

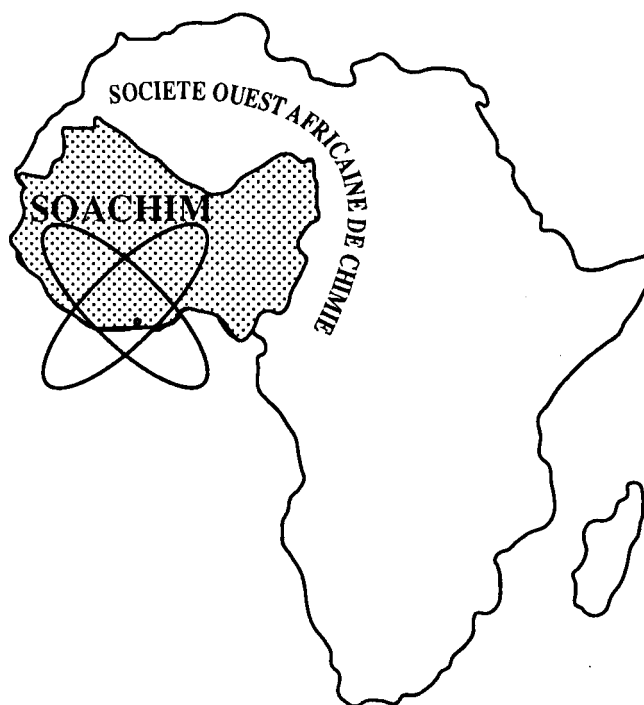
# *Extraction et caractérisation de cires végétales issues de *Borassus aethiopum* (Arecaceae) et de *Mangifera indica* (Anacardiaceae)*

**Clovis Ossey Séka, Yaya Soro, Amian Brise Benjamin Kassi, Sorho Siaka**

***Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie***

*J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*(2018), 046 : 29 - 35

23<sup>ème</sup> Année, Décembre 2018



ISSN 0796-6687

Code Chemical Abstracts : JSOCF2

Cote INIST (CNRS France) : <27680>

Site Web: <http://www.soachim.org>

## Extraction et caractérisation de cires végétales issues de *Borassus aethiopum* (Arecaceae) et de *Mangifera indica* (Anacardiaceae)

Clovis Ossey Séka<sup>1</sup>, Yaya Soro<sup>1\*</sup>, Amian Brise Benjamin Kassi<sup>2</sup> et Sorho Siaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Procédés Industriels de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles (LAPISEN), Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie Organique et de Substances Naturelles, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(Reçu le 28/10/2018 – Accepté après corrections le 16/12/ 2018)

**Résumé :** Les rendements d'extraction au soxhlet avec l'hexane de deux nouvelles cires issues des feuilles de *Borassus aethiopum* (rônier) et des peaux du fruit de *Mangifera indica* (manguier) sont respectivement de  $1,40 \pm 0,08\%$  et de  $2,51 \pm 0,04\%$ . La cinétique d'extraction montre que la quasi-totalité des cires est extraite après 4 heures de chauffage. Les paramètres physico-chimiques respectifs pour les cires de *Borassus aethiopum* et *Mangifera indica* sont : Point de fusion ( $78,80 \pm 1,09$  et  $53,23 \pm 1,01$  °C), Indice d'acide ( $7,56 \pm 0,83$  et  $17,56 \pm 0,46$  mg KOH/g), Indice d'iode ( $11,68 \pm 0,92$  et  $16,03 \pm 0,50$  g d'iode/100g), Indice de saponification ( $94,05 \pm 0,48$  et  $158,58 \pm 1,03$  mg KOH/g), Indice de réfraction (1,515 et 1,475). La composition chimique des deux cires révèle la présence majoritaire d'esters (41,23 %), d'acides gras (21,28 %), d'alcools gras (18,35 %) et de cétones (09,38 %) pour la cire de rônier ainsi que de caroténoïdes (51,35%), d'esters (19,90 %), de stérols (14,38 %) et d'acides gras (08,62 %) pour la cire de mangue. Par ailleurs, les acides stéarique (39,77 %), palmitique (26,94 %), linoléique (16,00 %) et palmitoléique (12,73 %) ainsi que les acides palmitique (33,96 %), oléique (25,16 %) et linoléique (13,72 %) sont les acides gras majoritaires respectifs de *Borassus aethiopum* et de *Mangifera indica*.

**Mots-clés :** *Borassus aethiopum*, *Mangifera indica*, Cires végétales, Esters, Caroténoïdes, Caractérisation.

## Extraction and characterization of plant wax from *Borassus aethiopum* (Arecaceae) and *Mangifera indica* (Anacardiaceae)

**Abstract:** The hexane Soxhlet extraction yields of two new waxes from *Borassus aethiopum* (rônier) and *Mangifera indica* fruit (mango) were  $1.40 \pm 0.08\%$  and  $2.51 \pm 0.04\%$  respectively. The kinetics of extraction shows that almost all the waxes are extracted after 4 hours of heating. The respective physico-chemical parameters for wax from *Borassus aethiopum* and *Mangifera indica* are: Melting point ( $78.80 \pm 1.09$  and  $53.23 \pm 1.01$  °C), Acid value ( $7.56 \pm 0.83$  and  $17.56 \pm 0.46$  mg KOH / g), Iodine value ( $11.68 \pm 0.92$  and  $16.03 \pm 0.50$  g iodine / 100 g), Saponification value ( $94.05 \pm 0.48$  and  $158.58 \pm 1.03$  mg KOH / g), Refractive index (1.515 and 1.475). The chemical composition of the two waxes reveals the majority presence of esters (41.23%), fatty acids (21.28%), fatty alcohols (18.35%) and ketones (09.38%) for Rônier wax and carotenoids (51.35%), esters (19.90%), sterols (14.38%) and fatty acids (08.62%) for Mango wax. On the other hand, stearic acid (39.77%), palmitic acid (26.94%), linoleic acid (16.00%) and palmitoleic acid (12.73%) as well as palmitic (33.96%) and oleic acid (25.16%) and linoleic acid (13.72%) are the major fatty acids of *Borassus aethiopum* and *Mangifera indica* respectively.

**Key words:** *Borassus aethiopum*, *Mangifera indica*, Plant waxes, Esters, Carotenoids, Characterization.

\* Auteur correspondant : Soro Yaya ; [soro\\_y@yahoo.fr](mailto:soro_y@yahoo.fr)

## 1. Introduction

Les cires sont des substances organiques, naturelles ou synthétiques, insolubles dans l'eau, solides à température ambiante et qui se ramollissent généralement à des températures supérieures à 40°C. Elles sont constituées généralement de mélanges de lipides apolaires à longues chaînes de compositions très variées <sup>[1,2]</sup>. En raison de leurs propriétés particulièrement intéressantes (malléabilité, plasticité, caractère filmogène) et liées à la variabilité de leurs compositions chimiques, les cires trouvent de nombreuses applications dans divers domaines tels que les industries pharmaceutiques, cosmétiques, des bougies, des matériaux de revêtement et les industries agroalimentaires <sup>[1,3-7]</sup>.

Les cires végétales, bien qu'étant des matériaux plastiques éco-compatibles et biodisponibles, sont minoritaires (4 %) sur le marché international des cires encore dominé par les cires dérivées du pétrole <sup>[8]</sup>. Toutefois, l'exploitation pétrolière abusive a conduit la communauté scientifique à se pencher sur la question des impacts environnementaux du pétrole et de ses dérivées. A cela s'ajoute également la pénurie croissante des hydrocarbures, ainsi que la grande variabilité des coûts du pétrole <sup>[3]</sup>. Ainsi, dans la perspective générale de développement durable axé sur la chimie verte, des solutions plus durables et respectueuses de l'environnement ont été proposées pour faire face à ces problèmes, notamment le retour aux ressources renouvelables. Dans ce contexte, l'utilisation de ressources végétales pour la production de cires se présente comme une alternative adéquate. Ainsi, les investigations menées au cours de nos recherches ont permis d'identifier deux agro-ressources de la biomasse ivoirienne qui peuvent potentiellement produire des cires. Ce sont les feuilles de *Borassus aethiopum* et les peaux du fruit de *Mangifera indica*.

La présente étude vise donc à extraire des cires à partir de ces deux organes de végétaux et à déterminer leurs caractéristiques et paramètres physico-chimiques ainsi que leurs compositions chimiques. A notre connaissance, la littérature ne

fait pas mention d'étude relative à l'extraction et à la caractérisation de cires à partir de ces deux organes de végétaux.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Les mangues mûres de la variété Adams et les feuilles de rônier ont été récoltées tôt le matin avant le lever du soleil en mars 2016 à Yamoussoukro (6°53'04.7'' Nord et 5°13'54.9'' Ouest) au centre de la Côte d'Ivoire, en début de saison pluvieuse. Les plantes ont été identifiées par M. Amani N'Guessan, botaniste à l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro. Les mangues ont été lavées, puis les peaux ont été séparées délicatement de la partie charnue à la main et séchées au soleil à 33±2 °C pendant sept (7) jours et à l'étuve à 50 °C pendant deux (2) jours (**figure 1**). Les peaux sèches ont été broyées et les poudres obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamis de 0,5 mm de maille. Les poudres obtenues ont été conservées dans des bocaux colorés à - 10 °C jusqu'à leur utilisation. Quant au rônier, les feuilles ont été séchées à l'ombre à température ambiante du laboratoire (28±2 °C) pendant sept (7) jours (**figure 1**). Les feuilles sèches ont été broyées et les poudres obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamis de 0,5 mm de maille. Les poudres obtenues ont été conservées dans des bocaux colorés à - 10 °C jusqu'à leur utilisation.

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Extraction des cires

Les cires ont été extraites par la méthode du Soxhlet décrite par Athukorala et al. <sup>[9]</sup> avec de légères modifications. Une masse de 20 g de poudre du matériel végétal a été introduite dans un extracteur Soxhlet de 200 mL avec 400 mL d'hexane pendant 6 h de chauffage. Le solvant a été éliminé à l'évaporateur rotatif à 40 °C et les cires brutes résultantes ont été conservées à 4°C pour les analyses ultérieures. Les rendements d'extraction ont été déterminés à l'aide de la formule de la relation 1.



**Figure 1** : Photographies du matériel végétal  
(a) Mangues ; (b) Peaux de mangues séchées ; (c) et (d) Feuilles fraîches et sèches de Rônier

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Masse de la cire extraite (g)}}{\text{Masse de poudre utilisée (g)}} \times 100 \quad (1)$$

### 2.2.2. Analyse Ultra Violette-visible et en Spectroscopie Infra-Rouge

Les analyses au spectrophotomètre UV-visible ont été effectuées en utilisant un spectrophotomètre UV/visible de type JASCO V-530 (Jasco Corporation, JAPAN). Des solutions de 0,1% (m/v) de cires dissoutes dans l'hexane ont été préparées pour les mesures au spectrophotomètre. Les absorbances des différentes solutions ont été lues à des longueurs d'onde variant de 200 à 700 nm.

Les analyses par spectroscopie Infra Rouge ont été effectuées à 30°C avec un spectromètre Perkin Elmer Spectrum BX (Perkin Elmer, USA). Les échantillons ont été scannés à des nombres d'onde variant de 4000 à 600 cm<sup>-1</sup>. Les spectres ont été réalisés entre deux lames de ZnSe.

### 2.2.3. Détermination des paramètres physico-chimiques des cires

Les différents paramètres physico-chimiques des cires tels que l'indice d'iode, l'indice d'acide, l'indice de saponification et l'indice d'ester ont été déterminés suivant les méthodes officielles de *Association of Official Analytical Chemists* [10]. Les températures de fusion ont été déterminées avec un appareil de point de fusion Büchi B545 utilisant des tubes capillaires (température de 2 °C / min) et n'ont pas été corrigées.

L'indice de réfraction a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre de marque Leica AR 200 Barolword (USA), selon la Norme NF T60-212, 1984.

### 2.2.4. Analyse en Chromatographie sur Couche Mince et en Chromatographie sur Couche Mince à Haute Performance

Les analyses en Chromatographie sur Couche Mince (CCM) ont été réalisées selon la méthode décrite par Spitzer [11] dans le but d'obtenir des informations préliminaires sur les familles de composés chimiques des cires extraites. Une solution de 0,1 % de cire dans l'hexane est déposée sur une plaque en aluminium recouverte de gel de silice 60 UV 254 (Macherey-Nagel, Germany) et les composés chimiques ont été séparés en utilisant comme système d'éluant le mélange hexane / éther diéthylique / acide acétique : 90/7,5/1 (v/v/v). La révélation des plaques s'est faite sous une lampe UV à 254 nm et à 366 nm puis après pulvérisation dans une solution d'anisaldéhyde sulfurique.

Une analyse quantitative par Chromatographie sur Couche Mince à Haute Performance (HPTLC) a ensuite été effectuée dans les conditions décrites par Kouassi [12]. Des standards d'esters, d'acides gras, d'alcanes, d'aldéhydes, de cétones, de stérols et de caroténoïdes ont été utilisés suivant la méthode décrite par Li et al. [13]. Le système d'éluant utilisé est le mélange hexane/éther diéthylique/acide acétique dans les proportions 90/7,5/1 (v/v/v).

### 2.2.5. Profil en Acides gras

La composition en acide gras des cires a été déterminée par un chromatographe en phase gazeuse (CPG) de type Varian, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) selon la méthode de la norme NF EN ISO 5508 (1995) qui consiste en l'hydrolyse des glycérides suivie de l'estérification méthyliques des acides gras résultants. Pour ce faire, 20 mg de cires ont solubilisés dans 1 mL de tertio-butylméthyl éther (TBME). Après agitation et filtration sur un filtre de 0,45 µm, 100 µL de la solution filtrée sont introduits dans un tube à essai en verre puis 50 µL d'hydroxyde de triméthylsulfonium (TMSH) (0,5 M dans le méthanol) sont rajoutés. Après agitation, la solution obtenue est injectée dans le chromatographe en phase gazeuse. Les acides gras sont identifiés par comparaison de leurs temps de rétention à ceux des témoins purs analysés dans les mêmes conditions [12].

## 3. Résultats et discussion

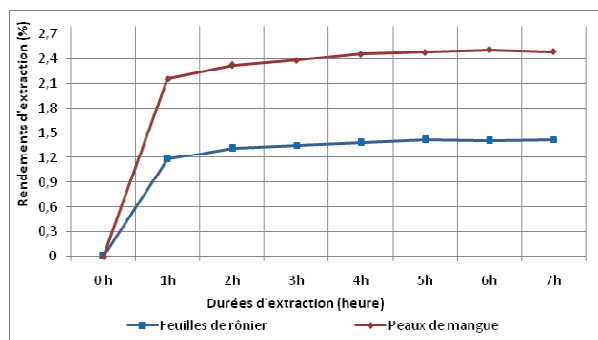
### 3.1. Rendements des extractions

Les rendements d'extraction au soxhlet avec l'hexane des deux cires issues des feuilles de rônier et de peaux de mangues sont respectivement de 1,40±0,08 % et de 2,51±0,04 %. Ces rendements non optimisés sont supérieurs à ceux des cires de grains de sorgho (0,16 – 0,30 %) [14], de l'épluchure de canne à sucre (0,95 %) [15], voisins de ceux des cires de Sons de riz (1,00 – 2,00 %) [16] et inférieurs à ceux des cires de Candelilla (3,50 %) [17] et de Carnauba (4,00-5,00 %) [18] réalisés dans les mêmes conditions d'extraction. Le rendement en cire du rônier est supérieur à celui de la peau de mangue.

### 3.2. Cinétique d'extraction

Les cinétiques des extractions au Soxhlet des cires de rônier et de peaux de mangues, réalisées dans l'hexane à diverses durées d'extraction (0 à 7h), sont présentées dans la **figure 2**.





**Figure 2 :** Cinétique d'extraction des cires de feuilles de rônier et de peaux de mangues par la méthode de soxhlet dans l'hexane

L'allure des courbes de la **figure 2** est assez typique avec une tendance générale exponentielle suivie d'une limite asymptotique. Elle indique une extraction rapide des cires à la première heure puis une stabilisation des rendements des cires. Cette tendance montre que ces cires sont facilement extractibles et épicuticulaires (situées à la surface de la cuticule des feuilles et des peaux) comme c'est le cas pour la plupart des cires végétales <sup>[19]</sup>.

### 3.3. Caractérisations des cires extraites

#### 3.3.1. Caractéristiques et paramètres physico-chimiques des cires extraites

Les caractéristiques et paramètres physico-chimiques des cires extraites sont résumés dans le **tableau I**.

**Tableau I :** Caractéristiques et paramètres physico-chimiques des cires extraites de rônier et de mangue

Caractéristiques et paramètres physico-chimiques	Cire de rônier	Cire de Mangue
Couleur	Jaune	Jaune-orangée
Odeur	-----	Celle de l'huile de palme brut
Etat physique à Température ambiante (25°C)	Solide	Solide
Apparence	Dure et cassante	Douce et molle
Point de fusion (°C)	78,80 ± 1,09	54,23 ± 1,01
Indice de réfraction	1,515	1,475
Indice d'acide (mg KOH/g)	7,56 ± 0,83	17,56 ± 0,46
Indice d'iode (g d'iode/100g)	11,68 ± 0,92	16,03 ± 0,50
Indice de saponification (mg KOH/g)	94,05 ± 0,48	158,58 ± 1,03

Les cires extraites des feuilles de rônier et des peaux de mangues sont respectivement de couleur jaune et jaune-orangée. Ces couleurs sont probablement dues à la présence de caroténoïdes tels que les xanthophylle <sup>[20]</sup> et  $\beta$ -carotène <sup>[21]</sup> respectivement.

Les paramètres physico-chimiques des cires extraites dont le point de fusion, l'indice d'acide, l'indice d'iode et l'indice de saponification ont été

déterminés afin d'identifier leurs potentiels champs d'application <sup>[22]</sup>. Ils ont été comparés aux quatre cires les plus commercialisées : les cires de Carnauba, de Candelilla, d'Abeille et de Lanoline <sup>[1]</sup>. Le point de fusion de la cire de rônier est de  $78,80 \pm 1,09$  °C, classant cette cire parmi les cires dures. Son point de fusion est légèrement en dessous du point de fusion moyen de la cire de Carnauba, qui est de 83 °C. Cette caractéristique permet d'envisager pour cette cire des applications en cosmétique (mascaras et rouges à lèvres), en revêtement, ainsi qu'en emballage alimentaire <sup>[3,5,7,22]</sup>. Cette cire pourrait également être utilisée pour augmenter le point de fusion d'autres cires. Le point de fusion de la cire de mangue est de  $54,23 \pm 1,01$  °C, classant cette cire parmi les cires molles. Cette valeur est inférieure à celles des cires de Carnauba (78-85 °C), de Candelilla (66-71 °C) et d'Abeille (62-65 °C), mais supérieure à celle de la cire de Lanoline (35-42 °C) qui est une cire animale à bas point de fusion <sup>[1]</sup>. Par ailleurs, le point de fusion de la cire de mangue est identique à celui de la cire de paille de lin <sup>[9]</sup>. Cette cire pourrait être utilisée en cosmétique pour des applications de soins corporels ou comme ingrédient de rouge à lèvres, de crème et de savon.

Les indices de réfraction à 20 °C des cires de rônier et des peaux de mangues sont de 1,515 et 1,475. Ils sont voisins de ceux des cires d'Abeille (1,485-1,505), de Lanoline (1,478-1,482) et de Carnauba (1,450) <sup>[1]</sup>.

Les indices d'acides des cires des feuilles de rônier et des peaux de mangues, qui donnent une idée du taux d'acidité, sont respectivement de  $7,56 \pm 0,83$  et  $17,56 \pm 0,46$  mg de KOH/g de cire. L'indice d'acide de la cire de rônier est inférieur à celui des cires de Candelilla (12-22 mg KOH/g), d'Abeille (17-36 mg KOH/g) et de Lanoline (7-15 mg KOH/g), mais supérieur à celui de la cire de Carnauba (2,9-9,7 mg KOH/g) <sup>[1]</sup>. La cire de mangue a une acidité supérieure à celle des cires de rônier et de Lanoline, voisine de celle de la cire de Candelilla mais inférieure à celle de la cire d'Abeille <sup>[1]</sup>. Les indices d'acide de nos cires indiquent la présence d'acides gras libres.

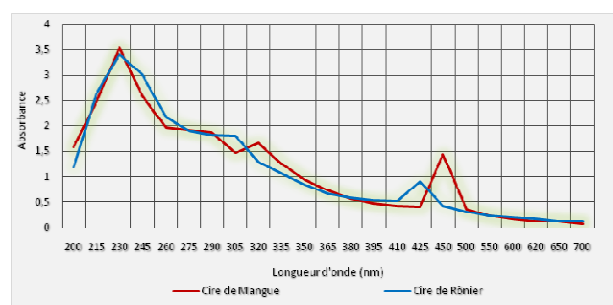
Les indices d'iode des cires des feuilles de rônier et des peaux de mangues, qui donnent une idée du degré d'insaturation des composés de ces cires, sont respectivement de  $11,68 \pm 0,92$  et  $16,03 \pm 0,50$  g d'iode/100g de cire. Ces valeurs sont globalement similaires à celles des cires de Carnauba (7-14 g d'iode/100 g) et d'Abeille (7-16 g d'iode/100 g) mais inférieures à celles des cires de Candelilla (19-45g d'iode/100g) et de Lanoline (15-30 g d'iode/100g) <sup>[1]</sup>.

Les indices de saponification des cires des feuilles de rônier et des peaux de mangues, qui donnent une idée du niveau de saponification dans un extrait lipidique, sont respectivement de  $94,05 \pm 0,48$  et  $158,58 \pm 1,03$  mg de KOH/g de cire. L'indice de saponification de la cire de rônier est supérieur à celui de la cire de Candelilla ( $43-65$  mg de KOH/g de cire), globalement similaire à celui de la cire de Carnauba ( $79-95$  mg de KOH/g) mais inférieur à ceux des cires de mangue ( $158,58 \pm 1,03$  mg de KOH/g), d'Abeille ( $90-149$  mg de KOH/g) et de Lanoline ( $100-110$  g d'iode/100g) <sup>[1]</sup>. L'indice de saponification de la cire des peaux de mangues est supérieur à celui des cires commerciales utilisées dans ce travail, indiquant une plus grande aptitude pour une application en savonnerie.

### 3.3.2. Analyse UV-Visible

L'analyse UV-Visible des cires, illustrée par la **figure 3**, indique une forte absorption entre 230 et 240 nm correspondant à la présence d'acides gras, de diènes conjugués et d'hydropéroxydes résultant de l'oxydation des lipides <sup>[23]</sup>.

Dans l'intervalle de longueurs d'onde correspondant au visible (400–700 nm), un pic est observé entre 425 et 450 nm caractéristique de certains pigments tels que les caroténoïdes <sup>[20,23]</sup>. Cela pourrait expliquer les colorations jaune et jaune-orangée des cires de feuilles de rônier et de peaux de mangues. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus pour la cire de paille de lin <sup>[9]</sup>.

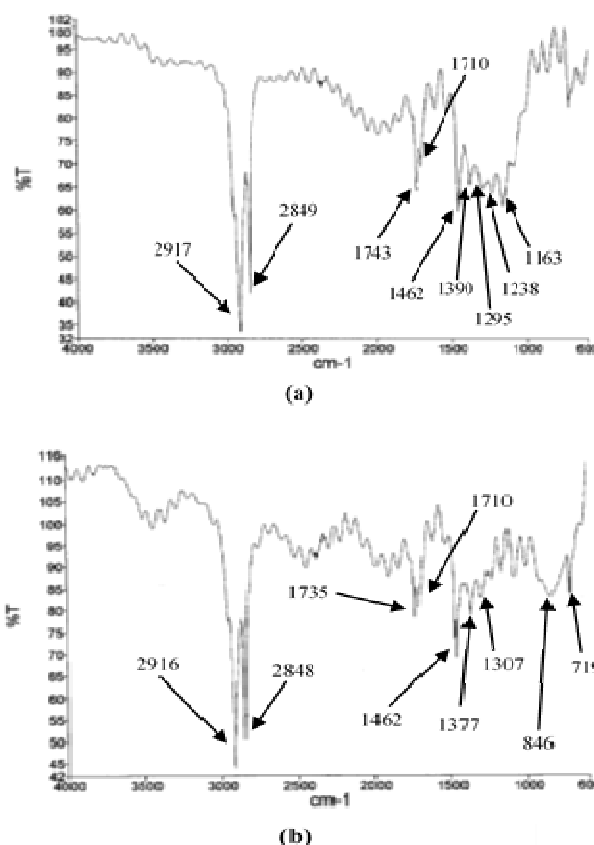


**Figure 3:** Spectres UV-Visible des cires de rônier et de peaux de mangue extraites

### 3.3.3. Spectroscopie Infra Rouge des cires extraites

L'analyse en Spectroscopie Infra Rouge des cires extraites (**Figure 4**) met en évidence la présence de plusieurs groupes organiques fonctionnels. Les pics intenses et étroits observés entre  $2915$  et  $2845\text{cm}^{-1}$  sont assignés respectivement à des vibrations d'élongation -CH antisymétriques et symétriques présentes dans le groupe  $\text{CH}_2$  <sup>[23-25]</sup>. Ces pics peuvent être directement liés aux pics

étroits entre  $1472$  et  $1462\text{cm}^{-1}$  qui représentent les vibrations de déformation des groupes  $\text{CH}_2$  et  $\text{CH}_3$  <sup>[26]</sup>. Les pics de faible intensité observés à  $1735$  et à  $1710\text{cm}^{-1}$  correspondent à la présence de groupements carbonyles ( $\text{-C=O}$ ) et pourraient indiquer la présence d'acides carboxyliques (acides gras), d'esters, d'aldéhydes, de cétones et de dicétones <sup>[22]</sup>. En effet, les bandes présentes à  $1377$  et à  $1307\text{cm}^{-1}$  sont dues aux déformations C-H proches des groupes carbonyles <sup>[27]</sup>. Les bandes autour de  $1167$  and  $1104\text{cm}^{-1}$  sont attribuées à des vibrations d'élongation asymétrique et symétrique des liaisons -C-O- présentes dans les esters <sup>[25]</sup> et les alcools <sup>[24]</sup>. Enfin, les pics observés à  $846$  et à  $719\text{cm}^{-1}$  sont attribués aux déformations du groupement  $\text{CH}_2$  présent dans les chaînes carbonées aliphatiques <sup>[27]</sup>. Les spectres obtenus pour nos deux cires sont similaires à ceux de la plupart des cires végétales <sup>[22,23,25,26]</sup>.



**Figure 4 :** Spectre Infra Rouge des cires de Rônier (a) et de peau de mangue (b)

### 3.3.4. Analyse en Chromatographie sur Couche Mince et en Chromatographie sur Couche Mince à Haute Performance

L'analyse en Chromatographie sur Couche Mince a permis de faire une première identification des composés présents dans les cires extraites <sup>[13]</sup>. La Chromatographie sur Couche Mince à Haute Performance a permis de déterminer les proportions

des différentes familles de composés dans les cires<sup>[12]</sup>. Les résultats combinés de ces deux méthodes sont consignés dans le **tableau II**.

**Tableau II** : Résultats des analyses combinées des deux méthodes chromatographiques

Echantillons	N° du composé	Rf max	Aire	% relative	Composés assignés <sup>[13]</sup>
Cire de Rônier	1	0,03	1265,2	21,28	Acides gras
	2	0,19	1091,2	18,35	Alcools
	3	0,37	2451,2	41,23	Esters
	4	0,52	0557,6	09,38	Cétones
	5	0,78	0459,6	07,73	Caroténoïdes
	6	0,97	0120,3	02,02	Alcanes
Cire de peaux de mangues	1	0,03	3174,6	29,90	Acides gras
	2	0,21	0860,0	03,88	Alcools
	3	0,29	3184,9	14,38	Stérols
	4	0,36	4406,8	19,90	Esters
	5	0,76	11370,2	51,35	Caroténoïdes
	6	0,96	0411,2	01,86	Alcanes

La cire de rônier est riche en esters, en acides gras et en alcools avec des proportions respectives de 41,23 %, 21,28 % et 18,35 % alors que la cire des peaux de mangues est riche en caroténoïdes, en acides gras, en esters et en stérols avec des proportions respectives de 51,35 %, 29,90 %, 19,90 % et 14,38 %. La cire de rônier contient environ deux fois plus d'esters et six fois moins de caroténoïdes que la cire des peaux de mangues qui contient en plus des stérols. De façon générale, les composés identifiées sont très caractéristiques de la plupart des cires végétales<sup>[4,9,22, 23,24, 25,28]</sup>.

### 3.3.5. Profil en acides gras

Les profils en acides gras des cires de rônier et de peaux de mangues sont consignés dans le **tableau III**.

**Tableau III**: Composition en acides gras des cires de rônier et de peaux de mangues

N° du pic	Nom du composé	Pourcentage (%) relative	
		Cire de Rônier	Cire de peaux de mangues
1	C 14: 0 Acide myristique	04,56	04,63
2	C 16: 0 Acide palmitique	<b>26,94</b>	<b>33,96</b>
3	C 16: 1n-7c Acide palmitoléique	12,73	08,36
4	C 18: 0 Acide stéarique	<b>39,77</b>	03,36
5	C 18: 1n-9c Acide oléique	16,00	<b>25,16</b>
6	C 18: 1n-7c Acide Vaccénique	0	04,23
7	C 18: 2n-6c Acide Linoléique	0	13,72
8	C 18: 3n-3a Acide Linoléique	0	06,57

Les acides gras majoritaires dans la cire de rônier sont l'acide stéarique (39,77 %) et l'acide palmitique (26,94 %). Ces deux acides gras sont également majoritaires dans la cire de paille de lin<sup>[23]</sup>. Quant à la cire des peaux de mangues, elle contient majoritairement l'acide palmitique (33,96%) et l'acide oléique (25,16 %). Un profil similaire en acides gras a été observé dans la cire

obtenue à partir des déchets de transformation du lin<sup>[29]</sup>.

Ces résultats pourraient en partie expliquer la différence entre les points de fusion des deux cires étudiées. En effet, la cire de rônier contient majoritairement des acides gras saturés et se présentent donc sous forme de solide dur alors que la cire des peaux de mangues contient des acides gras saturés et insaturés dans des proportions voisines, ce qui pourrait expliquer son aspect doux et mou.

## 4. Conclusion

Des cires végétales ont été extraites à partir de deux organes de végétaux provenant de la biomasse ivoirienne. Les caractéristiques d'extraction ainsi que les paramètres physico-chimiques des cires ont été déterminés. La composition des cires a également été déterminée à l'aide de techniques spectroscopiques et chromatographiques.

Les résultats obtenus montrent que les feuilles de rônier et les peaux de mangues constituent de très bonnes sources de cires végétales. Les cires extraites pourraient présenter de nombreuses applications dans divers domaines tels que le cosmétique, la pharmacologie et l'industrie des bougies.

## 5. Remerciements

Les auteurs remercient le Professeur Carlos VACA-GARCIA Directeur du Laboratoire de Chimie Agro-industrielle de Toulouse qui a permis que certaines analyses puissent être réalisées au sein de son laboratoire.

## 6. Bibliographie

- [1]. Hamilton R.J. Waxes: chemistry, molecular biology and functions. (1995) Dundee: Oily Press.
- [2]. Kolattukudy P.E. Chemistry and biochemistry of natural waxes. (1976) Elsevier Scientific Pub. Co.
- [3]. Yao L., Lio J., Wang T., Jarboe D.H. Synthesis and characterization of acetylated and stearylized soy wax. Journal of the American Oil Chemists' Society (2013) 90, 1063–1071.
- [4]. Lecomte J. Les cires végétales : sources et applications. Oléagineux Corps gras Lipides (2009) 16, 262–266.
- [5]. Edmundson R.J., Jacks T.C. High-gloss, high-shine lipstick. (1989) US Patent 4873078.
- [6]. Tomomasa S., Takada H., Soyama Y. Make-up cosmetic composition. (1999) US Patent 5948393.
- [7]. Mausner J. Mascara composition. (1995) US Patent 5948393.
- [8]. Global Wax Industry 2010: Market analysis and opportunities. Y635A, The Kline Group, 2010.

- [9]. Athukorala Y., Mazza G. Supercritical carbon dioxide and hexane extraction of wax from triticale straw: Content, composition and thermal properties. *Industrial crops and products* (2010) 31, 550–556.
- [10]. Association of Official Analytical Chemists. "1990 Method 930.15", in *Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists*. (1990).
- [11]. Spitzer V. Screening analysis of unknown seed oils. *Fett/Lipid* (1999) 101, 2–19.
- [12]. Kouassi E.K.A. Contribution à la valorisation des sous-produits agricoles en bioproduits. Thèse de doctorat, Université de Toulouse / INP-HB Yamoussoukro, 2018.
- [13]. Li F., Wu X., Lam P., Bird D., Zheng H., Samuels L., Jetter R., Kunst L. Identification of the wax ester synthase/acyl-coenzyme A: diacylglycerol acyltransferase WSD1 required for stem wax ester biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant physiology* (2008) 148, 97–107.
- [14]. Megan E.H., Robert A.M., Michael J.P., Jonathan L.H., Extraction of Surface Wax from Whole Grain Sorghum. *Journal of the American Oil Chemists' Society* (2018) 95(7), 845-852.
- [15]. Mangesh B.I. and Lele S.S. Extraction and Characterization of Sugarcane PeelWax. *International Scholarly Research Network* (2012) Article ID 340158, 6 pages.
- [16]. Junghong K. Wax extraction and characterization from full-fat and defatted rice bran. Thesis, Louisiana State University, 2008 p. 3
- [17]. Rojas-Molina R., De León-Zapata M.A., Saucedo-Pompa S., Aguilar-Gonzalez M.A. and Aguilar C.N. Chemical and structural characterization of Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*Zucc.). *Journal of Medicinal Plants Research* (2013) 7(12), 702-705.
- [18]. Madelyn B. The world of wax, Natural waxes, OFI (Oil and Fats International) January 2010.
- [19]. Pham T.C.T. Cryo-extraction des cires des produits céréaliers (sorgho, blé et riz brun). M.Sc, Université LAVAL, 2014.
- [20]. Butnariu M. Methods of Analysis (Extraction, Separation, Identification and Quantification) of Carotenoids from Natural Products. *J. of Ecosys Ecography* (2016) 6.
- [21]. Sawadogo-Lingani H., Traoré A.S. Composition chimique et valeur nutritive de la mangue amélie (*Mangifera indica L.*) du Burkina Faso. *Journal des sciences* (2001) 2, 35–39.
- [22]. Sin E.H.K. The extraction and fractionation of waxes from biomass. Thesis, University of York, 2012.
- [23]. Athukorala Y., Mazza G., Oomah B.D. Extraction, purification and characterization of wax from flax (*Linum usitatissimum*) straw. *European journal of lipid science and technology* (2009) 111, 705–714.
- [24]. Inarkar M.B., Lele S.S. Extraction and characterization of sugarcane peel wax. *ISRN Agronomy* (2012).
- [25]. Heredia-Guerrero J.A., Benítez J.J., Domínguez E., Bayer I.S., Cingolani R., Athanassiou A., Heredia A. Infrared and Raman spectroscopic features of plant cuticles: a review. *Frontiers in plant science* (2014) 5.
- [26]. Ramirez F.J., Luque P., Heredia A., Bukovac M.J. Fourier transform IR study of enzymatically isolated tomato fruit cuticular membrane. *Biopolymers* (1992) 32, 1425–1429.
- [27]. Merk S., Blume A., Riederer M. Phase behaviour and crystallinity of plant cuticular waxes studied by Fourier transform infrared spectroscopy. *Planta* (1997) 204, 44–53.
- [28]. Racovita R.C., Jetter R. Composition of the epicuticular waxes coating the adaxial side of *Phyllostachys aurea* leaves: Identification of very-long-chain primary amides. *Phytochemistry* (2016) 130, 252–261.
- [29]. Morrison III W.H., Holser R., Akin D.E. Cuticular wax from flax processing waste with hexane and super critical carbon dioxide extractions. *Industrial Crops and Products* (2006) 24, 119–122.