

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد
+08.044 0300 032581 41001
UNIVERSITÉ DE TLEMCEM



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie

Filière : Bio activités, Analyse et Contrôle des huiles essentielles et végétales

**ÉVALUATION DES INDICES
PHYSICO - CHIMIQUES DE QUATRE
(04) TYPES D'HUILES DU
PALMIER À HUILE
(ELAEIS GUINEENSIS)**

Membres du jury :

Dr. Chaouche Tarik	MCA	Président	Université de Tlemcen
Dr. Seladji Meriem	MCA	Examinatrice	Université de Tlemcen
Pr. Belarbi Meriem	MCA	Promotrice	Université de Tlemcen

Présenté par : Mme Driss Hanène

Année universitaire 2023-2024

Dédicace

Je dédie ce mémoire A

*Mes chers parents pour leurs soutien et
leurs amour inconditionnel Mon cher*

*époux merci d'être à mes cotés dans les
moments les plus difficiles Mes enfants*

*Mon fils Wassim merci de m'avoir
donner la force de continuer*

Remerciement

Dieu merci pour pouvoir achever ce modeste travail.

Mes sincères remerciements vont :

A Mme. BELARBI Meriem, Professeur à l'UABT et directrice du laboratoire de Produits naturels (LAPRONA), Je lui témoigne ma profonde reconnaissance, Pour ses précieux conseils, ses orientations bienveillantes et ses encouragements.

A Mr. Chaouche Tarik, Professeur à l'UABT et chef de département de biologie à la faculté de SNV et STU, pour avoir accepté de présider ce Jury, qu'il trouve ici ma profonde gratitude.

À Mme Seladji Meriem, Professeur à l'UABT, de l'intérêt qu'elle a apporté au travail en acceptant d'être examinatrice.

Ma profonde gratitude s'adresse également tous mes Professeurs pour leur Conseils, leur aide et leur soutien moral.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont attribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Teneur des différents acides gras de l'huile de palme en %. **10**

Tableau 2 : Teneur du pourcentage d'acides gras des graisses concrètes. **11**

Tableau 3 : Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'huile de palme. **12**

Tableau 4 : Marché de l'huile de palme et des palmistes en 1951. **20**
(en 1000 tonnes et en équivalent huile)

Tableau 5 : indice de saponification des huiles (stéarine de palme, huile de palmiste, huile de palme raffinée et huile de palme brute). **35**

Liste des figures

Figure 1 : un palmier portant des régimes de noix de palme	6
Figure 2 : un palmier portant des régimes de noix de palme	6
Figure 3 : régime de noix de palme	6
Figure 4 : la graine de palme	7
Figure 5 : Fruits du palmier à huile	9
Figure 6 : Évolution de la production mondiale d'huile de palme en millions de tonnes de 2004 à 2017	14
Figure 7 : Évolution de la production mondiale d'huile de palme en 2017	14
Figure 8 : Broyage artisanal (a) et semi artisanal (b) des graines de palme	15
Figure 9 : Clarification et déshydratation artisanale	16
Figure 10 : l'huile de palme brute	16
Figure 11 : Étapes du raffinage d'une huile de palme brute	17
Figure 12 : Principaux produit de raffinage de l'huile de palme brute	18
Figure 13 : principale utilisation de l'huile de palme	19
Figure 14 : Déforestation sur l'île de Bornéo en Malaisie pour laisser place aux plantations de palmiers à huile	22
Figure 15 : Huile de palme brute	24
Figure 16 : Stéarine de palme et l'huile de palmiste.	24
Figure 17 : indice de réfractin.	33
Figure 18 : Indice d'acide (mg KOH/g) et l'acidité (%)	34
Figure 19 : Indice d' iode	36
Figure 20 : <i>matières volatiles (stéarine, huile de palme brute et huile de palmiste)</i>	37

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AG ; Acide gras

AGMI : Acide Gras Mono-Insaturé.

AGPI : Acide Gras Poly-Insaturé.

AGS : Acide Gras Saturé.

OPEC ; organisation des pays exportateurs de pétrole.

OMS : organisation mondiale de la santé.

ISO : organisation internationale de normalisation.

Kcal : Kilo kalori.

g ; gramme.

t : température.

n : normalité .

V : volume.

M : masse.

c : Celsius .

Mt : million de tonne

d₂₀ : Densité.

Is : indice de saponification.

Ii : indice d'iode.

Sommaire

INTRODUCTION	5
Partie 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralité sur l'huile de palme	7
1.1. Le palmier à l'huile	7
1-1-1- Caractéristiques et Origine	7
1-1-2-Culture	10
1.2 Composition de l'huile de palme	11
1.2.1. les composants majeurs	11
1.2.2. les composants mineurs	12
1.2.2.1- les pigments	13
1.2.2.2- la vitamine E	13
1.3 Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'huile de palme	13
1.4 Les bienfaits de l'huile de palme	14
1.4.1. les bienfaits des acides gras insaturés de l'huile de palme	15
1.5 La production du palmier à l'huile	15
1.5.1 Egrappage	16
1.5.2 Stérilisation	16
1.5.3 Broyage	16
1.5.4 Pressage	16
1.5.5 Clarification et déshydratation de l'huile	16
1.6 Les types de l'huile de palme	17
1.6.1 Raffinage et fractionnement de l'huile de palme	17
1.7 Utilisations de l'huile de palme	19
II. Place des huiles concrètes dans l'économie mondiale des matières grasses	20
III. Les propriétés physico-chimiques de l'huile de palme	21
IV. L'huile de palme et santé	22
4.1 Effets des acides gras saturés sur la santé	22
4.2 Effets de l'huile de palme raffinée	22
V. L'huile de palme, enjeux environnementaux	22

Deuxième Partie : Matériels et Méthodes	24
Chapitre I : Matériels et Méthodes	25
1- Préparation du Matériel biologique végétale	25
CHAPITRE II – Méthodes d’analyse	25
1. Détermination des paramètres physico chimiques des huiles du palmier à huile (Elaeis guineensis)	25
1.1. Indice de densité d_{20}	25
1.2. Indice de réfraction	26
1.3. Indice d’acide I_A	26
1.4. Indice de saponification	27
1.5. Détermination des matières volatiles	28
1.6. Indice d’iode I_I	28
	35
Troisième Partie : Résultats et Discussion	30
I. Valeurs des paramètres physico-chimiques des huiles du palmier à huile (Elaeiguinéensis)	31
1. Indice de densité	31
2. Indice de réfraction	31
3. Indice d’acide	31
4. Indice de saponification	33
5. Indice d’iode	34
6. Matières volatiles	34
II. Analyse statistique	35
Conclusion	37
Résumé	38
Références bibliographiques	40

RÉSUMÉ

Résumé

L'huile de palme extraite de la pulpe du fruit (*Elæis guineensis*), originaire d'Afrique et produisant deux types d'huiles, l'huile de palme extraite de la pulpe et l'huile de palmiste extraite de l'amande, est actuellement l'huile végétale la plus consommée au monde (Mba, 2015 ; USDA, 2017). Sa culture facile, son rendement exceptionnel et ses propriétés physico-chimiques ont fait d'elle, la matière grasse la plus prisée par les industriels. Mais, cette culture intensive a engendré des conséquences graves dans les pays producteurs, dominés par l'Indonésie et la Malaisie. Cette huile a envahi notre quotidien, ce qui nous pousse à poser la question, sommes-nous conscients de la consommation excessive de cette huile, à travers les produits transformés qu'elle en contient et des dangers nutritionnels qu'elle entraîne ?

Cette étude vise à évaluer et déterminer les propriétés physico-chimiques de quatre huiles dérivées du palmier à huile, (*Elæis guineensis*), (l'huile de palme brute, la stéarine de palme, l'huile de palmiste, l'huile de palme raffinée).

Les résultats ont montré que les paramètres de qualité suivent les limites établies pour l'huile de palme brute et l'huile de palmiste et qu'ils ne correspondent pas pour la stéarine de palme et l'huile de palme raffinée. Ce qui nous amène à souligner qu'il est important de mettre en place des analyses physico-chimiques approfondies et de renforcer les contrôles et la traçabilité des huiles, depuis la production jusqu'à la livraison. Cela empêchera tout mélange frauduleux et permet de garantir un produit de qualité pour le consommateur.

Mots clés :

Huile de palme, huile de palmiste, acide gras, matière grasse.

Résumé

Abstract :

Palm oil extracted from the pulp of the fruit (*Elæis guineensis*), native to Africa and producing two types of oils, palm oil extracted from the pulp and palm kernel oil extracted from the almond, is currently the most consumed vegetable oil in the world (Mba, 2015; USDA, 2017). . Its easy cultivation, its exceptional yield and its physicochemical properties have made it the fat most prized by manufacturers. But this intensive cultivation has had serious consequences in the producing countries, dominated by Indonesia and Malaysia. This oil has invaded our daily lives, which prompts us to ask the question, are we aware of the excessive consumption of this oil, through the processed products it contains and the nutritional dangers it causes?

This study aims to evaluate and determine the physicochemical properties of four oils derived from oil palm (*Elæis guineensis*), (crude palm oil, palm stearin, palm kernel oil, palm oil refined).

The results showed that the quality parameters follow the established limits for crude palm oil and palm kernel oil and do not match for palm stearin and refined palm oil. Which leads us to emphasize that it is important to implement in-depth physicochemical analyzes and to strengthen controls and traceability of oils, from production to delivery. This will prevent any fraudulent mixing and helps guarantee a quality product for the consumer.

Palm oil extracted from the pulp of the fruit (*Elæis guineensis*), native to Africa and producing two types of oils, palm oil extracted from the pulp and palm kernel oil extracted from the almond, is currently the most consumed vegetable oil in the world (Mba, 2015; USDA, 2017). . Its easy cultivation, its exceptional yield and its physicochemical properties have made it the fat most prized by manufacturers. But this intensive cultivation has had serious

Résumé

consequences in the producing countries, dominated by Indonesia and Malaysia. This oil has invaded our daily lives, which prompts us to ask the question, are we aware of the excessive consumption of this oil, through the processed products it contains and the nutritional dangers it causes?

This study aims to evaluate and determine the physicochemical properties of four oils derived from oil palm (*Elæis guineensis*), (crude palm oil, palm stearin, palm kernel oil, palm oil refined).

The results showed that the quality parameters follow the established limits for crude palm oil and palm kernel oil and do not match for palm stearin and refined palm oil. Which leads us to emphasize that it is important to implement in-depth physicochemical analyzes and to strengthen controls and traceability of oils, from production to delivery. This will prevent any fraudulent mixing and helps guarantee a quality product for the consumer.

Keywords:

palm oil, palm kernel oil, fatty acid, fat.

INTRODUCTION

Introduction

L'huile de palme est une huile végétale extraite du fruit du palmier (*Elaeis guineensis*), originaire d'Afrique de l'Ouest et maintenant répandue dans les régions tropicales d'Amérique et d'Asie du Sud-Est. Actuellement, c'est l'huile végétale la plus consommée au monde (Mba, 2015; USDA, 2017). L'huile brute de palme ou l'huile rouge est aujourd'hui utilisée à travers de très nombreux dérivés et se retrouve dans des milliers de produits. Le principal débouché est l'industrie agroalimentaire qui consomme près de 80 % de l'huile de palme produite dans le monde, suivie des industries pharmaco-chimiques et cosmétiques (environ 10 %), et juste derrière (un peu moins de 10 %) les agro carburants (OPEC, 2013).

L'huile de palme rouge et l'oléine de palme sont riches en acides gras saturés (AGS), qui représentent environ 50% des acides gras totaux. Les acides gras mono insaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) représentent respectivement 40% et 10% des AG totaux (Sambanthamurthi et al., 2000; Sundram et al., 2003; Mondé et al., 2009). La stéarine de palme, qui est sous forme solide, contient 52 à 76 % d'AGS (Sambanthamurthi et al., 2000; Lecerf, 2012, 2013). Riche en AGS, l'huile de palme a des propriétés physico-chimiques particulièrement intéressantes. Elle est très stable à l'oxydation et au chauffage et possède un point de fusion élevé, autant de propriétés qui l'adaptent à de nombreux usages.

Cependant cette huile a fait l'objet d'une polémique aussi bien sur le plan nutritionnelle qu'environnemental. En effet dans les pays producteurs de graves problèmes de déforestation, d'émission de gaz à effet de serre et de perte de biodiversité sont constatés.

Vient alors la question Les consommateurs sont-ils bien informés sur les conséquences d'une trop forte consommation d'huile de palme sur leur santé ? et sont-ils au courant des problèmes environnementaux engendrés par cette monoculture massive en Asie ?

Introduction

Vu de ce qui précède, cette présente étude comprend :

- Un état d'art permettant de mettre la lumière sur les généralités sur le palmier à huile, sa composition et sa valeur nutritionnelle ainsi que les bienfaits de l'huile de palme et les inconvénients d'une alimentation riche en cette huile qui a envahi notre quotidien
- Lors de la partie expérimentale, nous essayons de mettre au point un ensemble de tests simples et accessibles, indices physico chimiques des différents types d'huile de palme
- Les résultats ensuite sont comparés aux normes algériennes et/ou européennes.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

Synthèse Bibliographique

I- GÉNÉRALITÉ SUR L'HUILE DE PALME

1.1 - LE PALMIER A HUILE

1.1.1- Caractéristiques et Origine

Le palmier à huile ou éléis de Guinée (*Elaeis guineensis* Jacq.) est une espèce qui fait partie du genre **Elaeis** qui fait lui-même partie de la famille des **Arecacees**. Cette famille, avec plus de 3000 espèces, est l'une des plus importantes familles de monocotylédone (ALBANO 2002) largement cultivée pour ses fruits et ses graines riches en huile à usage alimentaire et industriel. L'huile de palme est extraite par pression à chaud de la pulpe des fruits du palmier à huile, elle ne doit pas être confondue avec l'huile de palmiste, extraite du noyau des fruits (site internet CIRAD), qui est autorisée dans l'Union Européenne comme substitut de beurre de cacao.

Le premier occidental à le décrire et à en ramener des graines fut le naturaliste aixois Michel Adanson (Pelt, 1999).

Le palmier à huile mesure entre 20 à 25 m de haut, mais dans les palmeraies de culture, les *elaeis* ne dépassent pas 15 mètres. Son « faux-tronc » est le stipe caractéristique des palmiers, cylindrique, vertical, non ramifié et de diamètre constant.

Les feuilles, pennées, mesurent de 5 à 7 m de long (Rohwer, 2012), à pétiole très robuste et épineux. Elles forment une couronne symétrique en haut du stipe, entourant et protégeant le bourgeon végétatif.

Les inflorescences sont des spadices, implantées à l'aisselle de chaque feuille. La plante est monoïque et présente des spadices mâles et femelles séparés. Les fleurs, petites et de couleur blanc - sale, sont très serrées.

Le fruit du palmier à huile est une drupe charnue, de forme ovoïde, sessile, d'environ 3 cm de long (Rohwer, 2012) . La pulpe ou le mésocarpe, de couleur jaune-orangé, renferme près de 50 % de lipides qui constituent l'huile de palme. Les noix de palme sont groupées en régimes (figure 2 et 3). Un régime peut porter jusqu'à 1500 drupes et pèserait jusqu'à 25 kg (De Berchoux et al, 1986) (figure 1).

Synthèse Bibliographique



Figure 1 : un palmier portant des régimes de noix de palme (De Berchoux et al., 1986)



Figure 2 : un palmier portant des régimes de noix de palme (De Berchoux et al., 1986)

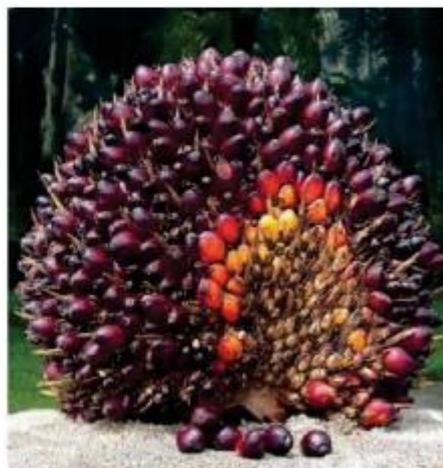


Figure 3 : Régime de noix de palme (De Berchoux et al., 1986)

Synthèse Bibliographique

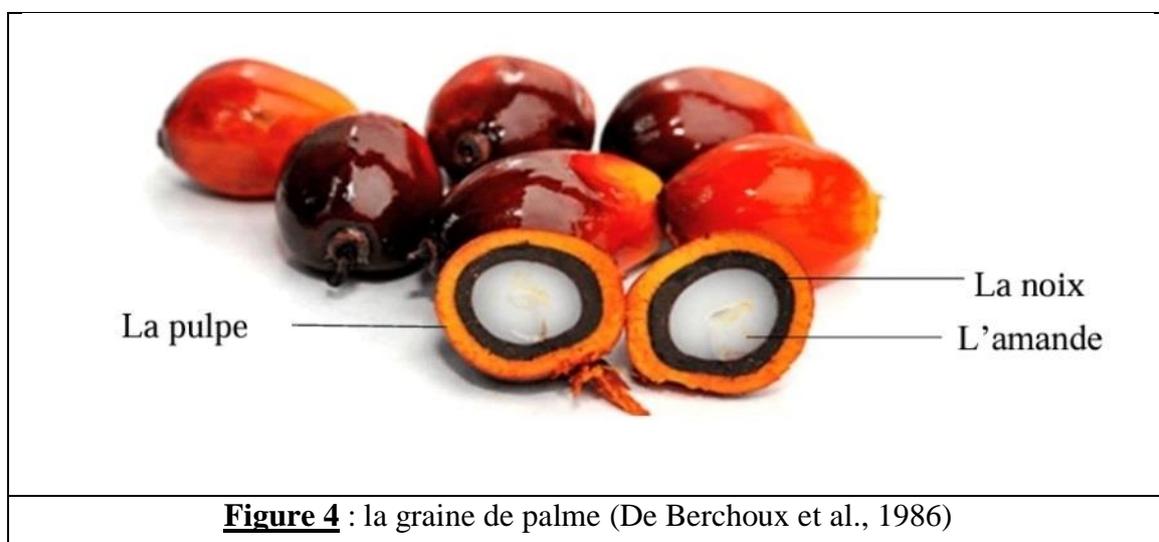
On distingue trois types variétaux selon la morphologie du fruit : le *dura*, dont le fruit contient une coque épaisse autour de l'amande ; le *pisifera* dépourvu de coque; et le *tenera*, avec une coque mince. Le *dura* est le type le plus répandu dans la nature. Le *tenera* est le type cultivé. Chez les *dura* et *tenera*, la coque du noyau, très dure, est constituée par l'endocarpe (Rajinder Singh, Eng-Ti et al., 2013 ; Leslie C.-L et al., 2016).

L'amande, appelée palmiste, est également riche en lipides et fournit l'huile de palmiste. L'amande comprend un tégument mince et adhérent, un albumen cartilagineux qui contient environ 50 % d'huile et un embryon.

En moyenne le palmier commence à produire après trois ans de croissance végétative. La production augmente jusqu'à l'âge de 8 ans puis se stabilise (CIRAD, 2007) (Van der Vossen et al., 2007) (Ortiz Vega, Fernández Herrera, 1994).

Le genre *Elaeis* comprend deux espèces. *Elaeis gineensis jacq* originaire d'Afrique (de Guinée) et *Elaeis olifera* (Rees, 1965) originaire d'Amérique du sud.

Le fruit du palmier à huile est composé de trois parties : la pulpe, le noyau et l'amande (figure 4) (Jacquemard, 1995).



Synthèse Bibliographique

❖ Classification

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Arecales
Famille	Arecaceae
Genre	Elaeis
Espèce	Elaeis guineensis (Jacq, 1763)

1.1.2- Culture

Le palmier à huile est considéré comme une source importante de revenus pour les économies locales. Il est cultivé en Afrique, en Amérique du Sud, en Asie du Sud-Est et dans le Pacifique Sud (Corley *et al.*, 1976 ;Hartley, 1977).

L'huile végétale la plus consommée au monde, avec plus de 50 millions de tonnes produites chaque année, L'Indonésie et la Malaisie sont aujourd'hui les principaux pays producteurs mondiaux de ce fruit avec 85 % de la production. Ingrédient traditionnel de la cuisine de certaines régions d'Afrique de l'Ouest, sa production s'est implantée au cours du XX^e siècle dans les régions tropicales d'Amérique du Sud et d'Asie. Elle est actuellement massivement utilisée dans les pays non producteurs pour la fabrication d'aliments transformés, en remplacement des graisses animales (saindoux, beurre, etc.) et des huiles végétales hydrogénées (dites trans). À ce titre, elle est aussi devenue à la fin du XX^e siècle et au début du XXI^e siècle l'un des symboles des problèmes ou limites rencontrés par l'agro industrie monoculturelle .Cependant, le palmier à huile produit beaucoup plus par hectare que les cultures concurrentes (colza, tournesol, soja) à la teneur en acides gras essentiels toutefois plus élevée. Si on devait donc le remplacer par celles-ci, cela engendrerait davantage de déforestation. Cette productivité en fait également l'huile la moins chère, son abandon réduirait de ce fait également les marges des entreprises agro-alimentaires.

Synthèse Bibliographique

L'usage alimentaire et médicinal d'huile de palme remonte au moins à 5 000 ans, comme l'attestent des fouilles archéologiques en Égypte (**Kenneth F. Kiple, 2007**). Les palmiers à huile sont probablement originaires des forêts tropicales humides de l'Afrique de l'Ouest, où ils sont exploités localement avant d'être introduits en Égypte par des commerçants arabes (**B.A.Ndon, 2006**) et au Brésil par les colons portugais au XV^e siècle (**Obahiagbon, 2012 & Roubaud, 1772**).

Les palmeraies se sont développées de manière naturelle dans différents pays d'Afrique. Il y a eu plusieurs exemples de développement naturel du palmier à huile, comme au Cameroun (**Letouzey, 1978**), en Casamance (**Doumbia, 1966**), en Côte d'Ivoire (**Schnell, 1946**), au Ghana (**Swane et Hall, 1986**), en Guinée (**Roy, 1957 ; Fairhead et Leach, 1995**), au Gabon (**Le Testu, 1938 ; Walker, 1953**), et d'autres pays d'Afrique.

La culture industrielle du palmier à huile a commencé pendant l'époque coloniale (**Zeven, 1967**) (**figure 5**).



Figure 5 : Fruits du palmier à huile (Zeven, 1967)

Synthèse Bibliographique

1.2. Composition de l'huile de palme

L'huile de palme se compose de constituants majeurs et mineurs :

1.2.1. composants majeurs

L'huile de palme brute est principalement composée de triglycérides, qui sont des combinaisons de glycérol et d'acides gras. En plus de ces composants majeurs, l'huile de palme brute contient également des composés mineurs tels que les caroténoïdes qui lui procurent sa couleur rouge en raison de sa très forte concentration. L'huile de palme brute, de couleur rouge (non raffinée, ni traitée) est considérée comme l'aliment naturel le plus riche en Alpha et β -carotène : (500 à 700 mg/kg), elle en contient environ 15 fois plus que la carotte. Cette particularité a été utilisée au Burkina Faso pour lutter contre les carences en vitamine A des populations (**Institut de recherche pour le développement, université de Montréal & OMS, 2004**).

Cette richesse en β -carotène et en vitamine E de l'huile de palme vierge, disparaît après raffinage, chauffage et cuisson.

L'huile de palme contient d'autres composants mineurs comme les phytostérols, le squalène et les composés phénoliques (**Sambanthamurthi et al., 2000 ; Morin et Pages-Xanthan-Pares, 2012**) .

Tableau 1 : Teneur des différents acides gras de l'huile de palme en % (**FAS/USDA**)

Acides gras saturés	45 à 55
Acides myristique	0,5 à 2
Acide palmitique	39,5 à 47,5
Acide stéarique	3,5 à 6
Acides gras mono insaturés	38 à 45
Acide oléique	36 à 44
Acides gras polyinsaturés	9 à 12
Acide linoléique	9 à 12
Acide α -linoléique	< 0,5

Synthèse Bibliographique

Tableau 2 : Teneur du pourcentage d'acides gras des graisses concrètes (LECERF, 2011)

	Coprah	Beurre de cacao
Acides gras saturés	94	60
Acide palmitique	8,8	24 à 27
Acide stéarique	2,6	32 à 36
Acides gras monoinsaturés	6,2	35
Acide oleique	6,2	33 à 35
Acides gras polyinsaturés	1,6	5
Acide linoléique	1,6	3
Acide α -linoléique	-	2

1.2.2- Composants mineurs

Les constituants mineurs de l'huile de palme peuvent être divisés en deux groupes. Le premier groupe comprend les dérivés d'acides gras, appelés les saponifiables, tels que les mono et diglycérides, les phosphatides, les esters et les stérols. Le deuxième groupe est constitué de composés non liés chimiquement aux acides gras, appelés les insaponifiables, tels que les hydrocarbures, les alcools aliphatiques, les stérols libres, la vitamine E, les pigments et les traces de métaux.

1.2.2.1- Les pigments

La pigmentation des fruits du palmier à huile est effectivement liée à leur degré de maturité. L'huile de palme brute contient deux classes de pigments naturels : les caroténoïdes et les chlorophylles. Les fruits jeunes ont plus de chlorophylle et moins de caroténoïdes que les fruits mûrs. Ces pigments jouent un rôle important dans les mécanismes d'auto-oxydation, de photo-oxydation et d'anti oxydation à l'intérieur de la plante (Tan et al., 1986).

1.2.2.2- La vitamine E

L'huile de palme brute contient environ 500 à 800 mg/kg de vitamine E (Tan et Oh, 1981 ; Mondé et al., 2009). La vitamine E est une vitamine liposoluble qui se compose de deux familles : les Tocophérols et les Tocotriénols. Les tocotriénols sont rares dans les huiles végétales, sauf dans l'huile de palme qui est la plus riche en tocotriénols (Sundram et al, 2003). Les tocophérols et les tocotriénols sont des anti oxydants ayant un rôle biologique

Synthèse Bibliographique

d'éboueurs des radicaux libres *in vivo* et contribuent à la stabilité de l'huile de palme. Les Tocophérols peuvent interrompre l'oxydation des lipides par inhibition de la formation des hydro peroxydes, en plus de leur rôle de neutraliser les radicaux libres. les Tocotriénols exercent des effets anti cancérigènes (Edem, 2002 ; Sundram et al, 2003) et anti inflammatoires (Yam et al, 2009).

1.3 Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'huile de palme

Comme toutes les huiles, l'huile de palme est composée de lipides à 100%. Avec 900 kcal pour 100g, l'huile de palme est un ingrédient très riche qui doit être consommé avec beaucoup de modération. Parmi les lipides contenus dans l'huile de palme, on retrouve majoritairement des acides gras saturés et mono-insaturés. Il faut aussi souligner la richesse de l'huile de palme en vitamine K, alpha-tocophérol et en stérols végétaux.

Si l'huile de palme est relativement peu utilisée en cuisine, elle est massivement intégrée aux aliments transformés et aux préparations industrielles, d'où notre consommation importante et préoccupante. En effet, cette huile a l'avantage d'être peu onéreuse et d'être solide à température ambiante, ce qui facilite son emploi et sa conservation (**tableau 3**).

Tableau 3 : Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'huile de palme

Poids/ volume	Huile de palme , 100g
Calories	900 kcal
Protéines	0 g
Glucides	0 g
Lipides	100 g
- Saturés	49,3 g
- Monoinsaturés	37 g
- Polyinsaturés	9,3 g
Vitamine K	8 µg
Alpha-tocophérol	15,9 mg
Stérols végétaux	49 mg
Cholestérol	0 mg

Synthèse Bibliographique

Les acides gras sont les composants majeurs de l'huile de palme. Elle est composée à peu près à parts égales d'acides gras saturés (AGS) et d'acides gras insaturés (AGI). Sa teneur élevée en AGS lui confère une consistance semi-solide à température ambiante, avec un point de fusion entre 35 et 42 °C. Les principaux acides gras de l'huile de palme sont l'acide myristique (C14:0), palmitique (C16:0), stéarique (C18:0), oléique (C18:1) et linoléique (C18:2). Les doubles liaisons dans les AGI sont de configuration *cis* (**Sambanthamurthi et al., 2000 ; Sundam et al., 2003 ; Mondé et al., 2009 ; Lecerf, 2013**).

1.4- Les bienfaits de l'huile de palme :

L'huile de palme possède un profil nutrition atypique. Elle est caractérisée par une grande teneur en acides gras saturés. Il faut toutefois noter l'absence d'acides gras *trans* dans l'huile de palme, ce qui est un avantage pour la santé. Malgré tout cela, il est important de garder à l'esprit que cette huile est à consommer avec modération et dans le cadre d'une alimentation diversifiée.

L'huile de palme contient également d'autres phytonutriments comme des phytostérols (sitostérol, stigmastérol et campestérol) en quantités allant de 40 à 90 mg par 100 g et des acides phénoliques (p-coumarique, p-hydroxybenzoïque et férulique), qui ont des propriétés anti oxydantes (**site internet- passeport santé/aliments- mise à jour (Léa Zubiria) du 26 mars 2021**).

1.4.1- Les bienfaits des acides gras insaturés de l'huile de palme

Chez l'homme, les acides linoléiques et α -linoléiques sont strictement essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent par conséquent lui être fournis par l'alimentation. L'huile de palme est une source d'acide linoléique car elle contient 12 %.

1.5. La production du palmier à l'huile

La production mondiale d'huile de palme est en nette croissance. Elle est passée de 20 millions de tonnes (Mt) en 2000 (USDA, 2013) à 64,495 millions de tonnes en 2017 (figure 6) (USDA, 2017). Deux pays se sont fortement engagés dans la culture du palmier à huile depuis les années 1960 et se partagent la grande majorité de la production : l'Indonésie et la Malaisie (figure 7).

Synthèse Bibliographique

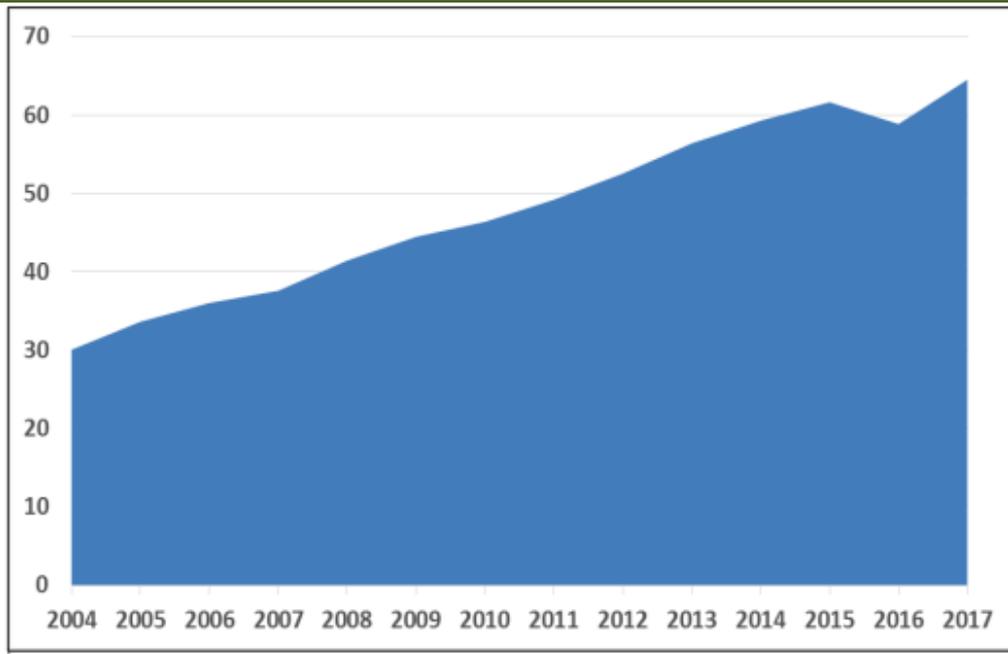


figure 6 : Evolution de la production mondiale d'huile de palme en millions de tonnes de 2004 à 2017 (USDA, 2017)

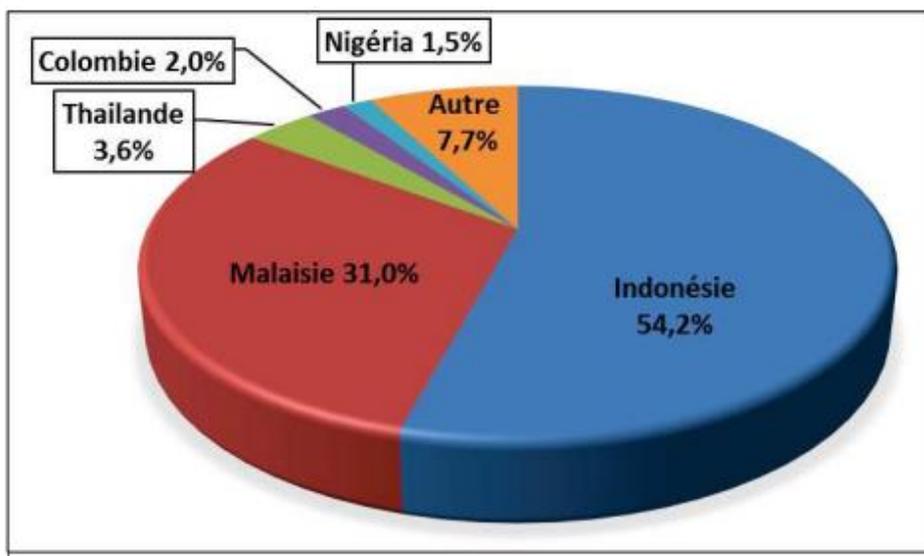


figure 7 : Evolution de la production mondiale d'huile de palme en 2017 (USDA, 2017)

La production de l'huile de palme comprend cinq (05) étapes :

1.5.1-Egrappage

Après la récolte des régimes, cette étape consiste à détacher les fruits des régimes avec des bâtons ou par abattement à la machette.

Synthèse Bibliographique

1.5.2- Stérilisation

Elle a pour but d'inactiver les enzymes responsables de la lipolyse et de l'oxydation et de réduire l'apparition des acides gras et conditionne significativement la qualité de l'huile. Les fruits égrappés sont alors stérilisés dans des barriques métalliques de 200 litres, remplies d'eau bouillante durant 15 à 20 minutes.

1.5.3- Broyage

Après la stérilisation les fruits sont broyés jusqu'à l'obtention d'un mix homogène. (Libert, 2011) (figure 8)

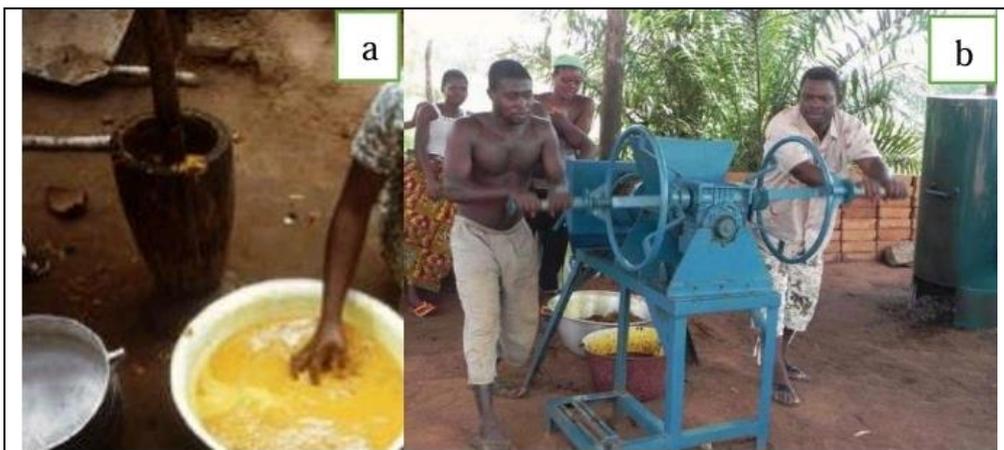


Figure 8 : Broyage artisanal (a) et semi artisanal (b) des graines de palme (Libert, 2011)

1.5.4- Pressage

Les fruits broyés vont être chauffés légèrement puis presser.

1.5.5- Clarification et déshydratation de l'huile

Cette étape permet de déterminer la qualité de l'huile en séparant l'huile, l'eau et les boues par une action thermique c'est la clarification, qui se fait soit traditionnellement : elle s'effectue en marmite d'Aluminium (figure 8) chauffer jusqu'à ébullition, et une fois la séparation atteinte l'huile qui flotte au-dessus de l'eau est récoltés à la louche (Libert, 2011) (figure 9); après l'huile est frite (la déshydratation) à nouveau pour éliminer les dernières traces d'eau, soit on utilisant un clarificateur.

Synthèse Bibliographique



Figure 9 : Clarification et déshydratation artisanale (Libert, 2011)

1.6. Les types de l'huile de palme

L'huile de palme est extraite de la pulpe des fruits du palmier à huile par pression à chaud. Il est important de ne pas la confondre avec l'huile de palmiste qui provient du noyau du fruit. L'huile de palme brute est souvent raffinée pour enlever sa couleur rouge (**figure 10**) et son odeur. C'est ainsi qu'elle est vendue et consommée.



Figure 10 : l'huile de palme brute

1.6-1 Raffinage et fractionnement de l'huile de palme

Le raffinage permet de transformer l'huile de Palme brute en un produit sans impuretés les molécules, odorantes, les pigments, les acides gras libres, les produits d'oxydation, les phospholipides et les métaux sont éliminés lors des différentes étapes de raffinage (**LERCERF, 2011**) (**figure 11**).

Synthèse Bibliographique

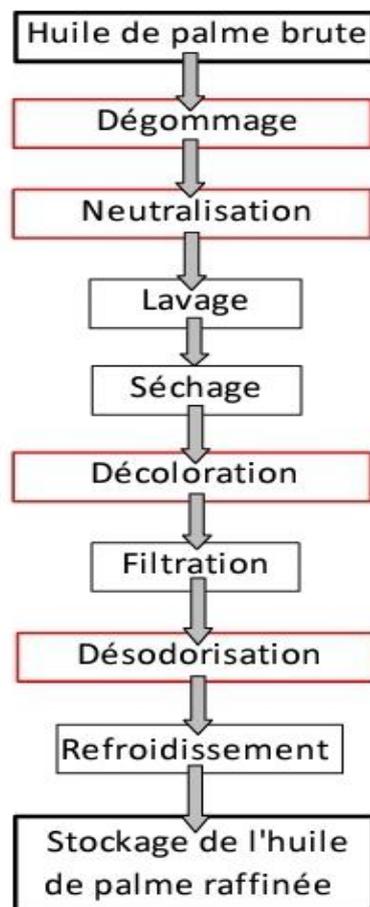


Figure 11: Etapes du raffinage d'une huile de palme brute (SAILLARD, 2010)

Au cours des traitements industriels de l'huile de Palme ou encore dans le domaine culinaire les lipides peuvent subir des modifications chimiques qui diminuent leur valeur nutritionnelle (DUPIN, 1992). Le fractionnement sur l'huile de Palme consiste à séparer les triglycérides « solides » qui sont les plus riches en acides gras saturés, des triglycérides « fluides » qui eux sont insaturés.

Cette séparation est réalisée en chauffant le corps gras puis en effectuant un refroidissement contrôlé de celui-ci ce qui provoque la cristallisation d'une fraction solide appelée "Stéarine" puis d'une fraction fluide appelé "oleine" (figure 12)

Synthèse Bibliographique

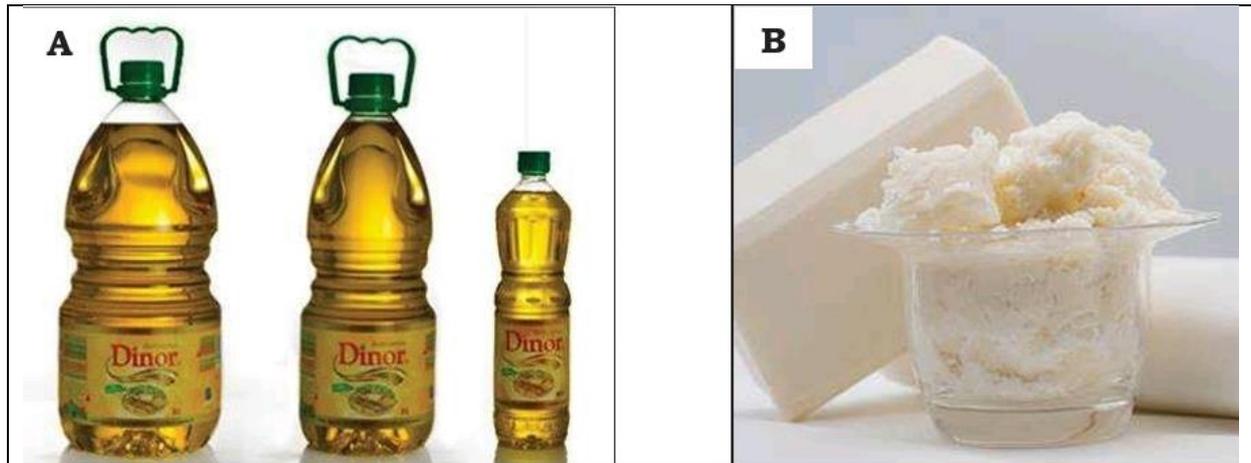


Figure 12 : Principaux produits de raffinage de l'huile de palme brute

A : Oléine de palme B : Stéarine de palme

Le fractionnement peut être répété sur les premières fractions obtenues aboutissant à une gamme de fractions avec des températures de fusion de 20°C à 50°C. Toutes ces fractions sont utilisées dans les margarines ou comme substitut du beurre de cacao (MORIN, 2007).

1.7- Utilisations de l'huile de palme

Le palmier à l'huile premier fournisseur de corps gras végétal de la planète devant le soja (Mba, 2015 ; USDA, 2017) il est utilisé dans divers domaines : médical et pharmaceutique (la fabrication des médicaments) , industriel (gasoil , kérosène, essence, carburant diesel (Jacquemard , 2012) ,culinaire (fabrication des margarines) , cosmétique, l'huile de palme est additionnée aux autres produits pour la fabrication de savon et de pommade. L'huile de palme rouge, est de plus en plus importée dans toutes les régions du monde (Rivall, 2020).

Dans certains pays d'Afrique, l'huile de palme est consommée brute et représente la principale source de corps gras dans le régime alimentaire.

Dans la plupart des pays, l'huile de palme transformée est utilisée dans des produits préparés. Il convient donc de modérer son utilisation, sans toutefois chercher à l'exclure car elle permet de réduire le recours à l'hydrogénation partielle des matières grasses végétales et donc l'apparition d'acides gras trans. On peut se procurer de l'huile de palme rouge dans les magasins de produits naturels et l'utiliser comme corps gras dans les différentes recettes.

Synthèse Bibliographique

En bref, l'huile de palme se trouve dans les produits de boulangerie, les bonbons, les gâteaux, les analogues de fromage, les chips, les chocolats, les graisses de confiserie, les biscuits, les beignets, crème glacée, les margarines, les pop corns, beurre, les sauces de salade et les soupes (Mancini *et al.*, 2015) (figure 13).

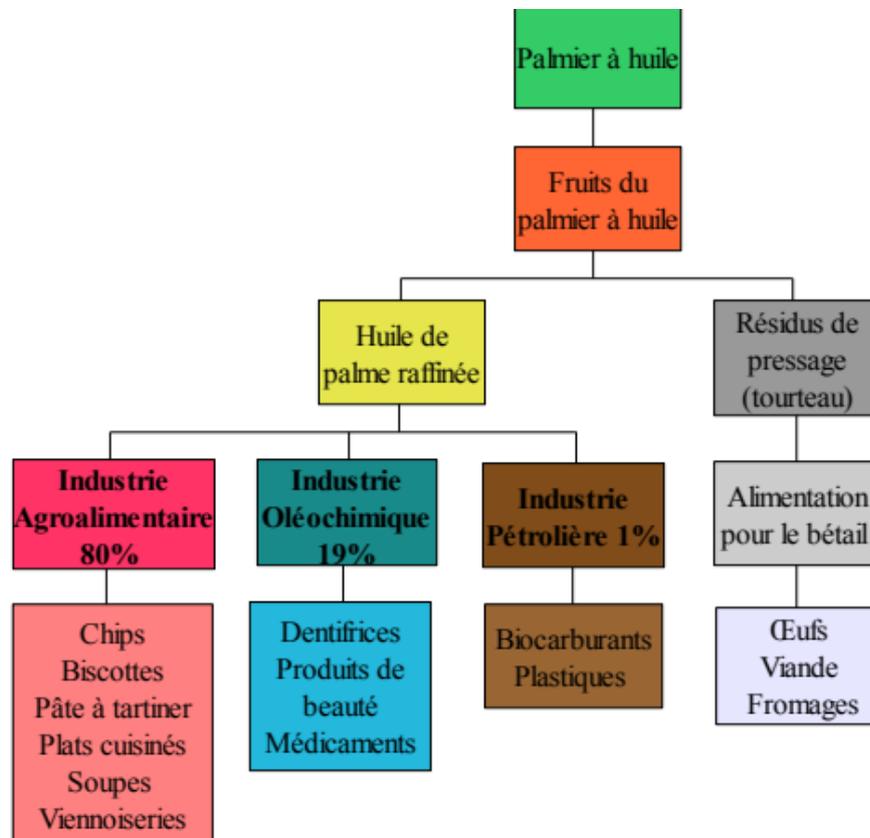


Figure 13 : principale utilisation de l'huile de palme (DELACHARLERIE *et al.*, 2011)

II. - Place des huiles concrètes dans l'économie mondiale des matières grasses

Le marché des huiles concrètes se compose de deux monopoles bilatéraux: le karité (Soudan- France métropolitaine), le babassu (Brésil-États- Unis). Le marché du coprah est un monopole contrarié (Marchal, 1946) avec un vendeur : l'Extrême-Orient (plus de 97% des exportations mondiales en 1951) et deux acheteurs: l'Amérique du Nord (41%) et l'Europe occidentale (50%). Celui des produits du palmier à huile est un monopsonne contrarié avec deux vendeurs : l'Afrique (55% de l'huile de palme et 67% des palmistes; 60% du total des corps gras tirés du palmier à huile) et l'Extrême-Orient (45% de l'huile de palme, 33% des palmistes; moyenne:

Synthèse Bibliographique

40%) et pratiquement un seul acheteur: l'Europe occidentale où les cinq principaux importateurs absorbent 67% de l'huile de palme, 77% des palmistes, soit, en tout, 71% des produits du palmier à huile mis sur le marché par les producteurs d'Afrique et d'Asie.

Tableau 4: Marché de l'huile de palme et des palmistes en 1951
(en 1000 tonnes et en équivalent huile)

	Huile de palme	palmistes	total	%
Exportations				
Afrique	320	260	580	60
Extrême-Orient	255	130	385	40
Total.....	575	390	965	100
Importations				
Europe (5 principaux importateurs)	387	300	687	71
Autres.....	188	90	278	29
Total.....	575	390	965	100

III. Les propriétés physico-chimiques de l'huile de palme

Les propriétés physico-chimiques de l'huile de palme comprennent plusieurs caractéristiques qui la rendent adaptée à de nombreux usages. Voici quelques-unes de ces propriétés

L'huile de palme est connue pour sa stabilité à l'oxydation et au chauffage, ce qui la rend idéale pour la cuisson à haute température sans se dégrader.

Cette huile possède un point de fusion élevé, ce qui lui confère une texture solide à température ambiante, favorisant son utilisation dans la fabrication de produits alimentaires et cosmétiques

L'huile de palme offre une texture neutre, un parfum discret et un goût léger, ce qui la rend polyvalente pour de nombreux produits alimentaires et non alimentaires

En raison de ses propriétés physico-chimiques, l'huile de palme est utilisée dans une variété de produits tels que les produits de boulangerie, les bonbons, les gâteaux, les chips, les chocolats, les biscuits, les graisses de confiserie, etc.

Synthèse Bibliographique

Outre sa composition en acides gras, l'huile de palme est naturellement riche en phytonutriments tels que la vitamine E, les caroténoïdes, la Coenzyme Q les stérols, qui sont bénéfiques pour la santé en raison de leurs propriétés antioxydants.

Ces propriétés physico-chimiques font de l'huile de palme un ingrédient polyvalent largement utilisé dans diverses industries, offrant des avantages en termes de stabilité, texture et adaptabilité à différentes applications.

IV. L'huile de palme et santé

La relation entre la santé et la nutrition a suscité beaucoup de débats ces dernières décennies. Les effets d'une alimentation riche en acides gras, notamment en acides gras saturés, ont été étudiés dans le cadre de la réduction des maladies cardiovasculaires (**Arenceta et Perez-Rodrigo, 2012 ; Assmann et al., 2014**), de l'obésité et même de la prévention des cancers. En raison de sa teneur élevée en acides gras saturés, l'huile de palme a été critiquée pour ses potentiels effets néfastes sur la santé (**Bester et al., 2010 ; Fattore et Fanelli, 2013**)

4.1. Effets des acides gras saturés sur la santé

L'huile de palme contient 50% d'acides gras saturés dont 40% d'acide palmitique et seulement 3,5 à 6% d'acide stéarique. Or les AG à chaîne moyenne comme l'acide miristique, laurique et palmitique sont les plus hypocholestérolémiant des AGS alors que les AG à longue chaîne comme l'acide stéarique sont moins cholestérolémiant sachant qu'un taux de cholestérol total supérieur à 2g/L chez une personne n'ayant aucun problème de santé représente un facteur de risque cardiovasculaire alors les AG saturés sont impliqués dans la survenue des maladies cardiovasculaire (**GRAILLE, 2003**). De plus, un excès d'acides gras saturés n'est pas souhaitable car, en plus de son effet hypocholestérolémiant. .

4.2. Effets de l'huile de palme raffinée

Lors du raffinage, l'huile de palme brute perd ses caroténoïdes et très peu de sa vitamine E, mais pendant le chauffage de cette huile les taux en vitamine E diminuent fortement, sachant qu'après incorporation dans les produits agroalimentaires on obtient une huile de palme avec 50% d'acides gras saturés dont l'acide palmitique représente 40% avec une perte considérable de son intérêt nutritionnel.

V. L'huile de palme enjeux environnementaux

Synthèse Bibliographique

Les palmeraies prennent la place des forêts de plus en plus. à Borneo (figure 14). L'Indonésie et la Malaisie sont les deux plus grands producteurs de l'huile de palme et aussi les plus grand pays forestiers au monde (**RUYSCHAERT, 2013**) dont prêt de 30% des forêts primaires sont abattues et transformées (**Carlson et al., 2003**), ce qui entraînent une perte de la biodiversité et une augmentation des rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère ce qui a impact sur le réchauffement climatique. Une autre source contribue au réchauffement climatique en relation avec l'huile de palme, le gaz du méthane produit par la

transformation industriel du fruit à palmier à huile et de ses déchets (**Rapport The rainforest fondation UK, 2013**) . La déforestation des masses des forêts primaires entraîne aussi une perte d'habitat pour de nombreux espèces animales (**Rapport WWF, 2011**).



Figure 14 : Déforestation sur l'île de Bornéo en Malaisie pour laisser place aux plantations de palmiers à huile

DEUXIÈME PARTIE
MATÉRIELS ET MÉTHODES

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

Chapitre I : Matériels et Méthodes

1- Préparation du matériel biologique végétale :

Notre choix a porté sur quatre types d'huile de palme, issues des fruits du palmier à huile (*Elaeis guineensis*). Il s'agit de :

- Les **huile de palme brute et raffinée** (,connu sous le nom vernaculaire " **zit ennakhla** toutes les deux ont été procurées de la région du sud Algérien, (**Figure15**)
- la **stéarine de palme** et l'**huile de palmiste**, importées de la Malaisie. qui ont été récupérées d'une usine de biscuiterie et de chocolaterie, située à Alger (**Figure N16**)



Figure. 16: stéarine de palme et l'huile de palmiste



Figure. 15 : Huile de palme brute

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

Chapitre II- Méthodes d'analyses

1- Détermination des paramètres physico chimiques des huiles du palmier à huile (*Elaeis guineensis*),

1.1. Indice de densité d_{20} :

❖ *Principe :*

Cette méthode consiste à déterminer le rapport de la masse d'un volume donné d'huile à 20 °C et la masse d'un volume égal d'eau distillée à la même température, en utilisant un pycnomètre muni d'un thermomètre gradué et étalonner à 20 °C (**Lion, 1955**).

❖ *Mode opératoire (AFNOR, 1978) :*

- Nettoyer soigneusement le pycnomètre par l'éthanol puis par l'acétone, le sécher et le peser : c'est la masse m_0 .
- Peser 2g d'eau distillée et laisser 30 minutes dans un bain marie à 20° C, puis peser le pycnomètre (rempli d'eau distillée) : c'est la masse m_1 .
- Nettoyer et sécher le pycnomètre.
- Peser 2 g d'huile et laisser 30minutes dans un bain marie à 20° C, ensuite déterminer la masse m_2 du pycnomètre rempli d'huile.

❖ *Expression des résultats :*

La densité relative d_{20} est donnée par la formule suivante:

$$d_{20} = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$$

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

1.2. Indice de réfraction N_d^t :

❖ Principe :

Cette méthode consiste à déterminer le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air dans l'huile à la température constante (20° C), en utilisant le réfractomètre (**Lion, 1955**).

❖ Mode opératoire (Wolff, 1968)

- Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant du papier Joseph.
- Etalonner l'appareil par de l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égale à +1.333.
- Nettoyer la lame du réfractomètre puis en déposer quelques gouttes d'huile et régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié et effectuer la lecture des résultats en tenant compte de la température ambiante.
- Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant toujours du papier Joseph.

❖ Expression des résultats :

L'indice de réfraction est donné par la formule suivante:

$$N_{d20} = n_d^t + 0.00035 (t-20)$$

N_{d20} : indice de réfraction à la température 20 °C.

n_d^t : valeur de lecture à la température à laquelle a été effectuée la détermination.

t : la température à laquelle a été effectuée la détermination.

1.3. Indice d'acide I_A :

❖ Principe :

Il consiste à déterminer le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser l'acidité due aux acides gras libres contenus dans 1 gramme de corps gras (**Lion, 1955**).

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

❖ *Mode opératoire (ISO 660)*

L'acidité est déterminée par la méthode titrimétrique en utilisant une solution d'hydroxyde de potassium éthanolique à 0,1N.

- Peser 0.5g d'huile, puis les dissoudre dans 20ml de mélange éthanol / *n*-butanol (v/v).
- Mettre d'autre part dans un récipient témoin la même quantité du même solvant.
- Ajouter 03 gouttes de la solution éthanolique de phénophtaléine à 1% dans chaque récipient (échantillon et témoin).
- Titrer chaque essai par une solution de potasse alcoolique à 0.1N.

❖ *Expression des résultats :*

L'indice d'acide (I_A) est donné par la formule suivante:

$$IA = (V1 - V0) \times M \times N \times f/m$$

V_1 : volume en ml de potasse alcoolique utilisé pour neutraliser les acides libres de la prise d'essai.

V_0 : volume en ml de potasse alcoolique utilisé pour le témoin.

M : masse molaire de KOH (56.11 g / mol).

N : normalité de la solution de potasse : 0.1N.

f : Facteur de correction de la normalité de la solution de potasse.

m : masse de la prise d'essai.

L'**acidité** (qui est égale à l'indice d'acide divisé par 2) peut être probablement le résultat de l'activité de la lipase fongique (**Kiritsakis et Markakis, 1984**)

1.4. Indice de saponification I_S :

❖ *Principe :*

Il consiste à déterminer le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour former 1 gramme d'ester (**Lion, 1955**).

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

❖ *Mode opératoire (ISO 3657)*

- Prendre 02 ballons à fond plat de 250 ml.
- Dans l'un peser 1 g d'huile. Ajouter 10 ml de la potasse alcoolique à 0.5N.
- Dans l'autre, qui servira de témoin, placer seulement 10 ml de la même solution de potasse mesurée exactement (à la pipette).
- Fermer chaque récipient avec un bouchon muni d'un long tube de verre et chauffer sur le même bain marie pendant 30 minutes.
- Laisser refroidir et ajouter dans chaque récipient 2 ml d'eau. Si la solution qui contient l'ester se trouble, c'est qu'il reste de l'ester non saponifier (l'ester est en effet soluble dans l'eau). Dans ce cas là, ajouter 10 ml de potasse alcoolique à 0.5N dans chaque récipient et remettre une demi-heure au bain marie.
- Laisser refroidir et ajouter à titre de sécurité 2 ml d'eau distillée dans chaque récipient.
- Si le contenu du récipient ne se trouble plus par addition d'eau, ajouter 03 gouttes de phénophtaléine et titrer par HCl à 0.5N.

❖ *Expression des résultats :*

L'indice de saponification (I_S) est donné par la formule suivante:

$$I_S = (V_0 - V_1) \times M \times N \times f / m$$

V_0 : volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique HCl à 0.5N utilisé pour le témoin.

V_1 : volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique HCl à 0.5N utilisé pour la prise d'essai.

M : Masse Molaire de KOH (56.11g / mol).

N : Normalité de la solution de potasse : 0.5N.

f : facteur de correction de la normalité de la solution de HCl.

m : masse de la prise d'essai.

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

1. 5 détermination des matières volatiles (ISO 662, 1998)

❖ Définition

On peut exprimer la présence de l'eau ou de la vapeur de l'eau dans une espèce par le terme humidité.

❖ Principe

Homogénéisation de l'échantillon, pesage, étuvage et exprimer la perte de poids en % (ISO 662)

❖ Mode opératoire (ISO 662)

- Dans un cristalliseur bien séché, on pèse 5 g d'échantillon ;
- Dans un dessiccateur on laisse refroidir et on tare ;
- Ensuite dans une étuve pour une heure de temps, on fait introduire le cristalliseur contenant l'échantillon;
- Encore une fois on le laisse refroidir dans le dessiccateur.

On doit répéter les étapes précédentes (séchage, pesage, refroidissement) chaque 15 min jusqu'on arrive au poids constant.

❖ Expression des résultats

$$\text{humidit \%} = \frac{P_0 - P_1}{M} \times 100$$

P_0 : Poids du cristalliseur avec l'échantillon avant étuvage ;

P_1 : Poids du cristalliseur avec l'échantillon après étuvage ; M : Masse de la prise d'essai.

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

1.6. Indice d'iode (ISO 3961 ,1996)

❖ Définition

C'est le nombre de grammes d'iode fixé par 100 g de corps gras. Il caractérise l'insaturation de l'huile (nombre de doubles et de triples liaisons). Plus l'huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé.

❖ Principe

❖ Le principe consiste à ajouter en excès de mono-chlorure d'iode ou réactif de Wijs au corps gras (huile) en solution de chloroforme, on titre ensuite l'iode libéré (quand on ajoute l'iodure de potassium) par une solution de thiosulfate (0.1 N). **(ISO 3961)**

❖ Mode opératoire (ISO 3961)

- Peser une masse de 0.2 g d'huile dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- Mesurer 15 ml de tétra chlorure de carbone dans une éprouvette ;Synthèse expérimentale
- Dans 5 ml de tétra chlorure de carbone mesuré précédemment, dissoudre l'échantillon, et renverser cette solution dans un bécher de 500 ml, en rinçant l'erlenmeyer avec le reste du tétra chlorure de carbone ;
- Ajouter 15 ml du réactif de wijs, bien agiter et garder le bécher à l'abri de la lumière pendant une heure ;
- Ensuite, ajouter 20 ml d'iodure de potassium à 10% et 150 ml d'eau distillée
- Réaliser un titrage de la solution obtenu par thiosulfate de sodium (0.1 N) jusqu'à le virage de couleur au jaunâtre ;
- Ajouter maintenant 1 ml de solution d'empois d'amidon, et continuer le titrage tout fait en agitation continuellement jusqu'au changement de couleur du bleu vers l'incolore ;
- faire parallèlement un essai à blanc.

Deuxième Partie Matériels et Méthodes

❖ Expression des résultats

$$I_I = \frac{12.69 \times (V_0 - V_1) \times N}{M}$$

I_I : indice d'iode ;

V_0 : volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour le titrage de blanc ;

V_1 : volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour le titrage de prise d'essai ;

M : masse de la prise d'essai ;

N : normalité de thiosulfate de sodium (0.1 N) ;

12.69 : masse d'iode correspondant à 01 ml de thiosulfate de sodium pour 100 g de corps gras.

TROISIÈME PARTIE
RÉSULTATS ET DISCUSSION

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

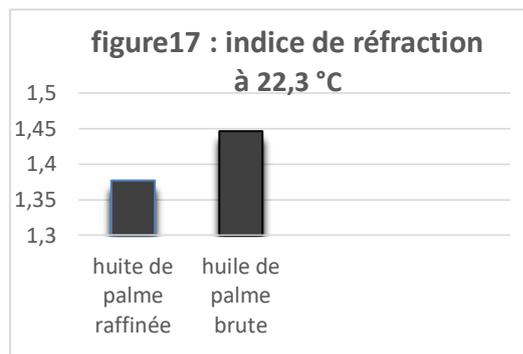
II. Valeurs des paramètres physico-chimiques des huiles du palmier à huile (*Elaeaguinensis*)

1. Indice de densité

L'indice de densité est considéré comme un critère physique qui permet le contrôle de la pureté de l'huile extraite. La valeur de la densité pour **l'huile de palme raffinée** est estimée à **1.1** à la température constante (20° C), elle n'est pas conforme aux normes algériennes (0.891 – 0.899) (**J.O N° 66-2012**). Ce qui peut être due à l'impureté de cette huile, qui peut contenir d'autres huiles végétales (mélangées avec) ou à la présence d'autre composés.

2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est également un critère de pureté de l'huile, il augmente avec la longueur de la chaîne et avec l'augmentation de l'insaturation. L'indice de réfraction de **l'huile de palme raffinée** est de (**1.377** à 22,3°C), ce résultat (représenté dans la figure 17) n'est pas conforme aux normes algériennes (1.449 – 1.455) (**JO n° 65 - 2012**). Pour ce qui est de **l'huile de palme brute**, l'indice de réfraction obtenu est **1.446**, avoisinant la fourchette algérienne.



3. Indice d'acide

L'indice d'acide est un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile, il nous renseigne sur son degré d'altération (**Ollé, 2002**). L'augmentation de l'indice d'acide est principalement due à l'activité enzymatique causée par les dommages tissulaires des fruits (**Boskou, 1996**). Les résultats obtenus de **l'indice d'acide** avec **l'acidité**, de nos huiles étudiées, sont repris dans le tableau ci-après :

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ces mêmes résultats sont interprétés et représentés dans la figure 18.

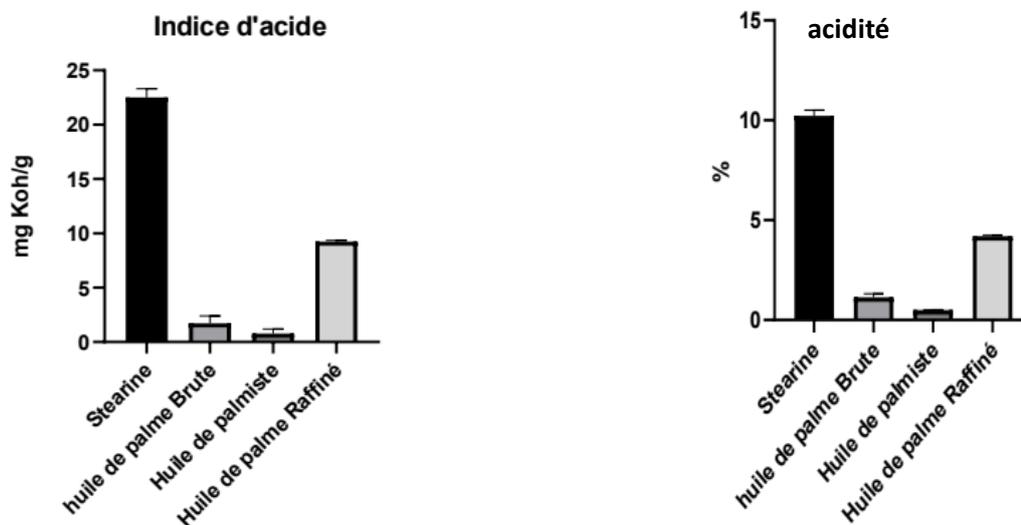


figure 18 : Indice d'acide (mg KOH/g) et l'acidité (%)

Des huiles stéarine de palme huile de palme raffinée huile de palmiste

- la valeur d'**indice d'acide** (I_A) de la **stéarine de palme** (22 mg KOH/g) est élevée et ne correspond pas aux normes européennes pour les huiles alimentaires, qui est fixée à une limite maximale de **04 mg KOH/g**. Aussi l'acidité à 10%, ne correspond pas aux normes européennes (*ISO 660*) fixé à **0,6 mg /KOH/g**.
- ,L'indice d'acide de l'huile de palme raffinée est **9 mg KOH/g** et une **acidité de 4,5 %** est élevée et ne respecte pas les normes européennes **Acidité** s alimentaires raffinées, qui est fixée à **0,3 %** au maximum et qui est vraisemblablement due à une mauvaise conservation. **Ollé (2002) rapporte que** la présence d'eau peut entraîner des phénomènes d'hydrolyse. En outre, beaucoup d'étude ont observé une augmentation de l'acidité au cours de la maturation (**Gutierrez et al., 1999 ; Rotondi et Magli, 2004 ; Baccouri et al., 2007b**). **Gutierrez et al. (1999)** affirment qu'à la fin de stade de maturation, les fruits vont subir une augmentation de l'activité enzymatique (enzyme lipolytique), et elles deviennent plus sensible aux infections pathogènes et aux dommages mécaniques. **Baccouri et al. (2007b)** ont observé que l'acidité faible est due aux fruits intacts. Ce qui peut expliquer le taux d'acidité élevé de la stéarine notamment.

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

De plus, l'acidité permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acides gras des triglycérides (**Abaza et al., 2002**). L'augmentation de l'acidité (qui est égale à l'indice d'acide divisé par 2) peut être probablement le résultat de l'activité de la lipase fongique (**Kiritsakis et Markakis, 1984**) et donc aux conditions de stockage.

- Tandis que, l'**acidité** de l'**huile de palme brute** est conforme aux normes européennes pour les huiles végétales brutes, qui autorise une acidité jusqu'à **05 %** maximum, (**ISO 660**).
- De même, L'acidité de l'**huile de palmiste** est conforme aux normes européennes pour les huiles alimentaires, qui exigent, généralement, une acidité inférieure à 04 % pour les huiles raffinées, (**ISO 660**).

4. **Indice de saponification :**

est un critère de pureté, il nous renseigne sur la fraîcheur et la composition de l'huile, plus la longueur de chaîne augmente moins sera l'indice de saponification. Quand une graisse naturelle ou de l'huile est hydrolysée, elle donne des acides gras (soluble en milieu alcalin aqueux) (**Gunstone, 2008**). Les résultats obtenus de l'indice de saponification, des huiles étudiées, sont présentés dans le tableau ci-après :

Les résultats obtenus de l'indice de saponification, des huiles étudiées, sont présentés dans le tableau 5 :

Huile étudiée	Stéarine de palme	Huile de palmiste	Huile de palme raffinée	Huile de palme brute
Indice de saponification	215	250	210	200

tableau 5 : indice de saponification des huiles (stéarine de palme, huile de palmiste, huile de palme raffinée et huile de palme brute)

L'indice de saponification de la stéarine de palme, est de **215** supérieur au normes inclus (**193-205 mg KOH/g**) , l'huile de palme raffinée ,est de 210 est aussi supérieur , l'huile de palme brute et l'huile de palmiste sont conforme aux normes européennes

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

(190 – 209 mg KOH/g), cela indique que ces huiles contiennent des acides gras à chaîne moyenne. En revanche, l'indice de saponification de l'huile de palmiste (250 mg KOH/g) est plus élevé mais reste dans les normes (230,254 mg KOH/g), cette différence s'explique par la composition en acides gras de ces deux huiles, ceci est dû à l'existence d'acides gras à chaîne courte, sachant qu'un indice de saponification élevé de l'huile de palmiste reflète la présence d'acides gras à chaîne plus courte qui nécessite plus de KOH pour être saponifiés l'huile palmiste contient une plus grande proportion d'acide gras à chaîne plus courte ce qui se traduit par un indice de saponification plus élevé.

5. Indice d'iode

. Indique le degré d'insaturation des acides gras de l'huile (nombre de doubles et de triples liaisons). Plus l'huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé. L'indice d'iode de la **stéarine de palme** et de l'**huile de palmiste** obtenus, est de **200**. Pour la **stéarine de palme**, ce résultat est considéré hors norme par rapport aux normes européennes (38 – 43). L'indice d'iode de l'**huile de palme raffinée (240)** et pour l'huile de palme brute, l'indice d'iode est plus élevé, autour de 255, ne répondent pas aux normes. Cela est certainement à la présence de plus d'acides gras insaturés avant le raffinage les résultats sont exprimés dans la figure 19.

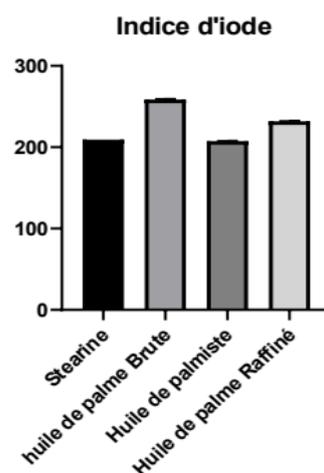


figure 19 : indice d' iode des huiles (stéarine de palme, huile de palmiste, huile de raffinée, huile de palme brute)

6. **Matières volatiles (norme ISO 662 : 2016)** qui expriment la présence de l'eau ou de la vapeur de l'eau dans une espèce par le terme humidité. C'est un indicateur de qualité de l'huile. Une teneur élevée en matières volatiles peut indiquer une

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

contamination ou une dégradation de l'huile. La stéarine de palme a une teneur en matières volatiles plus élevée par rapport aux autres huiles de palme (huile de palme brute et huile de palmiste), qui avoisine les 0,58 % (voir histogramme en bas), mais qui est considérée dans les normes (max 1 %) . cela s'explique par le fait que la stéarine de palme a le point de fusion élevé , obtenue après fractionnement de l'huile de palme. Ce qui concentre les composés volatiles).

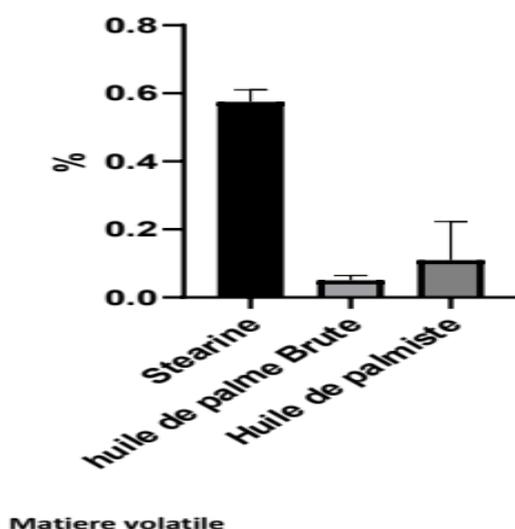


Figure 20 : *matières volatiles (stéarine, huile de palme brute et huile de palmiste)*

Analyse statistique :

Le test **t -Student** a été utilisé pour les comparaisons statistiques. Les résultats exprimés en moyenne \pm une erreur standard avec un seuil de significativité $p \leq 0,05$. Tous les calculs ont été effectués au moyen du logiciel Microsoft Office Excel 2007 de Microsoft® sur Windows®.

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION

CONCLUSION

Le présent travail est réalisé pour apporter un supplément de connaissances sur les caractéristiques physico- chimiques des différents types de l'huile de palme, ce qui peut contribuer à mettre en relief la possibilité de faire plus d'analyses et de contrôles. D'après, les résultats obtenus, il ressort que les différents types d'huile de (*Elaeis guinensis* Jacq.) ; l'huile de palme raffinée représente la densité relative à 20 °C , un indice de réfraction de (1.377 à 22,3°C), un indice d'acide de **9** mg KOH/g, une acidité de **4,5 %** , un indice d'iode de (**240**) et un indice de saponification de **210** ; la stéarine de palme a un indice d'acide (I_A) de **22** mg KOH/g, une acidité de **10 %**, un indice de saponification de **215**, un indice d'iode de **200** et une teneur en matières volatiles qui avoisine les **0,58 %** , Pour ce qui est de l'huile de palme brute, l'indice de réfraction obtenu est **1.446**, l'indice d'acide est **2**. Tandis que l'acidité est de **1**, l'indice de saponification est de **200** et une teneur en matières volatiles de **0,05 %** . Et enfin, pour l'huile de palmiste, l'indice d'acide obtenu est égal à **1**, l'acidité **0,5**, l'indice de saponification **250** et la teneur en matières volatiles est **0,1**.

En conclusion, les analyses physico-chimiques réalisées pour déterminer la qualité et la fraîcheur de ces huiles, démontrent que l'huile de palme brute et l'huile de palmiste sont fraîches et de qualité, au contraire de la stéarine de palme et l'huile de palme raffinée qui ne correspondent pas aux normes. A cet effet, il est impératif de renforcer le contrôle et la traçabilité des produits finis, depuis la production jusqu' au consommateur.

RÉSUMÉ

Résumé

L'huile de palme extraite de la pulpe du fruit (**Elæis guineensis**), originaire d'Afrique et produisant deux types d'huiles, l'huile de palme extraite de la pulpe et l'huile de palmiste extraite de l'amande, est actuellement l'huile végétale la plus consommée au monde (Mba, 2015; USDA, 2017). Sa culture facile, son rendement exceptionnel et ses propriétés physico-chimiques ont fait d'elle, la matière grasse la plus prisée par les industriels. Mais, cette culture intensive a engendré des conséquences graves dans les pays producteurs, dominés par l'Indonésie et la Malaisie. Cette huile a envahi notre quotidien, ce qui nous pousse à poser la question, sommes nous conscients de la consommation excessive de cette huile, à travers les produits transformés qu'elle en contient et des dangers nutritionnels qu'elle entraîne ?

Cette étude vise à évaluer et déterminer les propriétés physico-chimiques de quatre huiles dérivées du palmier à huile, (**Elæis guineensis**), (l'huile de palme brute, la stéarine de palme, l'huile de palmiste, l'huile de palme raffinée).

Les résultats ont montré que les paramètres de qualité suivent les limites établies pour l'huile de palme brute et l'huile de palmiste et qu'ils ne correspondent pas pour la stéarine de palme et l'huile de palme raffinée. Ce qui nous amène à souligner qu'il est important de mettre en place des analyses physico-chimiques approfondies et de renforcer les contrôles et la traçabilité des huiles, depuis la production jusqu'à la livraison. Cela empêchera tout mélange frauduleux et permet de garantir un produit de qualité pour le consommateur.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

1. B.A. Ndon, *The Oil Palm*, Concept Publications, 2006, p. 248-250.
2. Corley RHV. *The genus Elaeis*. In (eds. Corley RHV, Hardon JJ and Wood BJ). *Oil Palm Research*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands. 1976; 3-5.
3. Cottrell RC. *Introduction: nutritional aspects of palm oil*. Am J Clin Nutr 1991; 53: 989S-1009S.
4. Chritian Roche, *L'Afrique noire et la France au XIX^e siècle*, [Karthala](#), 2011, p. 125
5. David Cros, *Étude des facteurs contrôlant l'efficacité de la sélection génomique chez le palmier à huile (Elaeis guineensis Jacq.)* (thèse de doctorat), Montpellier, Montpellier SupAgro, 2014, 204 p.
6. Doumbia F. *Étude des Forêts de Basse Casamance au sud de Ziguinchor*. Ann. Fac. Sc. Dakar 1966; 19: 61-100.
7. DUPIN, H ; CUQ, J ; MALEWIAK, M-I ; LEYNAUD-ROUAUD, C ; BERTHIER A-M *Alimentation et nutrition humaines* éd ESF 1992 1533p ISBN 2-7101-0892-5
8. Elsevier, « [Le point sur l'huile de palme](#) », sur *Elsevier Connect* (consulté le 21 janvier 2023)
9. Fedeli E, Lanzani A, Capella P, Jacini G. *Triterpene alcohols and sterols of vegetable oils*. J Am Oil Chem Soc 1966; 43: 254–6.
10. F.I. Obahiagbon, « A Review: Aspects of the African Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) », *American Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 2012, p. 1–14.
11. Frédéric Angleviel, *Chants pour l'au-delà des mers*, [L'Harmattan](#), 2008, p. 178
12. Fairhead J, Leach M. False forest history, complicit social analysis: rethinking some west African environmental narratives. *World Development*. 1995; 23: 1023-1035.
13. F.A.O., *Oils and Fats*, octobre 1952.
14. GRAILLE, J *Lipides et corps gras alimentaires*. Éd Lavoisier Paris : Tec et Doc 2003.469p ISBN 2-7430-0594-7
15. Hartley CWS. *The oil palm Elaeis guineensis jacq.* Tropical Agriculture 1977; serie 2. 1. P. 806.
16. [Institut de Recherche pour le Développement - De l'huile de palme rouge pour lutter contre les carences en vitamine A](#)
17. Jacquemard JC. *Le palmier à huile*. Coll. le Technicien d'agriculture tropicale. Ed Maisonneuve et Larose 1995; 207p.

Références Bibliographiques

18. JACQUEMARD, J-C *Le palmier à huile* éd Quae 2012 240p ISBN-13: 978-2759216789
19. Jean Marchal, *Le mécanisme des prix*, Paris, librairie de Médecis, 1946.
20. Jean-Charles Jacquemard (préf. Philippe Lhoste), *Le palmier à huile*, Versailles, éditions Quæ, coll. « Agricultures tropicales en poche », 2012, 240 p.
21. Jean-Marie Pelt, « Michel Adanson, le baobab et les coquillages », dans *La Cannelle et le panda : les grands naturalistes explorateurs autour du Monde*, Fayard, 1999
22. J.G.Rohwer, *Guide des plantes tropicales : à l'état sauvage ou acclimatées*, Paris, Delachaux et Niestlé, 2012, 286 p.
23. Kenneth F. Kiple, *A Movable Feast : Ten Millennia of Food Globalization*, [Cambridge University Press](http://www.cambridge.org/9780521875883), 2007
24. Leslie C.-L. Ooi, Eng-Ti L. Low, Meilina O. Abdullah et Rajanaidu Nookiah, « *Non-tenera Contamination and the Economic Impact of SHELL Genetic Testing in the Malaysian Independent Oil Palm Industry* », *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, juin 21 2016
25. Lecerf JM. *L'huile de palme : aspects nutritionnels et métaboliques*. Rôle sur le risque cardiovasculaire. OCL 2013; 20(3): 147-159.
26. LECERF, J-M *Les huiles végétales : particularités et utilités Médecine des maladies métaboliques* juin 2011 vol5 n°3 Elsevier Masson
27. Letouzey R. *Notes phytogéographiques sur les Palmiers du Cameroun*. *Adansonia*, 1978; 18: 293-325.
28. LE Testu G. *Note sur la végétation dans le bassin de la Nyanga et de la Ngounyé au Gabon*. *Mém. Soc. Linnéenne de Normandie, Botanique*. 1938; 4 83-108.
29. Mancini A, Imperlini E, Nigro E, Montagnese C, Daniele A, Orrù S, Buono P. *Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on Health*. *Molecules*. 2015; 20(9):17339-61.
30. Mondé AA, Michel F, Carbonneau MA, Tiahou G, Vernet MH, Eymard- Duvernay S, Badiou S, Adon B, Konan E, Sess D, Cristol JP. *Comparative study of fatty acid composition, vitamin E and carotenoid contents of palm oils from four varieties of oil palm from Côte d'Ivoire*. *J Sci Food Agric*. 2009; 89: 2535 – 2540
31. MORIN, O *Huiles végétales et margarines : évolution de la qualité* Cah. Nutr. Diét., 42, 5, 2007

Références Bibliographiques

32. Morin O, Pages-Xatart-Pares X. *Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel*. OCL 2012; 19(2): 63-75.
33. Mba OI, Dumont MJ, Ngadi M. *Palm Oil: Processing, characterization and utilization in the food industry*. A review. Food Biosci. 2015; 10: 26–41.
34. Pierre Joseph André Roubaud, *Histoire générale de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique*, Des Ventes de la Doué, 1772, p. 584
35. RUYSSACHAERT, D Thèse 2013 *Le rôle des organisations de conservation dans la construction et la mise en œuvre de l'agenda international de conservation d'espèces emblématiques : le cas des orangs-outans de Sumatra*.
36. Rapport de WWF Huile de palme, de la déforestation à la nécessaire durabilité 2011
37. Rapport The Rainforest Fondation UK Planter pour détruire L'expansion de la culture intensive du palmier à huile dans le bassin du Congo et ses impacts potentiels sur les forêts et les populations Octobre 2013
38. Raymond Vacquier, *Au temps des factoreries, 1900-1950*, Karthala Éditions, 1986, p. 94
39. Rees AR. Evidence of the African origin of the oil palm. Principles 1965; 9: 30- 36
40. Roy J. *Situation du Palmier à huile en Guinée*. Bull. Agronomique. 1957; 14: 120-125.
41. Rajinder Singh, Eng-Ti Leslie Low, Leslie Cheng-Li Ooi et Meilina Ong-Abdullah, « *The oil palm SHELL gene controls oil yield and encodes a homologue of SEEDSTICK* », *Nature*, vol. 500, no 7462,344–340 p. juillet 2013, 24
42. S.O. Aghalino, « BRITISH COLONIAL POLICIES AND THE OIL PALM INDUSTRY IN THE NIGER DELTA REGION OF NIGERIA, 1900-1960 », *African Study Monographs*, vol. 21, n° 1, janvier 2000, p. 19-33
43. SAILLARD, M *Margarines et matières grasses tartinables* Cah. Nutr. Diét., 45, 9, 2010
44. Schnell R. *Note sur le Palmier à huile, sa répartition et sa dissémination dans la région forestière*. Notes Africaines IFAN Dakar. 1946; 31: 30-31.
45. Swaine MD, Hall JB. *Forest structure and dynamics*. In Lawson, G.W. ed. *Plant Ecology in West Africa*. 1986; 47-93.
46. Sambanthamurthi R, Sundram K, Tan Y. *Chemistry and biochemistry of palm oil*. Prog Lipid Res. 2000; 39(6):507-58.

Références Bibliographiques

47. Tan B, Grady CM, Gawienowski AM. *Hydrocarbon carotenoid profiles of palm oil processed fractions*. JAOCS 1986; 63:1175-1179.
48. Thomas Fowell Buxton, *De la Traite des esclaves en Afrique et des moyens d'y remédier*, A. Bertrand, 1840, p. 366-367.
49. Tan KK, Oh FCH. *Malaysian Palm Oil – Chemical and Physical Characteristics*. PORIM Technol. Palm Oil Research Institute of Malaysia No.3 1981.5p
50. T Durand-Gasselin & al. (2000) *Diffusion variétale du palmier à huile (Elaeis guineensis Jacq.)* - Revue *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, Volume 7, Numéro 2, Mars ; Avril 2000
51. T Durand-Gasselin & al. (2010) *Sélection du palmier à huile pour une huile de palme durable et responsabilité sociale* - Revue *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, Volume 17, Numéro=6, doi=10.1051/ocl.2010.0343
52. USDA. *Foreign Agricultural Service*, Office of Global Analysis. February 2017; 36p
53. Walker AA. *Distribution du palmier à huile au Gabon*. Rev. Int. Bota. Appli. Agri. Trop. 1953; 369/370: 355-360.
54. Yap SC, Choo YM, Ooi CK. *Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species*. *Elaeis* 1997; 3:369-378.
55. Zeven AC. *The semi-wild oil palm and its industry in Africa*. *Agricult. Research Rep.*, 1967; 689: 178 p.

WEB-graphie

W1:

https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=huile_de_palme_nu consulté le 13 mai 2024