

## Etude comparative d'huiles d'amandes de fruits comestibles au Sénégal : Extraction par solvant organique à froid et par pressage mécanique à chaud

DIENG Serigne Ibra Mbacke<sup>1\*</sup>, SARR Abdou<sup>1</sup>, MANGA Anastasie<sup>2</sup>, BADJI-DIATTA kady<sup>1</sup>, FALL Maguette Sogue<sup>3</sup>,  
DIOP Coumba<sup>1</sup>, DIENG Mallé<sup>1</sup>, DIOP Ndèye Maguette<sup>1</sup>, FALL Alioune Dior<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie et Physique des matériaux, Université Assane Seck, Ziguinchor, Sénégal.

<sup>3</sup>Centre de Formation Professionnelle Horticole (CFPH) de Cambérène, Dakar, Sénégal.

Date de réception : 18 Octobre 2023; Date de révision : 11 Décembre 2023; Date d'acceptation : 15 Décembre 2023

### Résumé:

Au Sénégal, les amandes comestibles de certains fruits sont peu exploitées. Certaines sont de véritables sources d'huiles avec des rendements avoisinant ceux des graines oléagineuses. L'objectif de cette étude est de contribuer à la valorisation des huiles d'amandes de trois plantes de la flore sénégalaise en comparant leurs caractéristiques physico-chimiques suite à une extraction organique à froid avec de l'hexane et par pressage mécanique à chaud. Les résultats obtenus ont montré que le pressage mécanique à chaud a donné les meilleurs rendements. Cependant, l'extraction organique conduit à des huiles de qualité inférieure à celles obtenues par pressage mécanique avec une acidité et une teneur en peroxyde plus élevées. Toutefois, les huiles ont présenté des densités et des indices de réfraction similaires variant entre  $0,912 \pm 0,002$  -  $0,924 \pm 0,001$  et  $1,455$  -  $1,493$  respectivement.

**Mots clés:** : Huile, amandes comestibles, indices physico-chimiques, extraction organique, pressage.

## Comparative study of edible fruit almonds oils in Senegal: Extraction by cold organic solvent and by hot mechanical pressing

### Abstract :

In Senegal, the edible almonds of certain fruits are not widely exploited. Some are real sources of oil, with yields approaching those of oilseeds. The aim of this study is to contribute to the valorization of the almonds oils of three plants from the Senegalese flora by comparing their physico-chemical characteristics after cold organic extraction with hexane and hot mechanical pressing. The results showed that hot mechanical pressing gave the best yields. In addition, organic extraction produced oils of inferior quality to those obtained by mechanical pressing, with higher acidity and peroxide content. However, the oils showed similar densities and refractive indices ranging from  $0.912 \pm 0.002$  -  $0.924 \pm 0.001$  and  $1.455$  -  $1.493$  respectively.

**Keywords :** Oil, edible almond, physico-chemical values, organic extraction, pressing.

### Introduction

Les huiles végétales représentent une part importante du régime alimentaire de l'homme. Les consommateurs se montrent de plus en plus attentifs aux mentions relatives à l'origine et à la qualité des produits qu'ils achètent (Fine *et al.*, 2013). Les huiles représentent un ensemble très varié de corps gras d'origine et de qualité différentes selon leurs caractéristiques physico-chimiques, leur mode d'extraction et leur composition chimique (Lecerf, 2011). Les sources d'huiles végétales sont assez diversifiées. A côté des graines oléagineuses avec des teneurs en huile importante telles que celles de l'arachide (44 - 56 %), du tournesol (44 - 45 %), le colza (42 - 43 %) entre autres (Evrard *et al.*, 2007 ; Issa *et al.*, 2016), on trouve également certaines amandes de fruits comestibles assez riches en huile.

Les amandes sont de bonnes sources de vitamine E, de minéraux (fer, calcium, phosphore, etc.), de protéines, de glucides, de fibres et d'acides gras (Saturés, mono-insaturés et poly-insaturés). C'est

pourquoi leur consommation quotidienne est recommandée pour un régime alimentaire sain (Yada *et al.*, 2013 ; Bai *et al.*, 2019). Plusieurs études ont fait état de leurs avantages pour la santé humaine et d'utilisations médicinales et cosmétiques de leurs huiles (Ouzir *et al.*, 2021).

Au Sénégal, l'exploitation des amandes de certains fruits comestibles est peu rependue. C'est le cas des amandes des fruits de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance ex F. White (*Chrysobalanaceae*) qui sont consommées comme des cacahouètes dans certaines localités alors que leur huile est peu exploitée. A l'inverse, d'autres amandes comme celles de *Balanites aegyptiaca* L. (*Zygophyllaceae*) ou de *Elaeis guineensis* Jacq. (*Arecaceae*) sont surtout exploitées pour l'extraction de leur huile. Par ailleurs la qualité d'une huile est fortement influencée par la méthode d'extraction. Il existe différentes techniques d'extraction des huiles végétales telles que le pressage mécanique,

-----  
(\* ) Correspondance : DIENG S.I.M. ; e-mail : [simbdien@yahoo.fr](mailto:simbdien@yahoo.fr) ; tél. : (+221) 77 576 97 99.

l'extraction par les fluides supercritiques (CO<sub>2</sub>) ou l'extraction par solvant organique (Femenia *et al.*, 2001; Leo *et al.*, 2005 ; Evrard *et al.*, 2007). Ces méthodes d'extraction ont des effets variables sur les propriétés physicochimiques et sur les molécules bioactives des huiles végétales (Ouzir *et al.*, 2021). Au Sénégal, l'extraction artisanale des huiles végétales est faite par diverse techniques de pressage précédées le plus souvent d'une étape de cuisson de la matière première. C'est ainsi que nous avons envisagé de mener

## Matériel et Méthodes

### 1. Matière végétale

Les drogues végétales étaient constituées par les amandes de fruits de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del, de *Elaeis guineensis* Jacq. (*Arecaceae*) et de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance ex F. White (*Chrysobalanaceae*). L'approvisionnement en amandes de *Neocarya macrophylla* a été fait au marché de Kébémér alors que pour *Balanites aegyptiaca* et *Elaeis guineensis*, ce sont les fruits qui ont été achetés. Ces derniers ont été obtenus respectivement à Bambey et à Ziguinchor puis décortiqués au laboratoire de Pharmacognosie et Botanique de Dakar afin de récupérer leurs amandes.

### 2. Extraction

#### • Extraction organique à froid

Les amandes ont été concassées puis soumises à une macération pendant 48h avec n-hexane en agitant de temps en temps. Le macérât recueilli après filtration est ensuite passé à l'évaporateur rotatif à 45°C afin d'éliminer le solvant organique. L'huile est ensuite décantée, filtrée et conditionnée dans des flacons hermétiquement fermés puis stockés à l'abri de la lumière jusqu'aux manipulations.

#### • Pressage mécanique à chaud

Les amandes ont été pressées à chaud entre 100 - 120° C directement sans être broyées à l'aide d'une presse à huile électrique de marque MJ. L'huile mélangée avec un peu de poudre a été recueillie dans un bocal à travers un tamis à mailles fines recouvert d'une légère couche de compresse pour retenir les grosses particules. L'huile trouble recueillie a été par la suite transvasée dans un flacon puis décantée pendant 48 à 72 heures afin de bien sédimenter les débris. L'huile limpide est ensuite récupérée et soigneusement conservée dans des flacons hermétiquement fermés et stockée à l'abri de la lumière.

### 3. Caractères organoleptiques

La couleur et l'aspect des huiles ont été évalués selon la méthode légèrement modifiée de

cette étude visant à comparer la qualité des huiles végétales, obtenues par extraction organique à froid et par pressage à chaud d'amandes de fruits comestibles du Sénégal. L'objectif de cette étude est de contribuer à la valorisation de l'huile des amandes de ces plantes qui sont souvent négligées en comparant leurs caractéristiques physico-chimiques suite à une extraction par pressage mécanique à chaud et par extraction organique à froid.

Guidoni *et al.* (2019). Les huiles obtenues ont été transvasées dans des flacons propres en verre claire et transparent. Les flacons ont été ensuite laissés refroidir pendant 24h à la température ambiante du laboratoire à l'abri de la lumière solaire. La couleur et l'aspect des huiles ont été notés après le refroidissement.

### 4. Densité

La densité a été mesurée à l'aide de fioles jaugées de 10 ml. Chaque fiole est pesée à vide (m<sub>0</sub>) avant d'être remplie avec de l'eau distillée puis repesée (m<sub>1</sub>) à l'aide d'une balance de précision. Les fioles sont ensuite vidées de l'eau et séchées à sec l'étuve avant d'être remplies avec de l'huile et pesées à nouveau (m<sub>2</sub>). Trois essais ont été faits pour chaque huile (n =3) et la densité a été calculée en utilisant la formule de Wolff (1968) ci-après :

$$D = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m<sub>0</sub> : masse en grammes de la fiole vide ;

m<sub>1</sub> : masse en grammes de la fiole contenant de l'eau distillée ;

m<sub>2</sub> : masse en grammes de la fiole contenant de l'huile.

### 5. Indice de réfraction

L'indice de réfraction des huiles a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre ABBE de type OPL. Ainsi après avoir nettoyé le prisme de l'appareil avec de l'eau distillée, quelques ml d'huile y sont étalés puis recouverts hermétiquement avec le couvercle du réfractomètre avant de procéder à la lecture.

### 6. Indice de peroxyde

Une prise d'échantillon de 0,5 à 2 g de matière grasse a été dissoute dans 10 ml de chloroforme. Puis 15 ml d'acide acétique glacial et 1 ml de solution d'iodure de potassium saturée ont été ajoutés. L'ensemble est agité durant 1 minute puis incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 5 mn avant d'y ajouter 75 ml d'eau distillée. L'iode libéré a été par la suite titré

avec du thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,01N en présence d'empois d'amidon (2 à 3 gouttes) comme indicateur. Trois essais ont été faits pour chaque huile ( $n=3$ ) et un blanc a été aussi préparé dans les mêmes conditions.

L'indice de peroxyde (IP) a été exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par Kilogramme d'échantillon ( $\text{mEqO/kg}$ ) sous forme de moyenne  $\pm$  Ecart type selon la formule suivante (AOCS Cd 8b-90, 2017) :

$$IP = \frac{(V2 - V1) \times N}{m} \times 1000$$

$V1$  : Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pour le blanc ;  
 $V2$  : Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pour l'échantillon ;  
 $m$  : Masse de l'échantillon en g de la matière grâce ;  
 $N$  : Normalité de thiosulfate de sodium ;  
 1000 : facteur de conversion de g en mg.

### 7. Indice d'acide

Dans un petit bécher, 1 g de l'huile est dissout dans 25 ml de solution éther-éthanol. Après dissolution complète, le mélange a été titré avec une solution éthanolique de KOH 0,1N en présence de 1 ml de phénolphtaléine 1%, jusqu'à ce qu'après l'agitation, la coloration rose persiste pendant au moins 30 secondes.

Les essais ont été faits en triplicata ( $n=3$ ) et l'indice d'acide (IA) a été exprimé en mg de KOH/g d'huile sous forme de moyenne  $\pm$  Ecart type selon la formule suivante (Atolani *et al.*, 2019) :

$$IA = \frac{V \times N}{m} \times 56,1$$

$V$  : volume de KOH utilisé ;  
 $N$  : normalité de la solution éthanolique de KOH ;  
 $m$  : masse de la prise d'essai d'huile ;  
 56,1 : Masse molaire de KOH

### 8. Indice d'iode

Une prise d'essai d'environ 0,13 g d'huile solubilisée dans 12 ml de chloroforme a été mélangée avec 12 ml de réactif WIJS. Après 1 h d'incubation à l'obscurité, 7 ml d'une solution de KI saturée et 50 ml d'eau distillée ont été ajoutés. L'iode libéré a été titré avec du thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N en présence de quelques

gouttes d'empois d'amidon jusqu'à décoloration totale. Un essai blanc a été effectué en parallèle en remplaçant l'échantillon par 2 ml de chloroforme et les essais ont été répétés trois fois ( $n=3$ ).

L'indice d'iode (Ii) a été exprimé en g d'iode/100 g d'huile sous forme de moyenne  $\pm$  Ecart type selon la formule suivante (Pardeshi, 2020) :

$$Ii = \frac{(V0 - V)}{m} \times 1,27$$

$V_0$  : Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pour le blanc en ml ;  
 $V$  : Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pour l'échantillon en ml ;  
 $m$  : masse de la prise d'essai en g

### 9. Indice de saponification

Dans un erlenmeyer à col rodé, un échantillon d'huile de 1 à 2 g et 25 ml de la solution de potasse 0,5N y ont été mélangés et portés à l'ébullition sous reflux pendant 1 heure. Ensuite le titrage de l'excès de potasse dans la solution a été effectué avec de l'acide chlorhydrique 0,5 N en présence de 4 à 5 gouttes d'une solution de phénolphtaléine 1% comme de l'indicateur coloré, jusqu'à la disparition de la couleur rouge ou rose. Un essai blanc sans l'huile a été aussi traité de la même manière. Les essais ont été réalisés en triplicata ( $n=3$ ) et l'indice de saponification (Is) a été exprimé en mg de KOH /g d'huile sous forme de moyenne  $\pm$  Ecart type selon la formule (Haïdara, 1998) suivante :

$$Is = \frac{(V0 - V) \times N \times 56,1}{m}$$

$V_0$  : Volume de KOH pour le blanc en ml ;  
 $V$  : Volume de KOH pour l'échantillon d'huile en ml  
 $N$  : Normalité de la solution HCl ;  
 $m$  : masse de l'huile ;  
 56,1 : masse molaire de KOH

### 10. Analyses statistiques

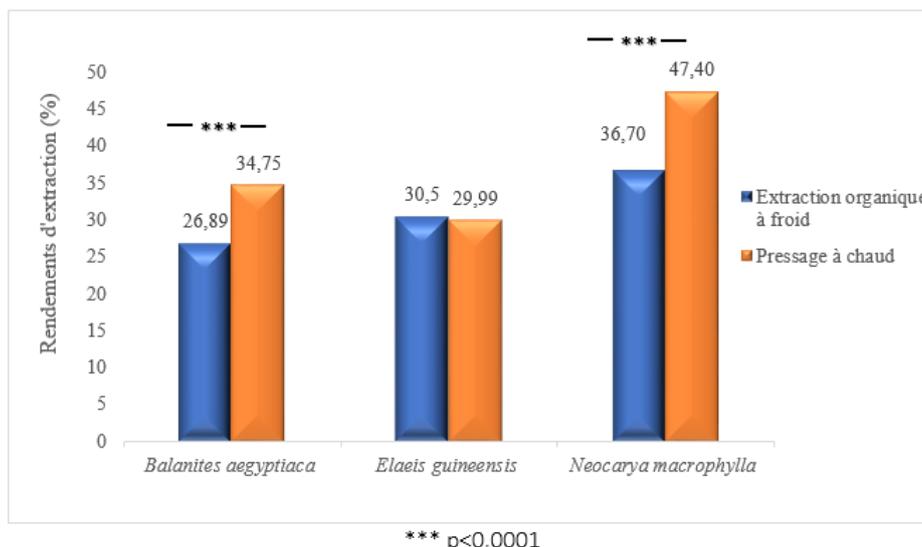
Une analyse normale de variance utilisant le test de Fisher est effectuée à partir du logiciel Statview version 4.5. La différence entre deux valeurs du même paramètre de deux échantillons d'huiles est considérée comme significative si  $p < 0,05$ .

## Résultats

### 1. Rendements d'extraction

Les amandes étudiées ont été très concentrées en huiles. Les amandes de *Neocarya macrophylla* ont été plus riches en huile que celles des autres plantes avec des rendements de 36,7% et 47,40% respectivement par extraction organique à froid et par pressage à chaud. L'extraction par

pressage à chaud a donné de meilleurs rendements que celle par solvant organique avec des différences statistiquement significatives ( $p < 0,0001$ ) sauf pour *Elaeis guineensis* où on a eu des rendements similaires comme l'atteste la figure 1.



**Figure 1 :** Rendements d'extraction des huiles végétales des amandes par solvant organique à froid et par pressage à chaud.

**2. Caractères organoleptiques, densités et indices de réfractaire**

Pour *Neocarya macrophylla* et *Balanites aegyptiaca*, les huiles obtenues sont liquides au repos, de couleur jaune d'intensité variable selon la méthode d'extraction, alors que l'huile d'amandes de *Elaeis guineensis* a été de couleur blanc jaunâtre et solide au repos. Cependant l'ensemble des huiles ont présenté des densités et des indices de réfraction similaire d'une méthode d'extraction à l'autre avec des valeurs variant entre 0,912 - 0,929 et 1,455 - 1,493 respectivement comme l'indique le tableau I.

**3. Indices chimiques**

Les indices chimiques obtenus des huiles sont consignés dans le tableau I. Les indices de peroxyde des huiles de *Balanites aegyptiaca* ont été significativement supérieurs à la norme établie par le Codex Alimentarius de l'OMS (<10 mEqO/kg). Ainsi pour l'extraction organique à froid, un indice de peroxyde de  $25,38 \pm 1,14$  mEqO/kg a été obtenu contre  $17,59 \pm 0,35$  mEqO/kg pour le pressage à chaud ( $p = 0,004$ ).

**Tableau I :** Caractères physiques et indices chimiques des huiles d'amandes de *Balanites aegyptiaca* (L.), de *Elaeis guineensis* Jacq et de *Neocarya macrophylla* (Sabine).

	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.)		<i>Elaeis guineensis</i> Jacq		<i>Neocarya macrophylla</i> (Sabine)	
	EO	EP	EO	EP	EO	EP
Couleur	Jaune limpide	Jaune limpide	Blanc jaunâtre	Blanc jaunâtre	Jaune claire	Jaune foncé
Aspect	Liquide	Liquide	Solide	Solide	Liquide	Liquide
Densité	$0,912 \pm 0,002_b$	$0,919 \pm 0,004_b$	$0,914 \pm 0,002_b$	$0,929 \pm 0,003_b$	$0,923 \pm 0,002_b$	$0,924 \pm 0,001_b$
Indice de réfraction	1,468	1,468	1,456	1,455	1,492	1,493
Indice de peroxyde (mEqO/kg)	$25,38 \pm 1,14_a$	$17,59 \pm 0,35_a$	$1,84 \pm 0,43_b$	$1,47 \pm 0,32_b$	$7,81 \pm 1,09_b$	$7,21 \pm 0,04_b$
Indice d'acide (mg de KOH/g)	$4,25 \pm 0,33_a$	$3,34 \pm 0,56_a$	$2,28 \pm 0,01_a$	$1,13 \pm 0,002_a$	$3,21 \pm 0,13_a$	$2,38 \pm 0,5_a$
Indice d'iode (g d'iode/100g)	$93,94 \pm 0,75_a$	$88,52 \pm 3,4_a$	$32,15 \pm 2,12_b$	$31,56 \pm 2,48_b$	$45,5 \pm 4,03_b$	$45,73 \pm 2,27_b$
Indice de saponification (mg de KOH/g)	$201,34 \pm 5,15_b$	$202,87 \pm 5,22_b$	$255,89 \pm 3,31_b$	$255,04 \pm 2,18_b$	$203,43 \pm 0,66_a$	$207,51 \pm 2,30_a$

EO : Extraction organique à Froid ; EP : Extraction par Pressage à chaud ; a :  $p < 0,05$  entre EO et EP ; b :  $p > 0,05$  entre EO et EP

Les différentes huiles ont une acidité faible avec des indices d'acide inférieurs à 4 mg de KOH/g sauf pour l'huile de *Balanites aegyptiaca* obtenue par extraction organique à froid ( $4,25 \pm 0,33$  KOH/g). Cependant il a été constaté que pour toutes les huiles, l'extraction organique à froid donne toujours des huiles plus acides que le pressage à chaud.

Concernant les indices d'iode et de saponification, les huiles des différentes amandes

## Discussion

Le but de notre travail était de comparer les caractéristiques physico-chimiques des huiles obtenues par pressage à chaud et par extraction organique à froid avec comme solvant de l'hexane. Ce dernier a été choisi pour sa capacité à solubiliser les matières grasses. C'est le solvant le plus utilisé dans l'huilerie en raison de sa bonne affinité avec les matières grasses et de sa température d'ébullition faible (Dunford, 2012). Cependant, sa toxicité et son origine pétrolière soulèvent aujourd'hui des questions sanitaires et environnementales liées aux émissions atmosphériques et à la pureté des produits finaux (Guillemin, 2006). Ce qui encourage aujourd'hui, l'utilisation d'autres moyens d'extraction des huiles sans faire recours aux solvants tel que le pressage à chaud. Ce dernier permet d'assurer ainsi une production d'huile tout à fait naturelle pouvant être utilisée telle quelle (Rombaut, 2013). Par ailleurs, l'extraction par pressage à chaud semble être plus rentable que l'utilisation de l'hexane à froid sauf pour les amandes de *Elaeis guineensis* Jacq.; Cela pourrait s'expliquer par l'influence de chaleur qui faciliterait la libération de l'huile de leurs cellules de stockage. En effet l'augmentation de la température (entre 75 et 100°C) associée à l'aplatissement de la matière par le système mécanique de la machine entraîne un éclatement de la membrane cellulaire et la dénaturation des protéines. Ainsi les complexes protéine-lipides sont détruits entraînant une diminution de la viscosité de l'huile qui s'écoule plus facilement permettant aussi d'augmenter le rendement d'extraction (Lamsal *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2016 ; Gagnon, 2021). La température de chauffage lors du pressage semble être alors déterminante pour une optimisation du rendement d'extraction.

La couleur jaune des huiles serait probablement une indication de la présence de carotènes (précurseurs de la vitamine A), de tocophérols et de vitamine D. Ces derniers, sont tous facilement solubles dans les graisses (Oyedemi *et al.*, 2018). L'aspect liquide des huiles de *Balanites aegyptiaca*

ont eu des valeurs statistiquement similaires selon les deux méthodes d'extraction sauf celles de *Balanites aegyptiaca*.

Ces dernières ont présenté des indices d'iode de  $93,94 \pm 0,75$  et  $88,52 \pm 3,4$  g d'iode/100g d'huile respectivement pour l'extraction organique à froid et par pressage à chaud avec une différence faiblement significative ( $p = 0,036$ ).

(L.) et de *Neocarya macrophylla* (Sabine) à la température ambiante serait dû à la présence majoritaire d'acides gras insaturés tels que l'acide oléique et acide linoléique qui constituent en moyenne 83,5% des acides gras totaux de l'huile de *Neocarya macrophylla* (Sabine) (Balla et Baragé, 2008).

Sa teneur en acide oléique rend cette huile particulièrement intéressante dans la régulation du cholestérol. L'huile serait également plus riche en acides gras polyinsaturés que l'huile de *Balanites aegyptiaca* (L.) et les huiles de certains oléagineux tels que l'arachide, le soja, le colza (Balla et Baragé, 2008 ; Diaw, 2010).

Par contre une huile avec un aspect solide ou graisseux à température ambiante, comme le cas de l'huile de coco, est majoritairement constituée d'acides gras saturés (Marina *et al.*, 2009). Ainsi, l'huile d'amandes de *Elaeis guineensis* Jacq., contiendrait plus d'acide gras saturés que d'acides gras insaturés.

La densité et l'indice de réfraction renseignent sur la pureté de l'huile. Ils sont fonction de la composition chimique des huiles et de la température (Diakite *et al.*, 2022). La densité et l'indice de réfraction des différentes huiles alimentaires mentionnées dans le Codex Alimentarius (1999) varient respectivement entre 0,891- 0,926 et 1,448 - 1,469. Ainsi dans l'ensemble, toutes les huiles ont présenté des densités et indices de réfraction assez élevés. Etant des huiles brutes, elles ne seraient pas assez pures et qu'un raffinage ultérieur serait nécessaire pour une meilleure utilisation. Cependant, en comparant les deux méthodes d'extraction, une différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a pas été notée concernant la densité et l'indice de réfraction.

Les indices chimiques permettent d'évaluer la qualité des huiles. L'évaluation de l'indice de peroxyde permet de suivre l'état d'oxydation des huiles. C'est un bon indicateur de l'état de conservation et s'évalue par la mesure des hydroperoxydes totaux, qui sont les premiers produits

d'oxydation. (Kiritsakis et Christie, 2000 ; Rahmani, 2005). Les huiles d'amandes de *Elaeis guineensis* Jacq et de *Neocarya macrophylla* (Sabine) ont présenté des teneurs en peroxydes conformes aux normes établies par le Codex Alimentarius (1999) qui fixe la valeur limite à 15 méq d'oxygène actif/kg d'huile pour les Huiles vierges, graisses et huiles pressées à froid. Quant à l'huile de *Balanites aegyptiaca* (L.), les indices de peroxydes ont été largement supérieurs à la limite autorisée par le Codex. Elle serait ainsi plus fragile à l'oxydation et que des précautions particulières devraient être prises lors de l'extraction et de la conservation pour assurer une consommation en toute sécurité. Par ailleurs, pour toutes les huiles, l'extraction organique conduit toujours à des teneurs en peroxydes plus élevées que le pressage mécanique à chaud. Ce qui laisse penser que les solvants organiques, à l'occurrence l'hexane, fragiliseraient les huiles végétales en les rendant plus sensible à l'oxydation.

Le même constat a été fait avec les indices d'acide des huiles où il a été noté que l'extraction organique à froid conduisait à des huiles plus acides que celle par pressage mécanique à chaud avec des différences statistiquement significatives ( $p < 0,05$ ). Cependant, toutes les teneurs en acides gras libres ont été conformes à la norme du Codex Alimentarius ( $< 4,0$  mg de KOH/g de d'huile) sauf pour l'huile de *Balanites aegyptiaca* (L.) obtenue par extraction organique avec une acidité légèrement au-dessus de la norme ( $4,25 \pm 0,33$  de KOH/g de d'huile). L'indice d'acide est un important indicateur de la qualité des huiles végétales. Selon les conditions d'extraction, de traitement et de conservation, les huiles végétales constituées principalement d'acides gras insaturés ont tendance à se décomposer lentement, libérant ainsi des acides gras libres. Ces derniers sont extrêmement sensibles à l'oxydation, responsable de la détérioration du goût et de l'odeur des huiles (Kardash et Tur'yan, 2005 ; Li et al., 2007). Ainsi l'indice d'acide combiné à l'indice de peroxyde restent des paramètres incontournables dans

### Conclusion

Le pressage mécanique à chaud serait plus intéressant pour obtenir des huiles de meilleure qualité avec des rendements plus satisfaisant car les solvants organiques, même à froid, affecterait négativement la qualité des huiles. Cependant, les huiles des amandes de ces plantes répondent aux critères de qualité du Codex Alimentarius établies par la FAO sauf pour celle de *Balanites*

l'évaluation et le contrôle de qualité des huiles végétales.

Les indices d'iode et de saponification nous renseignement sur la nature des acides gras des huiles végétales. D'une part, un indice d'iode bas signifie que l'huile est constituée principalement d'acide gras saturés et qu'elle est moins exposée au rancissement oxydatif. D'autre part, la chaîne carbonée d'un acide gras est d'autant plus courte que son indice de saponification est plus élevé. Par ailleurs, les huiles avec un indice d'iode inférieur à 100 g d'iode/100 g d'huile sont des huiles dites non – siccatives (Aremu *et al.*, 2015 ; Atolani *et al.*, 2019 ; Mechqoq *et al.*, 2021) et celles avec un indice d'iode inférieur à 60 g d'iode/100 g peuvent être classées parmi les graisses (Bruneton, 2016). En conséquence, toutes les huiles obtenues sont de types de non-siccatives et que l'huile de *Elaeis guineensis* Jacq (Sabine), par son indice d'iode faible, serait majoritairement constituées d'acides gras saturés. Ce qui semble être confirmé par son aspect grasseux à la température ambiante. Cependant pour l'huile de *Neocarya macrophylla* (Sabine), avec un indice d'iode inférieur à 50 g d'iode/100 g d'huile, serait constituée principalement d'acide linoléique (57,77%), d'acide oléique (25,76%) et d'acide linoléique (16,45%) d'après les résultats rapportés par Balla et Baragé (2008). Le poids moléculaire moyen des acides gras de l'huiles de *Elaeis guineensis* Jacq serait plus faible que celui des autres huiles par son indice de saponification plus élevé. Ainsi ces acides gras seraient de type saturé à chaînes carbonées moyenne comme ceux de l'huile de coco avec une importante teneur en acides laurique (C12 :0) et myristique (C14 :0) et avec un indice de saponification qui varient entre 235–260 mg KOH/g (Ivanova *et al.*, 2022). Par contre, les indices de saponification des huiles de *Neocarya macrophylla* (Sabine) et de *Balanites aegyptiaca* (L.), légèrement supérieurs à 200 mg de KOH/g, confirmeraient leur forte teneur en acides gras insaturés à longues chaînes de carbone (C18:1 ; C18:2 ; C18:3) évoquée par certains auteurs (Mohamed *et al.*, 2002 ; Balla et Baragé, 2008).

*aegyptiaca* (L.) avec des teneurs élevées en peroxydes et une acidité assez importante.

De toutes les huiles, celle de *Neocarya macrophylla* (Sabine), avec un rendement d'extraction par pressage avoisinant les 50% et un profil en acides gras insaturés intéressant, serait un bon modèle de valorisation de ses amandes par les populations locales. Ainsi une étude ultérieure

visant à comparer son profil en acides gras avec ceux de certaines huiles végétales commercialisées permettra une comparaison exhaustive en vue d'une meilleure utilisation.

#### Remerciements

Nos remerciements les plus chaleureux à tout le personnel du Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique de Faculté de Médecine, de Pharmacie

#### Références

- Aremu M.O., Ibrahim H., et Bamidele T.O., 2015.** Physicochemical characteristics of the oils extracted from some Nigerian plant foods—a review. *Chemical and Process Engineering Research*, 32, 36-52.
- Atolani O., Areh E.T., Oguntoye O.S., Zubair M.F., Fabiyi O.A., Oyegoke R.A., Tarigha D.E., Adamu N., Adeyemi O.S., Kambizi L., 2019.** Chemical composition, antioxidant, anti-lipooxygenase, antimicrobial, anti-parasite and cytotoxic activities of *Polyalthia longifolia* seed oil. *Medicinal Chemistry Research*, 28, 515-527.
- Bai S., Brooks P., Gama R., Nevenimo T., Hannet G., Hannet D., Randall B., Walton D., Grant E., Wallace H.M., 2019.** Nutritional quality of almond, canarium, cashew and pistachio and their oil photooxidative stability. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 792-798.
- Balla A., Baragé M., 2008.** Analyses physico-chimiques de la pulpe et caractérisation de la fraction lipidique des amandes du fruit du pommier de Cayor (*Neocarya macrophylla* Sabine). *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 61, 1-6.
- Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales (4e éd.), Lavoisier, Tec et Doc. Paris.
- Diakite K., Diagouraga S., Diawara M., Fane, M., 2022.** Etude des paramètres physico-chimiques des huiles de graine de coton produites en zone CMDT au Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(3), 1320 -1330.
- Diaw M., 2010.** Valorisation des coproduits de la graine de coton exempte de glandes à gossypol en production de poulets au Sénégal, PhD Thesis, Académie Universitaire Wallonie-Europe, Université de Liège, Belgique.
- Dunford, N.T., 2012.** Food and Industrial Bioproducts and Bioprocessing. 1ère Ed, Kindle ; Wiley-Blackwell, edition, Iowa.
- Evrard J., Pagès-Xatart-Pares X., Argenson C., Morin O., 2007.** Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza, *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42, 13-23.
- Femenia A., García-Marín M., Simal S., Rosselló C., Blasco M., 2001.** Effects of Supercritical Carbon Dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) Oil Extraction on the Cell Wall Composition of Almond Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12), 5828-5834.
- Fine F., Vian M.A., Tixier A.S.F., Carre P., Pages X., Chemat F., 2013.** Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses, *Oilseed and fats Crops and Lipids*, 20(5), 1-6.
- Gagnon Y., 2021.** Étude de l'extraction des huiles végétales en milieu aqueux assistée par des tensioactifs, PhD Thesis, Université de Technologie de Compiègne, France.
- Guillemin S., 2006.** Extraction aqueuse d'huile de colza assistée par hydrolyse enzymatique : Optimisation de la réaction, caractérisation de l'émulsion et étude de procédés de déstabilisation, PhD Thesis, Institut National Polytechnique de Lorraine, France.
- Haïdara A.O., 1998.** Valorisation d'une huile végétale tropicale : L'huile de pourghere, PhD Thesis, Université de Sherbrooke, Canada.
- Issa A., Falalou H., Younoussa O.M., Yacoubou B., Didier Z.J., 2016.** Caractérisation Agro-Morphologique Des Accessions D'arachide (*Arachis Hypogaea* L.) Pour La Teneur En Huile. *European Scientific Journal*, 12(15), 337-351.
- Ivanova M., Hanganu A., Dumitriu R., Tociu M., Ivanov G., Stavarache C., Popescu L., Ghendov-Mosanu A., Sturza R., Deleanu C., Chira, N.A., 2022.** Saponification Value of Fats and Oils as Determined from 1H-NMR Data : The Case of Dairy Fats, *Foods*, 11(10), 1-13.
- Kardash E., Tur'yan Y.I., 2005.** Acid Value Determination in Vegetable Oils by Indirect Titration in Aqueous-alcohol Media. *Croatica Chemica Acta*, 78(1), 99-103.
- Kiritsakis A., Christie W.W., 2000.** Handbook of olive oil : Analysis and properties, Springer Science+Business Media LLC, New York.
- Lamsal B.P., Murphy P.A., Johnson L.A., 2006.** Flaking and extrusion as mechanical treatments for enzyme-assisted aqueous extraction of oil from soybeans. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 83(11), 973-979.
- Lecerf J.M., 2011.** Les huiles végétales : Particularités et utilités. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 5(3), 257-262.
- Leo L., Rescio L., Ciurlia L., Zacheo G., 2005.** Supercritical carbon dioxide extraction of oil and  $\alpha$ -tocopherol from almond seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2167-2174.
- Li P., Gasmalla M.A.A., Zhang W., Liu J., Bing R., Yang R., 2016.** Effects of roasting temperatures and grinding type on the yields of oil and protein obtained by aqueous extraction processing. *Journal of Food Engineering*, 173, 15-24.
- Li S.G., Zhang H., Xue W.T., 2007.** A novel method for the determination of acid value of vegetable oils.

*European Journal of Lipid Science and Technology*, **109**(11), 1088-1094.

**Marina A.M., Che Man Y.B., Nazimah S.A.H., Amin I., 2009**, Chemical Properties of Virgin Coconut Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **86**(4), 301-307.

**Mechqoq H., El Yaagoubi M., Momchilova S., Msanda F., El Aouad N., 2021**. Comparative study on yields and quality parameters of argan oils extracted by conventional and green extraction techniques. *Grain & Oil Science and Technology*, **4**(3), 125-130.

**Mohamed A.M., Wolf, W., Spieß, W.E.L., 2002**. Physical, morphological and chemical characteristics, oil recovery and fatty acid composition of *Balanites aegyptiaca* Del. Kernels. *Plant Foods for Human Nutrition*, **57**(2), 179-189.

**Ouzir M., Bernoussi S.E., Tabyaoui M., Taghzouti K., 2021**. Almond oil: A comprehensive review of chemical composition, extraction methods, preservation conditions, potential health benefits, and safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **20**(4), 3344-3387.

**Oyededeji F.O., Adeleke B.B., Olalude C.B., 2018**. Proximate Analysis of *Polyalthia Longifolia* Seeds. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, **5**(3), 74-78.

**Pardeshi S., 2020**. Analytical evaluation of standard aoac method (non-catalytic) and accelerated wijs method (catalytic) for the determination of iodine value of edible vegetable oils. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, **9**(9), 34-43.

**Rahmani M., 2005**. Composition chimique de l'huile d'argane «vierge». *Cahiers Agricultures*, **14**(5), 461-465.

**Rombaut N., 2013**. Etude comparative de trois procédés d'extraction d'huile: Aspects qualitatifs et quantitatifs: application aux graines de lin et aux pépins de raisin, PhD Thesis, Compiègne, France.

**Wolff J.P., 1968**. Manuel d'analyse des corps gras. Azoulay éd., Paris.

**Yada S., Huang G., Lapsley K., 2013**. Natural variability in the nutrient composition of California-grown almonds. *Journal of Food Composition and Analysis*, **30**(2), 80-85.