



INTERET NUTRITIONNEL DE LA FRACTION SAPONIFIABLE DES HUILES DE GRAINES DE QUELQUES CUCURBITACEES D'AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

M. G. MALOUMBI^{1, 2,3}, S. HERON¹, T. SILOU², A. TCHAPLA¹,

¹Groupe de Chimie Analytique de Paris-Sud, EA 40-41, LETIAM, IUT d'Orsay, Université Paris Sud, Plateau du Moulon, F 91400 Orsay, France.

²Equipe Pluridisciplinaire de Recherche sur l'Alimentation et la Nutrition (EPRAN), Faculté des Sciences BP 69, Brazzaville, Congo.

³Laboratoire de Valorisation des Agroressources, ENSP, BP 69, Brazzaville, Congo.

Correspondance : mgmaloumbi@yahoo.fr

RESUME

Le présent travail met en évidence la valeur nutritionnelle de la fraction triglycéridique des huiles de graines de quelques cucurbitacées d'Afrique sub-saharienne. Aussi, avons-nous procédé au bilan pondéral des esters méthyliques d'acides gras constitutifs obtenus après analyse desdites huiles en chromatographie gazeuse capillaire (CGC).

Des cinq esters méthyliques d'acides gras identifiés et quantifiés, deux sont constitués des acides gras saturés. Il s'agit de l'acide palmitique (C16 :0, désigné par EP) et de l'acide stéarique (C18 :0, désigné par ES), dont les taux varient respectivement entre 9 et 18 % et 5 à 12 %. Dans l'espèce NTS Mouy 03 le taux de l'ester méthylique d'acide stéarique (ES) est de 25 %. Les trois autres esters méthyliques sont formés d'acides gras insaturés, l'acide oléique (C18 :1, n-9, désigné par EO), l'acide linoléique (C18 :2, n-6, noté par EL) et l'acide linoléique (C18 :3, n-3, désigné par ELn) dont les taux sont, respectivement de 10 à 40 %, 34 à 71 % et 0,1 à 1,8 %.

Ces deux derniers qui sont des acides gras essentiels, occupent préférentiellement la position sn-2 des triacylglycérols (TAG). L'acide oléique (C18 :1, n-9) dans l'espèce Cmo Bzv01, se retrouve aussi en position sn-2, contrairement aux acides gras saturés qui sont en positions externes sn-1 et sn-3 sur le glycérol.

L'utilisation de trois techniques statistiques, à savoir l'analyse factorielle discriminante (AFD), l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH), a permis de mieux faire ressortir la valeur nutritionnelle de ces huiles. En effet, les meilleures huiles se retrouvent dans les genres et espèces *Citrullus lanatus* (Cl), *Lanatus siceraria* (Ls) et *Cucurbita pepo* (Cp), car elles sont plus riches en acide gras essentiel (acide linoléique) que les huiles du genre *Cucurbita moschata* (Cmo).

ABSTRACT

The present work places in a prominent position the nutritional value of the triacylglycerol fraction of seeds oils of some cucurbitaceae from sub-saharian Africa. Therefore, we undertook a moderate balance-sheet of methylic esters of fatty acids obtained after the analysis of those oils in capillary gas chromatography (CGC).

Among the five methylic esters of fatty acids which are identified and quantified, two are constituted of saturated fatty acids, in particular palmitic acid (C_{16:0}, designated by EP), stearic acid (C_{18:0}, designated by ES). Their rates vary respectively between 9 and 18 %, 5 and 12 %. In NTS Mouy 03 specie, the rate of methylic ester from stearic (ES) is 25 %. The other three methylic esters are constituted of unsaturated fatty acids, oleic acid (C_{18:1}, n-9, designated by EO), linoleic acid (C_{18:2}, n-6, designated by EL) and linolenic acid (C_{18:3}, n-3, designated by ELn), the rates of which are respectively from 10 to 40 %, 34 to 71 % and 0.1 to 1.8 %. These last two acids which are essential fatty acids, occupy preferentially the position sn-2 of triacylglycerols (TAG). Oleic acid (C_{18:1}, n-9) in Cmo BZV01 specie found again in sn-2 position, counter to the saturated fatty acids which are in the external position sn-1 and sn-3 on glycerol.

The use of three statistical techniques, namely the discriminant factorial analysis (DFA), analysis in principal components (APC) and the hierarchical ascendant classification (HAC), enabled to emphasize better the nutritional value of these oils. As a matter of fact, the better oils are found again in the kinds and species *Citrullus lanatus* (Cl), *Lanatus siceraria* (Ls) and *Cucurbita pepo* (Cp), because they are richer in essential fatty acids (linoleic acid) than oils like *Cucurbita moschata* (Cmo).

Mots clés : Cucurbitacées ; Graines ; Huiles ; Acides gras ; Triacylglycérol ; Valeur nutritionnelle ; Afrique sub-saharienne

Key Words: Cucurbitaceae; Seeds; Oils; Fatty Acids; Triacylglycerols; Nutritional Value; Sub-Saharan Africa.

INTRODUCTION

L'alimentation des populations dans les régions en développement, constitue un problème majeur de santé publique. En effet, les apports alimentaires y sont souvent en inadéquation avec les besoins nutritionnels. Ceci est dû en grande partie au coût élevé des produits alimentaires lipidiques et protéiniques, la consommation excessive des féculents. Ainsi, les apports glucidiques (80 à 90 %) couvrent la quasi totalité des besoins énergétiques [1], les lipides n'arrivant qu'à 20 % au lieu des 30 % des apports recommandés [2]. La conséquence d'un tel déséquilibre alimentaire ne peut que se traduire par un mauvais état nutritionnel avec des prévalences de carence lipidique au sein des couches vulnérables (enfants, femmes enceintes et personnes âgées) [3-5].

Paradoxalement, l'Afrique subsaharienne regorge d'un potentiel important en oléagineux non conventionnels. C'est le cas des espèces culturales à forte teneur lipidique telles que les cucurbitacées. Celles-ci contiennent des taux non négligeables de lipides (37,4 à 57,4 %) [6-12], elles pourraient ainsi constituer une bonne source d'huile alimentaire.

C'est dans ce contexte que nous avons voulu évaluer l'intérêt nutritionnel des lipides

des graines de cucurbitacées provenant du Niger, de la République Centrafricaine, de la République démocratique du Congo, du Cameroun et du Congo Brazzaville.

Pour cela, nous avons analysé la composition primaire en acides gras de ces graines et caractérisé leur positionnement sur le glycérol, grâce à l'utilisation des techniques chromatographiques [13].

Dans le présent travail, nous nous proposons d'établir la valeur nutritionnelle des huiles issues desdites graines, en exploitant la présence des acides gras essentiels constitutifs et leur distribution sur le squelette du glycérol. Pour une meilleure appréciation des résultats, l'analyse statistique a été mise à profit par l'utilisation des méthodes chimiométriques telles que l'AFD, l'ACP et la CAH.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel végétal

Les graines de cucurbitacées de la présente étude sont celles qui ont été décrites [14] et dont les genres et espèces sont repris dans le tableau I.

Tableau I : Genres et espèces de cucurbitacées étudiées.

Genres	Espèces	Codification
<i>Citrullus</i>	<i>lanatus (Thumb) Man f.</i>	<i>Cl</i>
<i>Cucurbita</i>	<i>moschata (Duch. ex Lam.) Poiret</i>	<i>Cmo</i>
	<i>Pepo L.</i>	<i>Cp</i>
<i>Lagenaria</i>	<i>siceraria (Mol.) Stand</i>	<i>Ls</i>
<i>Cucumis</i>	<i>Sativus</i>	<i>Cs</i>
	<i>Ntouéki</i>	<i>NTS</i>
	<i>Mbika</i>	<i>Mbi</i>
<i>Luffa</i>	<i>Cilindrica</i>	<i>Lc</i>

Trente quatre huiles issues de huit espèces différentes de cinq genres connus de cucurbitacées ont été étudiées.

Solvants

L'hexane, le chloroforme et le THF provenaient de VWR International (Fontenay sous bois, France).

Standards

Un kit de 100 mg contenant cinq esters méthyliques d'acides gras (EP, ES, EO, EL, ELn) à 20 mg chacun, a été utilisé. Les caractéristiques des esters sont les suivantes : F.A.M.E. Mix GLC-10 100 mg, Neat, lot LB09444, 1891-1AMP.

Méthodes

Extraction des lipides totaux

Les graines entières de cucurbitacées ont été décortiquées et réduites en poudre au moyen d'un mixeur. Les lipides totaux ont été extraits au soxhlet par contact prolongé (2 heures) de 30 g de poudre avec de l'hexane [15]. Pour éliminer le solvant l'évaporateur rotatif a été utilisé; les traces d'eau ont été éliminées par séchage à l'étuve à 70°C pendant 24 heures.

L'huile ainsi obtenue a servi à l'analyse des acides gras en chromatographie gazeuse capillaire (CGC) après transestérification.

Condition d'analyse des acides gras par CPG

L'analyse des esters méthyliques d'acides gras obtenus a été réalisée avec un chromatographe Hewlett-Packard HP 5890 séries II (Agilent, Les Ulis, France), équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID), doté d'une colonne capillaire polaire HP-FFAP (Agilent) de 25 m de longueur, 0,20 mm de diamètre intérieur et d'un film de phase stationnaire d'une épaisseur de 0,33 µm.

Les analyses ont été menées en mode isotherme, à 235°C, les températures de l'injecteur et du détecteur étant maintenues à 250°C [14].

La pression du gaz vecteur (hélium) en tête de colonne était de 160 kPa, avec un débit de 1 ml/min. Le débit de fuite a été maintenu à 48 ml/min. L'injection a été faite en mode split à 2 %.

L'identification des esters méthyliques d'acides gras s'est faite par injection de standards et vérification grâce à un couplage chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse. L'analyse quantitative a été réalisée par la méthode de l'étalonnage interne (l'étalon étant l'ester méthylique de l'acide heptadécanoïque EH C17:0). Les huiles des graines de chaque espèce de Cucurbitacée, dopées par l'étalon interne EH C17:0, ont fait l'objet de six analyses chacune.

Traitement statistique des données

Afin de comparer les différentes huiles analysées et de discriminer au mieux leur valeur nutritionnelle, nous avons eu recours aux techniques statistiques telles que l'analyse factorielle discriminante (AFD), l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH), au moyen du logiciel XL-stat, version 7.1 (Addinsoft, Paris, France).

Ces techniques, décrites antérieurement [13-16], sont des analyses multidimensionnelles qui consistent à mettre en évidence les tendances les plus marquantes, en les hiérarchisant et en éliminant les effets marginaux ou ponctuels susceptibles de perturber la perception globale des faits.

L'AFD effectue une discrimination prenant en compte l'existence des groupes de départ, en recherchant si certaines variables permettent de retrouver l'appartenance à ces groupes [17].

Ainsi, l'utilisation de l'AFD permet de se rendre compte que des individus classés a priori dans un groupe s'en éloignent notamment, c'est-à-dire de suspecter leur appartenance exacte au groupe dans lequel ils ont été classés.

Quant à l'ACP, elle effectue une cartographie des individus qui sont ici les huiles, à partir des variables (esters méthyliques d'acides gras) en distinguant facilement les groupes où les individus

particuliers, qui seraient indiscernables ou seulement apparents avec beaucoup de difficultés, à partir de l'ensemble de données [18].

Par ailleurs, la CAH consiste à effectuer un regroupement progressif des individus par degré de leur ressemblance jusqu'à obtenir une classe unique, qui les regroupe tous. L'arbre planaire hiérarchique engendré (dendrogramme), permet de décrire de façon explicite la structure finale de la classification obtenue. Ainsi, plus les individus se regroupent bas dans l'arbre, plus ils se ressemblent.

RESULTATS

Nous ne présentons ici (figures 1 à 4) qu'un exemple de chromatogramme de chaque espèce de graines, car pour les huiles extraites

de chaque même espèce, les chromatogrammes obtenus présentent des profils très proches.

La dérive de temps de rétention observée pour un même ester méthylique d'acide gras sur ces chromatogrammes, peut être due à une valeur de débit de gaz vecteur différente, d'une série de manipulation à l'autre. Dans la mesure où le détecteur utilisé est un détecteur FID, la surface d'un pic est constante quelque soit le débit auquel l'expérience est menée à quantité injectée constante. Dans notre cas, le rapport des surfaces des pics à la surface de l'ester de référence, reste donc constante quelque soit le débit auquel l'analyse a été conduite. Par conséquent, les résultats des analyses quantitatives menées ici sont comparables même si les temps de rétention sont légèrement différents.

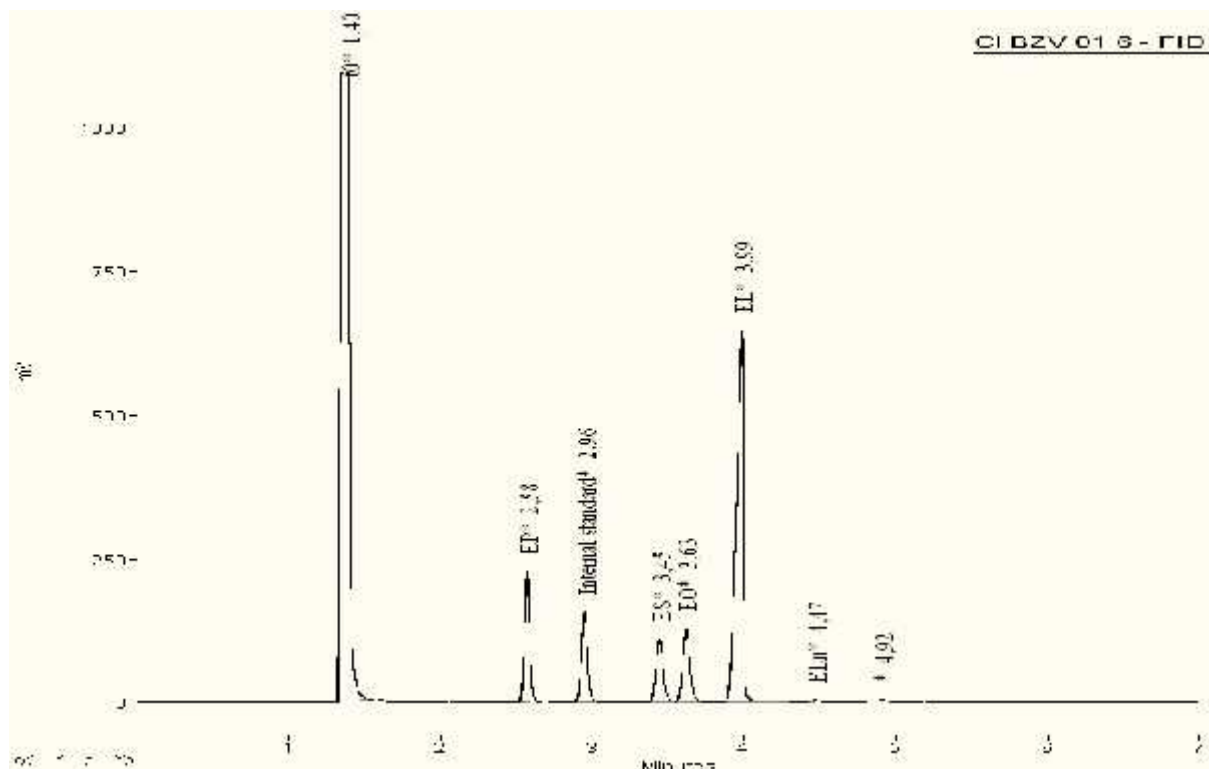


Figure 1: Chromatogramme d'esters méthyliques de Cl Bzv 01

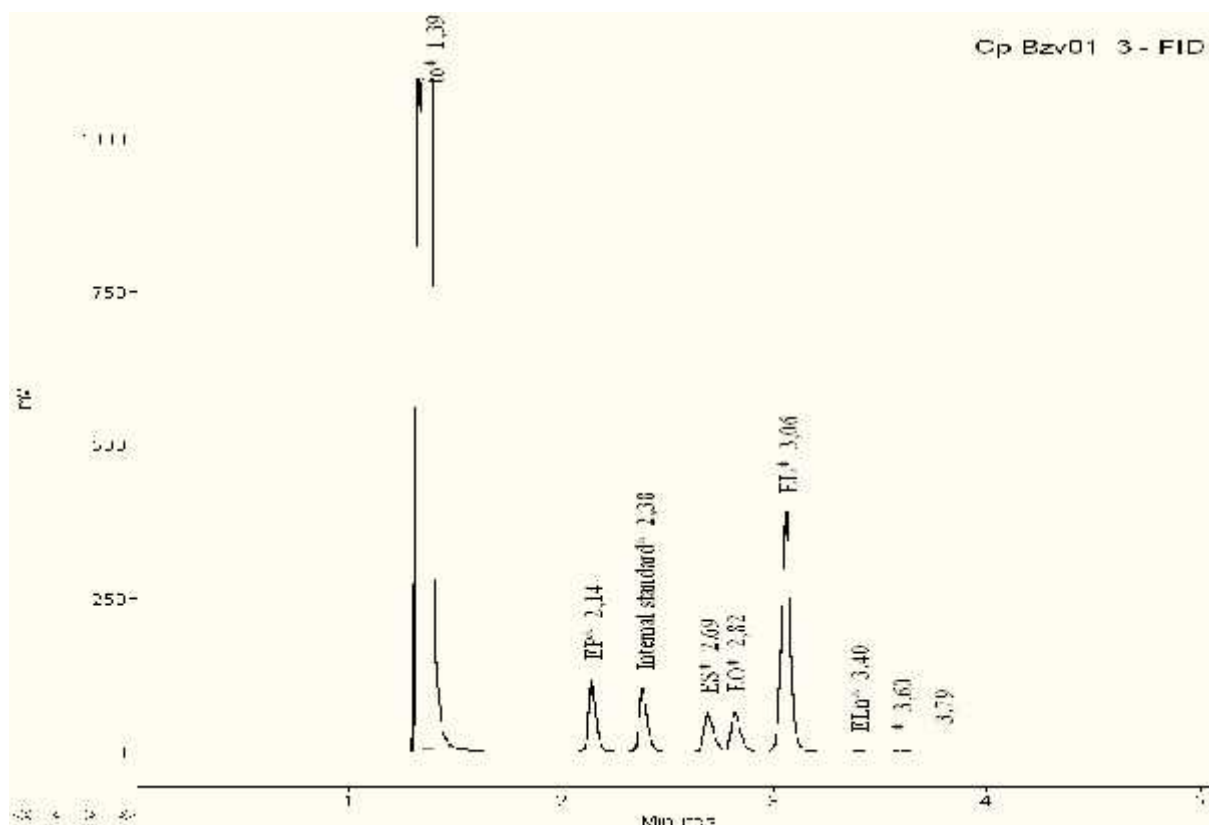


Figure 2: Chromatogramme d'esters méthyliques de Cp Bzv 01

Les analyses ont identifié et quantifié en cinq esters méthyliques d'acides gras, à savoir EP, ES, EO, EL, ELn représentant, respectivement, les acides palmitique (C16:0), stéarique (C18:0), oléique (C18:1, n-9), linoléique (C18:2, n-6) et linoléique (C18:3, n-3).

Les résultats devant être présentés sous forme de proportions (pourcentage massique) et non en valeurs absolues (masses), les erreurs ne peuvent pas se calculer classiquement. La méthode dite intuitive utilisée nous a permis de calculer un intervalle de confiance sur une proportion dans un mélange [14].

Pour une meilleure évaluation de l'intérêt nutritionnel des huiles, nous avons jugé nécessaire d'établir les rapports acides gras saturés/acides gras insaturés, en faisant ressortir la part respective d'acides gras saturés (AGS: EP+ES), ici sous forme d'esters méthyliques et la part d'acide gras insaturés (AGI: EO + EL + ELn), toujours sous la forme méthylée.

De même, la part d'acides gras essentiels (AGE, aussi sous forme d'esters: EL et ELn) a été ressortie. Les résultats ainsi traités sont présentés dans le tableau II.

Les huiles analysées contiennent de fortes teneurs en acides oléique et linoléique, notamment les huiles de genre et espèce Cl et Ls.

Leurs taux varient d'un ester méthylique à l'autre, les valeurs extrêmes étant 0 % et 70,8 %.

L'ester méthylique d'acide linoléique (EL) est largement représenté avec des teneurs variant entre 34,2 et 70 %. Il est suivi de l'ester méthylique d'acide oléique (EO) dont les taux oscillent entre 10,4 et 40,5 %, vient ensuite l'ester méthylique d'acide palmitique (EP) avec des pourcentages de 9,1 et 18,1, suivi de très près par l'ester méthylique d'acide stéarique (ES) dont les valeurs vont de 5,2 et 25,5 %, l'ester méthylique d'acide linoléique

(ELn) reste loin derrière, avec de faibles teneurs allant de 0 à 1,8 %.

Les huiles analysées abondent en acides gras insaturés. Le tableau II montre en effet, des taux d'esters méthyliques d'acides gras insaturés (AGI) allant de 60 à 82 %, alors que les proportions des esters méthyliques d'acides gras saturés (AGS) sont de l'ordre de 17 à 40 %, le rapport AGI/AGS donnant des valeurs de 1,5 à 4,7 %.

Par ailleurs, les AGI de ces mêmes huiles possèdent des taux appréciables d'acides gras essentiels : acides linoléique (C18:2, n- 6) et linoléique (C18:3, n- 3). Leurs teneurs sont de l'ordre de 34 à 72 %, l'acide linoléique (C18:2, n -6) étant le plus représenté : 34 à 45 % pour *NTS*, *Lc* et *Cmo* et 53 à 70.8 % pour *Ls*, *Cs*, *Cp* et *Cl*.

Nos résultats confrontés à ceux d'autres auteurs et sur d'autres courbes, se retrouvent dans la même fourchette, c'est le cas des résultats de *Cp* rapportés par Younis et al [11] dont les teneurs en acides gras sont de 47,0 % (C18:2, n-6), 29,0 % (C18:1, n-1), 13,3 % (C16:0), 8,0 % (C18:0) et 0,2 % (C18:3). Il en est de même des travaux de El-Adawy et al. [18] et de Zdunczyk et al [9]. Pour ces derniers auteurs, les taux d'acides oléique sont cependant légèrement plus élevés (50,4 % au lieu de 10,4 à 40,5 %).

Enfin, les valeurs citées dans le nouveau dictionnaire des huiles végétales [19] sont de même ordre de grandeur que les nôtres.

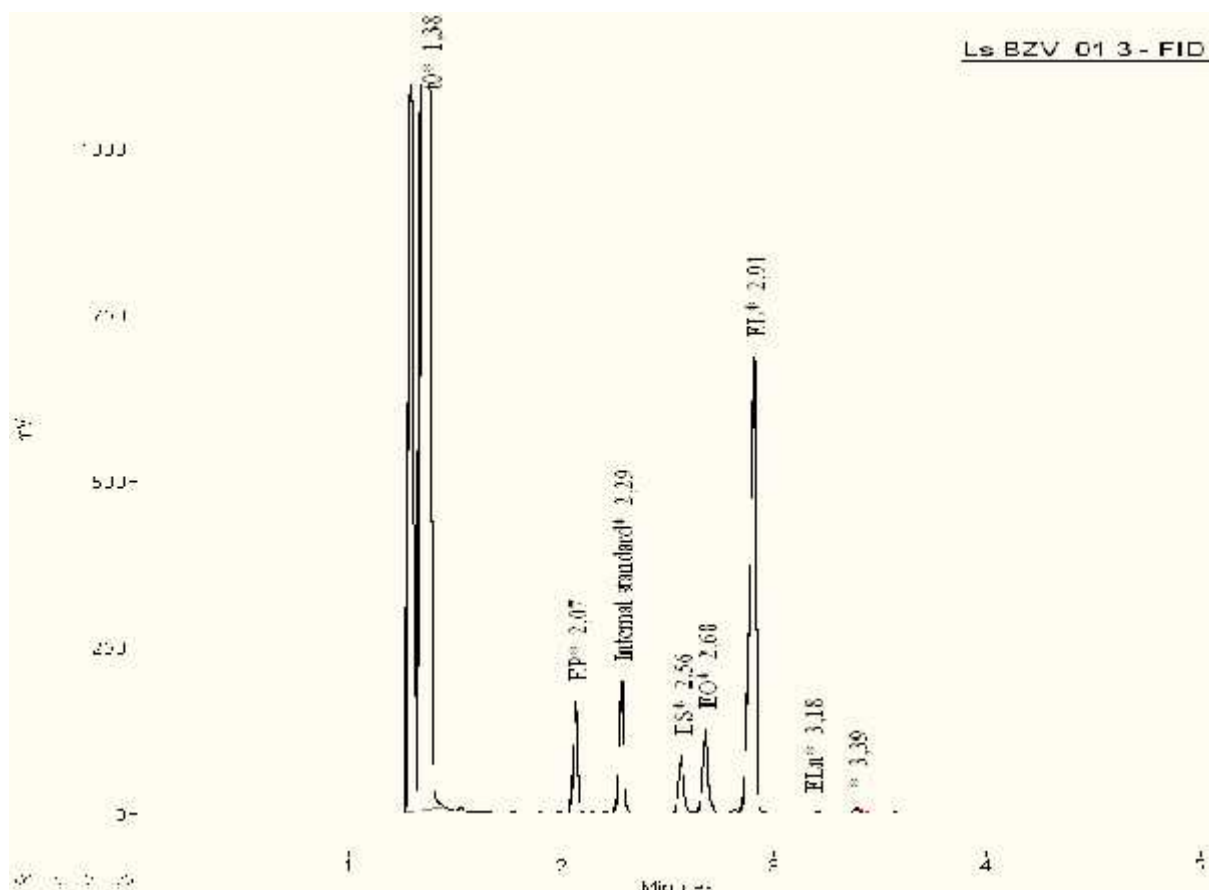


Figure 3: Chromatogramme d'esters méthyliques de Ls Bzv 01

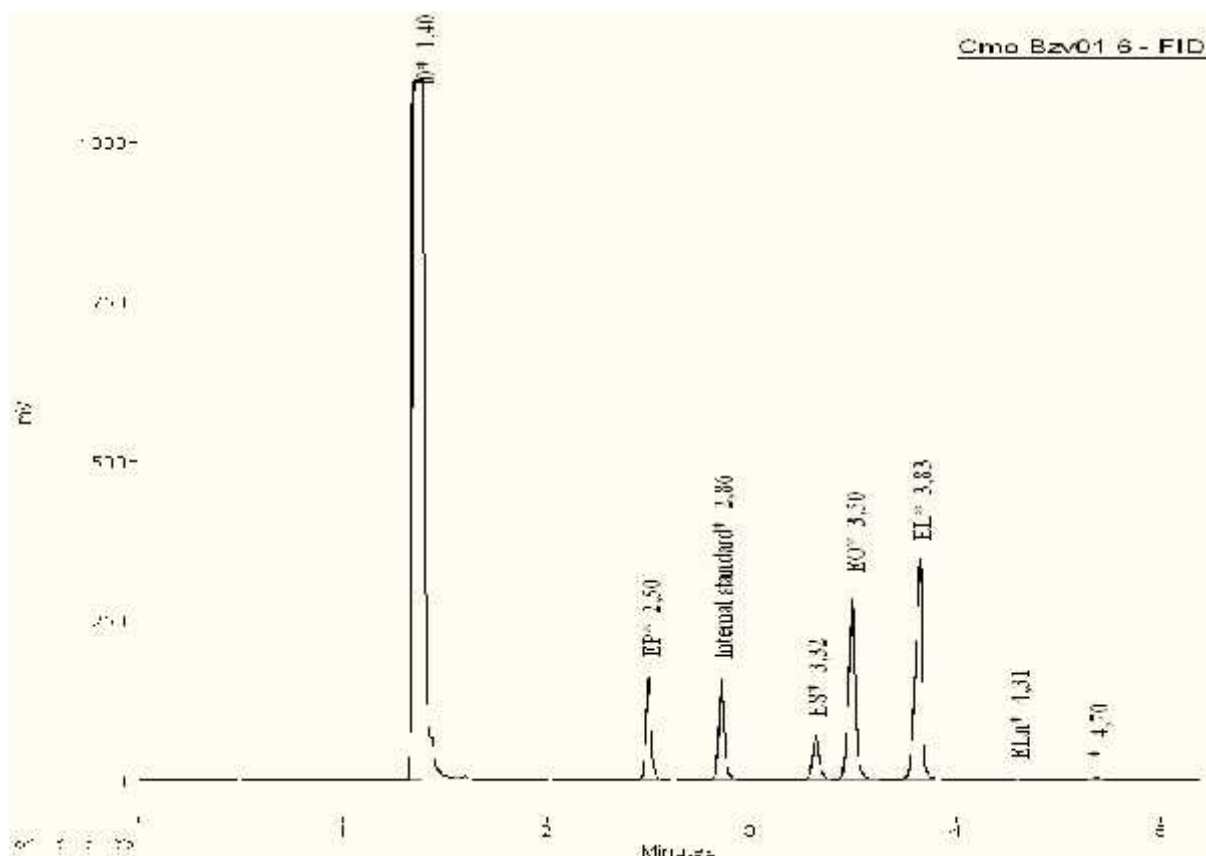


Figure 4: Chromatogramme d'esters méthyliques de Cmo Bzv 01

Pour une meilleure appréciation de la valeur nutritionnelle des huiles étudiées, le caractère régiospécifique des acides gras constitutifs selon leur distribution sur le squelette du glycérol des TAG (positionnement des acides gras sur le glycérol) a été mis en évidence sur deux huiles témoins : Cl Bzv01 et Cmo Bzv01. Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux III et IV.

La lecture des tableaux III et IV montre que pour Cl Bzv 01, l'acide oléique (C18:1, n-9) vient après l'acide linoléique en occupant 10,2 % de la position interne et 16,9 % des positions sn-1 et sn-3. Par contre, dans Cmo Bzv 01, ce même acide (C18:1, n-9) se répartit de façon égale (46 %) à l'acide linoléique (C18:2, n-6) en position sn-2 du glycérol.

Dans cette même analyse, dans Cl Bzv 01 l'acide linoléique (C18:2, n-6) représente 86,5 % des résidus acides substituant la position interne du glycérol

(sn-2) et 47,2 % des résidus acides substituant les positions externes (sn-1, sn-3). La même tendance s'observe avec Cmo Bzv 01 où le même acide est représenté à 46,9 % en position sn2 alors qu'il n'est qu'à 38,1 % en sn-1 et sn-3.

L'acide α -linoléique (C18 :3, n-3) par contre ne se retrouve qu'à 0,1-0,2 % aussi bien en position sn-2 qu'en positions sn-1 et sn-3.

La distribution de l'acide palmitique (C16:0) dans Cl Bzv 01 est de 1,5 % en position sn-2, de 17,8 % en positions sn-1 et sn-3. Quant à Cmo Bzv 01 il occupe 3,2 % de la position interne et 22,8 % des positions externes.

Il s'avère que les résultats obtenus sur les deux huiles prises comme caractéristiques des genres et espèces Cl et Cmo sont conformes à ceux décrits par d'autres auteurs [20-25]. Les acides gras insaturés sont

généralement positionnés en sn-2 tandis que les acides gras saturés le sont en sn-1 et sn-3.

Tableau II : Teneurs en esters méthyliques d'acides gras saturés (AGS), insaturés (AGI) et essentiels (AGE) des huiles de cucurbitacées de certains pays d'Afrique sub-saharienne (%)

				AGS	AGI	AGI/AGS EO+EL+Eln/ ES+EP	AGE EL+Eln
	EO	EL	Eln	EP+ES	EO+EL+Eln		
Cl BZV 01	15,2	60,9	0,2	23,8	76,3	3,2	61,1
Cl Bzv 03	11,7	60,8	0,2	27,3	72,7	2,7	61
Cl Mouy 03	14,3	63,1	0,2	22,5	77,6	3,4	63,3
Cl P/N 03	15,0	64,5	0,2	20,3	79,7	3,9	64,7
Cl RCA 04	15,3	64,7	0,1	19,9	80,1	4,0	64,8
Cl RDC03	16,2	60,9	0,6	22,3	77,7	3,5	61,5
Mbi 03	19,1	62,3	0,0	18,5	81,44	4,4	62,34
Cp BZV 01	11,2	62,3	0,2	26,4	73,7	2,8	62,5
Cp Kibo 03	14,4	58,0	0,6	27	73	2,7	58,6
Cp MbK 02	14,6	58,4	0,3	26,7	73,3	2,7	58,7
Cp P/N 03	16,7	55,4	0,7	27,3	72,8	2,7	56,1
Cp Tshi 03	11,5	60,2	0,6	27,7	72,3	2,6	60,8
Cp Plat 05	14,3	57,6	1,1	27	73	2,7	58,7
Cp Cam	10,5	70,8	1,2	17,5	82,5	4,7	72
Cp RCA 04	11,9	60,8	0,2	27,2	72,9	2,7	61
Cp RDC 03	13,4	58,0	0,5	28,2	71,9	2,5	58,5
Cs Cam	14,3	58,1	0,5	27,2	72,9	2,7	58,6
NTS Mouy 03	25,8	34,2	0,1	39,9	60,1	1,5	34,3
Cmo Cam	40,5	39,6	1,0	18,8	81,1	4,3	40,6
Cmo Bzv 01	35,2	41,2	0,2	23,4	76,6	3,3	41,4
Cmo Bzv' 02	33,3	44,7	0,2	21,8	78,2	3,6	44,9
Cmo MbK 02	31,5	44,8	0,1	23,7	76,4	3,2	44,9
Cmo Mouy 03	35,4	41,7	0,2	22,7	77,3	3,4	41,9
Cmo Mouy' 03	35,5	40,7	0,1	23,7	76,3	3,2	40,8
Cmo P/N 03	35,4	41,8	0,1	22,6	77,3	3,4	41,9
Cmo Plat 05	34,2	41,9	1,4	22,4	77,5	3,5	43,3
Ls Kiboué 03	11,3	68,8	0,6	19,4	80,7	4,2	69,4
Ls Loui 03	11,5	68,3	0,0	20,1	79,8	4,0	68,3
Ls Mat 03	12,6	67,4	0,1	19,8	80,1	4,0	67,5
Ls MbNd 03	11,3	68,4	0,4	19,9	80,1	4,0	68,8
Ls Cam	10,4	69,9	0,9	18,8	81,2	4,3	70,8
Ls Niger	22,6	51,2	1,8	24,4	75,6	3,1	53
Ls RCA 04	13,0	65,9	1,6	19,6	80,5	4,1	67,5
Lc	39,8	34,0	0,1	26,1	73,9	2,8	34,1

Tableau III : Répartition interne et externe des AG des huiles de Cl Bzv 01

	AG % molaire	Ai % molaire	Ae/2 % molaire
C12 :0	0,1	0,1	0,1
C14 :0	0,2	0,3	0,1
C16 :0	12,3	1,5	17,8
C16 :1	0,1	0,1	0,1
C18 :0	11,6	1,0	16,9
C18 :1, n=9	14,1	10,2	16,1
C18 :1, n=7	0,6	0,1	0,9
C18 :2, n=6	60,3	86,5	47,2
C18 :3, n=3	0,1	0,3	0,1
C20 :0	0,3	0,0	0,5
C20 :1	0,1	0,0	0,1
C22 :0	0,1	0,0	0,1

Tableau IV : Répartition interne et externe des AG des huiles de Cmo Bzv 01

	AG % molaire	Ai % molaire	Ae/2 % molaire
C12 :0	0,4	0,3	0,4
C14 :0	0,6	0,9	0,4
C16 :0	16,2	3,2	22,8
C16 :1	0,2	0,2	0,2
C18 :0	8,0	1,3	11,3
C18 :1, n=9	32,2	46,0	25,3
C18 :1, n=7	0,6	0,4	0,7
C18 :2, n=6	41,1	46,9	38,1
C18 :3, n=3	0,2	0,1	0,2
C20 :0	0,4	0,4	0,5
C20 :1	0,1	0,0	0,1
C22 :0	0,1	0,2	0,0

La lecture des tableaux III et IV montre que pour Cl Bzv 01, l'acide oléique (C18:1, n-9) vient après l'acide linoléique en occupant 10,2 % de la position interne et 16,9 % des positions sn1 et sn3. Par contre, dans Cmo Bzv 01, ce même acide (C18:1, n-9) se répartit de façon égale (46 %) à l'acide linoléique (C18:2, n-6) en position sn-2 du glycérol.

Dans cette même analyse, dans Cl Bzv 01 l'acide linoléique (C18 :2, n-6) représente 86,5 % des résidus acides substituant la position interne du glycérol (sn-2) et 47,2 % des résidus acides substituant les positions

externes (sn-1, sn-3). La même tendance s'observe avec Cmo Bzv 01 où le même acide est représenté à 46,9 % en position sn2 alors qu'il n'est qu'à 38,1 % en sn-1 et sn-3.

L'acide α -linoléique (C18 :3, n-3) par contre ne se retrouve qu'à 0,1-0,2 % aussi bien en position sn-2 qu'en positions sn-1 et sn-3.

La distribution de l'acide palmitique (C16:0) dans Cl Bzv 01 est de 1,5 % en position sn-2, de 17,8 % en positions sn1 et sn-3. Quant à Cmo Bzv 01 il occupe 3,2 % de la

position interne et 22,8 % des positions externes.

Il s'avère que les résultats obtenus sur les deux huiles prises comme caractéristiques des genres et espèces Cl et Cmo sont conformes à ceux décrits par d'autres auteurs [20-25]. Les acides gras insaturés sont généralement positionnés en sn 2 tandis que les acides gras saturés le sont en sn-1 et sn-3.

Analyse statistique des résultats

Nous avons pris comme variables l'ensemble des teneurs des esters méthyliques d'acides gras saturés, monoinsaturés, polyinsaturés.

Analyse Factorielle Discriminante : AFD

La donnée qualitative que l'on cherche à expliquer est le genre et l'espèce de chaque huile, à savoir : *Citrullus lanatus* (Cl), *Cucurbita moschata* (Cmo), *Cucurbita pepo* (Cp) et *Lagenaria siceraria* (Ls). Les quatre autres huiles : Mbika (Mbi), *Cucumis sativus* (Cs Cam), Ntsouéki Mouyondzi (NTS Mouy) et *Luffa cylindrica* (Lc) ont du être enlevées lors de ce traitement en AFD, car elles sont seules de leur genre et espèce.

Les figures 3a et 3b illustrent, respectivement, la représentation des vecteurs correspondants aux variables et la position des individus dans le diagramme.

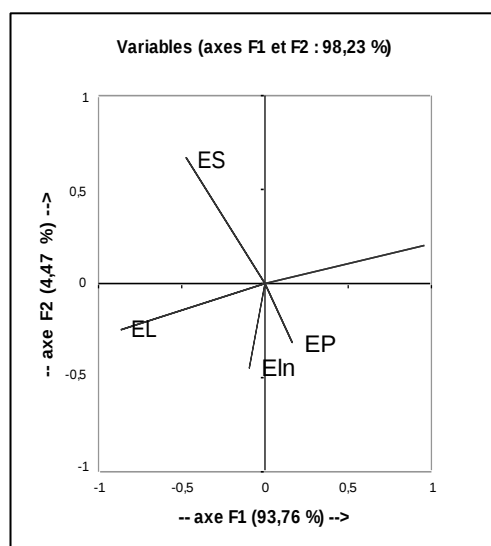


Figure 3a : Variables

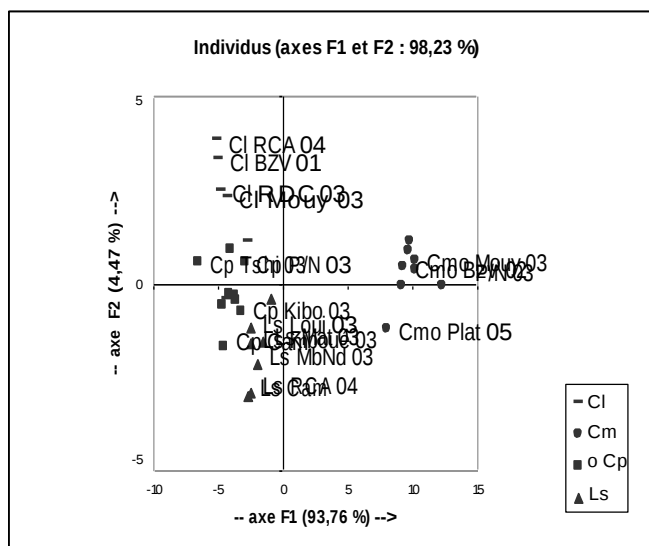


Figure 3b : Individus

La figure 3a montre que la somme des axes F1 et F2 est de 98,23 %, ce qui traduit une bonne représentation de l'ensemble de l'information

L'axe F1 symbolise 93,76 % de l'information. Il est gouverné principalement par EO et par EL, EO et EL étant anticorrélés.

Dans le diagramme (figure 3b), les Cmo sont nettement séparés des autres et sont caractérisés par un fort EO sur l'axe F1. Ils

sont nettement séparés des trois autres classes Ls, Cl et Cp. Celles-ci ne se différencient pas par l'axe F1 (elles présentent le même taux de EO et de EL ce qui se manifeste par leur présence sur un même axe perpendiculaire à l'axe F1), mais par l'axe F2, donc essentiellement par la quantité de ES, les Cl ayant un taux de ES plus élevé que les Cp et les Ls qui se distinguent plutôt par de plus forts taux en EP et en ELn.

Ainsi, la connaissance des pourcentages massiques en chaque ester méthylique permet de retrouver dans leur groupe variétal, le genre et l'espèce de la plupart des huiles analysées.

Analyse en Composantes Principales : ACP

L'utilisation de toutes les huiles, y compris les quatre non étudiées en AFD permet une vue de l'ensemble des huiles, avec NTS Mouy 03 pris en individu supplémentaire. Les résultats obtenus sont donnés par les figures 4a (représentation des variables) et 4b (représentation des individus).

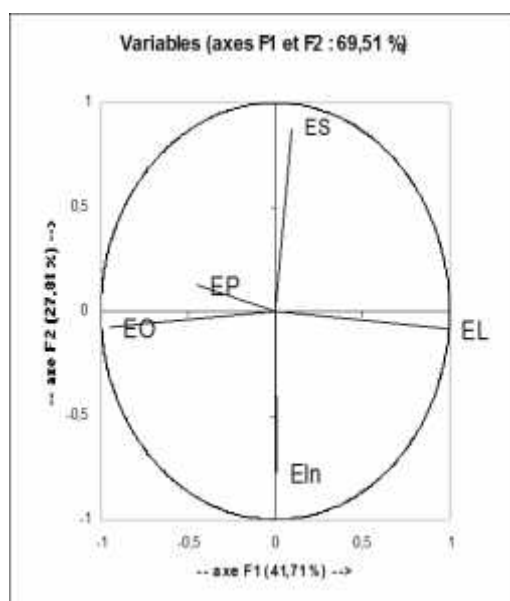


Figure 4a : Variables

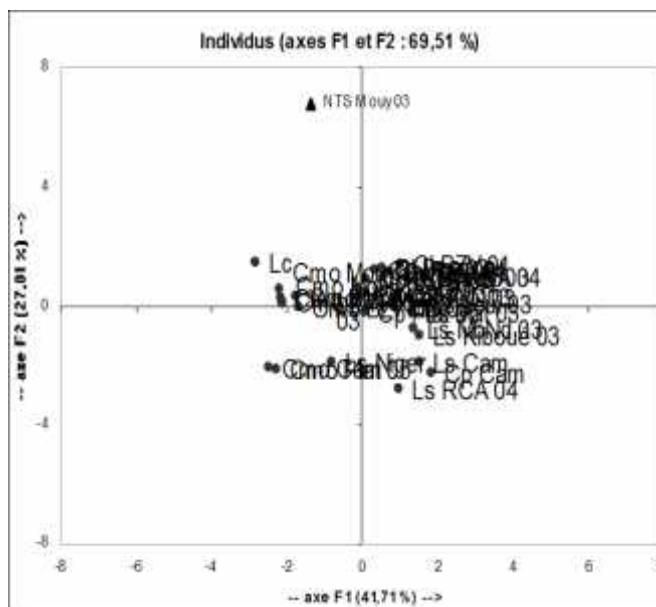


Figure 4b : Individus

A première vue, il est difficile de distinguer des regroupements. On constate cependant que NTS Mouy 03 se détache nettement des autres sur l'axe F2.

L'axe F1 est caractérisé par EL qui contribue à 47 % à sa formation et par EO dont la contribution est de 43 %, EP n'intervenant qu'à 10 %.

S'agissant de l'axe F2, il est gouverné par ES à 55 % et par ELn à 43 %. Les Cmo sont caractérisés par l'axe -F1, soit par un fort EO, alors que les Cl, Cp et Ls sont sur l'axe +F1 (caractérisés par un même taux de EL), les Ls se marginalisant des autres par un taux élevé en ELn, sur l'axe -F2.

Pour les deux huiles (Cl Bzv 03 et Cp Cam) mal classées en AFD, Cl Bzv 03 se

retrouve avec les Cp, ce qui est cohérent avec l'AFD, tandis que Cp Cam rejoint les Ls comme on l'a vu en AFD.

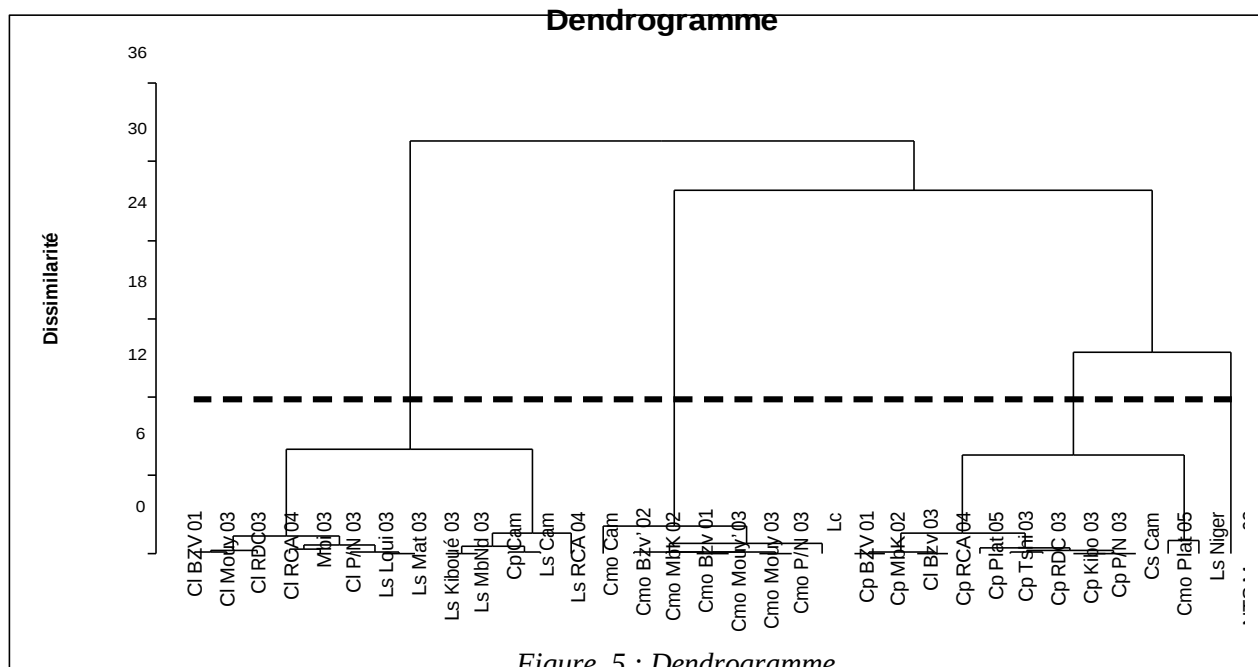
Le groupe Ls, Cl, Cp contient donc de fortes teneurs en acide linoléique (18:2, n-6) et de plus faibles valeurs en acide oléique (C18:1, n-9 : acide gras hypocholestérolémiant), contrairement au genre Cmo. Bien que anticorrélé à EL, EO, est tout de même présent dans ces trois genres et espèces.

Quant aux quatre huiles non étudiées en AFD : Cs Cam est dans le groupe des Cp ; Lc est proche des Cmo, mais tout de même un peu isolé ; Mbi 03 est au milieu des Cl et Ls ; NTS Mouy 03 est isolé, ce qui explique encore sa mise en individu supplémentaire.

Classification Ascendante Hiérarchique : CAH

d'acides gras permet de regrouper les huiles par classes.

Le dendrogramme de la figure 5, obtenu à partir des cinq esters méthyliques



Les trois variables F1 F2 F3 considérées représentent 92,5 % de la variance. Le dendrogramme montre quatre classes des huiles analysées, réparties ainsi :

- la grande majorité des Cl et des Ls forment une classe, avec en plus Mbi03 et CpCam ;
- la classe 2 est constituée de la majorité des Cmo et du Lc ;
- la classe 3 contenant la quasi-totalité des Cp, avec un Cl, un Cmo, Cs Cam et Ls Niger ;
- la classe 4 n'est constituée que du seul NTS Mouy 03.

En fait, les quatre classes peuvent être fusionnées en deux grands groupes, à savoir le groupe linoléique que représentent les genres et espèces Cl, Ls et Cp et l'autre groupe à tendance oléo- linoléique représenté par les genre et espèces Cmo où les taux de C18 :1 et de C18 :2 semblent s'équilibrer.

DISCUSSION

L'analyse statistique des résultats en AFD montre que les huiles se retrouvent bien dans leur groupe variétal. Elles se répartissent finalement en deux grands groupes, celui des Cmo à prédominance oléo-linoléique et le groupe de type linoléique formé des genres et espèces Cl, Ls et Cp.

De ce fait, les résultats d'analyse régiospécifique obtenus à partir de deux huiles (Cl et de Cmo) prises en référence, peuvent s'étendre aux huiles des autres genres et espèces, de sorte que ceux de Cl peuvent s'appliquer à Ls et à Cp et ceux de Cmo à Lc.

Dans la mesure où les huiles de graines de cucurbitacées analysées renferment peu d'acides gras saturés (C16:0 et C18:0), elles s'avèrent intéressantes nutritionnellement en raison du caractère hypercholestérolémiant et du risque d'athérosclérose que présentent ces

acides. En outre l'abondance de l'acide gras essentiel (acide linoléique C18 :2, n-6) dans ces huiles renforcent leur valeur nutritionnelle, sachant que les gras essentiels interviennent activement dans le développement du cerveau avec une complémentarité harmonieuse entre les acides gras n-6 et n-3, couramment appelés acides oméga 6 et oméga 3 [26].

En plus de son caractère essentiel, l'acide linoléique diminue le taux de cholestérol et augmente celui du cholestérol HDL, ce qui a pour conséquence de réduire l'agrégation plaquettaire et de favoriser la fluidité du sang.

Il s'avère que les deux acides essentiels, C18 :2, n-6 et C18 :3, n-3, identifiés et quantifiés dans les huiles analysées se distribuent en position interne (sn-2) sur les TAG pour deux des 34 huiles étudiées.

Les travaux de Renaud [27] témoignent de l'intérêt du positionnement en sn-2 dans le métabolisme de l'acide linoléique et probablement des autres acides gras polyinsaturés. En effet, les acides gras situés en position sn-2 des TAG ingérés semblent être métabolisés plus efficacement en dérivés supérieurs par désaturation et allongement que ceux des positions sn-1 et sn-3.

Certains auteurs ont montré que la valeur nutritionnelle des huiles de est d'autant plus élevée que l'un des résidus de l'acide linoléique se situe en position interne (sn-2) du TAG [8, 45-48], plutôt que sur une position externe (sn-1/sn-3). Par contre, si l'acide palmitique se retrouve en sn-2, son absorption retentit défavorablement chez l'adulte qui est exposé au risque d'athérosclérose, car l'acide palmitique en sn-2 possède un fort potentiel athérogène.

En effet, le positionnement d'un acide gras sur le squelette glycérol détermine son devenir métabolique et son efficacité biologique, car tout nutriment pour être efficace doit être biodisponible. La biodisponibilité d'un acide gras ne dépend pas uniquement de sa teneur au sein des triacylglycérols ingérés, mais aussi de sa distribution entre les positions externes et interne du squelette glycérol [28, 29].

Les travaux rapportés par Combe [30] montrent l'impact biologique de la structure triglycéridique sur la biodisponibilité des acides gras.

Dès 1964, Owren et al. [31] soulignaient le rôle de l'acide α -linoléique dans la prévention des maladies cardiovasculaires. Plus récemment, d'autres chercheurs [32-35] ont montré que cet acide semble être le plus efficace pour abaisser les fonctions plaquettaires, tout au moins l'agrégation à la thrombine et l'activité coagulante des plaquettes chez l'homme.

L'analyse statistique des résultats montre que les meilleures huiles se retrouvent dans les genres *Cl* et *Ls*, *Cp Cam* et *Mbi 03* pouvant être rattachées à ce groupe, car elles sont plus riches en acide linoléique que les huiles du genre *Cmo*. Néanmoins, ces dernières ne sont pas moins inintéressantes nutritionnellement dans la mesure où on constate un certain équilibre entre les taux d'acide oléique qui est fluidifiant et l'acide linoléique qui est un acide gras essentiel.

Il est vrai que la prédominance d'acides gras insaturés peut engendrer une certaine instabilité face aux phénomènes oxydatifs. Cependant, les huiles de cucurbitacées contiennent généralement de forts taux de phytostérols qui les protègent naturellement de la β -oxydation. Pour pallier les effets négatifs de hautes températures de cuisson, ces huiles à haut degré d'insaturation, peuvent être utilisées non comme huiles de friture, mais comme huiles de table.

De même, ces huiles à forte densité en acides gras insaturés peuvent être coupées avec celles à faibles teneurs en acides gras insaturés, de façon à obtenir une huile de table appropriée, telles que les huiles de colza, de noix et de noisette pour obtenir des huiles diététiques ou à appellation contrôlée à l'image de l'huile de soja.

CONCLUSION

Les meilleures huiles d'un point de vue nutritionnel se retrouvent dans les genres *Cl* (*Cl RCA 04*, *Cl P/N 03* et *Cl Mouy 03*) et *Ls* (*Ls MbNd*, *Ls Plat 03*, *Ls Kiboué 03*, *Ls Loui 03*, *Ls RCA 04*). *Cp Cam* et *Mbi 03* classées

dans le groupe Cl et Ls font aussi partie des meilleures huiles.

Les Cmo quant à eux ne le sont que moyennement, les meilleures huiles de ce genre étant Cmo Bzv 01, Cmo Bzv 02, Cmo Mouy 03, Cmo Plat 05, Cmo P/N 03, Cmo Mouy' 03, Cmo MbK et Cmo Cam très riche en O.

On constate simplement que parmi les huiles à haut potentiel nutritionnel du genre Cl, Cl RCA 04 (originaire du Centrafrique, zone forestière) se retrouve avec les deux autres huiles du Congo (Cl P/N 03 et Cl Mouy 03), de même Ls RCA 04 se place avec les meilleures huiles de son genre (Ls MbNd, Ls Plat 03, Ls Kiboué 03 et Ls Loui 03).

Les mêmes conclusions s'imposent également pour Cmo Cam qui est l'une des meilleures huiles du genre Cmo.

Quant à l'huile de *Luffa cylindrique* (Lc) qui n'est pas consommée au Congo, celle-ci est classée pourtant avec les Cmo dont la qualité nutritionnelle vient d'être démontrée.

On se demande pourquoi les graines de *Luffa cylindrique* ne sont pas consommées dans le pays. Contient-elle des anti-nutriments et lesquels ? On sait que dans certains pays, le jeune fruit de *Luffa* est utilisé en salade à l'image des concombres. De toutes les manières même si l'huile de *Luffa cylindrica* n'est pas comestible, elle peut avoir d'autres utilisations,

De façon générale, la richesse en lipides des graines de cucurbitacées peut en faire un produit oléagineux intéressant à l'exemple de l'arachide, de l'olive, du soja, du colza ou autres graines oléagineuses conventionnelles.

Aussi, le travail amorcé n'est qu'une esquisse qui mérite d'être approfondie sur l'ensemble des espèces identifiées et cultivées dans la région équatoriale et ouest africaine.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur Pierre Villeneuve du Laboratoire de Lipotechnie de Montpellier pour sa contribution sur l'analyse de la régiospécificité des acides gras sur le glycérol ainsi que Madame

Jocelyne Dhellot et Messieurs Daniel Massamba et Sylvain Badissa qui ont participé à la collecte des graines de cucurbitacées.

BIBLIOGRAPHIE

1. Dos Santos Agbessi H. et Damos M., 1987. *Les grands problèmes nutritionnels en Afrique sub-saharienne*, in *Manuel de nutrition africaine*. Paris : Karthala, 307p.
2. Cresta M., Massamba J., Ngatse J.M. et Mpissukidi B.L.-I., 1985. *L'économie paysanne et l'alimentation dans les villages d'Oka-Bambo et d'Inkala-Matiba*. Rev. Anthr ; XXIII (23) : 33-60.
3. Cornu A.E.A., 1990. *Enquête nationale sur l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire au Congo*. Paris : Orstom, pp 112-211.
4. Mabalia-Babela J.R., Massamba A., Ntsila R. et Senga P., 2003. *Statut nutritionnel de l'écolier à Brazzaville : rôle des facteurs environnementaux: Nutritional status of school-age children in Brazzaville: effects of environmental factors*. Archives de Pédiatrie ; 10 : 732-733.
5. Mabiala-Babela J.R., Massamba A., Mbemba F. et Senga P., 2004. *Etat nutritionnel de l'enfant et de l'adolescent à Brazzaville : 40 ans après (1963-2003)*. Archives de Pédiatrie ; 11 : 1250-1252.
6. Silou T., Mampouya D., Loka Lonyange W.D. and Saadou M., 1999. *Composition globale et caractérisation des huiles extraites de 5 espèces de Cucurbitacées du Niger*. La Rivista italiana delle sostanze grasse ; LXXVI : 141-144.
7. Barminas J.T., Milam C. and Emmanuel D., 1998. *Mineral composition of non-conventional leafy vegetables*. Plant Foods for Human Nutrition; 53: 29-36.
8. Badifu G.I.O., 1993. *Food potentials of some unconventional oilseeds grown in Nigeria - A brief review*. Plant Foods for Human Nutrition; 43: 211-224.
9. Zdunczyk Z., Minakowski D., Frejnagel S. and Flis M., 1999. *Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake, soybean meal and casein*. Nahrung; 43: 392-395.
10. Gerard H.C., Pfeffer P.E. and Osman S.F., 1994. *8,16-Dihydroxyhexadecanoic acid, a major component from cucumber cutin*. Phytochemistry; 35: 818-819.
11. Younis Y.M.H., Ghirmay S. and Al-Shihry S.S., 2000. *African Cucurbita pepo L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil*. Phytochemistry; 54: 71-75.
12. Kinkela T. and Bezard J., 1993. *Les lipides de quelques produits alimentaires* Sciences des aliments ; 13 : 567-575.
13. Maloumbi M.G., Dhellot J., Silou T., Tchaplé A., Heron S., 2008. *Evaluation de la biodiversité de quelques cucurbitacées d'Afrique sub-saharienne à partir des données chromatographiques (CGC et CLHP). Approche statistique*. OCL ; 15 : 213-218.

14. Maloumbi M.G., 2006. Etude de la biodiversité des graines de quelques cucurbitacées d'Afrique subsahariennes. Mise au point d'une méthode de caractérisation de la fraction saponifiable, Thèse en co-tutelle Université Marien NGouabi, Université Paris XI, Brazzaville, Paris, 277p.
15. Silou T., D. Mampouya D., Loka Lonyange WD, Saadou M, 1999. Composition globale et caractéristiques des huiles extraites de 5 espèces des cucurbitacées du Niger. *Rivista Italiana della sostanze Grasse* ; LXXXVI : 141- 144.
16. Shum Cheong Sing A., Smadja J., Gaydou E.M. and Conan J.Y., 1994. *Différenciation des rhums de la Réunion à partir des méthodes officielles d'analyse*. *Analisis* ; 22 : 332-339.
17. Doneche B., *les acquisitions récentes en chromatographie du vin. Applications à l'analyse sensorielle des vins*: Tec. Doc.
18. El-Adawy T.A. and Taha K.M., 2001. *Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and ParpiKa Seeds Oils and Flours*. *J. Agric. Food Chem.*; 49: 1253-1259.
19. Ucciani E., 1995. *Nouveau Dictionnaire des huiles Végétales. Composition en acides gras*. Paris : Lavoisier Tec Doc, 644p.
20. Grondin I., Smadja J., Farines M. and Soulier J., 1997. *Répartition des acides gras en position interne et externes des triacylglycérols de deux huiles cyclopropaniques: letchi et longani*. OCL ; 4 : 459-463.
21. Aranda F., Gomez-Alonso S., Rivera Del Alamo R.M., Salvador M.D. and Fregapane G., 2004. *Triglyceride, total and 2-position fatty acid composition of Cornicabra virgin olive oil: Comparison with other Spanish cultivars*. *Food Chemistry*; 86: 485-492.
22. Blaise P., Wolff R.L. and Farines M., 1997. *Etude régiospécifique de triacylglycérols d'huiles végétales par clivage chimique et RMN 13C haute résolution*. OCL; 4: 135-141.
23. Kusaka T., Ishihara S., Sakaida M., Mifune A., Nakano Y., Tsuda K., Ikeda M. and Nakano H., 1996. *Composition analysis of normal plant triacylglycerols and hydroperoxidized rac-1-stearoyl-2-oleoyl-3-linoleoyl-sn-glycerols by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry*. *J. of chromatography*; 730: 1-7.
24. Grondin I., Smadja J., Farine M. and Soulier J., 1997. *Les triacylglycérols de deux huiles de Sapindacées; étude des lipides de Litchi sinensis Sonn. et Euphoria longana lam*. OCL; 4: 295-300.
25. Cos J.A., Garcia H.S. and Hill C.G.J., 2000. *Regioselective Analysis of the Fatty Acid Composition of Triacylglycerols with Conventional High-Performance Liquid Chromatography*. *JAOCS*; 77: 507-512. Bourre J.-M., 1996. *Développement du cerveau et acides gras*. OCL; 3: 173-178.
26. Renaud S., JC. R. and Petithory D., 1995. *The positional distribution of fatty acids in palm oil and lard influences their biologic effects in rats*. *J. Nutr*; 125: 229-237.
27. Scheeder M.R.L., Gumy D., Lambelet P. and Wenk C., 2001. *Effect of PUFA at sn-2 position in dietary triacylglycerols on fatty acid composition of adipose tissue in growing-finishing pigs*. OCL; 8: 66-67.
28. Thomson A.B., Keelan M., Garg M.L. and Clandinin M.T., 1989. *Intestinal aspects of lipid absorption: in review*. *Can J Physiol Pharmacol*; 67: 179-91.
29. Combe N., 2002. *Biodisponibilité des acides gras et apports nutritionnels conseillés*. OCL; 9: 135-138.
30. Owren P., Hellem A. and Odegard A., 1964. *Linolenic acid for the prevention of thrombosis and myocardial infarction*. *Lancet*; 2: 757-761.
31. Renaud S., 1996. *Prévention secondaire de l'infarctus par le régime. Rôle de l'acide alpha-linolénique* OCL ; 3 : 1696172.
32. Bonnefoy M., Abidi H., Jauffret M., Garcia I., Surrace J.P. and Drai J., 2002. *Hypocholestérolémie du sujet agé: influence de l'inflammation et de l'adénutrition*. *Revue de Médecine Interne* ; 23 : 991-998.
33. Lairon D., 1997. *Dietary fatty acids and arteriosclerosis*. *Biomed & pharmacother*; 51: 333-336.
34. Glew R.H., Casados J., Huang Y.-S., Chuang L.-T. and Vanderjagt D.J., 2005. *Correlation of the fatty acid composition and fluid property of the cholesteryl esters in the serum of Nigerian children with sickle cell disease and healthy controls*. *Prostaglandin, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*; 68: 61-68.