

Influence du fumage sur la composition physicochimique et la qualité nutritionnelle des graisses : Cas de l'athérure africain

Mananga V*,

Makosso-Vheiyé G*, Massamba BJR**,
Massamba J*, Kinkela T*, Mbemba F**,
Silou T*.

Correspondance

Makosso-Vheiyé Georges
Doctorant en Alimentation et Nutrition
BP. 2429, Brazzaville, Congo
e-mail : gmaktan@yahoo.fr

Summary

Objective : to evaluate the impact of smoking on the nutritional and physico-chemical qualities of fat animal from African brush-tailed porcupine in the Conkouati-Douli National Park (Congo-Brazzaville).

Material and Method: three meat samples were taken from the belly of the animal: one fresh, one directly traditionally smoked in the forest, the other one smoked in the laboratory using a drying oven.

The total lipid content of the samples were determined according to Bligh & Dyer (12) method and the physico-chemical analysis of fat acid determined using gaseous chromatography.

Results: the total oil content per 100 g meat was higher for traditionally smoked meat (19.72 ± 0.13 g) than fresh meat (2.16 ± 0.02 g) and lower for the meat treated in drying oven at 60 and 100°C.

The chromatographical analysis has revealed mainly oleic (25.52%) and palmitic fat acid (24.25%) in fresh meat while linoleic acid was predominant in traditionally smoked meat (26.73%).

The ratio polyunsaturated fat acid (PIFA) / saturated fat acid (SFA) was 0.4 for the former and 0.82 for the later. This last value remained higher compared to that of meat smoked in the oven.

Conclusion: despite a higher energetic potential, traditionally smoked meat could be a cardiovascular risk factor due to its physicochemical composition.

Key words: meat of African brush-tailed porcupine, smoking, fatty acids, nutritional value

* Equipe Pluridisciplinaire de Recherche en Alimentation et Nutrition

Faculté des Sciences, Université Marien N'GOUABI, BP. 69, Brazzaville (Congo)

** Laboratoire de Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive, Université Marien N'GOUABI, BP. 1100, Brazzaville (Congo)

Résumé

Objectif : afin d'évaluer l'influence du fumage traditionnel de la viande de brousse sur la composition physicochimique et la valeur nutritionnelle des graisses animales, des analyses de laboratoire ont été effectuées sur la viande d'athérure africain (fraîche/fumée) des forêts du Parc National de Conkouati-Douli, Congo-Brazzaville.

Matériel et méthode : des échantillons de viande ont été prélevés sur le ventre du spécimen, à l'état frais et en fin de fumage. A partir de l'huile extraite, une analyse physicochimique des acides gras (AG) a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse.

Résultats : pour 100g de viande, une teneur en huile de $19,72 \pm 0,13$ g a été obtenue pour la viande fumée en forêt contre $2,16 \pm 0,02$ g pour la viande fraîche. Quant à la viande fumée à l'étuve, les quantités relevées à 60°C et 100°C s'avéraient inférieures à celle de la viande fumée en forêt. L'analyse par chromatographie des AG révélait la présence majoritaire de l'acide oléique (25,52%) et l'acide palmitique (24,25%) dans la viande fraîche, le rapport acides gras polyinsaturés (AGPI) / acides gras saturés (AGS) égal à 0,40. En revanche, les AG de la viande fumée en forêt étaient dominées par l'acide linoléique (26,73%), le rapport AGPI/AGS s'évaluant à 0,82. Cette dernière valeur était supérieure à celles notées pour la viande fumée à l'étuve (60°C et 100°C).

Conclusion : la viande d'athérure africain fumée par les chasseurs selon les pratiques traditionnelles, quoique hautement énergétique, pourrait néanmoins prédisposé aux maladies cardio-vasculaires.

Mots clés : viande d'athérure africain, fumage, acides gras, valeur nutritionnelle

Introduction

La situation actuelle de la République du Congo se caractérise par une démographie sans cesse croissante et une urbanisation accélérée, avec une hausse annuelle de 2,7% de la population (1). La demande en protéines animales sauvages est de plus en plus accrue pour les populations rurales et même urbaines, et l'on note une utilisation non contrôlée des produits de la faune dans ses différentes dimensions (consommation, transformation, conservation

et qualité des produits dérivés). Un tel contexte exerce, à n'en point douter, des pressions tant intérieures qu'extérieures sur l'ensemble du système d'utilisation alimentaire de la viande de brousse (2). Ceci explique qu'en zone forestière, les populations sont le plus souvent tournées vers la viande de brousse, produit de substitution des protéines animales retrouvées dans les aliments courants en milieu urbain (3). Dans le contexte actuel de préservation des forêts du bassin du Congo (4), ces questions associées à l'approvisionnement, la conservation et la transformation de la viande de brousse revêtent alors une grande importance. D'ailleurs, plusieurs auteurs relèvent que la valorisation des technologies de séchage/fumage de la viande de brousse peut concourir à un meilleur conditionnement de la viande de brousse et à l'obtention des produits dérivés de bonne qualité (5, 6).

Au Congo, les résultats de l'étude récente de Makosso-Vheiyé *et al.* (7) vont dans ce sens : la transformation traditionnelle de la viande de brousse donne lieu à des produits de durée de conservation réduite, mais de bonne qualité hygiénique et organoleptique. Cependant, cette étude n'aborde pas les aspects associés à la dégradation des huiles animales induites par le fumage. L'objectif de ce travail est donc d'évaluer les effets physico-chimiques des technologies de séchage/fumage sur la qualité nutritionnelle des graisses animales de la viande de brousse.

Nos observations devraient contribuer à innover les technologies y relatives, aux fins d'amélioration de l'état nutritionnel des couches vulnérables des populations et de réduction des maladies métaboliques (résiduelles) et des intoxications associées aux produits mal transformés ou conservés.

Matériel et méthode

Milieu d'étude

Le matériel animal provenait du Parc National de Conkouati-Douli (PNCD), situé dans le département administratif du Kouilou, sous-préfecture de Nzambi, dans la partie ouest du massif forestier du Mayombe (figure 1). Il s'étend entre 3° 23' - 4°18' et 11°06' - 11°43' E (8, 9) et limité au nord par la frontière avec le Gabon, à l'est par les savanes de Cotovindo, à l'ouest par l'océan atlantique et au sud par la lagune Conkouati et la rivière Ngongo (9).

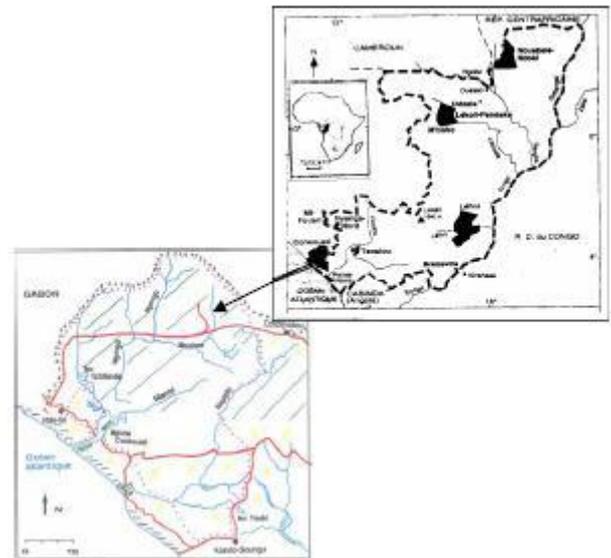


Figure 1 : Les aires protégées du Congo : Parc National de Conkouati-Douli. *Source* : [24]
+ + + + + : Limites d'états et du Parc National de Conkouati-Douli

Choix du matériel animal

Il s'est appuyé sur l'étude réalisée à Pointe-Noire par Wilson *et al.* (10) sur le gibier transporté du Mayombe et régulièrement consommé par les communautés rurales (11). Les résultats obtenus par ces auteurs ont montré que 76% de la viande de brousse consommée étaient constitués de céphalophes bleus et des athérures. Dans ce travail, indépendamment du sexe, seuls les spécimens adultes d'athérure africain (*Atherurus africanus* Gray) ont été retenus en fonction de la

fréquence de consommation dans les ménages.

Détermination de la teneur en lipides totaux dans la viande de brousse fraîche et fumée

Elle a été effectuée au Centre IRD- ex ORSTOM (Laboratoire de Nutrition et Chimie analytique) de Pointe- Noire (port maritime congolais) et à Clermont Ferrand (Laboratoire de chimie des hétérocycles et des glucides et chimie des huiles essentielles, Université Blaise Pascal, France). La partie animale analysée était le ventre de l'espèce.

L'huile totale contenue dans tous les échantillons de viande (fraîche/fumée) d'athérure africain a été extraite à l'éthanol et asséchée avec du sulfate de sodium, après broyage de la viande fraîche et de la viande fumée. L'extrait de chaque échantillon a été ensuite évaporé à sec et pesé pour déterminer la concentration de l'huile totale par gravimétrie. Toutefois, il sied de signaler que des substances autres que les huiles peuvent être solubilisées dans le méthanol et induire une surestimation de la concentration des huiles totales, et *a contrario*, une perte des composés volatils au cours de l'évaporation à sec du méthanol.

L'extraction des graisses animales a été faite selon la méthode de Bligh et Dyer (12). Du matériel animal (frais ou fumé) broyé, ont été extraits 25 mg de broyat (m_1) auquel on a ajouté 50ml de méthanol et 25 de chloroforme. Puis après 2min, on a ajouté 25 ml de chloroforme et mélanger à nouveau pendant 5 minutes. Par la suite, un filtrage a été réalisé à l'aide d'un Buchner et d'une trompe à vide après un repos de 15min. Ensuite, le broyat a été lavé une ou deux fois avec 25 ml de chloroforme. A l'issu de ce processus, ont été obtenues une

phase organique constituée de solvants (chloroforme et méthanol) et une phase aqueuse dans une ampoule à décanter. Un nouveau filtrage a été effectué en présence du sulfate de sodium pour éliminer toutes traces d'eau, et le solvant a été chassé en chauffant la phase organique obtenue à l'étuve à 70° C jusqu'à évaporation totale. En laissant refroidir cette dernière, l'huile obtenue (m_2) a été pesée.

Les résultats, exprimés en mg/L d'huile totale, ont été déduits à partir de l'équation:

$$\% C = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

avec C = le pourcentage d'huile contenue dans l'échantillon (mg/g) ; m_1 : la masse de la matière sèche ou de l'échantillon analysé (g) ; m_2 = la masse d'huile obtenue (g).

Quant à l'analyse physicochimique fine des acides gras (AG) de l'huile extraite, elle a été effectuée sur des échantillons d'une part frais (terrain), et d'autre part fumés soit sur le terrain soit en laboratoire (étuve à 60°C et 100°C), à partir des préparations des esters méthyliques. Pour cela, 0,4 mL de solution méthanolique de soude (2N) ont été ajoutés à 2 gouttes de graisse animale dans 1mL d'hexane. Après agitation, 0,4 mL d'acide chlorhydrique (1N) a été ajouté à 1mL d'hexane. Ainsi, la phase organique a été récupérée pour l'analyse. La méthode utilisée était alors la chromatographie en phase gazeuse (CPG). Il s'agissait d'un chromatographe de type MP5890 muni d'une colonne apolaire (HP5M, 30m de long ; 0,25 mm de diamètre intérieur et 0,2 μ m d'épaisseur) et d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). Les conditions expérimentales d'analyse étaient les suivantes :

- gaz vecteur : hélium à flux constant (1mL/mm) ;

- température du four : programmée de 50 à 280°C, avec un gradient de 5°C/min ;
- température de l'injecteur : 250°C ;
- température du détecteur : 280°C ;
- quantité injectée : 1µL.

Analyse statistique

Le traitement des données récoltées, ainsi que la saisie et la production des tableaux bruts, ont été réalisés à l'aide des logiciels Epi-Info et Stata[®], version 10.0 (Computing Resource Center, Santa Monica, California, USA). Les variables quantitatives ont été exprimées sous forme de moyenne ± écart-type, accompagnée des valeurs extrêmes. La significativité des différences perçues entre 2 pourcentages a été vérifiée selon les tests classiques de la statistique inférentielle. La comparaison de plusieurs pourcentages a été effectuée à l'aide du test de Sokal et Rohlf. Pour cela, la valeur de comparaison $\chi^2(h-1)$ est donnée par les tables de χ^2 à (h-1) degrés de liberté, avec un seuil de significativité de 5 %. S'agissant de la comparaison de 2 moyennes pour les variables quantitatives, le test non paramétrique de Mann Whitney a été utilisé. Enfin, le seuil de signification statistique de tous les tests a été fixé à 5%.

Résultats

Le tableau 1 rapporte la quantité moyenne d'huile extraite de 100g de matière fraîche ou sèche de la viande d'athérure, ainsi que le rendement estimé. La teneur en huile de la viande fraîche prélevée sur le terrain est de $2,16 \pm 0,02$ g (8,64%) vs $19,72 \pm 0,13$ g (78,88% ;

$p < 0,001$) pour la viande fumée sur le terrain. A l'étuve, la quantité d'huile extraite est de $4,40 \pm 0,07$ g (17,60%) à 60°C, contre $13,12 \pm 0,11$ g (52,44% ; $p < 0,02$) à 100°C.

Tableau 1 . Teneur en lipides totaux dans la viande d'athérure (fraîche et fumée) pour 100g de matière brute

Athérure	Quantité moyenne d'huile (g)	Rendement moyen (%)
frais	$2,16 \pm 0,02$	8,64
fumé sur le terrain	$19,72 \pm 0,13^{***}$	78,88
étuvé à 60° C	$4,40 \pm 0,07$	17,60
étuvé à 100° C	$13,12 \pm 0,11^a$	52,44

(***) : Différence significative à $p < 0,001$ entre les échantillons frais et fumé de terrain

(a) : Différence significative à $p < 0,02$ entre les échantillons fumés à 60° C et 100°C

Du point de vue de la valeur nutritionnelle des acides gras de la viande fraîche, celle-ci se singularise par un taux en acides gras saturés (AGS) de 49,39%, et pour les acides gras polyinsaturés (AG P I) de 19,7% (tableau 3 et figure 2). Les résultats de la chromatographie (figure 2) rapportent les pourcentages molaires suivants en AG: acide oléique (O ou C18 :1n-9) = 25,52 ; acide palmitique (P ou C16 : 0) = 24,25 ; acide myristique (M ou C14 : 0) = 16,22 ; acide linoléique (L ou C18 :2n-6) = 13,8. Le rapport AGPI / AGS est égal à $0,399 \approx 0,40$ (tableau 2). Enfin, est relevée une faible teneur en acides gras polyinsaturés à longue chaîne, notamment : arachidonique (A ou C20 : 5n-3) = 4,16 et docohexaénoïque (DHA ou C22 : 6n-3) = 1,75.

Tableau 2. Valeur nutritionnelle de la viande d'athérure

Acides gras	Types de viande			
	Athérure frais	Athérure fumé	Athérure étuvé à 60° C	Athérure étuvé à 100° C
AGPI / AGS	0,40	0,82	0,32	0,43
AGS	49,39	41,61	55,36	50,50
AGPI	19,70	34,40	17,48	21,84



Figure 2. Chromatogramme de la composition en acides gras de la matière grasse d'Athérure africain frais

Tableau 3. Composition physicochimique en acides gras des viandes d'athérure (en pourcentage pondérale)

Acides gras	Types de viande			
	Athérure frais	Athérure fumé sur terrain	Athérure étuvée à 60°C	Athérure étuvée à 100°C
C14 : 0	16,22	10,33	5,98	17,47
C16 : 0	24,25	20,71	29,10	24,34
C16 : 1	-	-	2,77	-
C18 : 0	8,00	10,57	20,28	8,69
C18 : 1n-9	25,52	22,28	24,03	27,67
C18 : 2n-6	13,80	26,73	11,50	17,44
C20 : 4n-6	4,16	7,67	6,34	4,40
C22 : 6n-3	1,75	-	-	-

La viande fumée de terrain, quant à elle, se singularise par un pourcentage en acides gras saturés égal à 41,61%, ceux des acides gras polyinsaturés et des acides gras mono insaturés respectivement à 34,41% et 22,28 % (tableau 3). La figure 3 indique que le pic le plus élevé correspond à l'acide linoléique, suivi des pics correspondant respectivement à l'acide oléique et l'acide palmitique. Ainsi, la composition physicochimique en acides gras (tableau 3) est marqué par la prédominance des acides linoléique (26,73%), oléique (22,28 %) et palmitique (20,71%). Les acides myristique et stéarique (S ou C18 :0) sont représentés respectivement à 10,33 % et 10,57%, alors

que l'acide arachidonique est de 7,67%. Le rapport AGPI/AGS est de 0,826 (tableau 2).

A l'étuve à 60 °C, le tableau 3 rapporte la prépondérance de l'acide palmitique (29,01%) par rapport à l'acide oléique (24,01%), l'acide linoléique (11,5%), l'acide arachidonique (6,34 %) et l'acide stéarique (2,28%). Ceci est illustré par la figure 4. Le taux des acides gras saturés est de 55,36% et celui des acides gras polyinsaturés de 17,84%. Les acides gras mono insaturés sont à 24,3%. Le rapport AGPI/ AGS est de 0,32 (tableau 2).

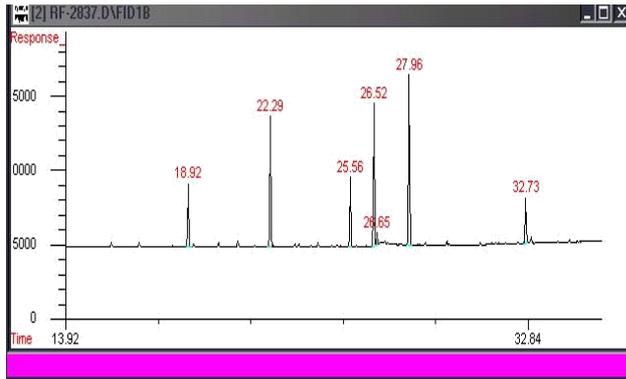


Figure 3. Chromatogramme de la composition en acides gras de la matière grasse d'Athérure africain fumé sur le terrain

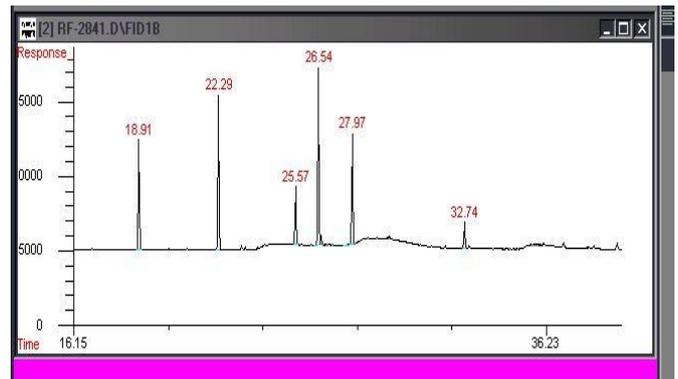


Figure 5. Chromatogramme de la composition en acides gras de la matière grasse d'Athérure africain fumé à l'étuve à 100°C

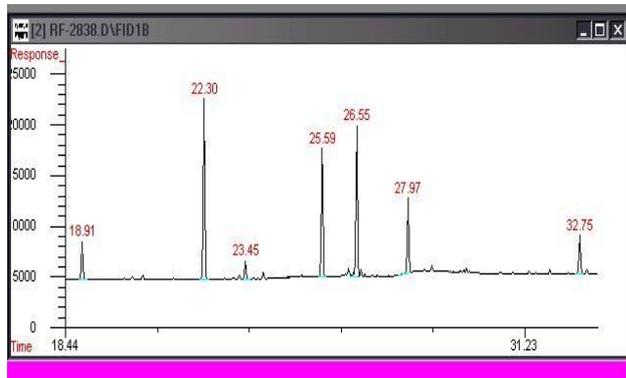


Figure 4. Chromatogramme de la composition en acides gras de la matière grasse d'Athérure africain fumé à l'étuve à 60°C

Cependant, à la température de 100 °C (tableau 3 et figure 5), l'acide oléique est prédominant avec 27,67%, suivi de l'acide palmitique (24,34%) et de l'acide linoléique (17,44%). L'acide stéarique est à 8,69%, et l'acide arachidonique à 4,4%. Le pourcentage des acides gras saturés est de 50,5%, tandis que celui des polyinsaturés est de 21,84% et des mono insaturés de 27,67%. Le rapport AGPI/AGS est de 0,43 (tableau 2).

Discussion

Nos résultats montrent en premier lieu que la teneur en huile de la viande d'athérure fumée par les chasseurs sur le terrain est significativement ($p < 0,001$) supérieure à celle relevée sur la viande fraîche ($19,72 \pm 0,13g$ vs $2,16 \pm 0,02g$) (tableau 1). Les forts taux enregistrés au niveau de la viande fumée sont sans doute liés aux pertes hydriques dues au fumage. En effet, l'influence principale du traitement thermique consiste effectivement dans la coagulation des protéines de la viande. Entre 70 et 80°C, la plupart de ces protéines coagulent et forment une matrice structurale qui piège les gouttelettes de graisse et d'eau libérées par ledit traitement. Par la suite, le pouvoir de rétention d'eau diminue, et la viande subit une perte pondérale thermique en eau (13).

Par ailleurs, les données relatives à la viande fumée sont plus ou moins voisines de celles rapportées par d'autres auteurs (14, 15) pour quelques espèces sauvages, notamment : l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*), 16,8g et le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), 12,2g. Comparativement à la viande domestique, seules les teneurs en huiles pour 100g de matière de porc (13,4g) et de bœuf (12,0g) s'en

rapprochent, quoique les valeurs soient légèrement inférieures (16).

Toutefois, la supériorité de la quantité d'huile notée chez l'athérure peut être attribuée en partie à sa morphologie et à son comportement caractérisé par la prédominance des heures de repas et de repos (17).

En second lieu, les résultats de la chromatographie des AG de l'huile extraite de la viande fraîche de l'athérure indiquent que la présence majoritaire des C18:1, associée à une faible proportion des acides gras insaturés, atteste de la qualité plus ou moins acceptable de cette huile. En effet, le C18:1 permet à l'organisme de couvrir ses besoins énergétiques et de lutter contre les maladies cardiovasculaires ; le C18:2, acide gras essentiel, permet la couverture des besoins plastiques. Cependant, l'existence du C16:0 en deuxième position n'est pas bénéfique sur le plan nutritionnel car sa présence expose l'individu aux risques d'hypercholestérolémie et d'athérosclérose. Ces effets délétères sont confirmés par la valeur 0,40 du rapport AGPI/AGS (tableau 2), laquelle conforte le caractère néfaste de la consommation fréquente des AG de la viande fraîche d'athérure. Néanmoins, il sied de souligner que la valeur de ce rapport est plus élevée pour la viande de porc, en raison de sa forte teneur en acides gras essentiels, notamment en C18 : 2 et C18 :3 (18).

En revanche, le processus de fumage sur le terrain améliore nettement la valeur nutritionnelle de la viande d'athérure, avec un rapport AGPI/AGS égal à 0,82 (tableau 2), une prédominance des AGPI (56,69%) et un déplacement de la position du C16 : 0 (tableau 3 et figure 3). En effet, quoique les teneurs vitaminiques ne soient pas objectivées dans ce travail, cette assertion est confortée par les résultats de l'étude

récente de Makosso-Vheiyé *et al.* (7) sur l'influence du fumage sur la valeur nutritionnelle de la viande d'athérure fumée. En effet, les auteurs relèvent dans 100g de cette viande, une valeur énergétique de 2043 kJ, une masse protéique brute de 77,81 g, une masse en micronutriments de : 420 mg pour le calcium (Ca), 1340 mg pour le phosphore (P) et 14,09 mg pour le fer (Fe). En revanche, pour une même quantité de viande fraîche, ils rapportent : 640 kJ pour la valeur énergétique, 33,42 g pour les protéines brutes, 30,0mg pour le Ca, 460,0mg pour le P et 3,0mg pour le Fe.

Par ailleurs, l'hypothèse des propriétés vitaminiques exercées par certains AG alimentaires est émise dès 1929. Et de nos jours, il est établi que l'acide arachidonique de la série $\omega 6$ est plus efficace que l'acide linoléique pour corriger les symptômes d'une alimentation dépourvue d'acides gras (19).

A l'étuve (laboratoire), la proportion élevée des AG saturés, ainsi que leur augmentation avec la température du four, explique la variabilité de la valeur nutritionnelle de la viande ainsi fumée (tableau 2), avec un rapport AGPI/AGS variant de 0,32 (T = 60°C) à 0,43 (T = 100°C). Quant à la composition physico-chimique des AG, il apparaît soit un déplacement de position du C16 :0 soit son absence (figures 4 et 5). Ce fait est imputable à l'élévation de température au sein de l'étuve. En effet, de la recension des écrits il ressort que la chaleur a un effet sur : 1) les doubles liaisons de l'acide doco-hexaénoïque dans les lipides de la viande fraîche (20) ; 2) les corps gras riches en AGPI (21) ; 3) la thermorégulation des AG (22). On peut alors suggérer que cette évolution de la valeur nutritionnelle de la viande fumée d'athérure, sur le terrain et à

l'étuve, est liée à la variation des sn-2, en rapport avec la température de fumage.

En somme, la viande d'athérure fumée en forêt par les populations rurales du PNCD se caractérise par des proportions élevées des AGS par rapport à celles des AGPI, les écarts étant cependant faibles. Elle constitue donc un excellent apport en acides essentiels précurseurs des AGPI à longue chaîne de la série n-6. Cependant, si cette viande fumée est une bonne source de lipides totaux, sa matière grasse ne participe pas à la prévention des maladies cardiovasculaires. En effet, il est connu que la disponibilité métabolique des AGPI exerce un impact majeur sur la santé humaine et est liée, entre autres évolutions, à la mortalité par affection cardiovasculaire (23, 24). Cet effet biologique des AGPI paraît largement médié par les AGPILC possédant ≥ 20 atomes de carbone, tels que l'acide arachidonique et l'acide docosahexa-énoïque. Sa forte consommation en zone forestière congolaise doit alors interpeller tant les acteurs de la santé que ceux des services de gestion durable de la faune, aux fins d'une meilleure protection socio-sanitaire en amont de ces couches sociales défavorisées.

Références

1. Commission Economique de l'Afrique pour les Nations Unies. Les économies de l'Afrique Centrale, 2004. Madrid : Maisonneuve et La rose, 2004, 351 p.
2. UICN/PROGECAP/GEF-CONGO. Connaissances locales sur les mammifères sauvages dans la zone de Conkouati. Pointe-Noire, Congo, 1996, 9 p + annexes.
3. UICN. La conservation des écosystèmes forestiers du Congo. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume Uni, 1989, 187 p.
4. COMIFAC/UE/USAID. Les forêts du bassin du Congo. Etat des forêts 2006, 256 p.
5. Atoukam TLD. Transformation, conservation et commercialisation de la viande de brousse dans l'Adamoua (Cameroun). Mise en ligne sur le site : file://D:\Atoukam.htm, 2004, 8p.
6. Fargeot C. La chasse commerciale en Afrique centrale : La venaison ou le négoce d'un produit vivrier. *Bois et Forêts des Tropiques* 2004 ; **282**(4) : 27-40.
7. Makosso-Vheiyé G, Massamba A, Massamba J, Silou T. Influence du fumage sur la valeur nutritionnelle, les qualités microbiologiques et hygiéniques de la viande de brousse. *Ann Afr Med* 2008 ; **2** (1) : 46-52.
8. Hecketsweiler P. *La conservation des écosystèmes forestiers du Congo*. IUCN (éd). Gland, Suisse et Cambridge, Royaume Uni, 1989, 187 p.
9. Moutsamboté JM, Sita P. La végétation de la réserve de Conkouati (Nord-est, Cotovindou). PROGECAP/GEF Congo. Rapport scientifique, 1996, 39 p + 15 photos.
10. Wilson VJ, Wilson BLP. La chasse traditionnelle et commerciale dans le sud-ouest du Congo. *Touraco Research Report* 1991; **4**:279-289.
11. Wood JD, Enser M. Factors influencing fatty acids in meat the role of antioxidant in improving meat quality. International conference fats in the diet of animal and man, Birmingham, UK, 1996, 4p.
12. Boland D J, Brophy JJ, House APN. Bushmeat oils. Use, chemistry, identification and marketing. Melbourne/ Sydney, Inkata Press, Australia, 1991, 165 p.
13. Eves H. Etude pilote de la socio-économie d'utilisation des ressources naturelles dans l'UFA KABO, Nord Congo. Wildlife Conservation Society-GEF- Congo and Ministry of water and Forests, Congo, 1995, 38 p.
14. Malaisse F, Parent G. Edible wild vegetable products in the zambian wood land area: a nutritional and ecological approach. *Ecology of Food and Nutrition* 1985; **18**: 43-82.
15. Ajayi SS, Téwé O. Performance of the African giant rat (*Cricetomys gambianus*, Waterhouse) on commercial rations and varying dietary protein levels. *J Lab Animal* (London) 1979; **12**: 109-112.
16. Ajayi SS Utilisation of forest wildlife in West Africa. Misc/79/26, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 1979, 79 p.
17. Feer F. The potential for sustainable hunting and rearing of game in Tropical forests. In: Hladik CM, Hladik A, Linares OF, Semple A and Hadley M (eds.) *Tropical Forests, People and Food*. Paris, the Parthenon Publishing Group, 1993, pp. 691-708.
18. Mourot J. Mise en place des tissus adipeux sous cutanés et intramusculaires et facteurs de variations quantitatifs et qualitatifs chez le porc. *INRA Prod Anim* 2001; **14**(5) : 355-363.

19. Guesnet P, Alessandri JM, Astorg P, Pifferi F *et al.* Les rôles physiologiques majeurs exercés par les acides gras polyinsaturés (AGPI). *OCL* 2005 ; **12** :333-343.
20. Krauss-Etschmann S, Shahid R, Campoy C *et al.* Effects of fish-oil and folate supplementation of pregnant woman on maternal and foetal plasma concentration of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid: a European randomized multicenter trial. *Am J Clin Nutr* 2007; **85**:1392-1400.
21. Dupin L, Cuq JL, Malewiak MI, Leynaud-Rouaud, C, Berthier AM. Alimentation et nutrition humaine. Paris : Masson, 1990, 153 p.
22. Nout R, Hounhouigan JD, Tiny van Bockel. Les aliments: transformation, conservation et qualité. Bruxelles : De Boeck, 2003, 268 p.
23. Fanelli C, Calderone S, Epifano L, De Vinanzo A, Modarelli F, Pamparelli S *et al.* Demonstration of critical role for free fatty acids in mediating counter stimulation of gluconeogenesis and suppression of glucose utilization in humans. *J Clin Invest* 1993; **92**: 1617-1622.
24. The International Lipid Information Bureau. The ILIB Lipid handbook: clinical guide. Houston, TX: International Lipid Information Bureau, 1995.
25. Ancrenaz M. Protection de l'environnement au sud du Congo (Projet). *Courrier de la Nature* 1991 ; **129** : 29-32.