

Article original

**TENEUR EN ACIDES GRAS ET EN ANTIOXYDANTS DE L'HUILE DE PALME EN COTE D'IVOIRE.
FATTY ACID AND ANTIOXIDANT CONTENTS OF PALM OIL OF CÔTE D'IVOIRE.**

MONDE AA.^{1,2}, MICHEL F.², CARBONNEAU MA.³, TIAHOU G.⁴, VERNET MH.², DUVERNAY-EYMARD S.⁵, ADON B.⁶, KONAN E.⁶, CRISTOL JP.², SESS D.^{1*}

1. Laboratoire de Biochimie Médicale de l'UFR des Sciences Médicales, BP V 166, Université de Cocody, Abidjan, Côte D'Ivoire.
2. Laboratoire de Biochimie Médicale du CHU LAPEYRONIE, Université de Montpellier I, France.
3. Laboratoire de Biochimie Médicale, Institut de Biologie, Université de Montpellier I, France.
4. Laboratoire de Biochimie Médicale, Centre Hospitalier Universitaire de Bouaké, Côte D'Ivoire.
5. Nutrition, Alimentation et Société, Institut pour la Recherche et le Développement (IRD) Montpellier, France.
6. Centre National de Recherche Agronomique, Lamé, Côte D'Ivoire.

***Auteur Correspondant** : Pr SESS Daniel
BP V 166, Université de Cocody, Abidjan, Côte D'Ivoire.
Email: sessdaniel@yahoo.fr Fax: 00 225 22 4428 97.
Laboratoire de Biochimie Médicale de l'UFR des Sciences Médicales
Tel: 00 225 22 44 34 18 / 00 225 07 13 91 90.

Résumé

Nous avons évalué la teneur en acides gras saturés, poly insaturés, en vitamine E, en caroténoïdes totaux de même que celle en polyphénols totaux de quatre formes variétales d'huile de palme (*Eleais guineensis*) sélectionnées à partir de croisements génétiques au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Côte D'Ivoire. Le dosage des acides gras a été effectué par chromatographie en phase gazeuse, celui de la vitamine E et des caroténoïdes par chromatographie liquide haute performance. Les taux des acides gras poly insaturés (AGPI) variaient de 48 % à 60 % et ceux des acides gras saturés de 40 % à 52 %, témoignant de la richesse en AGPI de l'huile de palme issue des formes variétales, notamment celle de la première variété (collection de base) et les deux variétés résultant des croisements. La concentration totale en caroténoïdes était élevée (832 à 3575 µg g⁻¹) avec une prédominance du taux de beta-carotène (580 à 2390 µg g⁻¹). La teneur totale en vitamine E variait entre 864 µg g⁻¹ et 1124 µg g⁻¹. Les polyphénols totaux ont été dosés selon la méthode de Folin Ciocalteu dans les extraits bruts éthanoliques des différentes variétés d'huile de palme avec des valeurs moyennes allant de 64,42 mg à 130,23 mg d'Equivalent acide gallique / g d'extrait d'huile de palme, témoignant de la richesse en polyphénols totaux de ces extraits. L'huile de palme de Côte D'Ivoire est caractérisée par sa richesse particulière en acides gras insaturés, caroténoïdes, polyphénols totaux, ce qui lui confère des propriétés nutritionnelles et médicales.

Mots clés : Huile de palme; *Eleais guineensis*, acides gras, vitamine E; caroténoïdes; polyphénols totaux.

Abstract

We assessed the fatty acid composition, vitamin E, total carotene contents and polyphenol contents of 4 oil palm species issued from the National Center of Agronomical Research of Côte d'Ivoire, and resulting from crossings between different varieties of palm oil (*Eleais guineensis*). Fatty acid composition of the crude palm oil samples was determined by gas chromatography analysis and the total carotene content was determined using the established method of UV-VIS Spectrophotometry. The identification of carotene and vitamin E isomers were carried out by the HPLC reversed phase system. This study indicated the richness in polyunsaturated fatty acids composition (from 48% to 60%) compared to saturated fatty acids (from 40% to 52%) of those varieties, especially the first variety which was from the base collection and the two hybrids ensuing from crossing. In addition, total carotene content of those varieties, was higher and accounted for 832 to 3575 µg g⁻¹, and the β-carotene level (from 580 to 2390 µg g⁻¹) was predominant and noteworthy. Total content of vitamin E was 864 µg g⁻¹ to 1124 µg g⁻¹. Polyphenol contents were carried out according to the Folin Ciocalteu method in the crude ethanolic extracts from different varieties of palm oil, with mean values ranging from

64.42 to 130.23 mg Gallic acid equivalent. Palm oil of Côte D'Ivoire is characterized by its richness in unsaturated fatty acids, carotene and polyphenols contents, testifying its nutritional and medical properties.

Key words: Palm oil; *Eleais guineensis*; fatty acids; vitamin E; carotenoids; total polyphenols.

INTRODUCTION

Le palmier constitue une ressource alimentaire et économique croissante sous forme de fruits et d'huile, jouant un rôle important dans la satisfaction des besoins en lipides de nombreuses populations. Ainsi, l'huile de palme, extraite du mésocarpe, de la pulpe du palmier à huile (*Eleais guineensis*) est la 2ème huile la plus consommée dans le monde après l'huile de soja et la plus consommée en Afrique, principalement en Côte d'Ivoire, où la filière « palmier à huile » occupe une place de choix dans le développement de l'agriculture. Dans le cadre de ce développement, le pays s'est doté de structures de recherches, tel le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), où un département s'occupe spécialement de la filière palmier à huile et dénommé programme « palmier à huile ». Ce programme a permis la mise en place d'une collection vivante constamment enrichie des différentes variétés de palmier à huile (Cochard *et al*, 2001 ; Durand-Gaselin *et al*, 2000). Le développement de la filière s'est surtout fondé sur une augmentation des surfaces plantées, de l'accroissement du rendement de l'huile, (Hirsch, 2001), les caractères agronomiques, notamment les composantes de la production de régimes (nombre de graines, poids total et poids moyen des régimes), les composantes de la qualité des régimes (pourcentage de fruits sur le régime, pourcentage de pulpe sur le fruit, pourcentage d'amande dans le fruit, teneur en huile de la pulpe, poids moyen des fruits et amande) de même que la résistance à certaines maladies en Afrique. De nombreux travaux, notamment en Asie, ont montré que l'huile de palme était riche en phytonutriments constitués par les caroténoïdes (alpha, bêta et gamma carotènes), la vitamine E (tocophérols et tocotriénols), les phytostérols (sitostérols, stigmastérols et campestérols), les phospholipides, les glycolipides et le squalène (Balasundram *et al*, 2005 ; Sundram *et al*, 2003 ; Wattanapenpaiboon et Wahlqvist, 2003 ; Tan *et al*, 2007). Ces travaux ont montré que l'huile de palme contenait 50 % d'acides gras saturés, 50 % d'acides gras insaturés, en plus de sa richesse en antioxydants, tels les caroténoïdes, la vitamine E, et ont mis en évidence au niveau des fruits du palmier à huile, la présence de nombreux polyphénols, tels les acides phénoliques et les flavonoïdes. Ces polyphénols sont des métabolites secondaires des plantes, très abondants dans l'alimentation et qui constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. Ce sont des antioxydants jouant un rôle majeur dans la prévention de certaines pathologies dégénératives chroniques associées au stress oxydant, comme les pathologies cardiovasculaires, les cancers, le vieillissement accéléré, le diabète, l'athérosclérose et les maladies neuro-dégénératives. Cette huile de part sa composition a des vertus non seulement alimentaires mais aussi cosmétiques et thérapeutiques. En Côte D'Ivoire, plusieurs formes variétales ont été sélectionnées (Cochard *et al*, 2001 ; Durand-Gaselin *et al*, 2000), mais peu de travaux se sont axés sur les composantes nutritives de cette huile, notamment la composition de ces formes variétales en vitamines E, caroténoïdes et surtout en polyphénols. Ce qui a motivé la présente étude qui a pour objectif de déterminer la teneur en acides gras, en vitamine E, en caroténoïdes totaux et en polyphénols totaux des huiles issues des différentes formes variétales du palmier à huile de Côte D'Ivoire.

MATERIELS ET METHODES

Cadre d'étude

Il s'agit d'une étude pluridisciplinaire qui s'est déroulée d'une part en Côte D'Ivoire, au laboratoire de Biochimie Médicale de l'UFR des Sciences Médicales de l'Université de Cocody, Abidjan et au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), station de Lamé, Alépé; d'autre part au laboratoire de Biochimie Médicale du CHU LAPEYRONIE de l'Université de Montpellier I, France, et à l'Institut de Biologie de la Faculté de Médecine de la dite Université.

Type et durée de l'étude

C'est une étude transversale à but descriptif et comparatif qui s'est déroulée de Janvier 2006 à Août 2008.

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé était issu de croisement génétique provenant du programme "palmier à huile" du CNRA. Plusieurs hybrides de palmiers à huiles avaient été créés à la station "Lamé" du CNRA à 50 km de la capitale Abidjan. Le matériel de base était de deux types : celui de la collection "Lamé" et celui de la collection "Deli". De ces deux collections de base, étaient issues d'une part le matériel de premier cycle de sélection (croisement "Lamé" x "Deli"), et d'autre part le matériel de second cycle de sélection (croisement "Lamé" avec "Lamé" x "Deli") Ainsi, quatre différentes variétés de palmier à huile avaient été sélectionnées et les échantillons de ces huiles ont été analysés au cours de l'étude. Les échantillons de la collection de base « Lamé » étaient appelés HP1, ceux de la collection de base « Deli », HP2, ceux du matériel de premier cycle de sélection HP3, et ceux du matériel de second cycle de sélection, HP4. Les extraits de polyphénols étaient obtenus à partir de ces quatre formes variétales d'huiles de palme.

Paramètres déterminés

Nous avons déterminé la composition en acides gras saturés et insaturés, les taux de Vitamine E (les tocophérols et les tocotriénols), les caroténoïdes totaux (notamment l' α et le β carotène), de même que la teneur en polyphénols totaux.

Méthodes de dosage

Détermination du taux des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Cette détermination a été faite par CPG (Finningan Focus, GC System, Restek, France), équipée d'un détecteur à ionisation de flamme et d'un injecteur, couplé à un intégrateur digital, après extraction des acides gras par le mélange chloroforme : méthanol et conversion en esters méthyliques d'acides gras de triglycérides. Ce système utilisait une colonne capillaire en silice CP (Sil 88:60 mm X 25 mm, Waters, USA) avec l'Hélium comme gaz vecteur à un débit de 20 ml min⁻¹ (AFNOR 2005). La température de la colonne était maintenue à 100°C alors que la température de l'injecteur et du détecteur étaient tous deux à 220°C. La calibration a été faite à l'aide d'un étalon interne de palmitate d'esters méthyliques et le pourcentage de chaque acide gras a été obtenu à l'aide d'un intégrateur (Logiciel Azur: thermo, Electron Corporation, GC).

Chromatographie liquide haute performance (HPLC)

L'identification des isomères de la vitamine E et des caroténoïdes a été réalisée par HPLC.

Dosage de la vitamine E

Avant l'analyse HPLC, les extraits d'huiles de palmiers bruts ont été placés dans une eau chaude à une température comprise entre 40°C et 60°C jusqu'à ce que l'huile devienne homogène, limpide. Un prélèvement de cet extrait a été réalisé avec ajout d'acétate d'éthyle pour la dilution. Un aliquote de cette dilution a été extrait avec addition de l'étalon interne, le delta tocophérol, puis évaporation à sec sous azote. Dans le résidu sec obtenu, on ajoute de l'éthanol en vue d'avoir une solution pour l'analyse par

HPLC (Precision Instruments, Model 201, Kyoto, Japon) en phase reverse couplée à un détecteur électrochimique, connecté à un intégrateur (Waters 746, Saint-Quentin en Yvelines, France). La pompe HPLC est connectée à une colonne C18 (ODS 2: 250 x 2 mm, Waters, USA). Le solvant d'éluion de la phase mobile était constitué d'un mélange méthanol : eau (980/ 20 V/V) et un débit constant de 0,2 mL/min. La phase mobile qui contenait également du perchlorate de lithium et de l'acide acétique glacial a été dégazée puis filtrée grâce à une membrane de polypropylène. Les composés étaient mesurés par la différence de potentiel entre l'électrode et la solution contenant les paramètres à analyser.

Dosage et identification des caroténoïdes

Les caroténoïdes totaux ont été déterminés par spectrophotométrie UV VIS à la longueur d'onde de 446 nm (Yap *et al.* 1997) et l'identification des différents isomères a été réalisée par HPLC en phase reverse (Waters 510, Saint-Quentin en Yvelines, France), couplée à un détecteur UV VIS (Waters 2487, Saint-Quentin en Yvelines, France) à 450 nm (Tan *et al.* 1986). La phase mobile était constituée de méthanol / isopropanol / iso-octane (90 / 7 / 3 V/V/V).

Détermination des polyphénols totaux par mesure colorimétrique selon la méthode de Folin-Ciocalteu.

Différents réactifs ont été utilisés pour la détermination des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu: Les réactifs de Folin Ciocalteu 2N (Sigma Aldrich), d'Acide gallique (Sigma Aldrich), l'eau pour préparation HPLC (Carlo Erba, Val De Reuil, France), le carbonate de sodium (Prolabo, France), le Chloroforme (Mallinckrodt, USA), l'éthanol (Prolabo, Paris, France). Nous avons effectué une extraction au chloroforme (CHCl₃) des extraits bruts éthanoliques d'huiles de palme, avant de faire la mesure de la densité optique par spectrophotométrie en cinétique à une longueur d'onde de 765 nm (Gao *et al.* 2000 ; Riedl *et al.* 2007 ; Schlesier *et al.* 2002). En milieu basique, le réactif de Folin oxyde les groupements phénols (C₆H₅OH) des composés phénoliques, présents dans l'échantillon avec les acides phosphotungstiques et phosphomolybdiques. Les produits de réduction (oxydes métalliques), de couleur bleue, présentent un maximum d'absorption dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon.

Nous avons établi une gamme d'étalonnage à partir de l'acide gallique comme standard et mesuré la densité optique au Spectrophotomètre à 765 nm. Les résultats étaient exprimés en Equivalent d'acide gallique (GAE).

Analyses statistiques

Chaque détermination a été faite au moins trois fois par variété et les résultats rapportés en valeurs moyennes avec les écarts types. Les différences parmi les moyennes des différentes variétés ont été testées par le test d'ANOVA au seuil alpha de 5%. Le test de comparaison de Tukey-Kramer (Rafter *et al.*, 2002) a été également utilisé pour tester les différences entre les différentes variétés d'huile de palme brut.

RESULTATS ET DISCUSSION

Composition en acides gras saturés et insaturés

La teneur en AGS des formes variétales variait de 40 à 52% et celle des AGI de 48 à 60% (tableau I). La variété HP1 contient 40,2% d'AGS, la variété HP1 : 52% ; les variétés hybrides HP3 :44% et HP4 : 43%. Concernant la variété HP2, nos résultats en AGS étaient similaires à ceux d'autres travaux (Balasundram *et al.*, 2005 ; Sundram *et al.*, 2003 ; Tan *et al.*, 2007) qui ont rapporté que l'huile de palme renferme approximativement 50% d'AGS et 50% d'AGI. Quant à la variété HP1, elle était moins riche en AGS (40%) et plus riche en AGI (60%) avec une prédominance en AGMI (principalement l'acide oléique à 49,6%) et en AGPI (acide linoléique : 9,16%). Ces AGI sont très importants au plan nutritionnel, notamment les AGMI pour leur rôle dans la stabilité oxydative de l'huile (Guesnet *et al.*, 2005). Le tableau II présente les différents AGS et AGI de nos différentes formes variétales (Mondé *et al.*, 2009), et nous constatons que l'acide oléique (C 18:1) est l'AGMI largement prédominant dans nos variétés avec un taux variant de 39 à 50% et une élévation particulière dans la variété HP1: 50% par rapport aux autres variétés (HP2: 39%; HP3: 42%; HP4: 45%). Nos résultats sont considérablement plus élevés en AGI que ceux rapportés par Bonnie et Choo (2000); Ekpa *et al.* (1994) et Sundram *et al.* (2003). Les AGPI dont le rôle nutritionnel est également important, varient de 8,46 à 13,40% pour l'acide linoléique avec une augmentation significative pour HP3.

Tableau I. Répartition en acides gras saturés et insaturés des différentes variétés d'huile de palme. (Les résultats sont exprimés en pourcentage d'acides gras totaux.)

Acides gras (%)	VARIETES D'HUILE DE PALME			
	HP1	HP2	HP3	HP4
Acides gras saturés (AGS) totaux	40.2 ± 0.2a	51.8 ± 0.6b	43.8 ± 0.3c	43.0 ± 0.3c
Acides gras mono insaturés	49.6 ± 0.3a	38.9 ± 0.4b	41.9 ± 0.2c	45.1 ± 0.2d
Acides gras poly insaturés (n-3)	0.29 ± 0.02a	0.29 ± 0.01a	0.36 ± 0.01b	0.37 ± 0.01b
Acides gras poly insaturés (n-6)	9.78 ± 0.04a	9.02 ± 0.11b	14.12 ± 0.16c	11.47 ± 0.06d
Acides gras poly insaturés (AGPI) totaux	10.10 ± 0.03a	9.34 ± 0.12b	14.52 ± 0.17c	11.87 ± 0.07d
Acides gras insaturés (AGI) totaux	59.7 ± 0.3a	48.3 ± 0.5b	56.5 ± 0.2c	57.0 ± 0.3c

Concernant les acides α -linoléiques [C18:3 (n-3)] et les autres AGPI [acide arachidonique (C 20:4) et l'acide eicosapentaénoïque

20:5(n-3)], il n'y a pas de différence significative au niveau des quatre variétés. Les AGI totaux de HP2: 48,2% étaient comparables à ceux trouvés par Sundram *et al.* (2003), mais les AGI totaux des variétés HP1, HP3 et HP4 (respectivement 60%,

56,5% et 57%) étaient considérablement plus élevés que ceux précédemment rapportés par Bonnie et Choo (2000); Ekpa *et al.*, (1994) et Sundram *et al.* (2003). Nos variétés étaient plus riches en AGI (48 à 52%) qu'en AGS (40 à 52%) comparés aux travaux antérieurs sur l'huile de palme brute (Ekpa *et al.*, 1994 ; Sundram *et al.*, 2003 et Tan *et al.*, 2007). Les variations des taux observées

dans notre étude seraient probablement en rapport avec les facteurs génétiques, agronomiques et environnementaux qui pourraient modifier la composition en AG de l'huile de palme brute,

notamment les conditions climatiques, pédologiques (Hendson et Chai 1997; Hendson et Mohd 2005 ; Noh *et al.*, 2002). De plus, les différences dans la composition en AG des formes variétales de l'huile de palme brute seraient d'un grand atout dans le choix des applications spécifiques de cette huile; ainsi, l'huile avec un taux élevé d'acide oléique serait plus convenable pour la production des huiles végétales, alors qu'inversement un taux plus élevé en acide palmitique, serait plus utile dans la fabrication des savons et des détergents (Ekpa *et al.*, 1994 ; Tan *et al.*, 2007).

Tableau II. Composition en acides gras des différentes variétés d'huile de palme de Côte D'Ivoire. (Les résultats sont exprimés en pourcentage d'acides gras totaux.) (Mondé *et al.* 2009)

VARIETES D'HUILE DE PALME				
Acides gras (%)	HP1	HP2	HP3	HP4
Acide myristique 14:00	0.260 ± 0.010a	0.911 ± 0.045b	0.348 ± 0.009c	0.615 ± 0.023d
Acide palmitique 16:00	31.1 ± 0.3a	45.0 ± 0.6b	36.5 ± 0.3c	35.3 ± 0.3d
Acide palmitoléique 16:1(n-7)	0.053 ± 0.001a	0.113 ± 0.007b	0.094 ± 0.005c	0.069 ± 0.000d
Acide Stéarique 18:00	8.83 ± 0.08a	5.93 ± 0.08b	6.92 ± 0.09c	7.06 ± 0.05c
Acide Oléique 18:1(n-9)	49.6 ± 0.3a	38.8 ± 0.4b	41.6 ± 0.2c	45.1 ± 0.2d
Acide Linoléique 18:2(n-6)	9.16 ± 0.03a	8.46 ± 0.10b	13.40 ± 0.14c	10.88 ± 0.06d
Acide γ linoléique 18:3(n-6)	0.531 ± 0.012a	0.473 ± 0.011b	0.599 ± 0.021c	0.507 ± 0.005a,b
Acide α linoléique 18:3(n-3)	0.279 ± 0.001a	0.293 ± 0.005b	0.358 ± 0.007c	0.366 ± 0.005c
Acide Eicosatriénoïque 20:3(n-9)	0.034 ± 0.004a	0.027 ± 0.006a	0.031 ± 0.001a	0.030 ± 0.005a
Acide Dihomo- γ- linoléique 20:3(n-6)	0.083 ± 0.002a	0.081 ± 0.002a	0.122 ± 0.008b	0.087 ± 0.001a
Acide Arachidonique 20:4(n-6)	0.002 ± 0.002a	0.001 ± 0.000a	0.001 ± 0.001a	0.002 ± 0.001a
Acide Eicosapentaénoïque 20:5(n-3)	0.008 ± 0.016a	0.000 ± 0.000a	0.003 ± 0.005a	0.000 ± 0.000a

Composition en vitamine E et en caroténoïdes

La teneur en vitamine E totale variait de 864 µg /g à 1124 µg /g (tableau III), et similaires à celle trouvée par Choo (1996) mais plus élevée que celle de Sundram *et al.* (2003). Cette élévation était plus marquée spécialement pour les tocotriénols, comme nous l'avons précédemment décrits (Mondé *et al.* 2009). Les tocophérols et les tocotriénols sont des antioxydants majeurs des huiles végétales, principalement de l'huile de palme (Edem 2002 ; Leger 2006) et nous avons auparavant rapporté l'élévation spéciale du taux des tocotriénols, notamment les α et γ tocotriénols dans nos variétés par rapport à celle d'autres études (Sarita *et al.* 2006 ; Tan *et al.* 1986). La présence élevée de tocotriénols présente des effets bénéfiques au plan médical et plusieurs travaux ont démontré que les tocotriénols de l'huile de palme exerçaient plusieurs fonctions biologiques, dont les propriétés anticancéreuses, cardio-protectrices, antioxydants

naturels (Komiyama *et al.* 1989 ; Nesaretnam *et al.* 2004 ; Samarjit *et al.* 2005).

Quant aux caroténoïdes, ce sont des composés fonctionnels très important dans l'huile de palme brute et leur teneur totale variait de 832 µg /g à 3575 µg /g avec une moyenne de 1950 µg /g. Le taux de carotènes de la variété HP2 était de 832 µg /g et similaires à celui rapporté par Sundram (2003) et Tan (1986), respectivement de 700-800 ppm et 813,9 ppm. Cependant, les variétés HP1 et les deux hybrides (HP3 et HP4) avaient une augmentation très significative du taux des caroténoïdes par rapport à la variété HP2. Ces valeurs étant plus élevées que celles rapportées par les auteurs précédemment cités, cela pourrait également être lié aux différents facteurs agronomiques, climatiques, génétiques (Hendson et Chai 1997; Hendson et Mohd 2005). Nous avons identifié trois principaux isomères des caroténoïdes : α, β carotène et un pic indéfini, qui ont été décrits précédemment (Mondé *et al.*). Les caroténoïdes ont des propriétés médicales et alimentaires indéniables, ce d'autant plus que l'huile de palme rouge brute,

d'utilisation courante dans nos pays africains et en Asie, est une source naturelle riche en β carotènes, important précurseur de la vitamine A, jouant un rôle important dans la prévention de

plusieurs pathologies (Edem 2002 ; Leger 2006), également utilisée en cosmétologie et dans la pharmacopée traditionnelle africaine.

Tableau III. Teneur en vitamine E, en caroténoïdes et en polyphénols totaux des formes variétales de l'huile de palme brute de Côte D'Ivoire.

Formes variétales d'huiles de palme de Côte D'Ivoire				
	HP1	HP2	HP3	HP4
Vitamine E ($\mu\text{g/g}$)	864.1 \pm 24.5a	1124.4 \pm 14.5b	918.5 \pm 15.7c	979.1 \pm 18.9d
α carotene ($\mu\text{g/g}$)	210.9 \pm 4.2a	109.90 \pm 1.9 b	181.1 \pm 2.4c	582.9 \pm 6.8d
β carotene ($\mu\text{g/g}$)	1321 \pm 7.1 a	580.0 \pm 5.7 b	1061.1 \pm 8.0 c	2390 \pm 6.4 d
Pic indéfinis ($\mu\text{g/g}$)	330.1 \pm 5.8 a	142.0 \pm 4.2 b	283.5 \pm 4.1 c	602.1 \pm 6.3 d
Caroténoïdes totaux ($\mu\text{g/g}$)	1862 \pm 7.3 a	831.9 \pm 5.5 b	1525.7 \pm 2.1 c	3574.9 \pm 2.5 d
Polyphénols totaux (mg/g)	126,56 \pm 5,264	64,42 \pm 2,244	118,45 \pm 7,481	130,23 \pm 2,024

Teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux variait de 64 à 130 mg/g (tableau III) avec une augmentation significative des taux au niveau des variétés hybrides, (respectivement 118 mg/g et 130 mg/g pour HP3 et HP4), ce qui pourrait dénoter de l'effet bénéfique du croisement entre les variétés. Balasundram *et al.* (2005) avaient trouvé un taux de l'ordre de 50 mg/g d'extrait d'huile et proche de celui de notre variété HP2 (64 mg/g, mais significativement plus bas que nos résultats concernant les variétés HP1 (126 mg/g), HP3 (118 mg/g) et HP4 (130 mg/g). Ces résultats se rapprochent plutôt de ceux trouvés par Baccouri *et al.* (2007) concernant les teneurs en polyphénols de deux nouvelles variétés d'huile d'olive vierge en Tunisie, de l'ordre de 133 mg/kg et 284 mg /Kg. Mais nos valeurs trouvées dans l'ensemble sont plus basses que celle rapportées pour l'huile d'olive par différents travaux (Aguilera *et al.* 2005 ; Servili *et al.* 2003) variant de 200-500 mg/kg en moyenne. Nos variétés sont riches en polyphénols dans l'ensemble et cette richesse pourrait être attribuée aux conditions agronomiques et climatiques (Romani *et al.* 2003) comme pour les acides gras, les caroténoïdes et la vitamine E. Sa richesse en caroténoïdes, vitamine E, AGI et la forte teneur en polyphénols totaux, la rend encore plus bénéfique tant au plan nutritionnel que thérapeutique, d'autant plus que plusieurs travaux ont montré le rôle indéniable des polyphénols du vin et des fruits, puissants antioxydants dans la prévention des pathologies humaines, notamment des tumeurs cancéreuses, des maladies cardiovasculaires, l'inhibition de l'oxydation des LDL (Lan *et al.* 2007; Protagente *et al.* 2002). Ces composés phénoliques correspondent à une très large gamme de structures chimiques et sont un bon témoin de l'extraordinaire capacité de biosynthèse des plantes, permettant leur utilisation dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire ou la pharmacologie.

Nous avons constaté une grande variabilité de l'huile de palme de Côte D'Ivoire en AGI, en caroténoïdes, en vitamine E et en polyphénols totaux.

L'huile de palme de Côte D'Ivoire, notamment les formes variétales sélectionnées s'avèrent riches en AGI, en caroténoïdes, en polyphénols totaux au niveau de la variété HP1 et des hybrides, HP3 et HP4. Au niveau de la vitamine E, les croisements ont permis d'améliorer la composition notamment en tocotriénols et en tocophérols à partir de la variété HP2. L'huile de palme rouge de par sa richesse en antioxydants, ses applications médicales et nutritionnelles variées, présente un intérêt de plus en plus croissant, qui justifie l'identification de ses différentes composantes, pour une utilisation plus diversifiée, notamment en cosmétologie, en pharmacie, en nutrition humaine et animale. De plus, sa richesse en polyphénols lui confère des propriétés nutritives, thérapeutiques et médicales dans plusieurs domaines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AFNOR (Association Française de Normalisation), NF ISO 17059, Graines oléagineuses. (2005). Extraction de l'huile et préparation d'esters méthyliques d'acides gras de triglycérides pour analyse par chromatographie en phase gazeuse (méthode rapide), VO3-935 PR, AFNOR, Paris, France.
2. Aguilera MP., Beltran G., Ortega D., Fernandez A, Jimenez A. and Uceda M. (2005). Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio and Leccino, grown in Andalusia. *Food Chemistry*, 89 : 387-391.
3. Baccouri B., Temime SB., Taamalli W., Daoud D, M'Sallem M., Zarrouk M. (2007). Analytical characteristics of virgin olive oils from two new varieties obtained by controlled crossing on Meski variety. *Journal of Food Lipids*, 14 : 19-34.

CONCLUSION

4. Balasundram N., Ai TY., Sambanthamurthi R., Sundram K., Samman S. (2005). Antioxidant properties of palm fruit extracts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 14 (4) : 319-24.
5. BonnieTYP., Choo YM. (2000). Valuable Minor Constituents of Commercial Red Palm Olein: Carotenoids, Vitamin E, Ubiquinones and Sterols. *Journal of Oil Palm Research*, 12 : 14-24.
6. Choo YM., Yap SC., Ooi CK., Ma AN., Goh SH., Ong ASH.. (1996). Recovered oil from palm-pressed fibre: A good source of natural carotenoids, vitamin E and sterols. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 73 : 599-602.
7. Cochard B., Adon B., Kouame KR., durand-gasselien T., Amblard P. (2001). Intérêts des semences commerciales améliorées de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 8 (6) : 654 -658.
8. Durand-gasselien T., Kouame RK., Cochard B., Adon B., Amblard P. (2000). Diffusion variétale du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 7 (2) : 207 – 214.
9. Edem DO. (2002). Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: a review. *Plant Foods Human Nutrition*, 57 : 319-341.
10. Ekpa OD., Fubara EP., and Morah FNI. 1994. Variation in fatty acid composition of palm oils from two varieties of the oil palm (*Elaeis guineensis*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64 : 483-486.
11. Gao X., Ohlander M., Jeppsson N., Björk L., and Trajkovski V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 : 1485- 1490.
12. Guesnet P., Alessandri JM., Astorg P., Pifferi F., Lavalie M. (2005). Les rôles physiologiques majeurs exercés par les acides gras poly insaturés (AGPI) *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 12 (5) : 1-9.
13. Henson IE., Chai SH. (1997). Analysis of oil palm productivity. II. Biomass, distribution, productivity and turnover of the root system. *Elaeis*, 9 :78-92.
14. Henderson IE., Mohd HH. (2005). The influence of climatic conditions on gas and energy exchanges above a young oil palm stand in north Kedah, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 17 : 73-91.
15. Hirsch R. (2001). Les spécificités du secteur oléagineux : regards sur l'évolution à long terme de la consommation mondiale de corps gras et le rôle des oléagineux pérennes. *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 8 (6) : 626 -35.
16. Lan S., Jun-Jie Y., Denys C., Kequan Z., Jeray M., Liangli (Lucy) Y. (2007). Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chemistry*, 100 : 990–997.
17. Komiyama K., Izuka K., Yamaoka M. (1989). Study on the biological activities of tocotrienols. *Chem Pharm Bull*, 37:1369-1371.
18. Leger CL. (2006). Antioxydants d'origine alimentaire: diversité, modes d'action anti-oxydante, interactions. *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 13(1) : 59-69.
19. Monde AA., Michel F., Carbonneau MA., Tiahou G., Vernet MH., Duvernay-Eymard S., Badiou S., Adon B., Konan E., Sess D., Cristol JP. (2009). Comparative study of fatty acid composition, vitamin E and carotenoid contents of palm oils from four varieties of oil palm from Côte D'Ivoire. *Journal of the Science Food and Agriculture*; (sous presse).
20. Nesaretnam K., Ambra R., Selvaduray KR., Radhakrishnan A., Reimann K., Razak G., Virgili F. (2004). Tocotrienol-rich fraction from palm oil affects gene expression in tumors resulting from MCF-7 cell inoculation in athymic mice. *Lipids*, 39 : 459-467.
21. Noh A., Rajanaidu N., Kushairi A., Mohd-Rafii Y., Mohd-Din A., Mohd-Isa ZA., Saleh G. (2002). Variability in fatty acid composition, iodine value and carotene content in the MPOB oil palm Germplasm collection from Angola. *Journal of Oil Palm Research*, 14 :18-23.
22. Proteggente AR., Pannala AS., Paganga G., Van Buren L., Wagner E., Wiseman S., Van De Put F., Dacombe C., Rice-Evans CA. (2002). The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research*, 36 (2): 217-33.
23. Rafter JA., Abell ML., Braselton JP. (2002). Multiple comparison methods for means. *SIAM REVIEW*, 44 : 259-278.
24. Riedl KM., Lee JH., Renita M., St Martin KS., Schwartz SJ., Vodovotz Y. (2007). Isoflavone profiles, phenol content, and antioxidant activity of soybean seeds as influenced by cultivar and growing location in Ohio. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 87 : 1197- 1206.
25. Romani A., Vignolini P., Galardi C., Aroldi C., Vazzana C., Heimler D. (2003). Polyphenolic content in different plant parts of soy cultivars grown under natural conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 : 5301-5306.
26. Samarjit D., Powell SR., Wang P., Divald A., Nesaretnam K., Tosaki A., Cordis GA., Maulik N., Das DK.. (2005). Cardio protection with palm tocotrienol: antioxidant activity of tocotrienol is linked with its ability to stabilize proteasomes. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 289 : 361-7.
27. Sarita A., Manjula S., Gopala KAG., Subramanian R. (2006). Membrane processing of crude palm oil. *Desalination*, 191 : 454-466.
28. Schlesier K., Harwat M., Bohm V., Bitsch R. (2002). Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. *Free Radical Research*,36 (2) : 177-187.
29. Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S., Montedoro GF. (2003). Air exposure time of olive pastes during the extraction process and phenolic and volatile composition of virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 80 : 685-695.
30. Sundram K., Sambanthamurthi R., Tan YA. (2003). Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12 (3): 355-62.
31. Tan B., Grady CM., Gawienowski AM. (1986). Hydrocarbon carotenoid profiles of palm oil processed fractions. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 63 : 1175-1179.
32. Tan YA., Sambanthamurthi R., Sundram K., Wahid MB. (2007). Valorisation of palm by-products as functional components. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109 : 380-393.

33. Wattanapenpaiboon N., Wahlqvist MW. (2003). Phytonutrient deficiency: the place of palm fruit. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12 (3) : 363-8.
34. Yap SC., Choo YM., Ooi CK., Ong ASH., Goh SH. (1997). Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species. *Elaeis*, 3 : 369-378.

D'Ivoire pour les échantillons d'huile de palme et notre sincère reconnaissance à tout le personnel du laboratoire de Biochimie et de Biologie des Lipides du CHU Lapeyronie et de l'Institut de Biologie de l'Université de Montpellier I, France.

REMERCIEMENTS

Nous adressons toute notre gratitude à la direction du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) Abidjan, Côte