

Influence de l'opération de lavage des graines de Baobab (*Adansonia digitata* L.) sur la qualité de l'huile

Alioune SOW*, Mady CISSE, Guedel FAYE, Nicolas Cyrille Mensah AYEISSOU, Mama SAKHO et Codou MAR DIOP

Laboratoire d'Electrochimie et des Procédés Membranaires (LEPM), ESP-UCAD, Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaire et les Molécules Fonctionnelles (CESAM-RESCIF), ESP-UCAD, Dakar

* Correspondance, courriel : aliouneabdsow@hotmail.fr

Résumé

L'objectif de l'étude est d'étudier l'impact du lavage des graines de baobab sur la qualité des huiles extraites par pression à froid. Six échantillons d'huile ont été constitués avec des graines de trois provenances. Les graines non lavées offrent un meilleur rendement d'extraction mais avec des densités similaires. Les indices de peroxyde, d'iode, de réfraction, de saponification et d'acide varient respectivement de 2,99 à 3,98 mEq.kg⁻¹ ; 85,44 à 87,20 mgI₂.100 g⁻¹ ; 1,464 à 1,465 ; 199,62 à 203,83 mgKOH / g ; 0,49 à 1,02 mgKOH.g⁻¹ pour les huiles des graines de baobab lavées. Pour les huiles des graines non lavées, les indices de peroxyde, d'iode, de réfraction, de saponification et d'acide varient respectivement de 1,49 à 2,94 mEq.kg⁻¹ ; 83,04 à 86,23 mgI₂.100 g⁻¹ ; 1,465 à 1,466 ; 201,03 à 211,31 mgKOH / g ; 0,92 à 2,36 mgKOH.g⁻¹. Les paramètres de couleur (L*, a* et b*) des huiles diffèrent également selon le prétraitement appliqué. Les analyses de corrélation, en composantes principales et une classification numérique réalisées sur les propriétés physico-chimiques révèlent que les graines non lavées permettent d'obtenir, en plus d'un meilleur rendement d'extraction, des huiles de meilleure qualité physicochimique.

Mots-clés : *Adansonia digitata* L., graines, extraction, pression, huile.

Abstract

Influence of the washing operation on the quality of Baobab (*Adansonia digitata* L.) seeds' oil

The objective of the study is to examine the impact of washing baobab seeds about the quality of oils extracted by cold pressing. Six oil samples were formed with seeds of three sources. Unwashed seeds provide better extraction yield but with similar densities. The indices of peroxide, iodine, refraction, saponification and acid range from 2.99 to 3.98 mEq.kg⁻¹ ; 85.44 to 87.20 mgI₂.100g⁻¹ ; 1.464 to 1.465 ; 199.62 to 203.83 mg KOH.g⁻¹ ; 0.49 to 1.02 mgKOH.g⁻¹ for oils washed baobab seeds, respectively. For the oils unwashed seeds, peroxide indices, iodine, refraction, saponification and acid range from 1.49 to 2.94 mEq.kg⁻¹ ; 83.04 to 86.23 mgI₂.100g⁻¹ ; 1.465 to 1.466 ; 201.03 to 211.31 mg KOH.g⁻¹ ; 0.92 to 2.36 mgKOH.g⁻¹, respectively. Color parameters (L*, a* and b*) of oils vary also with the pre-treatment applied. The correlation analyzes, principal components and a numerical classification carried out on the physicochemical properties reveal that the unwashed seeds make it possible to obtain, in addition to a better extraction yield, oils of better physicochemical quality.

Keywords : *Adansonia digitata* L., seeds, extraction, pressure, oil.

1. Introduction

Le baobab (*Adansonia digitata* L.), qui est présente sur le continent africain, est l'une des espèces les plus frappantes, les plus reconnaissables et figure parmi les espèces fruitières de cueillette les plus appréciées des populations locales [1, 2]. Le genre *Adansonia* appartient à la famille des Bombacacées et à l'ordre des Malvales [3]. En Afrique, cette espèce de baobab n'est présente que dans les régions semi-arides et subhumides au sud du Sahara [4] à l'exception du Liberia, de l'Ouganda, de Djibouti et du Burundi [1, 5]. Au Sénégal, des peuplements sont présents dans tout le pays [4]. Les graines de baobab contiennent des protéines (18,4 %), des lipides (12,2 %) et des glucides (45,1 %) [6]. L'huile des graines de baobab est utilisée dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques en raison de sa teneur en acides gras essentiels et en vitamines A, D, E et F [7, 8]. En effet, elle permet le rajeunissement et le renouvellement des cellules, améliore donc l'élasticité de la peau, réduit l'apparence des vergetures et lutte contre les maladies de la peau comme l'eczéma, les coups de soleil, l'acné et les éruptions cutanées [8 - 10]. Plusieurs études ont été réalisées sur l'extraction de l'huile des graines de baobab avec des solvants organiques [11 - 15]. Cependant, l'extraction par pressage à froid demeure le procédé d'extraction le plus couramment utilisé par les industriels. Actuellement, les recherches relatives à l'huile de baobab extraite par pressage sont presque inexistantes, en dépit de son impact socio-économique. Ce procédé d'extraction nécessite, le plus souvent, des prétraitements comme le lavage et le séchage des graines qui demandent beaucoup d'effort physique, de quantité d'eau et de temps. Il est donc avantageux de réduire les opérations unitaires et d'amoindrir le coût de production tout en préservant la qualité de l'huile extraite. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact du lavage ou non des graines de baobab sur la qualité de l'huile et le rendement d'extraction pour justifier sa réduction ou son maintien dans le processus de production.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal et prétraitements

Le matériel végétal est constitué des graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) issues des fruits collectées en 2016 dans trois localités : les graines provenant de Kougheul (zone Centre du Sénégal) et celles de Ziguinchor et Bignona (zone Sud du Sénégal). La production des huiles a nécessité une masse totale de 150 kg. Dès lors, trois lots de 50 kg de graines de chaque provenance ont été utilisés pour l'extraction d'huile. Chaque lot a été divisé en deux parties égales : 25 kg des graines non lavées et 25 kg lavées (**Figure 1**). Le lavage des 75 kg de graines a occasionné l'utilisation de 150 Litres d'eau environ et, une durée totale de 2 heures de trempage et de malaxage. Après lavage, les graines ont été séchées à 65 ± 1 °C pendant 24 heures à l'étuve. Ainsi, six échantillons de 25 kg de graines ont été constitués. Séparément, le broyage des graines des différents lots a été effectué à l'aide d'un moulin et passées à un tamis de maille 1 mm.

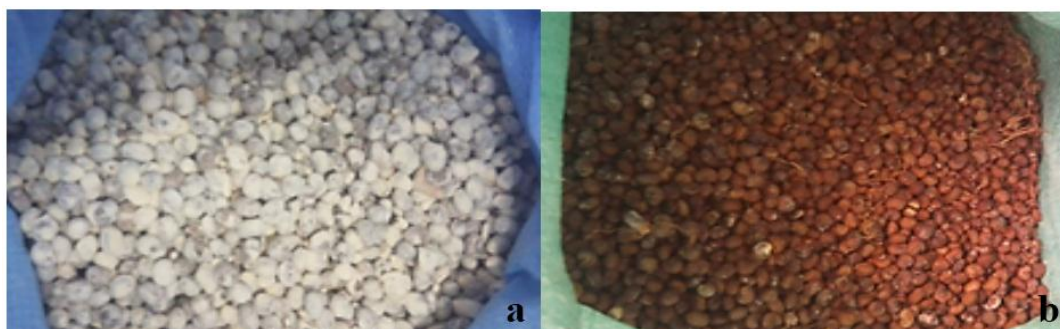


Figure 1 : Graines non lavées (a) et graines lavées (b)

2-2. Extraction de l'huile par pressage

L'extraction de l'huile de baobab a été effectuée à l'aide d'une presse mécanique (DD85G, IBG Monforts Oekotec GmbH, Mönchengladbach, Germany). La filière de 10 mm a été utilisée, durant toute l'extraction, et la vitesse de rotation de 25 rpm a été maintenue. La température de tête de sortie a également été maintenue à 105 °C durant toute l'opération. Au préalable, la tête de sortie a été portée à cette température pendant 25 minutes environ au début de l'opération d'extraction. A la fin de l'extraction, l'huile de baobab brute obtenue est un mélange d'huile avec des impuretés gommeuses. L'huile brute a aussitôt été conditionnée dans des bouteilles pendant deux jours. Après décantation, l'huile a été transvasée dans de nouvelles bouteilles et centrifugée à l'aide d'une centrifugeuse (Hettich, Zentrifugen, Germany) à 4500 tours pendant 10 minutes. L'huile ainsi obtenue a été stockée à 4 °C avant le début des analyses.

2-3. Méthodes d'analyses

Les caractéristiques physico-chimiques (teneur en huile, densité, acidité, indice de peroxyde, indice d'acide, indice de réfraction, indice d'iode, indice de saponification et indice de couleur) ont été déterminées afin d'évaluer l'impact du lavage des graines sur la qualité des différentes huiles extraites. L'indice de saponification a été déterminé selon la norme française NF T60-206 ; l'indice d'acide selon la norme NF T60-204 ; l'indice d'iode selon la norme française NF T60-203 ; l'indice de peroxyde selon la norme française NF T60-220 ; le rendement d'extraction selon la méthode normée d'extraction au soxhlet (NF V03-905). L'indice de réfraction a été mesuré avec un réfractomètre (EXACTA-OPTECH, Mod-RMT, München, Germany). Un colorimètre (CM-5, Konica Minolta Sensing Americas Inc., US) a été utilisé pour déterminer les paramètres de couleurs L^* , a^* , b^* , $Y1$, c^* et h des différentes huiles. La composante L^* indiquant la clarté ou luminance varie du noir au blanc ; la composante a^* correspond au couple antagoniste vert-rouge ; la composante b^* correspond au couple antagoniste bleu-jaune ; $Y1$, c^* et h correspondent respectivement à l'indice de jaunissement, la chromaticité et la tonalité chromatique. L'acidité qui correspond à l'expression en pourcentage d'acide oléique a été calculée à partir de l'indice d'acide. La densité a été mesurée par la méthode NF T60-214 à la température de 25°C.

2-4. Analyses statistiques

Une analyse en composantes principales (ACP) et une classification numérique ont été réalisées sur les données physico-chimiques des huiles afin de rechercher les meilleures corrélations entre les variables aléatoires. Aussi, les résultats obtenus ont été étudiés par des analyses de corrélation (coefficients de corrélation de Pearson) entre la teneur en huile, la densité et les indices d'acide, d'iode, de réfraction, de peroxyde, de saponification et de couleur. Pour comparer les moyennes, les analyses de variance avec le test LSD de Fisher au seuil de signification de 5 % a également été réalisé. Ainsi, toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel R (version 3.2.4, 2016).

3. Résultats et discussion

3-1. Effet du lavage des graines sur le rendement d'extraction

Les résultats de l'effet de ce paramètre sur le rendement d'extraction en huile sont présentés dans le **Tableau 1**. Ce **Tableau** montre que les rendements d'extraction des graines lavées sont inférieurs à celles des graines non lavées. En effet, les rendements en huile des graines de Kougheul, de Ziguinchor

et de Bignona non lavées (GKNL, GZNL, GBNL) ont été de 11,79, 16,21 et 12,27 %, respectivement. Cependant, celles des graines de Kougheul, de Ziguinchor et de Bignona lavées (GKL, GZL, GBL) ont été respectivement de 10,80 ; 12,34 et 13,44 %. L'analyse des variances montre des différences significatives au seuil de 5 % entre les rendements d'extraction. Cette différence entre les graines lavées et non lavées s'expliquerait raisonnablement par un apport en lipides de la pulpe qui enrobe les graines et / ou une composition chimique de la pulpe [16]. Aussi, cette différence serait liée à la teneur en eau des graines lavées différente de celle des graines non lavées. Les opérations de trempage, de malaxage et de lavage occasionnent une augmentation de la teneur en eau des graines. Or, la température et la durée de séchage peuvent réduire la teneur en eau optimale des graines. En effet, l'affinité eau / solvant et la teneur en eau ont été soulignées comme les facteurs cruciaux agissant sur le rendement d'extraction [17]. L'utilisation des graines non lavées permet, d'une part, d'amoindrir la durée et le coût de production, et d'autre part, d'obtenir le meilleur rendement d'extraction.

Tableau 1 : Rendements d'extraction des graines lavées et des graines non lavées

Provenance	Type de traitement	Appellation	Rendement d'extraction (%)
Kougheul	Lavées	GKL	10,80 ± 0,2 ^b
	Non lavées	GKNL	11,79 ± 0,1 ^c
Ziguinchor	Lavées	GZL	12,34 ± 0,1 ^a
	Non lavées	GZNL	16,21 ± 0,2 ^e
Bignona	Lavées	GBL	13,44 ± 0,2 ^d
	Non lavées	GBNL	12,27 ± 0,2 ^a

Sur la même colonne, les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. GKL : Graines de Kougheul Lavées ; GKNL : Graines de Kougheul Non Lavées ; GZL : Graines de Ziguinchor Lavées ; GZNL : Graines de Ziguinchor Non Lavées ; GBL : Graines de Bignona Lavées ; GBNL : Graines de Bignona Non Lavées.

3-2. Effet du lavage des graines sur la qualité des huiles obtenues

Afin d'évaluer l'effet du lavage des graines sur la qualité de l'huile de baobab, les caractéristiques physico-chimiques des huiles extraites ont été déterminées.

3-2-1. Propriétés physiques

Les paramètres étudiés pour les différentes huiles comprennent la densité, l'indice de réfraction et les indices de couleurs. Les résultats obtenus sont consignés dans le **Tableau 2**. La densité des huiles obtenue est comprise entre 0,863 et 0,875. Ces valeurs mesurées sont inférieures à celles indiquées par [14, 18] qui ont été respectivement de 0,880 et 0,943 sur des huiles des graines de Nigeria. Aussi, les graines de Ziguinchor ont présenté les densités les plus faibles. D'une façon absolue, la densité des huiles provenant des graines lavées est supérieure à celle des huiles issues des graines non lavées. L'analyse des variances montre des différences significatives au seuil de 5 % entre les densités des huiles obtenues. Cette différence résulterait probablement d'une quantité d'eau relativement faible encore piégée dans les graines au cours de l'opération de lavage. Cependant, nous constatons que les indices de réfraction des huiles obtenues avec les différentes graines sont statistiquement identiques avec des valeurs variant entre 1,464 et 1,466. Par ailleurs, l'indice de réfraction à 40°C de l'huile de baobab signalé par [5] est de 1,468. Les paramètres de couleurs L*, a* et b* des huiles de baobab obtenues varient respectivement entre 94,87 et 96,51 pour L* ; -10,51 et -12,13 pour a* ; 69,42 et 101,49 pour b*. Pour l'étude des huiles,

les paramètres de couleur (L^* , a^* et b^*) de l'huile des graines de chia obtenue par pressage étaient rangée de 39,720 à 42,855, -3,757 à -2,087 et 23,865 à 25,900, respectivement [19]. Les auteurs de [20] avaient obtenu avec l'huile des graines de tomate les valeurs 39,26 (L^*), 30,56 (a^*) et 50,40 (b^*). La comparaison des paramètres (**Tableau 2**) des huiles obtenues par pressage montre des différences selon le mode de traitement des graines de baobab. En effet, les huiles issues des graines non lavées présentent des indices de jaunissement plus élevés excepté l'origine Kougueul. Ainsi, elles apparaissent plus jaunes que celles issues des graines lavées. Cette coloration jaune plus accentuée est attribuée à la présence de caroténoïdes plus importantes [20, 21]. La pulpe de baobab renferme des caroténoïdes [22] qui se retrouvent dans l'huile au moment du pressage. D'après [23], les caroténoïdes ont des propriétés antioxydantes. Par conséquent, l'oxydation des huiles issues des graines non lavées serait plus lente que celles issues des graines lavées. Les caroténoïdes peuvent être des hydrocarbures purs appelés carotènes (lycopène, β -carotène, etc.) ou posséder un groupement fonctionnel oxygéné et dans ce cas, s'appeler xanthophylles (astaxanthine, lutéine, etc.) [24].

3-2-2. Propriétés chimiques

Les propriétés chimiques des différentes huiles extraites par pression à froid sont présentées dans le **Tableau 2**. L'analyse du **Tableau** montre que l'indice d'acide n'a pas été significativement affecté par le mode de traitement des graines. Les indices d'acide mesurés [(0,49 à 2,36) mgKOH.g⁻¹] sont proches aux valeurs [(0,338 à 0,508) mgKOH.g⁻¹] obtenues par [11]. Les valeurs obtenues restent très inférieures à celles rapportées par [25, 26] qui sont respectivement de 5,2 mgKOH.g⁻¹ et 6,52 mgKOH.g⁻¹ sur des huiles obtenues après extraction au solvant. Cette différence notable résulterait de la température atteinte lors de l'extraction au solvant et qui entraînerait l'hydrolyse d'une ou de deux des liaisons esters des triglycérides favorisant la formation d'acides gras libres [27]. Aussi, les graines non lavées possèdent les indices d'acides les plus élevés. L'analyse de la variance indique des différences significatives au seuil de 5 % des indices d'acides. Cependant, nous notons séparément de faibles similitudes en termes d'indice d'acide entre les différentes graines. Cette acidité de l'huile des graines non lavées peut s'expliquer raisonnablement par la présence, dans la pulpe, des acides organiques comme l'acide citrique, l'acide tartrique, l'acide malique et l'acide succinique [4, 7]. Selon la provenance et le mode de traitement des graines, nous constatons des variations de l'indice d'iode difficile à attribuer à l'opération de lavage. Par ailleurs, le traitement des données montre que les huiles obtenues présentent des différences significatives en termes d'indice d'iode selon le lavage et la provenance des graines. Cet indice est compris entre 83,04 et 89,13 mgI₂.100g⁻¹.

Ces indices d'iode élevés traduisent la richesse en acide gras insaturés des huiles obtenues. Ainsi, l'huile de baobab est non-siccative et, est comparable à l'huile d'olive (75 - 94 mgI₂.100 g⁻¹) [28]. Les indices d'iode des huiles obtenues sont proches de ceux indiqués par [15]. Cependant, ils sont inférieurs à la valeur de 49,5 mgI₂.100 g⁻¹ rapportés par [25]. D'après [27], cette différence pourrait être attribuée à l'hexane qui entraînerait la rupture de certaines doubles liaisons des acides gras insaturés. L'indice de peroxyde permettant d'apprécier l'état d'oxydation d'un corps gras est faible pour les huiles de baobab étudiées. L'ensemble des indices de peroxyde des huiles obtenues sont inférieurs à la valeur limite de 10 mEq.kg⁻¹ recommandée par [29]. Par ailleurs, les indices de peroxyde des graines lavées sont plus élevés que ceux des graines non lavées (**Tableau 2**). Cette différence pourrait s'expliquer par une richesse de ces dernières en caroténoïdes marquée par un indice de jaunissement plus élevé. En effet les caroténoïdes ont un pouvoir antioxydant [30] par désactivation de l'oxygène activé. Les indices de saponification déterminés sont compris entre 199,62 et 211,31 mgKOH / g. Les indices de saponification obtenus sont supérieurs à ceux de l'huile de moringa (180,31 mgKOH / g) [31] et de l'huile d'olive (97,94 mgKOH / g) [21]. L'indice de saponification élevé montre la forte possibilité quant à l'utilisation de l'huile de baobab dans la fabrication de savons. Tout comme l'indice d'iode, celui de saponification ne semble pas être affecté par le lavage.

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques des huiles de pressage des différentes graines de baobab (*Adansonia digitata* L.)

	GZL	GZNL	GBL	GBNL	GKL	GKNL
Densité	0,866 ^d	0,863 ^c	0,875 ^b	0,874 ^{ab}	0,874 ^{ab}	0,873 ^a
Indice de réfraction	1,464 ^b	1,465 ^a	1,464 ^b	1,465 ^a	1,465 ^a	1,466 ^c
Indice de saponification	202,43 ^{ab}	201,49 ^a	199,62 ^c	201,03 ^a	203,83 ^b	211,31 ^d
Indice de peroxyde	3,31 ^d	2,94 ^b	2,99 ^c	3,45 ^e	3,98 ^f	1,49 ^a
Indice d'acide	1,02 ^b	0,92 ^{ab}	0,49 ^c	0,72 ^{ac}	0,92 ^{ab}	2,36 ^d
Indice d'iode	87,20 ^{ab}	86,23 ^{abc}	85,44 ^{ac}	89,13 ^b	86,62 ^{ab}	83,04 ^c
Acidité	0,51 ^b	0,464 ^{ab}	0,248 ^c	0,36 ^{ac}	0,461 ^{ab}	1,187 ^d
L*	95,44 ^c	94,98 ^b	95,87 ^d	94,87 ^a	96,51 ^f	96,37 ^e
a*	- 10,73 ^d	- 11,49 ^c	-11,83 ^a	- 11,2 ^a	- 10,51 ^e	- 12,13 ^b
b*	94,93 ^d	101,49 ^f	93,56 ^c	99,27 ^e	73,88 ^b	69,42 ^a
YI	87,03 ^d	89,63 ^f	86,32 ^c	88,88 ^e	76,23 ^b	73,54 ^a
c*	95,53 ^d	102,14 ^f	94,30 ^c	99,9 ^e	74,69 ^b	70,49 ^a
h	96,45 ^a	96,46 ^a	97,21 ^b	96,44 ^a	98,41 ^c	99,91 ^d

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

3-3. Analyses statistiques

3-3-1. Corrélations entre teneur en huile, propriétés physico-chimiques et couleur

L'étude de corrélation entre le rendement d'extraction et les propriétés physico-chimiques de l'huile des graines de baobab (**Tableau 3**) montre que le rendement d'extraction a des corrélations positives avec l'indice d'iode, b* et YI, et des corrélations négatives avec les autres paramètres. La relation entre les indices physico-chimiques, séparément, a signalé une forte corrélation positive des indices de saponification et d'acide avec l'indice de réfraction. Par contre, les indices de peroxyde et d'iode ont été très négativement corrélés avec l'indice de saponification.

Tableau 3 : Coefficients de corrélation de Pearson entre le rendement d'extraction, les propriétés physico-chimiques et les paramètres de la couleur

Variables	Rendement d'extraction	Densité	I. R	I. S.	I. P.	I. A.	I. I.	L*	a*	b*	YI
Densité	- 0,704										
I. R.	- 0,002	0,149									
I. S.	- 0,369	0,142	0,798								
I. P.	- 0,062	0,006	- 0,563	- 0,723							
I. A.	- 0,227	0,013	0,776	0,981	- 0,813						
I. I.	0,227	- 0,089	- 0,438	- 0,711	0,804	- 0,724					
L*	- 0,809	0,515	0,281	0,593	- 0,215	0,464	- 0,660				
a*	- 0,223	- 0,156	- 0,375	- 0,356	0,862	- 0,447	0,669	- 0,047			
b*	0,737	- 0,481	- 0,591	- 0,818	0,356	- 0,700	0,645	- 0,924	0,091		
YI	0,708	- 0,465	- 0,623	- 0,834	0,378	- 0,720	0,657	- 0,912	0,112	0,999	
h	- 0,591	0,470	0,700	0,881	- 0,584	0,799	- 0,785	0,856	- 0,369	- 0,957	- 0,965

I. R : indice de réfraction ; I. S : indice de saponification ; I. P : indice de peroxyde ; I. A : Indice d'acide ; I. I : Indice d'iode.

Aussi, l'indice d'acide a été positivement corrélé avec les indices de réfraction et de saponification, et inversement corrélé à l'indice de peroxyde. La composante b* de la couleur et l'indice de jaunissement YI ont été très négativement corrélés avec l'indice de saponification, l'indice d'acide et la luminance L*. Pareillement, une très forte corrélation positive a été notée entre l'indice de jaunissement YI et la composante b* correspondant au couple antagoniste bleu-jaune. Cependant, la tonalité chromatique h est positivement corrélée aux indices de réfraction, de saponification, d'acide, et inversement corrélée à l'indice d'iode, à l'indice de jaunissement et à la composante b*.

3-3-2. Analyse en composantes principales

Une analyse de la composante principale (ACP) a été réalisée pour mieux évaluer l'impact du lavage des graines de baobab sur la qualité des huiles extraites. Les deux premières dimensions (Dim 1 et Dim 2) expriment 82,52 % de l'inertie totale (**Tableau 4**). La première dimension (Dim 1) contribue à 60,44 % et la deuxième (Dim 2) à 22,08 %. Les variables indice de réfraction (0,706), indice de saponification (0,925), indice d'acide (0,863), luminance L* (0,810) et la tonalité chromatique h (0,990) sont positivement bien corrélées avec la première dimension alors que les variables indice d'iode (- 0,815), indice de jaunissement YI (- 0,939) et la composante b* (- 0,931) le sont négativement. La deuxième dimension est caractérisée par les variables densité (0,559), indice de peroxyde (0,680) et composante a* (0,676) qui sont corrélées positivement, ainsi que la variable rendement d'extraction (- 0,766) qui est corrélée négativement.

Tableau 4 : Corrélations entre composantes et variables

	Composant principal	
	Dim 1	Dim 2
Rendement d'extraction	- 0,554	-0,766
Densité	0,405	0,559
Indice de réfraction	0,706	-0,331
Indice de saponification	0,925	-0,197
Indice de peroxyde	- 0,670	0,680
Indice d'acide	0,863	-0,365
Indice d'iode	- 0,815	0,314
L*	0,810	0,486
a*	- 0,421	0,676
b*	- 0,931	-0,333
YI	- 0,939	-0,299
h	0,990	0,091
Valeur propre	7,25	2,64
Variance (%)	60,44	22,08
Variance Cumulée (%)	60,44	82,52

Les graines de baobab ont été regroupées en trois classes. La classe 1 est constituée par les huiles des graines de Ziguinchor et de Bignona (GZL, GZNL, GBL, GBNL) ayant un indice de jaunissement ($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$), une chromatité c* ($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$) et un paramètre b* ($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$) élevés, et une tonalité chromatique h ($V.test \leq -2$, $p \leq 0,05$) faible. Un indice de peroxyde, une luminescence caractérisent la classe 2 constituée par les huiles des graines de Kougheul lavées (GKL) (**Figures 2 et 3**). La troisième classe qui représente les huiles des graines de Kougheul non lavées (GKNL), est caractérisée par une acidité ($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$), un indice d'acide ($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$), un indice de saponification

($V.test \geq 2$, $p \leq 0,05$) élevés, et un indice de peroxyde ($V.test \leq -2$, $p \leq 0,05$) faible. En se basant sur les huiles dont les propriétés physico-chimiques n'ont pas été atténuées, il ressort que les graines de Ziguinchor et Bignona sont prometteuses en termes de qualité pour les industries pharmaceutiques et cosmétiques. Par ailleurs, les graines non lavées permettent d'obtenir, à la fois, une huile de bonne qualité à des teneurs hautement appréciables.

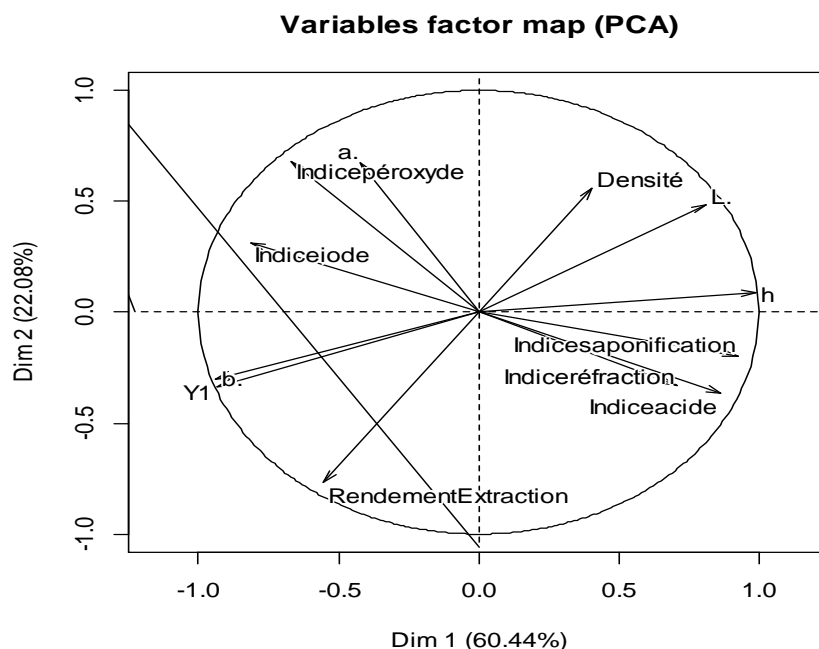


Figure 2 : *Corrélation entre les propriétés physico-chimiques des huiles de baobab et les deux premières dimensions de l'ACP*

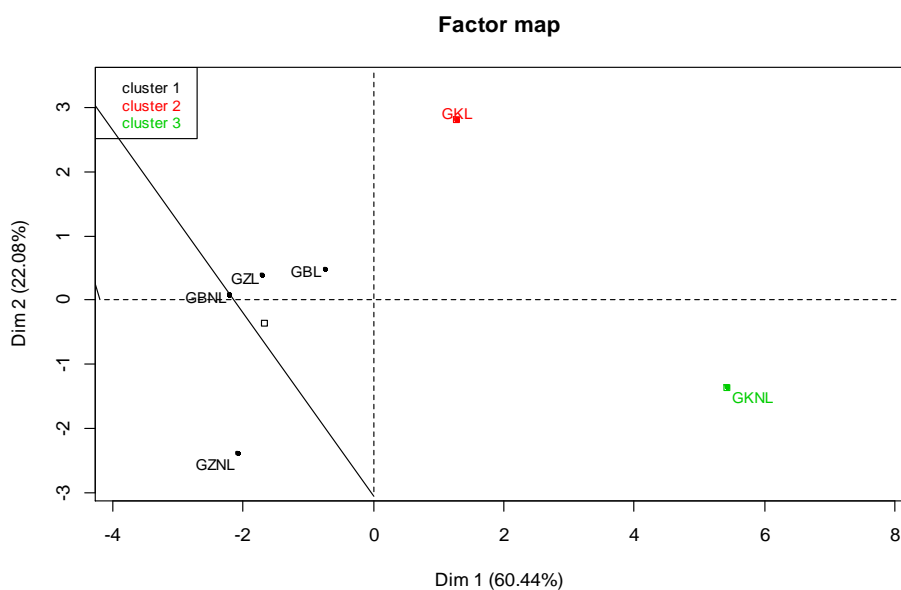


Figure 3 : *Projection des différents types de graines utilisées selon les propriétés physico-chimiques des huiles extraites dans le plan factoriel de l'ACP*

4. Conclusion

Les impacts du lavage et de la provenance des graines sur le rendement d'extraction et sur la qualité de l'huile ont été évalués. Les graines non lavées présentent des teneurs en huile les plus élevées que celles des graines lavées. Cette teneur varie également en fonction de la provenance des graines. Les propriétés physico-chimiques des huiles des graines de baobab non lavées sont nettement meilleures que celles extraites avec des graines de baobab lavées. Par ailleurs, la différence entre les graines de Ziguinchor et de Bignona n'est pas significative sur le plan statistique. L'étude a également montré que l'extraction par pression à froid permet de préserver toute la qualité des huiles.

Références

- [1] - A. E. ASSOGBADJO, J. LOO, *Adansonia digitata*, baobab : conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique Subsaharienne, *Biodiversity international*, (2011) 1 - 12
- [2] - P. SOLOVIEV, NIANG T. D, A. GAYE, A. TOTTE, Variabilité des caractères physico- chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*, *Fruits*, 59 (2) (2004) 109 - 119
- [3] - J. KERHARO, J. G. ADAM, La pharmacopée sénégalaise traditionnelle : *Plantes médicinales et toxiques*, Vigot Frères, Paris, France, (1974) 1011 p.
- [4] - A. G. DIOP, M. SAKHO, M. DORNIER, M. CISSE, M. REYNES, Le baobab africain (*Adansonia digitata* L) : principales caractéristiques et utilisations, *Fruits*, 61 (1) (2005) 55 - 69
- [5] - M. SIDIBE, J. T. WILLIAMS, Baobab *Adansonia digitata* L., *Fruits for the future 4*, International Center for Underutilized Crops (ICUC), Université de Southampton, UK, (2002) 96 p.
- [6] - M. A. OSMAN, Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility, *Plant Food Hum. Nutr.*, 59 (1) (2004) 29 - 33
- [7] - Z. BAMALLI, A. S. MOHAMMED, H. M. GHAZALI R. KARIM, Baobab Tree (*Adansonia digitata* L) Parts : Nutrition, Applications in Food and Uses in Ethno-medicine - A Review, *Ann. Nutr. Disord. Ther.*, 1 (3) (2014) 1 - 9
- [8] - I. VERMAAK, G. P. P. KAMATOU, B. KOMANE-MOFOKENG, A. M. VILJOEN, K BECKETT, African seed oils of commercial importance - Cosmetic applications, *South Afri. J. Botany*, 77 (4) (2011) 920 - 933
- [9] - G. P. P. KAMATOU, I. VERMAAK, A. M. VILJOEN, An updated review of *Adansonia digitata*: A commercially important African tree. *S. Afri. J. Botany*, 77 (4) (2011) 908 - 919
- [10] - V. NAMRATHA, P. SAHITHI, Baobab : A Review about « The Tree of Life ». *International J. Adv. Herb. Sci. Technol.*, 1 (1) (2015) 20 - 26
- [11] - W. L. DANBATURE, F. F. YIRANKINYUKI, B. MAGAJI, Y. MELA, Effect of seed storage on the physico-chemical properties of its oil (*Adansonia digitata*), *Int. Interdisciplinary J. Sci. Res.*, 2 (1) (2015) 1 - 7
- [12] - S. ABUBAKAR, V. ETIM, D. BWAI, M. AFOLAYAN, Nutraceutical evaluation of baobab (*Adansonia digitata* L.) seeds and physicochemical properties of its oil, *Ann. of Biological Sci.*, 3 (2) (2015) 13 - 19
- [13] - U. A. BURNIN-YAURI, S. GARBA, Comparative studies on some physicochemical properties of baobab, vegetable, peanut and palm oils, *Nigerian J. Basic Appl. Sci.*, 19 (1) (2011) 64 - 67
- [14] - I. Y. CHINDO, J. S. GUSHIT, P. N. OLOTU, J. MUGANA, D. N. TAKBAL, Comparism of the quality parameters of the seed and condiment oil of *Adansonia digitata*, *J. Am. Sci.*, 6 (12) (2010) 990 - 994
- [15] - I. I. NKAFAMIYA, S. A. OSEMEAHON, D. DAHIRU, H. A. UMARU, Studies on the chemical composition and physicochemical properties of the seeds of baobab (*Adansonia digitata*), *Afr. J. Biotech.*, 6 (6) (2007) 756 - 759

- [16] - M. CISSÉ, M. SAKHO, C. M. DIOP, M. REYNES, O. SOCK, Caractérisation du fruit du baobab et étude de sa transformation en nectar, *Fruits*, 64 (1) (2009) 19 - 34
- [17] - N. T. DUNFORD, F. TEMELLI, Extraction conditions and moisture content of canola flakes as related to lipid composition of supercritical CO₂ extracts, *J. Food Sci.*, 62 (1) (1997) 155 - 159
- [18] - M. BUHARI, W. L. DANBATURE, M. M. MUZAKIR, B. A. ABUBAKAR, Production of biodiesel from baobab seed oil, *Greener J. Agric. Sci.*, 4 (2) (2014) 22 - 26
- [19] - V. Y. IXTAINA, M. L. MARTINEZ, V. SPOTORNO, C. M. MATEO, MAESTRI D. M, B. W. K. DIEHL, S. M. NOLASCO, M. C. TOAMS, Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction, *J. Food Composition Analysis*, 24 (2) (2011) 166 - 174
- [20] - D. SHAO, C. VENKITASAMY, X. LI, Z. PAN, J. SHI, B. WANG, H. E. TEH, T. H. MCHUGH, Thermal and Storage Characteristics of Tomato Seed Oil. *LWT-Food Sci. Technol.*, 63 (1) (2015) 191 - 197
- [21] - C. BORCHANI, S. BESBES, C. BLECKER, H. ATTIA, Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils, *J. Agric. Sci. Technol.*, 12 (2010) 585 - 596
- [22] - C. HADDAD, Fruitiers sauvages du Sénégal. Thèse de doctorat de l'université de pharmacie Montpellier I, Montpellier, France, (2000) 434 p.
- [23] - E. CHOE, D. B. MIN, Mechanisms and factors for edible oil oxidation, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 5 (4) (2006) 169 - 186
- [24] - M. LAGUERRE, L. J. LOPEZ-GIRALDO, J. LECOMTE, M. PINA, P. VILLENEUVE, Outils d'évaluation in vitro de la capacité antioxydante, *OCL*, 14 (5) (2007) 278 - 292
- [25] - F. J. CHADARE, A. R. LINNEMANN, J. D. HOUNHOUIGAN, M. J. R. NOUT, M. A. J. S. VAN BOEKEL, Baobab food products : a review on their composition and nutritional value. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, 49 (3) (2009) 254 - 274
- [26] - G. O. OYELEKE, M. A. SALAM, R. O. ADETORO, Some aspects of nutrient analysis of seed, pulp and oil of baobab (*Adansonia digitata* L.). *IOSR J. Environ. Sci. Toxicology Food Technol.*, 1 (4) (2012) 32 - 35
- [27] - C. TCHIÉGANG, M. N. OUM, A. A. DANDJOURA, C. KAPSEU, Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de *Ricinodendron heudelotti* (Bail.) Pierre ex Pax pendant la conservation à température ambiante, *J. Food Eng.*, 62 (1) (2004) 69 - 77
- [28] - S. T. DJENONTIN, J. DANGOU, D. V. WOTTO, K. C. D. SOHOUNLHOUÉ, P. LOZANO, D. PIOCH, Composition en acides gras, stérols et tocophérols de l'huile végétale non conventionnelle extraite des graines de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) du Bénin, *J. Soc. Ouest Africain Chimie*, 22 (2006) 59 - 67
- [29] - CODEX ALIMENTARIUS, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, FAO, Rome, Italie, (1992)
- [30] - O. MORIN, X. PAGES-XATART-PARES, Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel, *OCL*, 19 (2) (2012) 65 - 75
- [31] - O. A. ABIODUN, J. A. ADEGBITE, A. O. OMOLOLA, Chemical and physicochemical properties of moringa flours and oil, *Glob. J. Sci. Front. Res. Biological Sci.*, 12 (5) (2012) 13 - 17