

LISTE DES ABREVIATIONS

ANSM : Agence Nationale de Sécurité des Médicaments

Cd : cadmium

CE : Commission Européenne

CI₅₀ : concentration inhibitrice 50

Cu : cuivre

FMPO : Faculté de médecine, de pharmacie et d'odontologie.

HUM : Taux d'humidité

IM: Indice de Mousse

INS: Iodine number saponification value

IS: Indice de Saponification

ISO: International Organization for Standardization

KOH : Hydroxyde de potassium

NaOH : Hydroxyde de sodium

Pb : plomb

Ph : Poids de l'échantillon humide

Ps : Poids de l'échantillon sec

UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar

Zn : zinc

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I- Teneur en éléments minéraux, oligo- éléments et vitamines des feuilles	10
Tableau II- Ingrédients facultatifs	17
Tableau III- Valeurs recommandées pour la qualité des savons (Source : Soapcalc)	20
Tableau IV- Classification et propriétés des huiles	23
Tableau V- Rendement de l'extraction au Soxhlet	34
Tableau VI- Rendement de l'extraction par pressage à chaud	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1- Port de <i>Moringa oleifera</i>	6
Figure 2- Feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	7
Figure 3- Fleur de <i>Moringa oleifera</i>	7
Figure 4- Gousses de <i>Moringa oleifera</i>	8
Figure 5- Graines de <i>M. oleifera</i>	9
Figure 6- Moringine	11
Figure 7- Vanilline	11
Figure 8- Pteryospermine	11
Figure 9- Prétraitement.....	15
Figure 10- Savon noir du Ghana	21
Figure 11- Savon noir du Maroc	21
Figure 12- Savon glycéринé formulé lors des TP formulation cosmétique	22
Figure 13- Montage en série de deux (2) Soxhlet.....	29
Figure 14- Presse à chaud électrique de type GEENEES	31
Figure 15- Décantation de l'huile obtenue par pressage à chaud	31
Figure 16- Procédés d'extraction de l'huile	32
Figure 17- Huile de <i>M. oleifera</i> obtenue par extraction au Soxhlet.....	35
Figure 18- Huile de <i>M. oleifera</i> obtenue par pressage à chaud.....	36
Figure 19- Savon avant et après démoulage.....	36
Figure 20- Mousse du savon	36
Figure 21- Indice de mousse	37

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES	3
I. <i>Moringa oleifera</i> Lamarck	4
I.1. Taxonomie et dénominations	4
I.2. Présentation botanique	5
I.2.1. Port	5
I.2.2. Feuilles	6
I.2.3. Fleur	7
I.2.4. Fruit	8
I.2.5. Graines	8
I.3. Répartition géographique	9
I.4. Composition chimique	9
I.5. Activités biologiques	12
I.6. Utilisations	13
I.6.1. Alimentation	13
I.6.2. Médecine traditionnelle	14
I.6.3. Autres utilisations	14
II. Procédés d'obtention de l'huile de graine de <i>Moringa oleifera</i>	15
II.1. Prétraitement	15
II.2. Extraction	15
II.2.2. Soxhlet	15
II.2.3. Extraction par pressage	16
III. Savons	16
III.1 Eléments constitutifs	17
III.2. Huiles végétales	17
III.2.1. Alcools	18
III.2.2. Acides gras	18
III.3. Caractéristiques du savon	18
III.4. Quelques types de savons	20
III.4.1. Savon noir africain	20
III.4.2. Savon de Marseille	21
III.4.3. Savon glycéринé transparent	21
III.4.4. Savon surgras	22
III.5. Méthode de fabrication	22

III.5.1. Phase grasse.....	22
III.5.2. Phase aqueuse.....	23
III.5.3.Procédés.....	24
III.5.3.1. Saponification à froid	24
III.5.3.2. Saponification à chaud	24
III.5.3.3. Fabrication à partir de base de savon.....	25
III.5.3.4. Processus de refonte ou « rebatch »	25
III.5.3.5. Fabrication industrielle	25
III.6. Caractérisation du savon	26
III.6.1. Détermination du pH.....	26
III.6.2. Détermination du taux d'humidité.....	26
III.6.3. Indice de mousse	26
DEUXIEME PARTIE : ETUDES EXPERIMENTALES	27
I. MATERIEL ET METHODES	28
I.1. Matériel et réactifs	28
I.1.1. Matériel végétal.....	28
I.1.2. Appareillage et réactifs.....	28
I.2. Méthodes.....	29
I.2.1. Extraction de l'huile des graines de <i>M. oleifera</i>	29
I.2.1.1. Extraction au Soxhlet	29
I.2.1.2. Extraction par pressage à chaud	30
I.3. Formulation de savon à base d'huile de <i>Moringa oleifera</i>	32
I.4. Caractérisation du savon.....	33
I.4.1. Détermination pH	33
I.4.2. Détermination taux d'humidité	33
I.4.3. Indice de mousse	33
II. RESULTATS	34
II.1. Rendements d'extraction	34
II.1.1.Extraction au Soxhlet.....	34
II.1.2. Extraction par pressage à chaud.....	35
II.2. Savon	36
III. Discussion.....	38
CONCLUSION & PERSPECTIVES	39
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	39

INTRODUCTION

Pour la beauté, les nouvelles technologies issues de la recherche fondamentale font évoluer la gamme des prestations proposées à une clientèle toujours plus soucieuse de son bien-être mais aussi plus exigeante sur la qualité et la sécurité des produits cosmétiques proposés. La cosmétologie se définit comme étant l'étude de tout ce qui se rapporte aux cosmétiques et à leurs applications [1]. Selon le chapitre 1. Art 2 du règlement européen (CE) n°1223/2009, on entend par produit cosmétique « toute substance ou tout mélange destiné à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (épiderme, système pileux et capillaire, ongles, lèvres, et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles ». Il faut noter que la cosmétique sur prescription appartient au domaine de la dermatologie. Auparavant il n'y avait pas de distinction entre toutes ces professions car l'origine des cosmétiques et des parfums, appartenaient à la Médecine. Au fur et à mesure de l'Histoire il y a eu une séparation bien que la cosmétique en France par exemple est régie par l'ANSM.

Cette notion est relativement récente, en revanche les cosmétiques et beaucoup de matières premières qui entrent dans leur composition sont connus et utilisés depuis l'Antiquité. Le beurre de karité par exemple est un produit multi usage utilisé il y a fort longtemps par nos grandes mères. Et ses vertus ne sont plus à démontrer aujourd'hui.

Moringa oleifera est un arbre tropical largement cultivé pour ces nombreuses applications nutritionnelles et thérapeutiques. Après les feuilles, ce sont surtout ses graines qui retiennent l'attention [2]. La graine produit une huile végétale similaire à l'huile d'olive par sa composition chimique et riche en

tocophérols et acide oléique [3]. Son taux élevé d'acide oléique lui confère des effets bénéfiques pour la santé en réduisant le cholestérol et les maladies cardiaques [4]. Elle entre dans la fabrication des savons par exemple en cosmétologie mais aussi dans le domaine alimentaire. Elle est également intéressante dans l'industrie des parfums pour stabiliser les senteurs [5]. Cependant, malgré les investigations menées sur *Moringa oleifera*, l'extraction de l'huile des graines n'est pas encore très développée et les propriétés de cette huile méconnues. Aussi nous sommes nous intéressés à cette huile pour notre étude.

Les objectifs de cette étude sont d'extraire au Soxhlet et presse à chaud l'huile des graines de *Moringa oleifera*, de formuler un savon à base de cette huile et d'en évaluer la qualité.

Ce travail sera divisé en deux parties :

- Une synthèse bibliographique consacrée d'une part à des rappels portant sur *Moringa oleifera*, et d'autre part sur les huiles végétales.
- Une partie expérimentale relative à l'extraction de l'huile de graines de *Moringa oleifera*, à la formulation et à la caractérisation de savon à base de l'huile des graines de cette plante.

PREMIERE PARTIE : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

I. *Moringa oleifera* Lamarck

I.1. Taxonomie et dénominations

Nom Latin: *Moringa oleifera* Lam.

Synonymes: *Moringa pterygosperma* Gaem (I)

Moringa aptera [8]

➤ Classification systématique

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Super-division : *Spermatophyta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Dilleniidae*

Ordre : *Capparales*

Famille : *Moringaceae*

Genre : *Moringa*

Espèce : *Moringa oleifera* (Lamarck)

➤ Noms communs :

En français : Arbre de raifort, Arbre à baguette, Arbre d'huile de Ben, Arbre miracle, Arbre clarificateur, Arbre de Kelor, Meilleure amie de la mère

En anglais: West Indian tree

Drumstick tree

Never die tree

En arabe: Rawag Shagara Al Ruwag [6]

➤ **Noms vernaculaires :**

Wolof : Nebeday

Mooré : Arzan tiga

Dioula : ArdjinaYiri

Bambara : Nevrede

Malinké : Séguiné

Peul (fulfudé Burkina Faso): Gilgandja

Eve (Togo) : Yovovigbé

Dagari (Ghana) : Zangala

I.2. Présentation botanique

I.2.1. Port

C'est un arbre tropical vivace de petite ou moyenne taille allant jusqu'à 12m de haut à maturité avec des branches retombantes (figure 1). Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol comme illustré dans la figure 2 [7]. Sa tige est fragile mais il a tendance à avoir des racines profondes. Le *moringa* est couramment cultivé dans certains pays africains comme barrière vivante [8].



Figure 1- Port de *Moringa oleifera* (jardin botanique FMPOS/ UCAD)

I.2.2. Feuilles

Les feuilles coriaces sont de couleur vert foncé sur la face supérieure et vert pâle presque mauve sur la face inférieure. Elles sont composées, tripennées à la base et bipennées au sommet; comptent jusqu'à neuf folioles pétiolées (figure 2). On distingue une grande variété de taille entre 0,7-5,3 cm de long et 0,3 à 3,6 cm de large. Les feuilles opposées présentent une marge entière au sommet arrondi ou émarginé. Les formes des folioles vont d'elliptiques à ovales [8]. Les feuilles se développent principalement dans la partie terminale des branches [7].



Figure 2- Feuilles de *Moringa oleifera*
(www.lessecretsdesplantes.wordpress.com)

I.2.3. Fleur

Les fleurs mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable. Elles sont blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base (figure 4). Les sépales, au nombre de cinq, sont symétriques et lancéolés. Les cinq pétales sont minces et spatulés, symétriques à l'exception du pétale inférieur, et entourent cinq étamines [5].

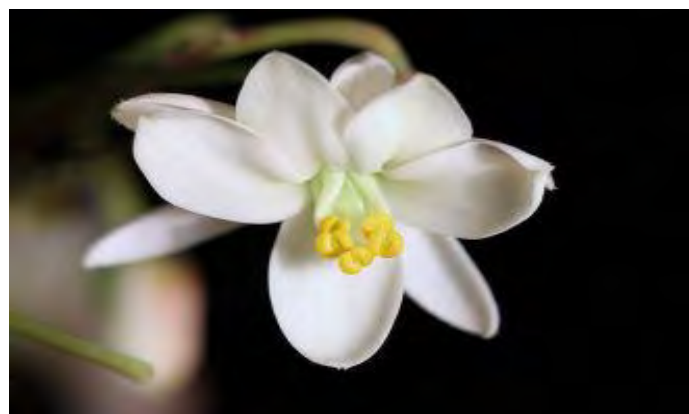


Figure 3- Fleur de *Moringa oleifera*
(www.lessecretsdesplantes.wordpress.com)

I.2.4. Fruit

Les fruits ou gousses, illustrés par la figure 4, sont pendantes, verts quand ils sont jeunes et bruns à maturité. De forme triangulaire, les fruits sont effilés aux deux extrémités et mesurent 30 à 120 cm de long sur 1,8 cm de large. Lorsqu'il est sec, le fruit se fractionne sur la longueur en 3 parties pour laisser découvrir les graines [8].



Figure 4- Gousses de *Moringa oleifera* (jardin botanique FMPOS/ UCAD)

I.2.5. Graines

Chaque gousse contient entre 12 et 35 graines. Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle. Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine [5]. Les figures 5A et B représentent les graines de la plante.



A/ graines entières non décortiquées

B/ graines nues

Figure 5- Graines de *M. oleifera*

I.3. Répartition géographique

Moringa oleifera semble être originaire des régions du sous Himalaya au Nord de l'Inde. Cependant, elle pousse dans de nombreuses régions des savanes tropicales et s'est diffusé probablement grâce à une culture intensive à des fins diverses. Dans la sous-région Ouest Africaine, il semble être plus important dans les régions relativement plus arides. Il peut être cultivé comme une plante annuelle ou à effet de serre dans les zones tempérées. Dans les climats tropicaux et subtropicaux, elle fructifie librement et de manière continue [8].

I.4. Composition chimique

Le *moringa* est une plante aux multiples vertus dont les feuilles sont riches en stérols et triterpènes (terpénoïdes), caroténoïdes, acides aminés essentiels, flavonoïdes, tanins, sucres et fibres. Les résultats de recherche ont révélé dans les feuilles la présence de nutriments tels que le calcium, magnésium, cuivre, zinc, fer, potassium, vitamines A-B1-B2-C. Les proportions de ces derniers sont mentionnées dans le tableau I [9].

Tableau I- Teneur en éléments minéraux, oligo- éléments et vitamines des feuilles [9]

Eléments minéraux	g/kg matière sèche
Potassium total	28 ± 1,18
Calcium total	15,08 ± 0,94
Magnésium total	6,88 ± 0,56
Cuivre total	8,13 ± 0,58
Fer total	677,77 ± 48,04
Zinc total	26,59 ± 0,90
Vitamine A (β-carotène)	39
Vitamine C	210
Vitamine B1	3,10
Vitamine B2	10,2

Les fleurs se sont révélées riches en potassium, calcium, kaempférol et de la quercétine [2, 5]. L'écorce de l'arbre contient majoritairement un alcaloïde (moringinine) et la tige de la vanilline [2]. La racine quant à elle renferme de l'athomine et de la pteryospermine qui sont des antibiotiques [10].

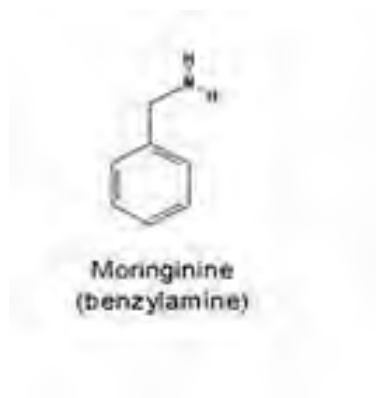


Figure 6- Moringine (*Majambu Mbikay 2012*)

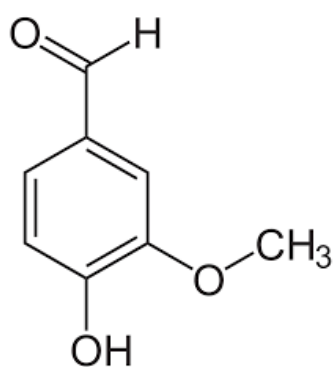


Figure 7- Vanilline (Wikipédia)

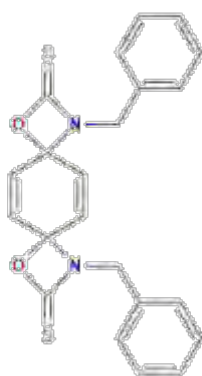


Figure 8- Pteryospermine (pubchem)

Ces graines renferment des terpénoïdes et tanins [11]. Riches en lipides (30 à 42 %), elles sont également source de protéines, glucides, Cd, Cu, Pb et Zn [12]. Plusieurs composés bioactifs ont été isolés à partir de la graine comme les glucosinolates et les isothiocyanates, hémagglutinines [5]. La composition en acide gras de l'huile de *Moringa* est similaire à celle de l'huile d'olive. Dans sa composition on remarque la présence d'acides gras saturés : acide palmitique (6,4 % des acides gras totaux), acide stéarique (4,2 %) mais aussi d'acides gras essentiels tels que les acides oléique (77,3 %), linoléique (10,8 %) et linolénique (1,3 %) [13]. L'huile de graines contenait également des taux élevés de tocophérols (thea-tocophérol 51%). Le marqueur de stérol-sitostérol représentait 47,24% de la teneur totale en stérols [3].

I.5. Activités biologiques

Plusieurs études ont été menées afin de montrer les différentes propriétés thérapeutiques que possède l'arbre.

➤ Activité anti-hypertension

Une réduction significative ($p < 0,05$) des niveaux de pression artérielle systolique et diastolique a été remarquée chez des rats hypertendus nourris aux des feuilles et de graines de *Moringa oleifera*. Cependant, les feuilles ont montré des effets antihypertenseurs plus élevés que les graines [14].

➤ Activité antidiabétique

Plusieurs études ont démontré le potentiel du *M. oleifera* dans le traitement du diabète. L'ingestion d'extraits de feuilles de *M. oleifera* par des rats albinos atteints de diabète avait permis de réduire leur niveau de sucre dans le sang de plus de 2,5 fois. Par ailleurs, leur taux de malondialdéhyde a diminué tandis que celui de glutathion a augmenté [15]. On note aussi une chute significative de la glycémie 2h après l'ingestion d'une infusion aux feuilles de *M. oleifera* [16].

➤ Activité antibactérienne

Le jus de feuilles et d'écorce de tige ont inhibé la croissance de *Staphylococcus aureus* [8]. Une activité antibactérienne a été enregistrée contre 30 souches à dominance *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, Streptocoque du groupe D, *Pseudomonas spp*, *Vibrio spp*. sous l'action d'un extrait aqueux de graines [11].

➤ **Activité antioxydante**

Il ressort que l'extrait éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera* possède une activité antioxydante significative qui est dose-dépendante avec une concentration inhibitrice 50 (CI₅₀) de $87,86 \pm 1,80 \mu\text{g/ml}$. Cette activité a été évaluée par la méthode de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH). Ces propriétés antioxydantes pourraient contribuer à la prévention de certaines maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires entre autres [19]. Les écorces de tronc manifestent une propriété antioxydante avec une CI₅₀ de 0,11 mg/ml [20].

➤ **Autres activités**

Les extraits ont également été testés contre des souches de champignons notamment *Candida albicans* [9]. Une étude a montré que l'extrait de feuilles de *M. oleifera* peut être utilisé comme inhibiteur de l'enzyme tyrosinase, donc n'entraîne pas d'hyperpigmentation [21].

I.6. Utilisations

I.6.1. Alimentation

Au Sénégal, les feuilles sont utilisées sous forme de sauce appelée Mboum, accompagnant le couscous à base de céréales composé de mil. Au Burkina, elles accompagnent le riz ou le tô (pâte à base de farine de céréales). Les jeunes gousses vertes sont très goûteuses et peuvent être consommées bouillies comme des haricots [17]. Les fleurs sont utilisées comme légume ou en infusion. Au Soudan, les fleurs sont écrasées en une pâte que l'on fait frire. Les graines frites sont consommées au Nigeria, et auraient le même goût que les cacahuètes [2].

Toutefois consommés en grande quantité, les fruits peuvent entraîner des effets toxiques [10]. L'huile extraite de ces graines est une très bonne huile alimentaire et appréciée comme huile d'assaisonnement dans les salades, dans beaucoup de pays [5].

I.6.2. Médecine traditionnelle

Au Sénégal, la racine réduite en poudre est utilisée dans le traitement des états fébriles, des céphalées et des névralgies par prise nasale. En cataplasme, elle est indiquée dans les rhumatismes et les douleurs articulaires [22, 23]. Les crises épileptiques, l'hystérie et les douleurs abdominales sont traitées par une décoction aqueuse sucrée de racines, d'écorces, de feuilles et de fleurs. Au Bénin, le suc des feuilles instillé dans les yeux soulage les céphalées et les convulsions et l'ingestion du marc aqueux des tiges feuillées calme les ophtalmies [24]. Une gomme blanche retirée du tronc est mélangée à l'eau et utilisée contre la dysenterie à Madagascar, elle est très réputée antipaludique, diurétique et comme remède à l'asthme [22]. Pour soigner les abcès, un cataplasme de feuilles fraîches est placé sur l'abcès afin de hâter sa maturation. En cas de carie dentaire la pâte de feuilles de *M. oleifera* bien mâchée soulage la douleur. Un décocté de fleurs est utilisé dans le traitement du rhume [25]. En Inde, l'huile de graines est appliquée extérieurement pour soulager la douleur et le gonflement en cas de goutte ou rhumatisme et les maladies de la peau [5].

I.6.3. Autres utilisations

Le tourteau de graines s'utilise principalement comme engrais [2]. Ses graines bien que comestibles, sont aussi connues pour leur utilisation dans la purification des eaux. Dans plusieurs pays africains, la racine et les graines pilées sont utilisées pour purifier l'eau de consommation [22]. De plus, extraire l'huile améliore l'efficacité du flocculant car lorsque la poudre de graine est utilisée les matières grasses qu'elle contient provoquent sa flottaison et le bouchage des

filtres [18]. L'huile s'est avérée particulièrement efficace dans la fabrication de savons produisant une mousse stable avec l'efficacité de lavage élevée. Grâce à sa capacité à absorber et à retenir les substances volatiles, elle est également intéressante dans l'industrie des parfums pour stabiliser les senteurs [5].

II. Procédés d'obtention de l'huile de graine de *Moringa oleifera*

Les procédés d'obtention des huiles diffèrent selon les matières premières qui peuvent être soit des graines oléagineuses (arachides, sésame) ou bien des fruits oléagineux (olives). Le traitement d'obtention de l'huile des graines oléagineuses sont désignés sous le nom de trituration.

II.1. Prétraitement

Une graine bien préparée se travaille mieux et avec de meilleurs rendements. Cette étape est destinée à faciliter l'extraction de l'huile des graines.

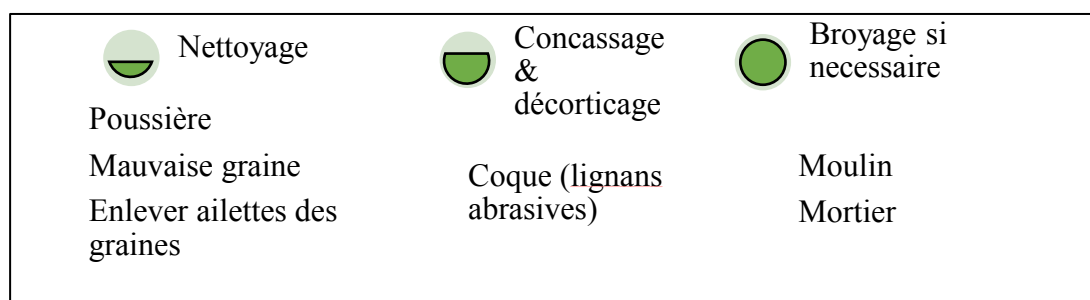


Figure 9- Prétraitement

II.2. Extraction

II.2.2. Soxhlet

Elle s'effectue à l'aide d'un soxhlet. Le Soxhlet se compose d'une allonge verticale dans laquelle on dépose généralement une cartouche remplie de la matière à épuiser. Cette allonge est reliée à un réfrigérant à reflux et d'autre part, à un ballon contenant le solvant. Le chauffage peut se faire soit dans un bain - marie ou sur un chauffe ballon. Lorsque le solvant est à ébullition, les vapeurs s'élèvent par une conduite latérale, se condensent au niveau du réfrigérant et

retombent enfin dans l'allonge. A intervalles réguliers, un siphonage s'amorce et ramène au niveau du ballon le solvant chargé de matières grasses. L'opération est ainsi répétée jusqu'à épuisement quasi totale de la matière oléagineuse et on obtient ainsi une solution d'huile dans le solvant. Une fois l'extraction terminée, l'huile est séparée du solvant. Ce dernier est évaporé sous vide et la matière grasse est enfin récupérée.

Un prétraitement par ultrason peut être utilisé. Il intensifie le transfert de masse facilite l'accès du solvant à l'intérieur des cellules végétales. [5]

II.2.3. Extraction par pressage

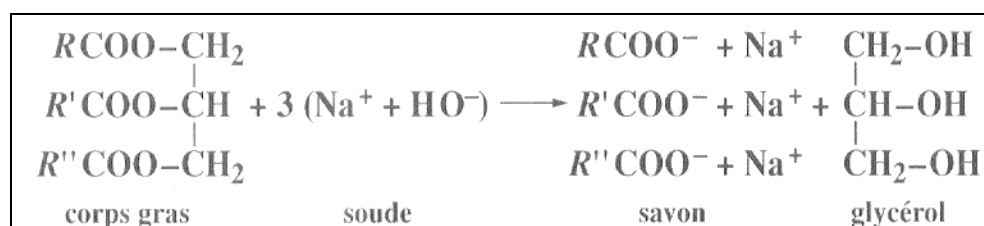
Cette méthode d'extraction est utilisée surtout pour les produits qui contiennent plus de 10 % de matière grasse, car 7 à 8 % d'huile restent dans les tourteaux. Cette technique permet de séparer, d'une part, l'huile et d'autre part, un résidu solide ou tourteau de pression [5].

III. Savons

Les savons sont les produits d'hygiène corporel les plus répandus et existent depuis longtemps. Les savons présentent deux actions lors de leurs utilisations sur les salissures :

- une action détergente : elle est due aux ions carboxylate (RCOO^-). Elle entraîne le décrochage de la salissure, à laquelle la partie lipophile se lie ;
- une action émulsifiante : due à la solubilisation de la salissure en formant une micelle et entraînement dans l'eau de rinçage [27].

La réaction générale de saponification est la suivante [28]:



III.1 Eléments constitutifs

Il y a 3 ingrédients clés qui entrent dans la fabrication du savon : le corps gras : (huile de noix de coco, huile de grain de café, huile de *Moringa*, graisse animale, huile de palme, beurre de karité, cire d'abeilles etc...), une base forte (hydroxyde de sodium ou hydroxyde de potassium) et l'eau. De nombreux autres éléments facultatifs, recensés dans le tableau II, peuvent être ajoutés à ces trois ingrédients principaux pour modifier la couleur, le parfum, la texture et la mousse.

Tableau II- Ingrédients facultatifs [28, 34]

Couleurs	Parfum	Texture (agents exfoliants)	Agents hydratants
Jaune - curcuma	Menthe poivrée	Flocons d'avoine	Aloès vera
Vert - persil	Menthe verte	Pétales de fleurs	Miel
Marron -cannelle,	Lavande	Marc de café	Sirop agave
poudre de cacao,	Vanille	Feuilles de thé	Poudre de lait
clous de girofle	Huiles	Perles de tapioca	
Orange - paprika	essentielles	Graines de pavot	
Argile (peut aussi être ajoutée pour la couleur)		Pierre ponce	
		Semoule de maïs	

Le sucre est un autre ingrédient optionnel qui permet d'augmenter la quantité de mousse que le savon va produire. Le sucre peut être ajouté soit à l'eau avant d'y verser la base, ou au mélange lorsqu'il atteint la trace. Du sel peut être ajouté au savon en le mélangeant à la base pour en augmenter la dureté [40, 41]

III.2. Huiles végétales

Les huiles végétales encore appelées corps gras, sont des composés insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques non polaires (éther de

pétrole, hexane, benzène). Les huiles végétales sont des esters, c'est-à-dire des produits de condensation d'alcools et d'acides organiques à chaîne carbonée plus ou moins longue appelés acides gras [30].



III.2.1. Alcools

Selon la nature de l'alcool on distinguera:

- les glycérides dans lesquels l'alcool est le glycérol. Ce sont les plus fréquents avec majoritairement les triglycérides où les trois fonctions alcools du glycérol sont estérifiées.
- les cériques ou cires où l'alcool aliphatique a un poids moléculaire élevé,
- les stérides où l'alcool est un stérol.

III.2.2. Acides gras

Les acides gras constituant les corps végétaux sont souvent à chaîne linéaire et à nombre d'atomes de carbone pair. On distingue deux grands groupes d'huiles : les huiles (à acides gras) saturées et les huiles insaturées.

Les acides gras saturés les plus répandus chez les végétaux sont les acides palmitique, stéarique et arachidique. Parmi les acides gras insaturés les plus courants sont : l'acide oléique (mono-insaturé), l'acide linoléique (bi-insaturé) et les acides α -linoléique et γ -linoléique (tri-insaturés).

III.3. Caractéristiques du savon

Lors de la formulation, les ingrédients sont ajustés afin de contrôler la qualité des savons produits. Un savon a sept caractéristiques :

- **Dureté** : différentes graisses produisent des savons de différentes duretés.
- **Indice d'iode** : c'est un autre indicateur de la dureté d'un morceau de savon. Plus l'indice d'iode est élevé, plus le savon sera dur.

- **INS** : L'indice d'iode et de saponification, ou INS, décrit les qualités physiques du savon. L'INS s'obtient en ôtant l'indice d'iode de l'indice de saponification. Plus l'INS est élevé, plus le savon sera dur.
- **Pouvoir nettoyant** : cette valeur décrit l'efficacité du savon dans la capture des huiles, et donc sa capacité à nettoyer. Cependant, un savon ayant un pouvoir nettoyant trop élevé est asséchant car il risque de capturer à la fois les graisses de la surface sale et plus profondément, les graisses protectrices de la peau.
- **Douceur** : elle détermine le pouvoir hydratant du savon. Les émoullients ou hydratants restent sur la peau et l'aide à conserver l'humidité. Ils apaisent la peau et la rendent douce.
- **Pouvoir moussant** : cette valeur décrit la quantité de mousse ou de bulles que le savon va produire. Des valeurs élevées produisent une mousse à grosse bulles, tandis que des valeurs basses donnent une mousse crémeuse avec moins de bulles.
- **Crémeux** : cette caractéristique est presque l'inverse du pouvoir moussant. Plus le savon est crémeux, plus les bulles de la mousse seront fines. Moins il est crémeux, plus le savon va former une mousse à grosses bulles. Des valeurs élevées produisent une mousse à grosse bulles, tandis que des valeurs basses donnent une mousse crémeuse avec moins de bulles [29]. Le tableau III recense les valeurs recommandées des différentes caractéristiques d'un savon.

Tableau III- Valeurs recommandées pour la qualité des savons (Source : Soapcalc)

Qualité	Gamme de valeur
Dureté	29-54
Pouvoir nettoyant	12-22
Douceur	44-69
Mousseux	14-46
Crémeux	16-48
Indice d'iode	> 70 savon mou < 70 savon dur
INS	136-170 Valeur idéale : 160

III.4. Quelques types de savons

III.4.1. Savon noir africain

Le savon noir est à l'origine une création du peuple Yoruba. Fabriqué traditionnellement, il est composé essentiellement de cendres de cosse de noix, de pelures de banane, de feuilles de palmier dissoutes dans de l'eau avec un mélange d'huiles de karité, de palme, et du beurre de cacao. Il purifie, cicatrise, nettoie et soigne plusieurs problèmes dermatologiques sur tout type de peau.

Le savon noir du Maroc dit Saboun el-Beldi (Maroc) est fait à base d'huile d'olive et d'olives noires broyées puis baignées dans le sel et la potasse, et est recommandé pour le gommage du corps. Sa couleur varie du vert au noir en passant par le marron en fonction de la dose d'huile [31].



Figure 10- Savon noir du Ghana



Figure 11- Savon noir du Maroc

III.4.2. Savon de Marseille

Le savon de Marseille traditionnel est largement utilisé pour ses propriétés hypoallergénique et biodégradable. Il ne contient ni colorant, ni adjuvant de synthèse et ni conservateur. Il est souvent fabriqué à partir d'huile d'olive et de soude. Le savon de Marseille est préparé avec des huiles végétales et de la soude. Il comporte au moins l'équivalent de 72 % d'acides gras [32].

III.4.3. Savon glycéринé transparent

Le savon à la glycérine est un savon transparent et incolore. Il est composé d'une grande proportion de glycérol non éliminé lors de la saponification. Le glycérol est à l'origine de la transparence du savon, empêchant la cristallisation des stéarates. Il évite l'opacification des savons classiques [33].



Figure 12- Savon glycériné formulé lors des TP formulation cosmétique (Master Phytothérapie et Cosmétologie, FMPO/UCAD)

III.4.4. Savon surgras

Le surgraissage permet d'obtenir un savon moins agressif pour la peau. En effet à la surface de la peau il y a un film hydrolipidique composé d'eau et de sébum. Il protège la peau des agressions extérieures en faisant barrière, il joue aussi un rôle d'anti-déshydratant, puisque l'eau est retenue dans les cellules grâce au film de gras [32].

III.5. Méthode de fabrication

III.5.1. Phase grasse

Tout corps gras (huile, beurre végétal) qui peut être saponifié a son propre indice de saponification. L'indice de saponification donné par défaut pour une huile est son indice de saponification par KOH. Il peut être ramené à l'indice de saponification par NaOH en le multipliant par le coefficient lye factor de 1,40275 [34].

$$\boxed{\text{IS NaOH} = \text{IS KOH} \times 1,40275}$$

- **Choix des corps gras** : la formulation est un art car d'une recette à l'autre les caractéristiques du savon peuvent changer (dur, moussant, détergents,

surgras...). Le savon final obtenu dépendra des corps gras utilisés. Leur composition en acide gras (acide laurique, palmitique, oléique, stéarique...) sera déterminante dans le choix des proportions des huiles et beurres.

Tableau IV- Classification et propriétés des huiles

Acides gras	Propriétés	Proportions idéales	Exemples d'huiles
Acide laurique	Moussante Détergente	20-30%	coco
Acide palmitique	Dureté Onctuosité, mousse plus crémeuse	20-30%	Palme, palmiste Beurre de cacao
Acide oléique (oméga 9)	Douceur et émollient	30-40%	Olive, amande douce, argan, abricot, macadamia
Omega 6			Sésame, tournesol, chanvre

N.B : La quantité totale d'huiles et de beurres (phase grasse) représentera le poids du savon.

- **Surgraissage** : s'effectue soit par addition d'huile supplémentaire après la saponification, soit par réduction de la quantité de soude à utiliser selon la teneur de savon surgras souhaité.

III.5.2. Phase aqueuse

La soude d'aspect solide est facilement soluble dans l'eau. Il se produit une réaction exothermique lors du mélange. Il y a des précautions d'emploi de la soude :

- Ne jamais utiliser de matériel en aluminium, en bois ou en fer, car la soude oxyde ces matériaux.
- Utiliser le verre, l'inox ou le plastique pour les récipients
- Mettre la soude dans l'eau et non le contraire

Il faut toujours calculer précisément la quantité de soude et d'eau à utiliser avec les huiles.

III.5.3.Procédés

III.5.3.1. Saponification à froid

C'est le processus par lequel la soude est dissoute dans l'eau pour former une solution. La solution basique est ensuite ajoutée aux graisses et huiles fondues et soumis à agitation. Une fois la trace détectée, des parfums, des herbes et / ou des colorants peuvent être ajoutés à la pâte à savon. Après cela la pâte de savon à froid est versée dans des moules. Les moules sont généralement isolés avec des couvertures ou des serviettes. En 24 heures, la pâte à savon durcit suffisamment pour être retirée du moule et être coupée en barres. Les barres fraîches de savon à froid doivent durcir sur des supports de séchage pendant quatre à six semaines pour permettre à la lessive de saponifier complètement les graisses et les huiles en savon. Après quatre à six semaines de cure, le savon à froid doit être prêt à l'emploi. C'est ce que l'on appelle la "cure", temps durant lequel la réaction chimique va se terminer et le savon perdre par évapotranspiration son excédant d'eau. Le savon doit être conservé dans un endroit frais, sec, à l'abri de la lumière directe du soleil et bien ventilé [34, 35].

III.5.3.2. Saponification à chaud

Tout comme dans la méthode de fabrication à froid, elle utilise la même phase grasse et phase aqueuse. Après la trace, la pâte est portée à haute température pour accélérer la réaction chimique et réduire le temps de séchage [35]. Pendant environ une heure, lorsque toute la pâte de savon a bouilli à faible ébullition et a terminé la phase de gel, le savon est retiré de la source de chaleur et les additifs

peuvent être ajoutés. La masse de savon est ensuite moulée. En quelques heures, le savon peut être démoulé, coupé en barres et utilisé [36].

III.5.3.3. Fabrication à partir de base de savon

Ce processus implique l'utilisation d'une base de savon préfabriquée, telle que la base de savon disponible dans les magasins de fournitures d'artisanat et de loisirs. Ces bases de savon préfabriquées contiennent souvent des conservateurs et des stabilisants pour offrir une durée de conservation plus longue et une aptitude au fusionnement supérieure. La base de savon est fondue au bain marie. Une fois rendue liquide, des parfums, des herbes et / ou des colorants peuvent être ajoutés au savon fondu.

III.5.3.4. Processus de refonte ou « rebatch »

Les copeaux de savon à froid ou à chaud sont combinés avec une petite quantité d'eau et sont chauffés au bain-marie pendant environ une heure, jusqu'à ce qu'ils soient fondus et dissous pour former une masse de savon épaisse, bouillonnante et visqueuse. Les additifs sont ensuite rajoutés avant le moulage. Après une semaine, le savon est retiré des moules et tranché en barres. Souvent, le savon remanié nécessite plusieurs semaines pour sécher, selon la quantité d'eau utilisée pour dissoudre les copeaux de savon [36].

III.5.3.5. Fabrication industrielle

La synthèse industrielle d'un savon comporte 3 étapes:

- la saponification du triester dans un excès de soude
- le relargage du savon formé dans une solution concentrée de chlorure de sodium permettant de le séparer du glycérol et de l'excès de soude
- la liquidation, dans une solution diluée de chlorure de sodium qui élimine les impuretés du savon [37].

III.6. Caractérisation du savon

III.6.1. Détermination du pH

Il consiste à mesurer le potentiel électrochimique dit potentiel d'hydrogène (pH) dans une solution riche en ions H^+ [38]. Le pH final d'un savon se situe entre 8 et 10. En-deçà de 8, ce n'est pas un savon, mais un "pain lavant" qui ne peut être obtenu que par une méthode industrielle. Au-delà de 10, le savon est corrosif [35].

III.6.2. Détermination du taux d'humidité

Elle consiste à la détermination de la quantité d'eau présente dans un savon. Les valeurs des taux d'humidité des savons durs conformes à la norme **ISO 672-1978** sont fixées à un seuil de tolérance entre **11** et **13%**.

III.6.3. Indice de mousse

L'indice de mousse est fourni par le degré de dilution d'un décocté aqueux de savon, qui dans des conditions déterminées donne une mousse persistante.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

I. MATERIEL ET METHODES

I.1. Matériel et réactifs

I.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des graines entières de *Moringa oleifera* provenant de Belwet Industrie à Kossodo (Ouagadougou-Burkina Faso). Le concassage a été réalisé manuellement par un groupement de femmes productrices de farine de maïs dans le quartier de Kossodo (Ouagadougou).

I.1.2. Appareillage et réactifs

Appareillage

Extraction

- Soxhlet
- Rotavapor R 300
- Etuve BINDER
- Presse à chaud automatique de type GEENEES
- Balance de précision
- Balance OKAUS 3000
- Mortier et pilon
- Tamis maille fin
- Verrerie : erlenmeyer, fiole jaugée, éprouvette, entonnoir, micropipette, ballon,

Savon

- Becher (verre et inox), tube en verre
- Bain marie
- Lunettes et gants de protection
- Thermomètre plongeant
- Mixeur plongeant
- Spatule et moules en silicone
- Papier pH
- Agitateur magnétique
- Etuve sous ventilation KOWELL

Réactifs et ingrédients

- n-hexane
- Ethanol 95°

- Hydroxyde de sodium
- Huile de coco
- Beurre de karité

I.2. Méthodes

I.2.1. Extraction de l'huile des graines de *M. oleifera*

Nous avons préalablement soumis les graines entières au concassage manuel (figure 5 A). Les graines débarrassées de leur enveloppe passent aux différentes méthodes d'extractions. (Figure 5 B)

I.2.1.1. Extraction au Soxhlet

Pour la réalisation de cette extraction, il a été mis en place un dispositif en série de deux (2) Soxhlets avec des ballons de capacités respectives de 1 L et 500 ml (Figure 13). Nous avons utilisé comme solvant organique le n-hexane.



Figure 13- Montage en série de deux (2) Soxhlet

Les graines de *Moringa oleifera* sont pulvérisées à l'aide d'un mortier. La poudre obtenue est ensuite pesée avant d'être insérée dans la cartouche en cellulose du Soxhlet. Les quantités pesées étaient respectivement de 25 g pour le ballon de 500 mL et 30 g pour celui de 1 L. Des volumes de 400 et 500 mL de n-hexane ont été rajoutés respectivement dans les ballons de 500 mL et 1L. Pour son fonctionnement le réfrigérant est alimenté par une source d'eau à débit courant et suffisant. Nous avons chauffé les ballons dans des conditions telles que le débit du reflux soit au moins de 3 gouttes à la seconde.

Les graines pulvérisées de *Moringa oleifera* ont été épuisées en matière grasse par le passage de l'hexane. Trois(3) extractions ont été effectuées sur les mêmes prises d'essais. Chacune des 3 extractions a duré trois (3) heures de temps afin d'extraire le maximum d'huile. Une fois toutes les extractions terminées, le solvant est éliminé à l'aide d'un évaporateur rotatif « Rotavapor R 300 ». Les huiles obtenues ont séjourné 24h à l'étuve à la température de 39°C pour éliminer le solvant résiduel.

I.2.1.2. Extraction par pressage à chaud

Nous avons reparti les graines en trois portions respectives de 5, 5, et 4 Kg pesées par une balance OKAUS 3000. Chaque portion est ensuite soumise à une extraction par pressage à chaud. Un tamis est placé entre la fente de sortie de l'huile et le bol de récupération comme illustré par la figure 14. Les tourteaux sont recueillis dans un seau en bas de la pailleasse.



Figure 14- Presse à chaud électrique de type GEENEES

Le produit du pressage est laissé à décantation pendant 72h (figure 15). Nous avons ensuite recueilli l'huile qui surnageait.



Figure 15- Décantation de l'huile obtenue par pressage à chaud

La Figure 16 ci-après représente le protocole d'obtention de l'huile *M. oleifera*.

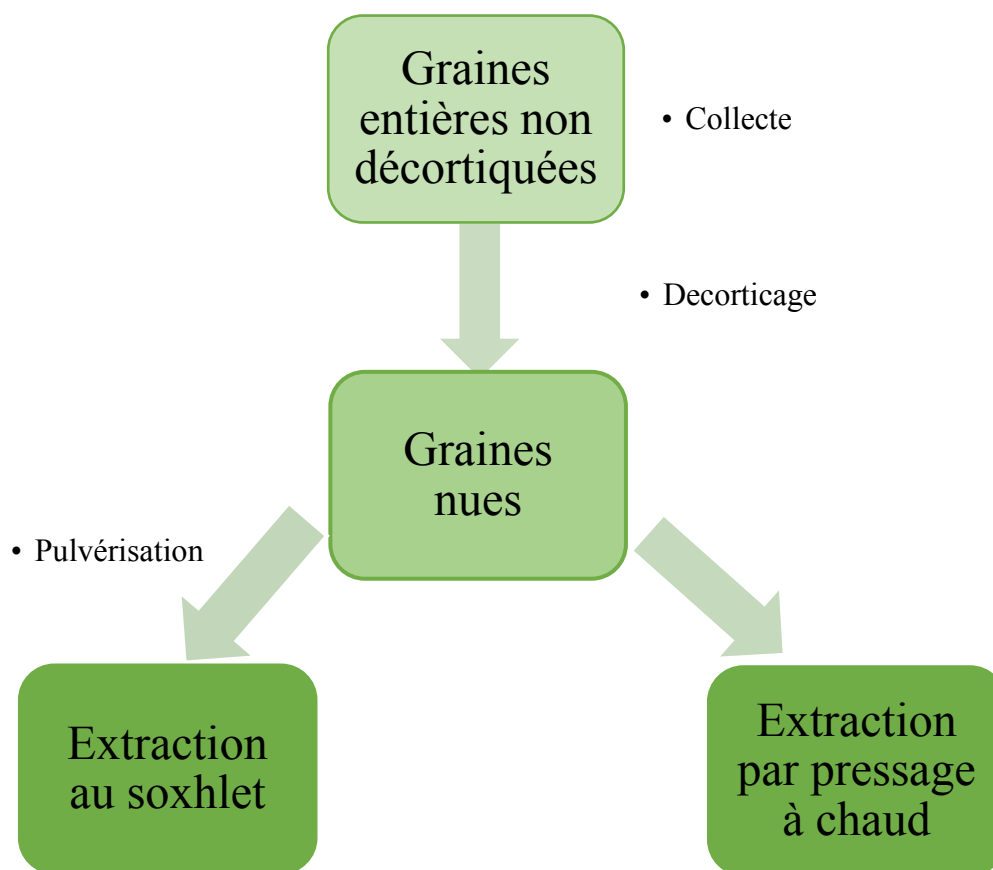


Figure 16- Procédés d'extraction de l'huile

I.3. Formulation de savon à base d'huile de *Moringa oleifera*

Nous avons choisi de formuler un savon surgras de 5% sans colorant pour le visage à tendance acnéique par addition d'huile essentielle d'arbre à thé couramment appelé « Tea tree ». La formule est la suivante :

Ingrédients

Quantité (g)

Huile de graines de Moringa oleifera

Huile de coco

Beurre de karité

Qsp

NaOH

Eau

Huiles essentielles Tea tree

I.4. Caractérisation du savon

Les savons sont placés à l'étuve sous ventilation pendant une semaine. Les tests suivants ont fait l'objet de la caractérisation de nos savons.

I.4.1. Détermination pH

Une quantité de 10 g de savon est dissoute dans 100 ml d'eau distillée à chaud (environ 80°C), sous agitation légère (sans faire mousser). Après avoir complété le volume à 100 ml, le pH de la solution de savon est déterminé en utilisant un pH-mètre ou papier pH. [38]

I.4.2. Détermination taux d'humidité

Cinq grammes de savon sont séchés dans un four pendant 2 heures et à une température de 105°C. L'opération est renouvelée jusqu'à avoir un poids constant entre deux opérations. Le taux d'humidité est obtenu en posant l'équation suivante : [38]

$$\text{HUM} = (\text{Ph} - \text{Ps}) / \text{Ph} * 100$$

Ph= poids de l'échantillon humide / Ps= Poids de l'échantillon sec

I.4.3. Indice de mousse

Dans une fiole conique de 500 ml contenant 100 ml d'eau bouillante est introduit 1g de savon. L'ébullition est maintenue jusqu'à dissolution complète. Après filtration et refroidissement, la solution est ajustée à 100 ml Cette solution est la solution mère (décocté). Dans une série de 10 tubes à essai, sont introduits successivement 1, 2, 3...10 ml de décocté et le volume de chaque tube est ajusté à 10 ml avec de l'eau distillée.

Ensuite, chaque tube est agité dans le sens de la longueur pendant 15 secondes à raison de deux agitations par seconde après l'avoir bouché avec le pouce. Après

15 minutes de repos, la hauteur de la mousse de chaque tube est mesurée. Le tube X dans lequel la hauteur de la mousse est de 1cm a servi de base au calcul de l'indice de mousse :

X ml de décocté à 1%= X /100 g de drogue

Ils sont dilués dans 100 ml, la concentration dans le tube est donc : X /1000

L'indice de mousse sera alors : 1000/X [38]

II. RESULTATS

II.1. Rendements d'extraction

II.1.1.Extraction au Soxhlet

L'extraction par solvant de l'huile de *M. oleifera* a donné les résultats présentés dans le tableau V.

Tableau V- Rendement de l'extraction au Soxhlet

Noms	Poids des graines broyées (g)	Poids des huiles (g)	Rendements (%)
S1	30	10,87	36,23
S1'	30	11,93	39,77
S1''	30	10,94	36,47
S2	25	7,51	30,04
S2'	25	9,5	38
S2''	25	8,83	35,32

S1 : extraction dans un ballon de 1 L

S2 : extraction dans un ballon de 500 mL

Au vue de ces résultats, il a été obtenu un rendement moyen de $37,49 \pm 1,98\%$ pour les ballons de 1 L et de $34,45 \pm 4,05\%$ pour ceux de capacité 500 mL. L'huile finale obtenue est légère de couleur jaune clair comme illustré sur la figure 17.



Figure 17- Huile de *M. oleifera* obtenue par extraction au Soxhlet

II.1.2. Extraction par pressage à chaud

Après pressage à chaud, nous avons obtenu un rendement moyen de $13,10 \pm 2,64\%$. Les résultats de l'extraction des graines de *Moringa oleifera* sont représentés dans le tableau VI :

Tableau VI- Rendement de l'extraction par pressage à chaud

Noms	P1	P2	P3
Poids des graines broyées (Kg)	5	5	4
Poids des huiles (Kg)	0,802	0,614	0,438
Rendements (%)	16,05	12,29	10,95

P : extraction par pressage à chaud

L'huile se présente sous une couleur **jaune dorée** comme illustré par la figure 18.



Figure 18- Huile de *M. oleifera* obtenue par pressage à chaud

II.2. Savon

Après 24h la pâte de savon a bien durci et le savon est facilement démoulable comme le montre la figure 19. Une mousse onctueuse et stable, illustrée par la figure 20, avait été obtenue.

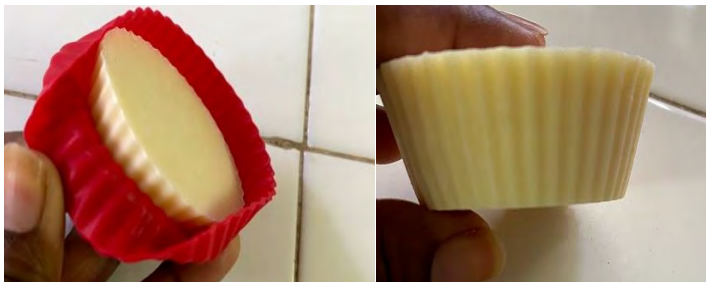


Figure 19- Savon avant et après démoulage



Figure 20- Mousse du savon

✓ pH

A l'aide d'un papier pH, nous avons obtenu une valeur de **pH= 9**.

✓ Taux d'humidité

Le taux d'humidité moyen du savon était de $16,35 \pm 0,5\%$.

✓ Indice de mousse

Après deux dilutions au 1/100ème, nous avons noté 1cm de mousse dans le tube n°4 (figure 21). L'indice de mousse est donc égal à : **IM= 10000/4 =2500**



Figure 1- Indice de mousse

III. Discussion

L'hexane utilisé comme solvant organique apolaire pour l'extraction des huiles des graines de *M. oleifera* a été choisi pour sa capacité à solubiliser les matières grasses. Le n-hexane est couramment utilisé pour l'extraction de différentes matières végétales en raison de sa récupération d'huile avantageuse et de son point d'ébullition bas [3].

Les rendements les plus élevés sont obtenus par la méthode chimique (**$37,49 \pm 1,98\%$** pour les ballons de 1 L et de **$34,45 \pm 4,05\%$** pour ceux de capacité 500 mL). Le Soxhlet permet d'avoir un rendement plus élevé, en raison de l'effet de la chaleur. Les ballons de 1L ont donné un rendement plus élevé, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'ils soient mieux adaptés au dispositif entraînant moins de pertes de chaleur au niveau du chauffe-ballon. Et donc par conséquent une meilleure extraction. Ces ballons contenaient aussi le plus de solvant. Il apparaît donc que la quantité de solvant pourrait influencer le rendement de l'extraction.

En revanche, l'extraction à la presse enregistre le plus faible rendement soit **$13,10 \pm 2,64\%$** , une part importante d'huile est restée dans les tourteaux.

A la lumière de ces résultats, il ressort que les teneurs en huile obtenues au Soxhlet avec l'hexane sont les plus élevées. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus lors d'une étude antérieure qui avait obtenu un rendement de 30 à 42 % d'huile par extraction au Soxhlet [39].

En revanche, l'extraction à la presse à chaud a enregistré un rendement qui était beaucoup plus faible. Cela peut s'expliquer par le type de presse, ses performances et les conditions opératoires. Lors de nos travaux, nous avons noté la formation d'une masse pâteuse à la place d'huile à certains moments. On peut penser que cela peut être dû à un chauffage insuffisant de la machine ou à un bouchage du circuit par les résidus de graines.

L'huile de *Moringa oleifera* est une matière première utilisée dans la formulation des savons. Elle tire son importance du fait que c'est une huile

oléique qui apporte aux savons une douceur et un caractère émollient. Tous les savons sont basiques, et un pH basique n'est pas gênant pour la peau. En effet, la peau à un pH qui se situe entre 5 et 7 mais possède un système tampon capable de la faire supporter des savons à pH élevé. Le pH final d'un savon se situe entre 8 et 10. Si le pH est inférieur à 8, ce n'est pas un savon, mais un "pain lavant" qui ne peut être obtenu que par une méthode industrielle [38]. Au-delà d'un pH de 10, le savon est corrosif [35]. Notre savon est donc conforme avec un pH égal à **9**.

Le taux d'humidité du savon était de **$16,35 \pm 0,5\%$** . Ce taux est supérieur à la norme ISO 672-1978 qui fixe le seuil de tolérance pour le taux d'humidité entre 11 et 13% pour un savon dur [38]. Ce taux d'humidité normal présage aussi d'un bon maintien des caractéristiques du savon au cours de la conservation car l'eau est un facteur d'instabilité pour les savons. Ce résultat justifie la longue période de cure (4 semaines) recommandée.

La détermination de l'indice de mousse de notre savon a donné une valeur de **IM=2500**. Cette mousse est le résultat de microbulles d'air enfermées entre les queues hydrophobes, lesquelles se tournent vers l'air à la surface du liquide. Elle est indispensable d'avoir un savon qui mousse, mais il ne faut pas trop en abuser car elle a aussi un effet asséchant pour la peau.

CONCLUSION & PERSPECTIVES

Moringa oleifera est un arbre tropical largement cultivé pour ses nombreuses applications nutritionnelles et thérapeutiques. Après les feuilles, ce sont surtout ses graines qui retiennent l'attention. L'huile de *Moringa* n'est pas seulement destinée à la cuisson mais présente notamment de nombreux composés bioactifs. Cette huile est similaire à l'huile d'olive par sa composition chimique et contient des tocophérols. Son taux élevé d'acide oléique confère une excellente stabilité à celle-ci et présente des effets bénéfiques pour la santé en réduisant le cholestérol et les maladies cardiaques [4]. En plus d'être utilisée dans la fabrication du savon, elle est également intéressante dans l'industrie des parfums pour stabiliser les senteurs. C'est ainsi que nous nous sommes intéressés à l'huile de graines de *Moringa oleifera*.

Les graines obtenues ont été préalablement décortiquées avant toutes extractions. Pour l'extraction au Soxhlet par le n-hexane, elles ont ensuite subi une pulvérisation. Quant à la presse à chaud, les graines sont directement introduites dans la machine. L'huile de couleur jaune doré recueillie par pressage a obtenu un rendement de $13,10 \pm 2,64\%$. Tandis que l'extraction par le n-hexane au Soxhlet a donné un meilleur rendement ($37,49 \pm 1,98\%$ pour les ballons de 1 L et de $34,45\% \pm 4,05$ pour ceux de capacité 500 mL) et une huile plus claire que la presse.

La formulation de savon à base d'huile extraite par pressage, nous a donné des savons avec une belle mousse et un pH conforme à la norme. Cependant le taux d'humidité obtenu était supérieur à la normale. Le temps de cure du savon recommandé est de 4 semaines. On comprend alors le résultat obtenu après 5 jours à l'étuve. L'indice de mousse du savon est de 2500.

Tous ces résultats montrent que l'huile de *Moringa oleifera* est prometteuse dans le cadre du développement des savons.

En guise de perspective, nous proposons la prise en compte des données suivantes dans les prochaines études :

- Procéder à la caractérisation physicochimique de l'huile de *M. oleifera*
- Comparer cette huile avec des huiles végétales alimentaires déjà inscrites dans le Codex Alimentarius.
- Déterminer le taux d'insaponifiable qui pourrait également favoriser leur utilisation dans la savonnerie
- Intégrer des colorants et additifs dans le savon formulé
- Intégrer des extraits de plante anti-acnéiques dans la formulation
- Déterminer la stabilité des savons au cours de la conservation
- Faire des tests de sensibilité cutanée
- Faire des tests *in vivo* sur l'effet hydratant des savons

Tous ces tests contribueront à une amélioration significative du savon à base d'huile de *Moringa oleifera* dans le cadre de sa commercialisation future et la particularité permettra de déposer des brevets qui contribueront à la valorisation de la recherche au niveau de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Martini M.C. et Peyrefitte G. (2008) : Cosmétologie : BTS esthétique-cosmétique, Tome 2 édition Elsevier-Masson, Issy-les-Moulineaux, 443p.
2. *Moringa* sp. (Néverdier), consulté le 15/12/2020 sur <http://www.cactuspro.com/encyclo/Moringa>
3. Gharsallah K., Rezig L., Msaada K. et al (2020): Chemical composition and profile characterization of *moringa oleifera* seed oil, South African Journal of Botany, South African Journal of Botany 137 (2021) 475-482.
4. Gué L. A. , Bamba S. , Kabran G.R. et al (2017) : Determination of the chemical composition and physicochemical parameters of seeds oil of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) of Côte d'Ivoire, J. Soc. Ouest-Afr. Chim., 043; 17- 25.
5. Louni S. Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera*. Mémoire Magister en Sciences Agronomiques : Technologie Alimentaire : Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach : 2009, 115p
6. SATTAH S., HALOUI F. Effet du plomb sur les paramètres morpho-physiologiques de *Moringa oleifera* L. Master en biologie : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie : Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem : 2019, 52p
7. Boussoufa N. Effet des extraits de *Moringa oleifera* sur les isolats des staphylocoques à coagulase négative : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie : Master microbiologie appliquée : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem : 2018, 62p.
8. Pharmacopée de l'Afrique de l'Ouest AOOS-WHAP 2013, 252p
9. Millogo-Koné H., Kini B. F., Yougbaré Z., Yaro M. B., Sawadogo M.: Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne in vitro des

- feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae), Revue CAMES – Série Pharm. Méd. Trad. Afr., vol. 16 (2012).
10. DIOP M. et al : PLANTES MEDICINALES Se soigner par les plantes, horizon T3000-Enda santé, Edition 2018, 85p
 11. Khayra et al. 2020: Antibacterial Activity of *Moringa oleifera* Seeds Extract on Pathogenic Bacteria Isolated from Wastewater of Oued Bechar, Bechar Province, Southwest Algeria, South Asian J Exp Biol; 10 (3): 121-129.
 12. YEHE M.D., GBASSI G.K. (2019) : Étude physico-chimique d'un coagulant naturel : la poudre de graines de *moringa oleifera*, Rev. Ivoir. Sci. Technol., 33; 287 – 299.
 13. Decottignies S., Ley J., Le Roux O., Ménage A. (2014) : Autour de *Moringa Oleifera*, Master Biologie Gestion-rapport de recherche, université Rennes, Paris.
 14. Adefegha S. A. et al (2019): Comparative Effects of Horseradish (*Moringa Oleifera*) Leaves and Seeds on Blood Pressure and Crucial Enzymes Relevant to Hypertension in Rat, PharmaNutrition volume 9,100152.
 15. Yassa, Dawood H., Tohamy A. F. (2014): Extract of *Moringa Oleifera* Leaves Ameliorates Streptozotocin-Induced Diabetes Mellitus in Adult Rats, Acta Histochemica Volume 116, Issue 5, June 2014, Pages 844-854.
 16. Ples M., Howell Ho H. (2007): Comparative Effects of *Moringa Oleifera* Lam. Tea on Normal and Hyperglycemic Patients, eHEALTH INTERNATIONAL JOURNAL, 30-34.
 17. Zongo U., Savadogo A., Zoungrana S.L., Sékoné P.L., Traoré A.S (2013) : Intérêt nutritionnel de *Moringa oleifera* Lam. (syn. *Moringa pterygosperma* C.F. Gaertn.), Ethnopharmacologia N°50, 31 38.
 18. Saint Sauveur Dr Armelle : l'exploitation du moringa dans le monde : état des Connaissances et défis à relever, 2001, Dar es Salaam, Tanzanie.

19. Ndiaye SY A, FALL AD, NDIAYE M, NDIAYE K, GUEYE RS, BASSENE E, DIEYE AM, SY GY (2018): Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) du Sénégal. Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(4): 1816-1823.
20. GANON I. Etude comparée des propriétés antioxydantes d'extraits d'écorces de tronc de deux espèces de *Moringa oléifera* Lam et Concanensis Nimmo. Mémoire Master : Chimie et Physico-Chimie des Substances Naturelles : Côte d'Ivoire : UNIVERSITE NANGUI ABROGOUA : 2019, 50p
21. Hidayat Saleh et al (2016): The utilization of moringa leaves extract (*moringa oleifera* lamk.) as the tyrosinase inhibitor of human pigmentation, research gate.
22. FORTIN D., LO M., MAYNARD G.: plantes medic. Du Sahel. CECI/ ENDA, 1990- p280.
23. Kerharo J. et Adam J.G. (1974): La pharmacopée sénégalaise traditionnelle - plantes médicinales et toxiques, Éditions Vigot frères, Paris, 1011p.
24. LAVERGNE R., VERA R. :Medec.trad et pharmac. Etude etnob. Des plantes utilisées en pharmacopée traditionnelle à la réunion ACCT, Paris 1989,236p
25. Plantes qui guérissent, Edition Afriquepoir, 2018.
26. « Soap History - All About History of Soap Making ». Consulté le 29 novembre 2020. <http://www.soaphistory.net/>.
27. David Soissons : dossier 8 1re générale - enseignement de spécialité • Constitution et transformation de la matière, la chimie du savon. [PDF] consulté le 29/11/2020 sur <https://www.mediachimie.org/>
28. Bourdreux S., Saponification. Les savons : mode d'action et préparation à partir des triglycérides, Novembre 2002, disponible sur

http://www.lerepairedessciences.fr/sciences/agregation_fichiers/LECONS/CHIMIE/lc17.pdf , consulté le 29/11/2020.

29. CAWST: Fiche technique sur le savon, Fabrication du savon. [PDF] disponible sur <https://globalhandwashing.org/>, consulté le 22/11/2020
30. Pr Alioune Dior FALL (2020). Notes de cours : les huiles végétales. UCAD/ FMPOS, 37p.
31. Ayi mojisola. « Les avantages du savon noir africain et son histoire ». La Nouvelle Tribune (blog), [consulté le 02/12/2020] disponible sur <https://lanouvelletribune.info/2020/01/les-avantages-du-savon-noir-africain-et-son-histoire/>.
32. Hassi, Ahlem. Etude de la rémanence d'un savon additionné à l'huile essentielle de citron (citrus limon). Mémoire de fin d'études : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2017.
33. RIOUAL Julia. Que faut-il savoir sur les savons ? Zoom sur le savon d'Alep : Th.: Pharmacie : Nantes : 2011 ; n°1.
34. Bio, Cosmescence. « Tout savoir et comprendre de la formulation d'une recette de savon bio - COSMESSENCE BIO . . . Do It Yourself! » Consulté le 21 novembre 2020. <https://www.cosmescencebio.fr/2016/05/savoir-formuler-savon-vegetal.html>.
35. Un savon sous la Yourte. « La saponification à froid, c'est quoi ». Consulté le 26 novembre 2020. <http://www.unsavonsouslayourte.com/façon-et-fabrication/>.
36. « Glossary of Soap Terms Related to Soap and the Process of Making Soap ». Consulté le 26 novembre 2020. <http://www.natural-soap-directory.com/soap-terms.html>.
37. Daini E. « SYNTHÈSE ET PROPRIÉTÉS DES SAVONS »

38. PR GORA MBAYE, PR Louis Augustin DIOUF, PR CHEIKH DIOP, PR AMADOU DIOP, DR MOUSSA DIOP : caractérisation des savons, NOVEMBRE 2019
39. Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K. (2001) : potentiel de *moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie, Dar es Salaam, Tanzanie.
40. The Spruce Crafts. « 3 Ways to Add Sugar for Sudsier Homemade Soap ». Consulté le 24 novembre 2020.
<https://www.thesprucecrafts.com/add-sugar-for-super-bubbles-517223>.
41. The Spruce Crafts. « Adding Salt to Homemade Soap ». Consulté le 24 novembre 2020. <https://www.thesprucecrafts.com/make-soap-harder-faster-517222>.

RESUME

Moringa oleifera est un arbre tropical largement cultivé pour ses nombreuses applications nutritionnelles et thérapeutiques. Après les feuilles, ce sont surtout ses graines qui retiennent l'attention. L'huile de *Moringa* n'est pas seulement destinée à la cuisson mais présente notamment de nombreux composés bioactifs. En plus d'être utilisée dans la fabrication du savon, elle est également intéressante dans l'industrie des parfums pour stabiliser les senteurs. C'est ainsi que nous nous sommes intéressés à l'huile de graines de *Moringa oleifera*. Les graines obtenues ont été préalablement décortiquées avant toutes extractions. Pour l'extraction au Soxhlet par le n-hexane, elles ont ensuite subi une pulvérisation. Quant à la presse à chaud, les graines sont directement introduites dans la machine. L'extraction par le n-hexane au Soxhlet a donné un meilleur rendement en huile que le pressage à chaud. La formulation de savon à base d'huile extraite par pressage, nous a donné des savons avec une belle mousse et un pH conforme à la norme. Cependant le taux d'humidité obtenu était supérieur à la normale. Le temps de cure du savon recommandé est de 4 semaines. On comprend alors le résultat obtenu après 5 jours à l'étuve. L'indice de mousse du savon est de 2500. Tous ces résultats montrent que l'huile de *Moringa oleifera* est prometteuse dans le cadre du développement des savons. Ainsi, pour des études en perspective des recherches plus poussées pourraient être établies afin de caractériser l'huile extraite pour la comparer avec des huiles végétales alimentaires déjà inscrites dans le Codex Alimentarius et d'améliorer la formulation du savon.

Mots clés : *Moringa oleifera*, extraction, solvant, presse, savon