <i>Le cacaoyer et ses différentes appellations</i> | 48 |
| II.1.2. <i>Découverte historique</i> | 48 |
| II.1.3. <i>Présentation taxonomique</i> | 49 |
| II.1.4. <i>Écologie du cacaoyer</i> | 50 |
| II.1.4.1. Répartition géographique | 50 |
| II.1.4.2. Biotope du cacaoyer | 52 |
| II.1.4.3. Adaptation au terrain | 52 |
| II.1.5. <i>Aspects anatomiques</i> | 53 |
| II.1.5.1. L'arbre cacaoyer | 53 |
| II.1.5.2. Les feuilles | 54 |
| II.1.5.3. Les inflorescences | 55 |
| II.1.5.4. Les fleurs | 55 |
| II.1.5.5. Les fruits | 56 |
| II.1.5.6. Les graines | 57 |
| II.1.6. <i>Aspects physiologiques</i> | 58 |
| II.1.6.1. Fertilité | 58 |
| II.1.6.2. Germination | 58 |
| II.1.6.3. Fleurissement | 59 |
| II.1.6.4. Pollinisation | 59 |

| | |
|--|-----------|
| II.1.6.5. Photosynthèse | 59 |
| II.1.7. Maladies et insectes nuisibles | 59 |
| II.1.7.1. Les agents fongiques..... | 60 |
| II.1.7.1.1. La maladie du balai de sorcière..... | 60 |
| II.1.7.1.2. La moniliose des cabosses..... | 60 |
| II.1.7.1.3. La maladie dite de la pourriture brune des cabosses..... | 61 |
| II.1.7.1.4. La maladie dite du dépérissement des stries vasculaires..... | 62 |
| II.1.7.2. Les insectes ravageurs du cacaoyer | 63 |
| II.1.7.2.1. Les miridés | 63 |
| II.1.7.2.2. Les foreurs de cabosse | 64 |
| II.1.8. Culture, récolte et rendements..... | 64 |
| II.1.8.1. Culture du cacaoyer | 64 |
| II.1.8.2. Récolte | 65 |
| II.1.8.3. Rendements..... | 66 |
| II.1.9. Aspects économiques | 66 |
| II.1.9.1. Production de fèves de cacao | 66 |
| II.1.9.2. Exportations de fèves et de beurre de cacao..... | 67 |
| II.1.9.3. Importations de fèves et de beurre de cacao | 68 |
| II.2. PREPARATION DU BEURRE DE CACAO | 68 |
| II.2.1. Écabossage | 68 |
| II.2.2. Fermentation | 68 |
| II.2.3. Séchage | 69 |
| II.2.4. Processus de transformation des fèves en beurre de cacao | 69 |
| II.3. COMPOSITION DU BEURRE ET DES PRODUITS ISSUS DU CACAO | 70 |
| II.3.1. Composition du beurre de cacao | 70 |
| II.3.2. Composition des autres produits issus du cacao | 70 |
| II.3.2.1. Composition de la fève de cacao | 70 |
| II.3.2.2. Composition de la poudre de cacao..... | 72 |
| II.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES | 73 |
| II.4.1. Utilisations par l'industrie agro-alimentaire | 73 |
| II.4.2. Utilisations en alimentation animale..... | 73 |
| II.4.3. Autres utilisations industrielles..... | 73 |
| II.5. APPLICATIONS CONCRETES EN COSMETOLOGIE..... | 74 |
| III. LE BEURRE DE KOKUM | 77 |
| III.1. PRESENTATION BOTANIQUE DU BRINDONIER | 77 |
| III.1.1. Le brindonnier et ses différentes appellations..... | 77 |
| III.1.2. Présentation taxonomique | 78 |
| III.1.3. Écologie du kokum..... | 78 |
| III.1.3.1. Répartition géographique..... | 78 |
| III.1.3.2. Biotope du kokum..... | 79 |
| III.1.3.3. Adaptation au terrain..... | 79 |
| III.1.4. Aspects anatomiques..... | 79 |
| III.1.5. Aspects physiologiques..... | 80 |
| III.1.6. Maladies et insectes nuisibles | 81 |
| III.1.7. Dissémination, culture, récolte et rendements..... | 81 |
| III.1.7.1. Dissémination | 81 |
| III.1.7.1.1. Dissémination traditionnelle..... | 81 |
| III.1.7.1.2. Dissémination artificielle..... | 81 |
| III.1.7.2. Culture | 81 |
| III.1.7.2.1. Plantation..... | 81 |

| | |
|---|-----------|
| III.1.7.2.2. Entretien | 82 |
| III.1.7.2.3. Engrais..... | 82 |
| III.1.7.2.4. Cultures intercalaires | 82 |
| III.1.7.3. Récolte | 82 |
| III.1.7.4. Rendements..... | 83 |
| III.1.8. Aspects économiques | 83 |
| III.2. PREPARATION DU BEURRE ET DES AUTRES PRODUITS ISSUS DU KOKUM..... | 84 |
| III.2.1. Préparation du beurre de kokum..... | 84 |
| III.2.2. Préparation des autres produits issus du kokum..... | 85 |
| III.2.2.1. Peaux vertes séchées du kokum | 85 |
| III.2.2.2. Sirop de kokum | 85 |
| III.2.2.3. Peaux mures séchées du kokum..... | 85 |
| III.2.2.4. Jus de kokum saumuré..... | 85 |
| III.3. COMPOSITION DU BEURRE ET DES AUTRES PRODUITS ISSUS DU KOKUM | 85 |
| III.3.1. Composition du beurre de kokum..... | 85 |
| III.3.2. Composition des autres produits issus du kokum..... | 86 |
| III.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES DU KOKUM..... | 87 |
| III.4.1. Utilisations traditionnelles du beurre de kokum..... | 87 |
| III.4.2. Utilisations traditionnelles des autres produits issus du kokum..... | 87 |
| III.4.2.1. Utilisations en alimentation | 87 |
| III.4.2.2. Utilisations en tant que pigment..... | 87 |
| III.4.2.3. Utilisations en médecine..... | 88 |
| III.5. APPLICATIONS CONCRETES EN COSMETOLOGIE | 88 |
| IV. LE BEURRE D'ILLIPE | 89 |
| IV.1. PRESENTATION BOTANIQUE | 89 |
| IV.1.1. L'illipé et ses différentes appellations | 90 |
| IV.1.2. Présentation taxonomique..... | 90 |
| IV.1.3. Écologie de l'illipé..... | 91 |
| IV.1.3.1. Répartition géographique..... | 91 |
| IV.1.3.2. Biotope | 91 |
| IV.1.3.3. Adaptation au terrain | 92 |
| IV.1.4. Aspects anatomiques de l'illipé | 92 |
| IV.1.4.1. Caractères hérités du genre Shorea | 92 |
| IV.1.4.2. Caractères hérités de la section des Pachycarpae | 92 |
| IV.1.4.3. Caractères propres à l'espèce Shorea stenoptera | 93 |
| IV.1.5. Aspects physiologiques..... | 94 |
| IV.1.5.1. Floraison | 94 |
| IV.1.5.2. Pollinisation | 95 |
| IV.1.5.3. Fructification..... | 95 |
| IV.1.5.4. Dispersion | 95 |
| IV.1.5.5. Conditions de germination | 95 |
| IV.1.5.6. Embryologie et germination | 96 |
| IV.1.5.7. Développement des plantules | 96 |
| IV.1.6. Maladies et insectes nuisibles | 96 |
| IV.1.7. Culture et rendements..... | 97 |
| IV.1.7.1. Culture développée en pépinière | 97 |
| IV.1.7.1.1. Préparation de la pépinière | 97 |
| IV.1.7.1.2. Ensemencement de la pépinière | 97 |
| IV.1.7.1.3. Rempotage des plantules | 97 |
| IV.1.7.1.4. Entretien des jeunes plants | 98 |
| IV.1.7.2. Rendements..... | 98 |

| | |
|--|------------|
| IV.1.8. Aspects économiques | 99 |
| IV.2. PREPARATION DU BEURRE D'ILLIPE | 99 |
| IV.2.1. Collecte des graines..... | 99 |
| IV.2.2. Traitements post-récolte | 100 |
| IV.2.3. Extraction de l'huile..... | 101 |
| IV.3. COMPOSITION DU BEURRE D'ILLIPE..... | 101 |
| IV.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES | 102 |
| IV.4.1. Utilisations en alimentation humaine..... | 102 |
| IV.4.2. Utilisations en alimentation animale | 102 |
| IV.4.3. Utilisations en médecine traditionnelle..... | 102 |
| IV.4.4. Utilisations du bois d'illipé..... | 102 |
| IV.4.5. Autres utilisations mineures..... | 102 |
| IV.5. APPLICATIONS CONCRETES EN COSMETOLOGIE..... | 103 |
| CONCLUSIONS | 104 |
| LISTE DES FIGURES | 107 |
| LISTE DES TABLEAUX | 111 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 114 |
| TABLE DES MATIÈRES | 123 |

Nom - Prénoms : DUBUT Olivier

Titre de la thèse : Les beurres : karité (*Butyrospermum parkii*), cacao (*Theobroma cacao*), kokum (*Garcinia indica*) et illipé (*Shorea stenoptera*).

Résumé de la thèse :

Quatre beurres d'origine végétale sont utilisés en tant qu'ingrédients cosmétiques. Il s'agit du beurre de karité (*Butyrospermum parkii*), du beurre de cacao (*Theobroma cacao*), du beurre de kokum (*Garcinia indica*) et du beurre d'illipé (*Shorea stenoptera*).

Dans ce travail, la description de chacun de ces quatre beurres comporte cinq parties. En tout premier lieu, est traitée leur présentation botanique avec leurs différentes appellations, l'historique de leur découverte, leur présentation taxonomique, leur écologie, les aspects anatomiques, les aspects physiologiques, les maladies et insectes nuisibles qui les menacent, leur culture, leur récolte, leurs rendements et leurs aspects économiques. Puis, une seconde partie présente les méthodes de préparation de chacun de ces beurres, qu'elles soient traditionnelles ou industrielles. La troisième partie étudie la composition de chacun de ces beurres ainsi que celle de leurs sous-produits éventuels. La quatrième partie est consacrée aux utilisations traditionnelles de chaque beurre et de leurs sous-produits au niveau local, ainsi qu'aux exportations destinées à des usages industriels autres que cosmétiques. Enfin, la dernière partie aborde toutes les applications concrètes en cosmétologie pour chacun de ces quatre beurres.

MOTS CLÉS :

BEURRE, KARITÉ, CACAO, KOKUM, ILLIPÉ, COSMÉTIQUE

JURY :

PRÉSIDENT : Mme Céline COUTEAU, MCU-HDR

ASSESEURS : Mme Laurence COIFFARD, Professeur
M. Louis BOUQUET, Docteur en Pharmacie
