



INCORPORATION DES SACHETS PLASTIQUES DANS L'ENCAUSTIQUE : FORMULATION, CARACTERISATION ET STABILITE VIS-A-VIS DE L'ULTRAVIOLET

INCORPORATION OF PLASTIC BAGS IN ENCAUSTIC: FORMULATION, CHARACTERIZATION AND STABILITY TOWARDS ULTRAVIOLET

| Nelly Ghislaine, Rakoto * | and | Olivier, Andriantsoalaza |

Université d'Antananarivo | Domaine Sciences et Technologies | Laboratoire de Chimie de l'Environnement | Antananarivo | Madagascar |

| Received | 01 November 2018 |

| Accepted 24 November |

| Published 05 December 2018 |

| ID Article | Nelly-ManuscriptRef.2-ajira011118 |

RESUME

Introduction : Ce travail est focalisé sur la technique de valorisation des sachets plastiques à base de polyéthylène à haute densité dans la formulation des encaustiques. Elle consiste à dissoudre ces déchets dans un solvant ensuite introduire la cire d'abeille dans le mélange. **Objectifs :** L'étude vise à déterminer la quantité optimale de sachets plastiques à ajouter dans l'encaustique, à les caractériser et à déterminer leur stabilité vis-à-vis de l'ultraviolet. **Méthodes :** les essais de formulation des encaustiques ont été réalisés en variant la quantité de sachets plastiques à ajouter, le solvant et la nature de la cire utilisés. L'irradiation par deux lampes UV à 366 nm a permis d'apprécier la stabilité de l'encaustique ajoutée de sachets plastiques vis-à-vis de la lumière. Les indices d'acide, d'iode, de peroxyde et de réfraction ont permis de déterminer la qualité des encaustiques. **Résultats :** L'apport de 0,88 g de sachets plastiques dans un mélange solvant-cire (45ml-18g), la purification de la cire et le recours à l'éther de pétrole permettent d'améliorer la résistance à l'hydrolyse et à l'oxydation chimique et l'éclat de l'encaustique produit. Ce dernier commence à se dégrader après 15 heures d'exposition à l'ultraviolet à 366 nm. Sa complète altération apparaît après 22 heures d'irradiation. **Conclusion :** Cette valorisation permet non seulement de réduire, même en faible quantité, les déchets plastiques dans l'environnement mais également d'obtenir des encaustiques de qualité supérieure.

Mots-clés: Valorisation, sachets plastiques, fabrication, encaustiques, photodégradation

ABSTRACT

Introduction: This work is focussed on the technique of valorisation of plastic bags based on polyethylene high density in polishes' formulation. It consists in dissolving this waste in a solvent then introducing beeswax into the mixture. **Aims:** This study aims in determination of optimal quantity of plastic bags to add in polishes, determination of their quality and their stability towards ultraviolet light. **Methods:** The encaustic formulation essays were performed by varying the quantity of plastic bags to be added, the solvent and the nature of the wax used. The irradiation with two UV lamps at 366 nm allowed the appreciation of the stability of encaustic with plastic bags through light. **Results:** The addition of 0.88 g of plastic bags in a solvent-wax mixture (45 ml-18 g), the wax purification and the use of petroleum ether improve its resistance to hydrolysis and chemical oxidation and its brightness. This encaustic begins to be deteriorate after 15 hours of ultraviolet exposure at 366 nm and reach its total alteration after 22 hours of irradiation. **Conclusion:** Not only this practice reduces, even in small amount, the plastic wastes in the environment but also produces high encaustic quality.

Keywords: Valorization, plastic bags, encaustic, formulation, photodegradation

1. INTRODUCTION

La majorité des actions en assainissement sont actuellement focalisées sur la gestion des déchets plastiques. En 2013, ils ont été estimés à 1 191 390 tonnes dans l'espace de l'Union Economique Monétaire Ouest Africaine [1]. Environ 50% des ordures non fermentescibles de la province de Majunga, troisième grande ville de Madagascar, sont formées de sachets plastiques [2]. Ces polluants altèrent l'esthétique de l'environnement, obstruent les canaux d'évacuation d'eaux usées et provoquent la mort des animaux par ingestion accidentelle.

Plusieurs voies de valorisation de sachets plastiques sont disponibles. Ils peuvent remplacer le ciment dans la formulation des pavés, le principe est basé sur leur fusion afin de produire des liants [3]. La méthode de dissolution/précipitation permet de récupérer les sachets plastiques et de maintenir leur composition principale en

polymères [4]. Les 2% des intrants initiaux utilisés lors de la dissolution de polyéthylène et de polypropylène dans le biodiesel sont formées de matières plastiques [5]. Ces dernières peuvent être transformées en produits utiles à la population (cordes, tapis, jouets, ...), en matériaux de construction et en liants industriels [6]. La récupération de l'énergie lors de l'incinération de ce type de déchets constitue une autre voie de valorisation. Toutefois, elle engendre l'émission de CO₂, CO, dioxines et furanes dans l'atmosphère. La majorité de ces gaz ont des effets néfastes sur la santé humaine et sont à l'origine de l'effet de serre.

Les expériences réalisées au cours de ce travail consistent à introduire ces sachets plastiques légers à base de polyéthylène à haute densité dans l'encaustique lors de sa formulation. Ils visent principalement à réduire la quantité de ces produits dans l'environnement. Cette étude a pour objectifs spécifiques de :




- Déterminer la quantité optimale de sachets plastiques à ajouter
- Déterminer les effets de l'incorporation de sachets plastiques, du type de solvant utilisé et de la purification de la cire sur la qualité de l'encaustique
- Contrôler la stabilité de l'encaustique de bonne qualité vis-à-vis de la lumière ultraviolette.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Préparation des encaustiques :

Les encaustiques ont été préparées à partir de l'essence de térébenthine ou l'éther de pétrole, de la cire d'abeille brute ou purifiée et des sachets plastiques légers à base de polyéthylène à haute densité (Tableau 1). Les solvants ont été fournis par Madagascar Chimie Industries (MCI), mis dans des bouteilles en Polyéthylène Téréphtalate et conservés dans un endroit sec et à l'abri de la lumière. Les sachets plastiques déjà utilisés, fins, sans bretelles et de couleurs blanches ont été récupérés, lavés avec de l'eau du robinet et du savon, puis séchés. Ils ont été découpés et utilisés tout au long de ce travail. La cire a été achetée auprès du marché local d'Antsirabe – région de Vakinankaratra – Madagascar. La préparation artisanale de l'encaustique dans cette ville consiste à fondre 200g de la cire d'abeille dans 500 ml de solvant. Au cours de cette étude, 45 ml de solvant ont été utilisés pour dissoudre 18 g de cire d'abeille.

Tableau 1 : Intrants utilisés lors de la préparation des encaustiques.

Solvants		Sachets plastiques légers		Cire d'abeille	
Essence de térébenthine	Ether de Pétrole			Brute	Purifiée
*Densité à 20°C : 0,860 à 0,872 kg.dm ⁻³	*Densité à 15,5°C : 0,789 kg.dm ⁻³				
*Humidité < 0,05%	*Humidité 0%				
	*Point d'éclair 42°C				
	*Taux d'aromatique 15 à 17 %				

* : Source Madagascar Chimie Industrie (MCI).

La formulation de l'encaustique consiste à mélanger les deux préparations suivantes :

- La première préparation consiste à dissoudre les sachets plastiques dans 45 ml de solvant afin de faciliter l'adhésion avec la cire. Le mélange est chauffé dans un bain de sable et agité à l'aide d'une spatule. Cette préparation est terminée lorsque les sachets plastiques sont complètement dissous.
- La deuxième préparation a été obtenue par fonte de la cire d'abeille sur un bain de sable sans atteindre la température d'ébullition afin d'éviter la dégradation de la cire.

2.2. Essai de formulation d'encaustiques

Au cours de tous les essais de formulation, la quantité de la cire apportée et le volume du solvant utilisé sont respectivement égales à 18g et 45 ml.

Le premier essai consiste à déterminer la quantité optimale de sachets plastiques à introduire. Sept types d'encaustiques ont été préparés avec l'essence de térébenthine, la cire brute et différentes quantités de sachets plastiques : 0 – 0,63 – 0,75 – 0,88 – 1,01 – 1,20 et 1,40 g. Les essais de formulation avec l'essence de térébenthine et l'éther de pétrole (essai 2) et avec des cires purifiées et non purifiées (essai 3) permettent de déterminer les effets des solvants et de la nature de la matière grasse sur la qualité des encaustiques (Tableau 2).

1.1. Contrôle de stabilité des encaustiques

L'effet écran de l'atmosphère empêche la pénétration des rayonnements de longueur d'onde inférieure à 290 nm sur la terre [7]. L'essai 4 consiste à contrôler la stabilité vis-à-vis de l'ultraviolet à 366 nm de deux encaustiques dont l'une contenant des sachets plastiques, solvant et cire convenables (E11) et l'autre formée avec la même composition excepté les sachets plastiques (E12).

Tableau 2 : Les essais de formulation des encaustiques réalisés au cours de cette étude

	Encaustiques préparés	Masse de sachets plastiques (g)	Composition	
			Solvant	Cire
Essai 1	E0	0	Essence de térébenthine	Cire brute
	E1	0,63		
	E2	0,75		
	E3	0,88		
	E4	1,01		
	E5	1,20		
	E6	1,40		
Essai 2	E7	Masse optimale	Essence de térébenthine	Cire brute
	E8			Cire purifiée
Essai 3	E9	Masse optimale	Essence de térébenthine	Cire adéquate
	E10			

Treize échantillons d'encaustiques de $2,53 \pm 0,05$ g, dont huit pour E11 et cinq pour E12, ont été préparés dans des verres transparents de 5 ml puis scellés par des bouchons en silicones. Ils ont été placés dans une chambre noire KROUSS et irradiés par deux lampes ultraviolettes à 366 nm.

La détermination des indices de réfraction et de peroxyde a été réalisée après 11 – 15 – 19 – 22 – 33 – 44 – 55 et 66 heures d'exposition pour les échantillons E11 et après 11 – 22 – 33 – 44 et 55 heures pour les échantillons E12.

1.2. Analyse des encaustiques

La cire est le principal constituant des encaustiques, ainsi les paramètres considérés pour leur analyse sont en relation avec les matières grasses : indices d'acide, d'iode, de peroxyde et de réfraction.

L'indice d'acide (IA), exprimé en milligrammes de l'hydroxyde de potassium (KOH) par gramme de corps gras, correspond au nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour neutraliser les acides libres présents dans un gramme d'encaustique. Il a été déterminé par dosage volumétrique en utilisant l'éthanol, la soude et la phénolphthaléine. Ce paramètre est en relation avec l'altération par hydrolyse des encaustiques [8, 9].

L'indice d'iode (II), exprimé en gramme d'iode par 100g de corps gras, révèle le niveau d'insaturation des acides gras susceptibles de réagir avec l'oxygène. Cette réaction accélère la dégradation de la matière grasse par séchage. Ce paramètre a été déterminé par titrimétrie à l'aide du réactif de Wijs. Il permet d'évaluer le risque de séchage chimique par oxydation [10].

L'indice de peroxyde (IP), exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de corps gras, est le nombre de microgrammes d'oxygène actif présent dans un gramme d'encaustique. L'oxygène actif dans un corps gras peut être sous forme de peroxyde ou d'hydroperoxyde [11]. Ce paramètre a été déterminé par dosage volumétrique. L'iode libéré par l'encaustique, après sa dissolution avec l'acide acétique glaciale et son traitement avec l'iodure de potassium concentré, a été titré par le thiosulfate de sodium en présence de l'empois d'amidon. Ce paramètre renseigne sur la quantité de composants de matières grasses oxydés.

L'indice de réfraction nD de l'encaustique est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière reflétée par la matière grasse. En pratique, la vitesse de la lumière dans l'air est utilisée à la place de celle dans le vide et la longueur d'onde choisie est celle de la moyenne des raies D du sodium (589.6 nm). L'indice de réfraction a été mesuré à l'aide d'un refractomètre VEE GEE pour les matières grasses (modèle VDN4). Ce paramètre traduit la susceptibilité de l'encaustique à refléter la lumière ou brillance [12].

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Quantité optimale de sachets plastiques à incorporer dans l'encaustique

Au cours de tous les essais, une même quantité de cire a été apportée lors de la formulation des encaustiques. La dégradation de EO libère une faible quantité d'acides libres (figure 2). Ainsi, cette réaction s'arrête donc à la production d'hydroperoxyde, produit primaire de dégradation de la cire [13].

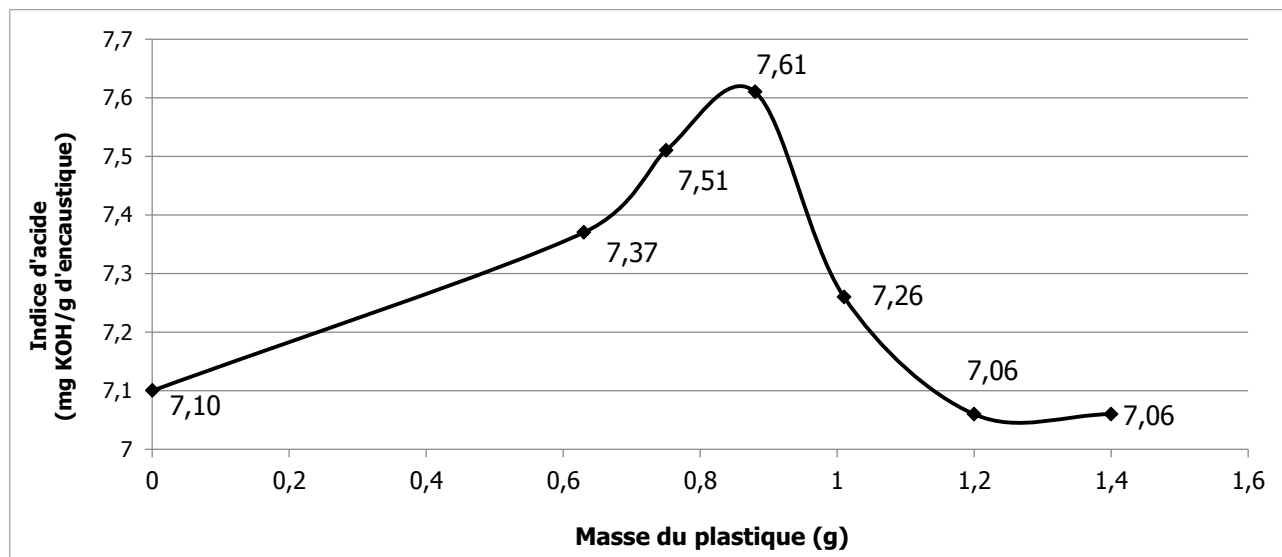


Figure 1 : La figure montre la courbe d'évolution de l'indice d'acide en fonction de la masse du plastique.

Les produits de décomposition des hydroperoxydes de la cire, H° et O_2 , amorce l'altération thermique et photochimique des Polyéthylènes [14]. Cette réaction génère de radical alkyl et d'hydroperoxyde dont la dégradation est à l'origine d'acides libres [13-15]. L'introduction de sachets plastiques augmente la quantité d'acides libres dans l'encaustique jusqu'à l'épuisement de l'hydroperoxyde issu de la cire, amorceur de la dégradation radicalaire des polyéthylènes. Ce phénomène est observé dans le cas des encaustiques E1, E2 et E3 (figure 1). Leur risque d'altération par hydrolyse est élevé [8, 9].



Figure 2 : Photo des encaustiques sur des plaques de verre.

À partir de E4, la formation des taches blanches révèle la précipitation des sachets plastiques non dégradés après dissolution et mélange avec la cire (figure 1). Une légère modification des propriétés mécaniques et thermiques des oléfines et une faible diminution de leur quantité ont été constatées lors de leur dissolution/précipitation [4]. Ces déviations sont dues à la libération des adjuvants, comme les antioxydants, utilisés lors de la fabrication des sachets plastiques. Dans notre cas, la diminution de la quantité d'acides libres au-delà de E4 est due à l'inhibition de l'oxydation des hydroperoxydes par ces antioxydants après précipitation des polyéthylènes.

L'introduction des sachets plastiques dans l'encaustique diminue les valeurs des indices d'iode et de peroxyde (figures 3 et 4). La décroissance du premier paramètre est associée à la réduction du nombre d'insaturation après dissolution et dégradation des sachets plastiques. Ce qui rend l'encaustique plus résistant au séchage chimique par oxydation

[10]. Tandis que celle de l'indice de peroxyde provient de l'inhibition de l'oxydation de matières grasses par les antioxydants ou adjuvants dans les sachets plastiques.

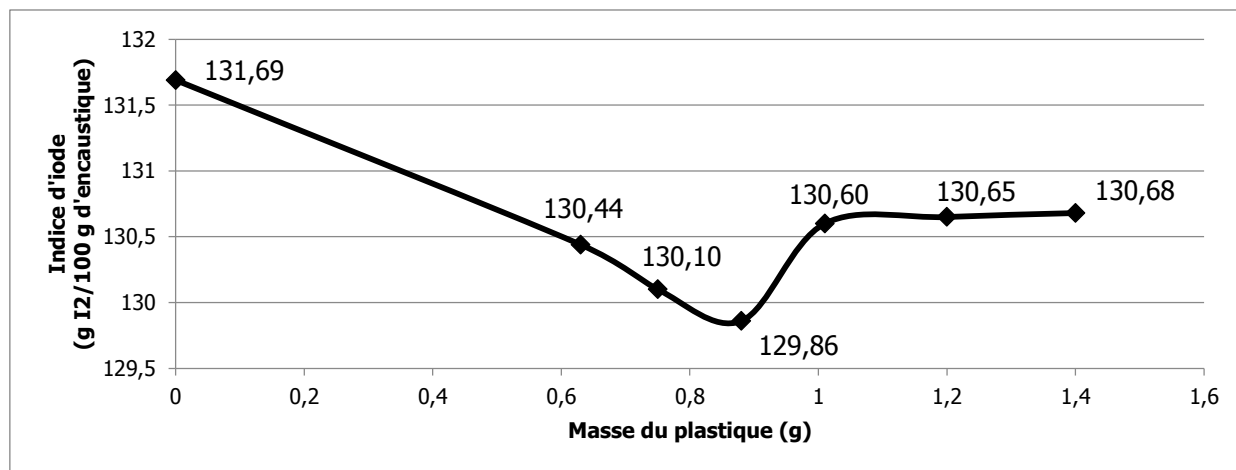


Figure 1 : la figure montre l'évolution de l'indice d'iode en fonction de la masse du plastique.

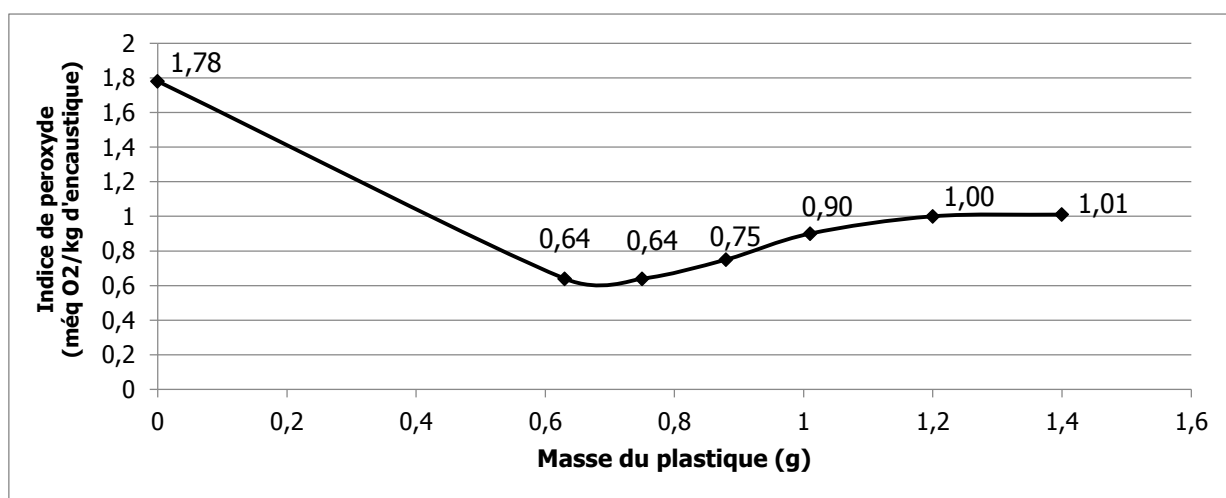


Figure 4: la figure montre l'évolution de l'indice de peroxyde en fonction de la masse du plastique

A partir de E3, formé de 0,88 g de plastique, l'indice de réfraction est relativement élevé par rapport à E0 (figure 5). Ces encaustiques (E3, E4, E5, E6 et E7) sont susceptibles de refléter la lumière, ils sont dotés d'une brillance élevée. L'ajout de sachets plastiques améliore leur éclat.

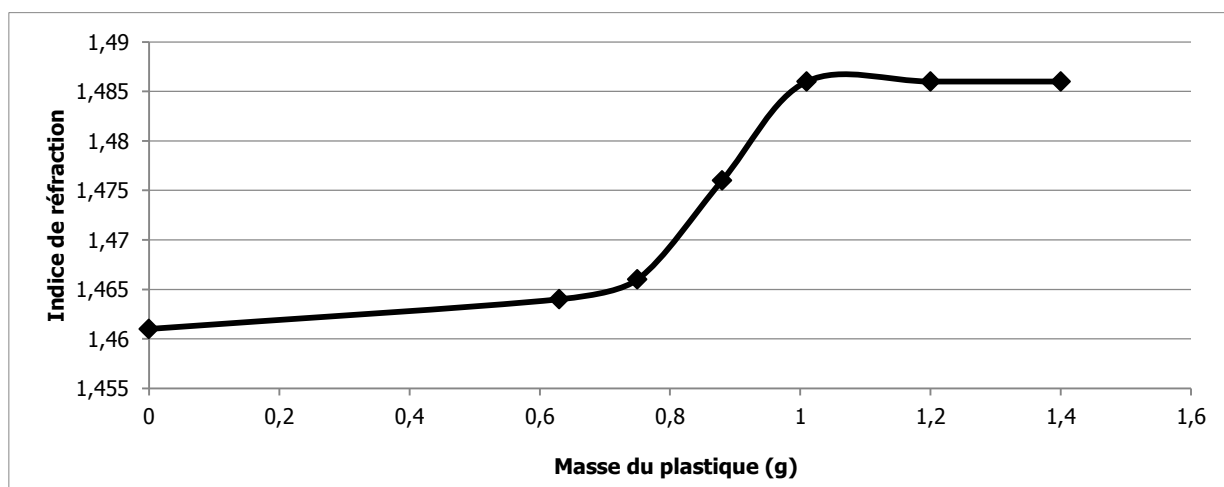


Figure 5 : la figure montre l'évolution de l'indice de réfraction en fonction de la masse du plastique.

La quantité du polymère à apporter ne peut pas dépasser la concentration maximale pouvant être dissoute dans le mélange solvant-cire (45 ml-18g). L'encaustique E3, formé par 0,88g de sachets plastiques, est plus résistante au séchage chimique sans aucune formation de précipité blanc et présente moins de risque d'oxydation (Tableau 3).

Tableau 3 : le tableau montre la comparaison de la qualité des sept encaustiques.

Echantillon d'encaustique	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
Absence de précipité	+	+	+	+	-	-	-
Altération par hydrolyse	-	-	-	-	-	+	+
Risque d'oxydation/résistance au séchage chimique	-	-	-	+	-	-	-
Quantité des composants de matière grasse oxydée (par rapport à E ₀)	-	+	+	+	+	+	+
Brillance (par rapport à E ₀)	-	-	-	+	+	+	+

+ : bonne qualité ; - : mauvaise qualité.

2.2. Effets de la purification de la cire sur la qualité des encaustiques

Les valeurs des indices d'acide et de peroxyde de l'encaustique fabriqué avec de la cire purifiée (E8) sont respectivement de l'ordre de 7,03 mg KOH/g et 1,92 méq O₂/kg (Tableau 4). Elle contient une faible quantité d'acides libres et d'oxygène actif donc très peu de matières grasses oxydées par rapport à la cire brute. La purification a permis de réduire voire éliminer les impuretés apportées par le miel telles que : glucose, fructose, acides organiques (acide gluconique, acide citrique, acide lactique,...), acides aminés et protéines (peptones, albumines,...), lipides (acides palmitique, oléique et linoléique) [16]. Cette amélioration se traduit par les réductions de l'altération par hydrolyse et de la quantité de matières grasses oxydées. La purification ne modifie pas la brillance de l'encaustique.

Tableau 4 : Caractéristiques des encaustiques formulées à partir des deux cires brutes (E7) et purifiées (E8).

	E7	E8
IA (mg de KOH/g d'encaustique)	7,84	7,03
IP (méq d'O ₂ /kg d'encaustique)	2,05	1,92
nD	1,473	1,473

IA : Indice d'acide ; IP : Indice de Peroxyde ; nD : Indice de réfraction.

2.3. Répercussion de la nature du solvant sur la qualité des encaustiques

Les valeurs des indices d'acide, de peroxyde et de réfraction de l'encaustique E10 sont faibles par rapport à celles de E9 (Tableau 5). L'essence de térébenthine favorise l'altération par hydrolyse et l'oxydation de l'encaustique mais augmente son éclat. Elle figure parmi les solvants facilement oxydables et entraîne ainsi l'augmentation de l'indice de peroxyde [17]. L'éther de pétrole améliore la dissolution des polyéthylènes mais ne modifie pas leur composition dans la solution [4-8]. L'éther de pétrole permet d'obtenir une encaustique de bonne qualité en tenant compte des indices d'acide et de peroxyde.

Tableau 5 : le tableau montre les caractéristiques des encaustiques formulées à partir de l'essence de térébenthine (E9) et de l'éther de pétrole (E10).

	E9	E10
IA (mg de KOH/g d'encaustique)	7,03	6
IP (méq d'O ₂ /kg d'encaustique)	1,92	0,04
nD	1,473	1,449

IA : Indice d'Acide ; IP : Indice de Peroxyde ; nD : Indice de réfraction

2.4. Stabilité photochimique des encaustiques

La dégradation des encaustiques E11 et E12, fabriquées respectivement à partir de 0,88 et 0g de plastiques, cire d'abeille purifiée et de l'éther de pétrole, commence respectivement après 15 heures et 33 heures d'exposition à l'ultraviolet de 366nm. Cette durée correspond au début de formation des peroxydes [13]. La production maximale de peroxyde est atteinte après 22 heures et 55 heures d'irradiation respectivement pour E11 et E12 (figure 6). Elle est suivie d'une diminution de l'indice de peroxyde qui représente la deuxième étape de la réaction de dégradation des acides gras libres. Les produits formés sont des aldéhydes et des cétones [13].

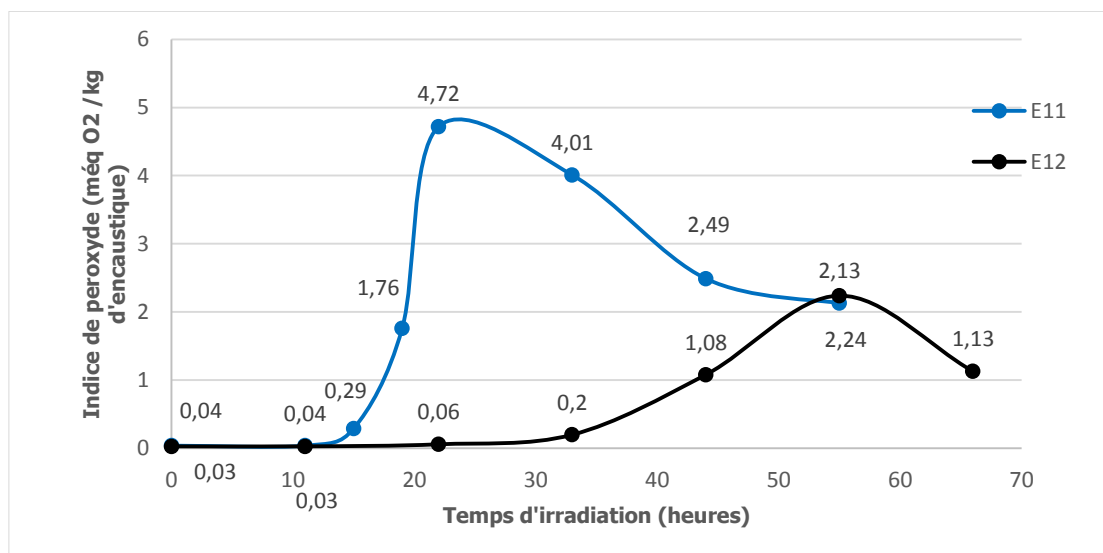


Figure 2 : la figure montre la courbe d'évolution de l'indice de peroxyde de E11 et E12 en fonction du temps d'irradiation.

L'encaustique sans plastique (E12) reste stable à la photodégradation par rapport à l'indice de réfraction. Tandis que la brillance de E11, encaustique ajouté de sachets plastiques, diminue considérablement après 22 heures d'exposition (figure 7). Les sachets plastiques facilitent la dégradation des chaînes des acides libres.

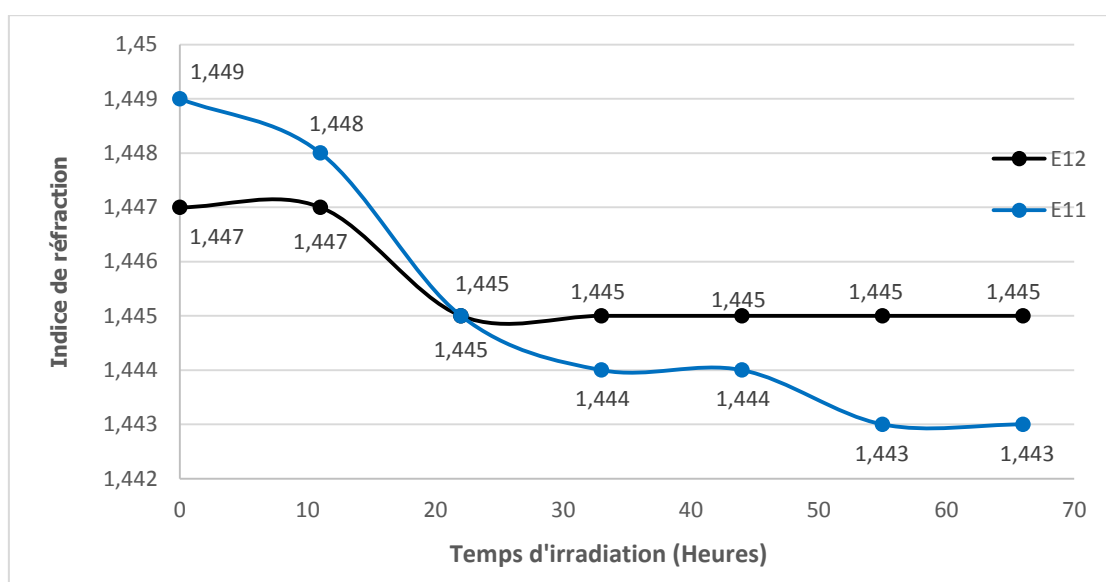


Figure 7 : montre l'allure d'évolution de l'indice de réfraction de E11 et E12 en fonction du temps d'irradiation

Remerciements

Nous adressons notre profonde gratitude à « SAYANSI IxD : Recherche et Développement », un projet de coopération destiné à aider et promouvoir l'éducation et la recherche en Afrique, pour son soutien financière qui nous a permis de nous procurer des réactifs et matériels nécessaires.

3. CONCLUSION

Les résultats de cet étude montre que seule 0,88g de sachet plastique léger est susceptible d'être valorisée dans un mélange solvant-cire (45mL-18g). Leur ajout dans l'encaustique, la purification de la cire d'abeille brute et le recours à l'éther de pétrole permettent de réduire les risques d'altération par hydrolyse et de séchage rapide par oxydation chimique et de diminuer la brillance du produit final. Une rapide altération photochimique des encaustiques avec des sachets plastiques a été observée en tenant compte des indices de peroxyde et de réfraction. Elle commence après 15 heures d'irradiation à l'ultraviolet de 366 nm.

6. REFERENCES

1. UEMOA. Etude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA. 2013. Disponible : <http://etudes.uemoa.int/upload/etude%20sur%20la%20gestion%20des%20dechets%20plastiques%20dans%20l'espace%20uemoa.pdf>
2. Mustin M. "Compostage : de l'Afrique à Paris". Maison des Auteurs du Paris Durable. 2015. Disponible : <http://reseaucompost.org/wordpress/wp-content/uploads/2016/02/Conf%C3%A9rence-Compostage-Michel-Mustin-Paris-10-F%C3%A9vrier-2016.pdf>
3. Ramarason M., Andriambelison Z. P. et Rafidison H. B. Transformation des déchets de sachets plastiques en liant industriel par un nouveau procédé humide. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2017 ; 377–384.
4. Jasim H. A., Faisal G. et Ahmed I. Polyolefins Waste Materials Reconditioning Using Polyolefins Waste Materials Reconditioning Using Dissolution / Re-precipitation Method. *APCBEE Procedia*. 2012; (3): 281–286.
5. Hazrat M. A., Rasul M. G. et Bode C. Experimental Investigation of Dissolution of Plastic Polymers into Biodiesel. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. 2017; (13) : 33–42.
6. Doublier G. et Sorgho O. 2009. Valorisation des déchets de sachets plastiques Utilisation comme liant dans la fabrication de matériaux composites : Application dans les villes subsahariennes. Conférence Internationale sur la Valorisation des Déchets et de la Biomasse Résiduelle dans les Pays en Développement, Juil. 9-11, Ouagadougou, Burkina Faso. Disponible : http://www.ids21.org/resources/fichiers/ids21/Communication_Wasteng09_Doublier-Sorgho_V3.pdf
7. Herndon J. M., Hoisington R. D. et Whiteside M. Pénétration ultraviolette mortelle des UV-C et UV-B à la surface de la Terre : implications pour la santé humaine et l'environnement. *Journal Internationale de Géographie, de l'Environnement et Des Sciences de La Terre*. 2018. 14 (2) : 1–11.
8. Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M. et Elamrani A. Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les Technologies de Laboratoire*. 2011 ; 6 (22) : 1-12.
9. Alloune R., Liazid A. et Tazerout M. Etudes comparatives de deux plantes oléagineuses locales pour la production du biodiesel en Algérie. *Revue Des Energies Renouvelables SIENR'12 Ghardaïa*. 2012. 19–22.
10. Tarabet L. Etude de la combustion d'un biocarburant innovant dans les moteurs à combustion interne de véhicules. Thèse de Doctorat en Energétique - Ecole des Mines de Nantes. 2012. Disponible : <http://archive.bu.univ-nantes.fr/pollux/fichiers/download/397e66da-524a-4b4e-9c5a-e1f853651ec5>
11. Sadoudi R. Conséquences métaboliques de la consommation de l'huile de tournesol thermooxydée chez le raz blanc. Thèse de Doctorat en Technologie Alimentaire et Nutrition Humaine - Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'EL HARRACH. 2014. Disponible : <http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/1302/1/THESE%20SUR%20CD%202.pdf>
12. Masschelein-Kleiner L. Liants, Vernis et Adhésifs Anciens. 3^{ème} éd. Brussels : KIK-IRPA ; 1992.
13. Judde A. Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique : mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications ? 2004; 6 (11) : 414–418. Disponible sur : <http://www.oel-journal.org>
14. Jipa S., Zaharescu T., Setnescu R. et Kappel W. Chemiluminescence study on the endurance of ethylene-vinylacetate (EVA) under radiation and thermal degradation. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*. 2007; 9 (6): 1623–1625.
15. Guillet J. (1978). Fundamental Processes in the Photodegradation of Polyolefins. In: Allara D. L., Hawkins W.L., editors. *Stabilization and Degradation of Polymers*. Washington: American Chemical Society; 1978. p. 1-10 (Chap. 1).
16. Rossant A. Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de Doctorat en Pharmacie - Université de Limoges. 2011. Disponible : <https://aurore.unilim.fr/theses/nxfile/default/1f089bf6-352a-4ef1-a839-08b447ddad9a/blobholder:0/P20113314.pdf>
17. INRS_a. Essence de térébenthine. Fiche toxicologique. 2011.
18. Hadi A. J., Najmuldeen G. F. et Yusoh K. B. (2013). Dissolution / Re-precipitation technique for waste polyolefin recycling using new pure and blend organic solvents. *De Gruyter*. 2013. (5) : 471–481.



Cite this article: Rakoto Nelly Ghislaine et Andriantsoalaza Olivier. INCORPORATION DES SACHETS PLASTIQUES DANS L'ENCAUSTIQUE : FORMULATION, CARACTERISATION ET STABILITE VIS-A-VIS DE L'ULTRAVIOLET. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2018; 7(6): 363-370.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>