



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 18(2): 451-462, April 2024

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Formulation en cristaux du sel extrait des résidus végétaux à faible valeur commerciale au Congo

Joseph MPIKA*, Armani Bakala GAMBOU, Josiane Nelly Niebi AWAH-LEKAKA et ATTIBAYEBA

Laboratoire de Biotechnologie et production végétale/ Faculté des Sciences et Techniques/ Université Marien NGOUABI. BP. 69. Brazzaville, Congo.

**Auteur correspondant ; E-mail : jmpika@yahoo.fr*

Received: 07-02-2024

Accepted: 20-04-2024

Published: 30-04-2024

RESUME

Le sel végétal joue un rôle capital pour l'organisme humain. Les techniques empiriques d'obtention de ce sel, posent un problème pour parvenir à un produit fini destiné à être utilisé en cuisine. L'étude visait à formuler en cristaux par la méthode traditionnelle, du sel végétal issu du filtrat de cendres des plantes utilisées au Congo. Les cendres des pelures du plantain, des amandes du palmier raphia, des régimes du palmier à huile, du sésame et de la jacinthe d'eau ont été obtenues après séchage et incinération à l'air libre pendant cinq (5) heures jusqu'à l'obtention de la cendre. Les filtrats ont été extraits après lavage des cendres à l'eau de robinet. Le sel végétal résultait après évaporation d'eau pendant quatre heures. Le taux d'extraction du sel a été déterminé après cristallisation des filtrats. La masse plus élevée (1,72g) du sel végétal a été enregistrée des feuilles de jacinthe d'eau. Il a été noté la plus faible masse (1,48g) avec les amandes du palmier raphia. Le taux d'extraction de 54,69% et 44,93% a été enregistré sur les filtrats de cendres de la hampe du plantain et amandes du palmier raphia. Le taux d'extraction du sel végétal du filtrat de cendres du bananier plantain a été plus important comparé à ceux enregistrés chez les autres végétaux.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Cristaux, jacinthe d'eau, palmier à huile, palmier raphia, plantain, sésame.

Crystal formulation of salt extracted from plant residues of low commercial value in Congo

ABSTRACT

Vegetable salt play a capital role in the human body. However, their manufacturing methods leading to the final product to be used in cooking is still not well mastered. Thus, this work aimed to formulate vegetable salt crystals using the traditional method, from the ash filtrate of plants used in the Congo. The ashes have been obtained after drying as incineration in the open air for 5 hours until ashes are obtained of plantain's sheen, stones of palm tree raffia, oil palm regime, sesame leaves and water hyacinth leaves. The ash filtrates were extracted after washing of the ashes with tap water. The salt was obtained after evaporation of water for four (4) hours. The extraction rate of the vegetable salt was determined after crystallisation of the filtrates. The highest salt mass (1.72 g) was obtained with the leaves of water hyacinth and the smallest mass of 1.48g was obtained with stones

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i2.11>

9613-IJBCS

of the raffia palm. The extraction rates of the vegetable salt of 54.69% and 44.93% were recorded with the ashes filtrate of the plantain Banana's peduncle and stone of palm tree raffia respectively. The extraction rate of vegetable salt from the plantain banana ashes filtrates has been more important than those recorded in other plants.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Crystals, oil palm, Palm tree raffia, plantain, sesame, water hyacinth.

INTRODUCTION

Depuis l'antiquité, le sel est le condiment universel le plus utilisé. Il entre d'une manière progressive dans l'alimentation humaine et a été continuellement une denrée de base importante à l'organisme humain (Charbotel et al., 2007). Il est utilisé pour augmenter le goût ou apporter le goût salé aux mets ou encore pour jouer un rôle de préservateur de couleur verte de légumes lors de la cuisson et de conservateur des aliments (Awah-Lekaka et al., 2020 ; Moursalou et al., 2021). Le sel naturel ou sel de cuisine, produit cristallin composé chimiquement du chlore et de sodium, est extrait soit des gisements de sel gemme, soit des saumures naturelles ou soit de la mer. Une carence de sel dans l'organisme peut se traduire par des troubles allant du malaise léger à l'affaiblissement extrême, qui peut être nuisible à l'organisme si la défaillance n'est pas corrigée dans un délai raisonnable (AFSSA, 2001 ; AFSSA, 2004 ; Roussel & Hinger-Favier, 2009). Selon Mollat (1968), le sel a été depuis des années une denrée rare et d'une grande utilité. Pendant ce temps, le sel de cuisine raffiné (NaCl), non seulement est moins riche en éléments comme le magnésium et en calcium est déconseillé aux personnes atteintes du diabète et des maladies cardiovasculaires (Ameyran et al., 2014). La consommation des sels marins à des doses élevées engendre donc de graves problèmes de santé aux consommateurs tels que l'hypertension, l'œdème, l'obésité et les inflammations de certains organes (OMS, 2006 ; Pascal, 2002). Ce qui justifie la non-recommandation du sel de cuisine à toutes personnes. La diminution des apports en sels de cuisine raffinés, figure au rang des premières initiatives de la santé publique engagées contre l'hypertension, dans l'objectif de baisser la

pression artérielle et modifier la répartition de cette pathologie au sein de la population (Dahl, 1960). Vis-à-vis des risques pathologies liées à la consommation du sel raffiné, certaines populations s'orientent à la consommation des sels extraits des végétaux (Amegah, 1988). Le sel végétal est une meilleure alternative au sel de cuisine raffiné (NaCl) déconseillé à certaines personnes.

Certains peuples extraient le sel à partir de la cendre des plantes comme le palmier à huile, le bananier, le palmier raphia, le sésame, la jacente d'eau, etc. (Lemonnier, 1984). L'incinération d'une ou de toutes les parties de la plante permet de produire la cendre servant à la production d'un assaisonnement appelé sel végétal (Awah-Lekaka et al., 2020). Dans la forêt, les sels extraits par lavage et évaporation des cendres végétales étaient, il y a une courte durée, très répandus. Ces sels ont quasiment disparu, mais demeurent toujours pour leur rôle médicinal. D'après Porteres (1950), le rôle des sels extraits des végétaux fait l'objet de nombreuses discussions, à cause de la diversité des cendres en fonction de la nature de plantes dont ils sont extraits et de leur mode de préparation. Généralement les végétaux sont riches en potassium (K) mais pauvres en sodium (Na). Les auteurs ont trouvé que dans la plupart des cas, les sels extraits des végétaux sont riches en chlorure de potassium et pauvres en chlorure de sodium, d'où l'hypothèse de Lapique, contraire à celle de Bunge, qui souhaite que ces sels soient recherchés essentiellement à cause de leur goût amer (Porteres, 1957 ; Dassou et al., 2010 ; Cassen, 2013). Selon lui, la présence en quantité infime des carbonates dans les cendres serait la preuve d'un choix pour un critère : l'abondance en chlorures. Bien que leur toxicité à haute dose soit signalée, les cendres (cendres non lavées

contenant les sels et les oxydes de métaux peu solubles) pourraient être utiles en potassium, leur apport en oligoéléments (Kuhnlein, 1980 ; Croft et al, 1985 ; OMS., 2013 ; Moursalou et al., 2021).

Dans certains départements du Congo, le sel végétal est produit traditionnellement à partir de la cendre des plants de sésame, des peaux et des hampes de bananier, des plantes de jacinthe, des inflorescences mâles et des pétioles de palmiers à huiles, des amandes et des épicarpes de palmiers raphia etc. Il est utilisé à des fins alimentaires et médicinales. Néanmoins, il est noté que peu d'études ont porté sur le sel végétal. Il est donc nécessaire d'entreprendre des études de ce sel dont la consommation est largement répandue en République du Congo. Les sels végétaux formulés à base des cendres des pelures et des hampes de régime de plantain Corn1 (*Musa paradisiaca* L.G.Saw & R.B.R.), de jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*), des plants de sésame (*Sesamum indicum*), des amandes et des épicarpes de palmiers raphia (*Raphia laurantii* De Wild), des pétioles et des inflorescences mâles de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*), sont beaucoup utilisés en République du Congo (Awah-Lekaka et al., 2016; Awah-Lekaka et al., 2019; Awah-Lekaka et al., 2020). Ils sont retrouvés sous forme de cristaux fins ou liquides de couleur grise, blanc-sale ou blanc-sombre. Les sels végétaux jouent un rôle tonifiant (Ouattara, 1989). Ces sels sont aussi pour leur rôle de ramollir la viande ; dans le traitement d'angine et de l'hypertension artérielle ; dans la diminution des maladies chroniques telles que l'ostéoporose et l'hypertension ; dans la diminution des risques des maladies coronaires et du cœur et dans la préservation de la couleur vert et le goût de légumes feuilles pendant et après la cuisson (McCarron et al., 1984 ; Miller et al., 2001; Doh, 2010 ; Awah-Lekaka et al., 2016 ; Awah-Lekaka et al., 2019 ; Awah-Lekaka et al., 2020). Malgré tout, ces sels sont rarement retrouvés dans le marché car non seulement leur production est minime mais aussi, il n'existe pas une chaîne de commercialisation bien organisée. La présence de ces sels végétaux dans certains pays est liée

aux habitudes alimentaires. Cependant, leurs méthodes de formulation en cristaux ne sont pas bien maîtrisées. L'étude avait pour but de formuler en cristaux par la méthode traditionnelle, du sel végétal issu du filtrat de cendres des plantes utilisées au Congo.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal a été constitué des pelures et des hampes de régime de plantain Corn1 (*Musa paradisiaca* L.G. Saw & R.B.R.), des plants de sésame (*Sesamum indicum* L.), des amandes et des épicarpes de palmiers raphia (*Raphia laurentii* De Wild.), des pétioles et des inflorescences mâles sèches de palmiers à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) et les plants secs de Jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes* Mart.). Les échantillons des fruits de palmiers raphia, des plants de Jacinthe d'eau et des pétioles de palmiers à huile provenaient de Mossaka (Département de la Cuvette). La localité de Mossaka est située à 1°13'27.32''S et 16°47'37.84''E. Les pelures et les hampes de régimes de plantain Corn1, des inflorescences mâles de palmiers à huile et des plants de sésame ont été récoltés à Brazzaville.

Méthodes

Préparation du sel végétale par les méthodes traditionnelles

Les feuilles de jacinthe d'eau, des amandes et des épicarpes de palmier *Raphia*, des pétioles et des inflorescences mâles de palmier à huile, des plants de sésame ainsi que des hampes et des pelures de bananier, ont été récoltés à l'état frais et sec de décembre 2021 à mai 2022 dans la localité de Mossaka. Les échantillons végétaux secs et frais ont été incinérés à l'air libre pendant cinq (05) heures jusqu'à l'obtention de la cendre. Pour chaque échantillon, 8 kg de la cendre obtenue ont été prélevés et placés sur une passoire constituée de 10 tissus de fibres récoltées à la base du pétiole de palmier à huile. La passoire contenant la cendre a été placée dans un seau plastique percé vers le bas, pour permettre au filtrat de passer à travers les trous du seau. Cette cendre a été lavée avec seize litres d'eau de robinet pendant quatre (4) heures.

Recueilli dans une marmite en aluminium, le filtrat a été porté à ébullition pendant six (6) heures jusqu'à l'apparition des cristaux de sel. Le sel du pétiole de palmier à huile a été placé dans une assiette inox et chauffée pendant 10 minutes pour évaporer l'eau restante. Mais, il a été mis au soleil pour l'évaporation de l'eau restante pour le sel issu des pétioles de palmier à huile, des feuilles de la jacinthe d'eau, des amandes des noix de palmier *Raphia* et une partie du sel des pétioles de palmier à huile. Ces sels ont été placés dans des bouteilles en verres d'une part, et d'autre part, emballés dans les feuilles de marantacées pour une bonne conservation en vue d'une utilisation ultérieure.

Collecte et analyse des données

Pour comparer la nature du matériel végétal utilisé, il a été déterminé la teneur en eau, la teneur en cendre, le taux d'extraction de filtrats des cendres, la masse du sel et le taux d'extraction de cristaux du sel.

Teneur en eau

Il a été prélevé à l'état frais des pelures et des hampes de régime de plantain Corn, des plants de sésame, des amandes et des épicarpes de palmiers raphia et des pétioles de palmier à huile. Pour déterminer la teneur en eau, 5 kg de chaque échantillon ont été pesés à l'aide d'une balance commerciale constituant le poids frais (Mi). Chaque échantillon a été séché au soleil pendant 30 jours pour se débarrasser de leur eau. Ensuite, il a été pesé pour avoir le poids sec (Mf). Pour chaque échantillon végétal, la teneur en eau a été obtenue par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$$

Avec Mi= masse de l'échantillon frais et Mf= masse de l'échantillon sec

Il a été pesé après récolte, les inflorescences mâles sèches de palmiers à huile et les feuilles sèches de Jacinthe d'eau. La masse obtenue a été désignée M1. Ensuite, ces échantillons prélevés ont été mis au soleil pendant 30 jours. Après 30 jours, il a été déterminé la masse M2. La teneur en eau a été calculée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

Teneur en cendre des matières végétales

Après séchage au soleil, il a été déterminé la masse de la matière sèche (M3) des pelures et des hampes de régime de plantain Corn1, des plants de sésame, des amandes et des épicarpes de palmiers raphia, des pétioles et des inflorescences mâles sèches de palmiers à huile et les feuilles sèches de Jacinthe d'eau. La matière séchée obtenue a été incinérée à l'air libre, avec le feu de bois, jusqu'à l'obtention des cendres de couleur grise ou blanchâtre. La cendre recueillie après refroidissement a été pesée pour obtenir la masse de la cendre (M4). Pour chaque échantillon, la teneur en cendre a été calculée par le rapport entre les matières finale (M4) et initiale (M3), selon la formule ci-dessous :

$$\text{Teneur en cendre (\%)} = \frac{M_3 - M_4}{M_3} \times 100$$

Avec M3 = masse de l'échantillon sec et M4= masse de la cendre.

Taux d'extraction des filtrats de cendres

Pour chaque échantillon, la quantité de la cendre (8 kg soit M4) a été retenue après l'incinération. Après l'incinération, cette masse a été placée sur une passoire constituée de fibres recouvrant la base du pétiole du palmier à huile. La masse de cendres a été lavée avec 16 l d'eau de robinet pendant quatre (4) heures pour obtenir un filtrat. Le résidu restant de cendres sur la passoire a été pesée pour obtenir la masse de l'échantillon après filtration (M5). Le taux d'extraction a été obtenu par la relation suivante :

$$\text{Taux du filtrat (\%)} = \frac{M_4 - M_5}{M_4} \times 100$$

Avec M4 = masse de la cendre avant filtration et M5 = masse de résidu après filtration.

Masse du sel végétal

Après quatre (4) heures de filtration, le filtrat obtenu a été recueilli dans une casserole en aluminium. La masse du filtrat (M6) a été obtenue en faisant la différence entre la masse de la casserole remplie du filtrat et masse de la

casserole vide. Le filtrat a été porté à l'ébullition sur un foyer à bois pendant six (6) heures jusqu'à l'apparition des cristaux du sel végétal. Après l'élimination de l'eau restante par l'évaporation, il a été déterminé la masse des cristaux du sel végétal obtenue (M7).

Taux d'extraction des cristaux de sel à partir des filtrats de cendres des végétaux

Le taux d'extraction du sel a été obtenu en faisant le rapport entre la quantité du filtrat avant cristallisation (M6) par rapport à la quantité du sel après cristallisation (M7) selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'extraction du sel (\%)} = \frac{M6 - M7}{M6} \times 100$$

Avec M6

= masse du filtrat avant la cristallisation
et M7

= masse du sel obtenue après cristallisation.

Analyse des données

Les analyses des statistiques ont été effectuées à partir de logiciel SPSS 16.0 for Windows. Les analyses de variance (ANOVA) ont porté sur la valeur moyenne de la teneur en eau, la teneur en cendre, du taux d'extraction du filtrat des cendres, la masse du sel végétal et du taux d'extraction des cristaux du sel végétal. Après avoir vérifié la normalité des résiduels et l'homogénéité des variances, la comparaison entre les moyennes a été faite par le test de Student Newman et Keuls avec une probabilité de 5%.

RESULTATS

Teneur en eau des échantillons du matériel végétal

La teneur en eau des filtrats de cendres de huit échantillons végétaux est illustrée dans la Figure 1. Ces résultats montrent que les pelures du bananier, les plants de sésame et les hampes du bananier ont présenté les plus fortes teneurs en eau. Avec les espèces végétales, ces taux étaient de 81,25%, 80,00% et 76,08%. La

plus faible teneur en eau a été observée au niveau des inflorescences du palmier à huile (18%). Les teneurs en eau variaient entre 40,42% et 66,66% avec les épicarpes et les amandes de noix du palmier raphia, les pétioles du palmier à huile et les feuilles de la jacinthe. Les analyses statistiques de la variance ont révélé une teneur en eau significative au seuil de 5% selon le test de Student Newman et Keuls. Les analyses de variance ont mis en évidence l'existence de 7 groupes homogènes (a, b, c, d, e, f et g). La plus forte teneur en eau a été obtenue au niveau des pelures du bananier, des hampes du bananier et des plants du sésame (groupes f, g). Il a été enregistré la plus faible teneur en eau au niveau des inflorescences du palmier à huile (groupe a) (Figure 1).

Teneur en cendre des matières végétales

La Figure 2 présente la teneur en cendre de l'espèce des plantes utilisée. Il en ressort que la teneur en cendre a varié en fonction de l'espèce des plantes utilisée. Elle a été plus élevée au niveau des amandes des noix du palmier raphia, des épicarpes des noix du palmier raphia et des pétioles du palmier à huile respectivement 94,04%, 91,25% et 90,62%. Les plus faibles teneurs de 76,66 et 76,47% ont été obtenues au niveau des plants de jacinthe et des plants du sésame. Cette teneur a varié entre 80% et 87,80% au niveau des pelures et des hampes du bananier et des inflorescences du palmier à huile. Les analyses statistiques de la variance ont révélé une teneur en cendre significative au seuil de 5% selon le test de Student Newman et Keuls. Les analyses de variance ont mis en évidence l'existence de 5 groupes homogènes (a, b, c, d et e). La teneur en cendre la plus forte a été notée au niveau des amandes et des épicarpes des noix de palmier raphia ainsi que des pétioles du palmier à huile (groupes d et e). Les plus faibles teneurs ont été obtenues au niveau des plants de la jacinthe et des plants du sésame (groupe a) (Figure 2).

Taux d'extraction du filtrat de cendres

La Figure 3 illustre le taux d'extraction du filtrat de cendres. Les plus forts taux d'extraction du filtrat de cendres ont été enregistrés au niveau des amandes des noix du palmier raphia, des épicarpes des noix du palmier raphia, des pétioles du palmier à huile et des hampes du bananier. Avec ces plants, il a été noté le taux d'extraction du filtrat de cendres de 34,43%, 33,01%, 31,25% et 30,35%. Le plus faible taux d'extraction du filtrat de cendres de 13,95% a été enregistré au niveau des plants du sésame. Ces taux ont varié de 22,22% à 26,08% chez les pelures du bananier, des inflorescences du palmier à huile et des feuilles de la jacinthe. Les analyses statistiques ont montré un taux d'extraction du filtrat de cendre très significatif au seuil de 5% selon le test de Student Newman et Keuls. Les analyses de variance ont discriminé en 7 groupes homogènes (a, b, c, d, e, f et g) les espèces végétales testées. L'effet d'extraction du filtrat de cendres plus marqué a été observé avec des pétioles du palmier à huile, des hampes du bananier ainsi que des amandes et des épicarpes des noix du palmier raphia (groupes e, f et g). Le plus faible taux d'extraction du filtrat de cendre a été noté avec le plant du sésame (groupe a).

Masse du sel végétal

La masse du sel végétal la plus élevée de 1204 g a été obtenue chez le filtrat de cendres des pétioles du palmier à huile. Elle a varié entre 500 g et 700 g au niveau du filtrat de cendres des feuilles de jacinthe d'eau, de la hampe de bananier, des pelures de fruits du bananier et des inflorescences mâles du palmier à huile (Figure 4). Les plus petites masses de 150 g, 175 g et 245 g ont été notées chez les épicarpes du palmier raphia, des amandes du palmier raphia et des plants du sésame. Les analyses statistiques ont révélé un effet « espèce végétale » significatif sur la

masse du sel végétale au seuil de 5% selon le test de Student Newman et Keuls. Les analyses de variance ont mis en évidence l'existence de 8 groupes homogènes (a, b, c, d, e, f, g et h). La masse du sel végétal la plus marquée a été observée chez le filtrat de cendres des pétioles du palmier à huile (groupe h). Les plus petites masses du sel végétal ont été observées chez les épicarpes du palmier raphia, les amandes du palmier raphia et des plants du sésame (groupes a, b et c).

Taux d'extraction du sel du filtrat de cendres des cinq espèces végétales

Le taux d'extraction du sel du filtrat de cendres des cinq espèces végétales a été illustré dans la Figure 5. Les plus hauts taux d'extraction du sel végétal de 98,58%, 97,05% ; 97,81% et 97,85% ont été obtenus chez le filtrat de cendres des plants du sésame, des feuilles de jacinthe d'eau, des amandes et des épicarpes de palmiers raphia. Le plus faible taux d'extraction du sel de 91,87% a été enregistré sur le filtrat de cendres des hampes de bananier. Il a été noté le taux d'extraction du sel de 94,54%, 94,61% et 95,35% avec le filtrat de cendres des pétioles du palmier à huile, des inflorescences mâles du palmier à huile et des pelures de bananes. Les analyses statistiques ont révélé un effet « espèce végétale » significatif du taux d'extraction du sel végétal au seuil de 5% selon le test de Student Newman et Keuls. Les analyses de variance ont discriminé les espèces végétales en 5 groupes homogènes (a, b, c, d et e). Les taux d'extraction du sel les plus élevés ont été obtenus avec le filtrat de cendres des plants du sésame, des feuilles de jacinthe d'eau, des amandes et des épicarpes de palmiers raphia (groupes d et e). Le plus faible taux d'extraction a été enregistré au niveau du sel issu du filtrat de cendre des hampes de bananier (groupe a).

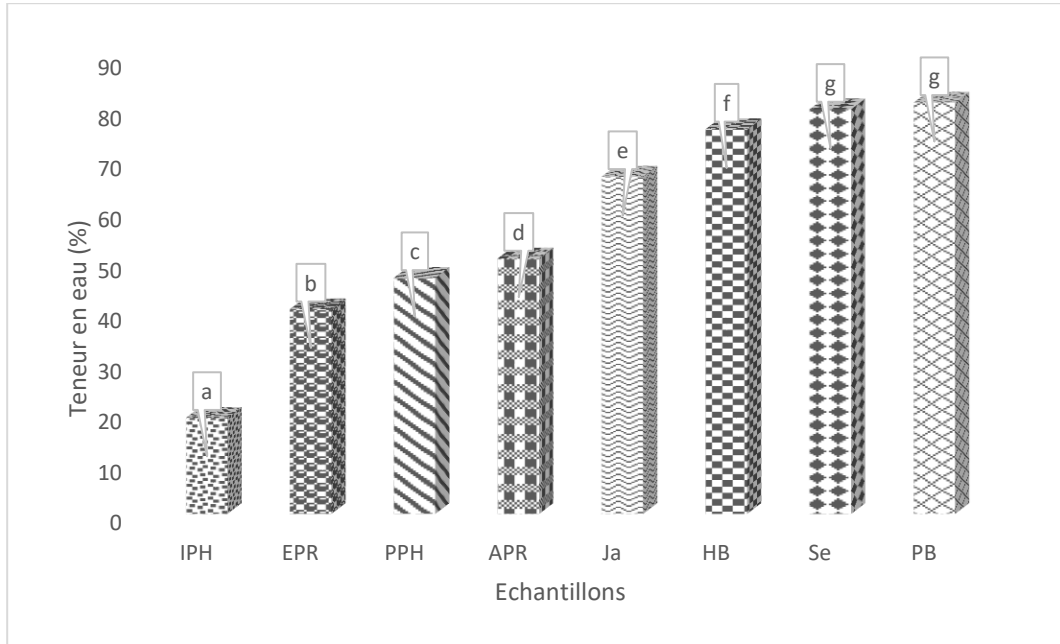


Figure 1 : Teneur en eau des cinq espèces végétales utilisées en milieu rural.

Légende : PPH= pétioles de palmier à huile, IPH= inflorescences de palmier à huile, APR= amandes de palmier raphia, EPR= épicarpe de palmier raphia, HB= hampe de bananier, PB= pelures de bananier, Se= sésame, Ja= jacinthe. Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls.

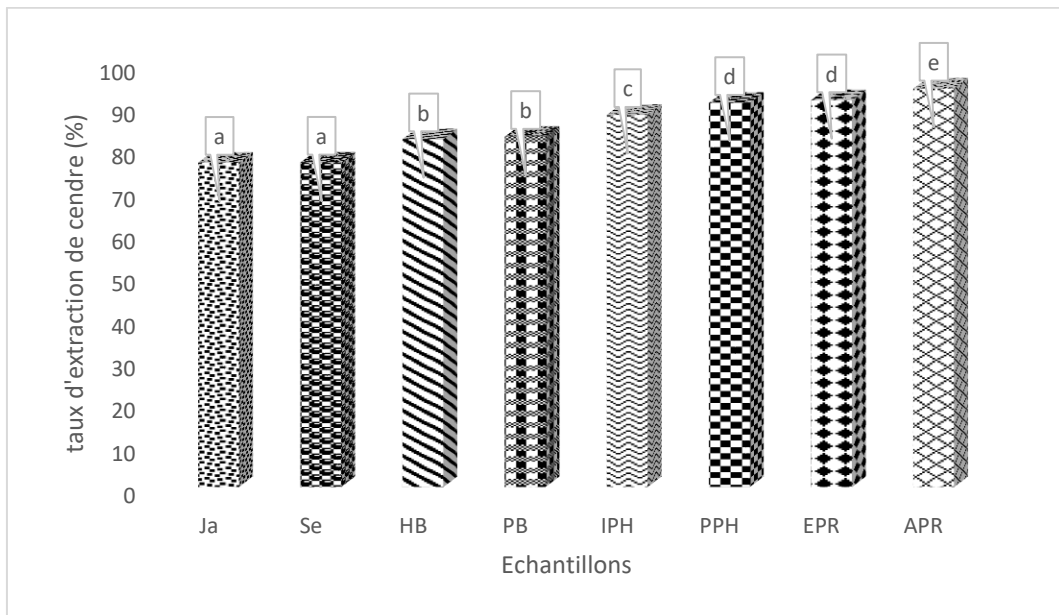


Figure 2 : Teneur en cendre des cinq espèces végétales utilisées en milieu rural.

PPH= pétioles du palmier à huile, IPH= inflorescences mâles du palmier à huile, APR= amandes des noix du palmier raphia, EPR= épicarpe des noix du palmier raphia, HB= hampe de régime du bananier, PB= pelures (peaux) de fruits du bananier, Se= plante entière du sésame, Ja= feuilles de la jacinthe d'eau douce. Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls.

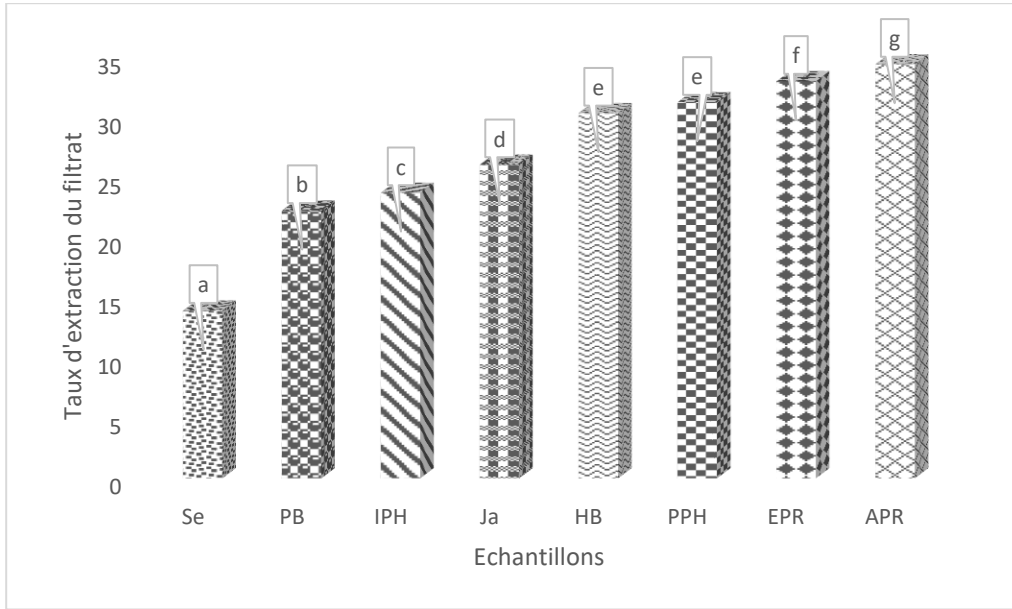


Figure 3 : Taux d'extraction du filtrat de cendres des cinq espèces végétales utilisées en milieu rural. PPH= pétioles du palmier à huile, IPH= inflorescences mâles du palmier à huile, APR= amandes des noix du palmier raphia, EPR= épicarpe des noix du palmier raphia, HB= hampe de régime du bananier, PB= pelures (peaux) de fruits du bananier, Se= plante entière du sésame, Ja= feuilles de la jacinthe d'eau douce. Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls.

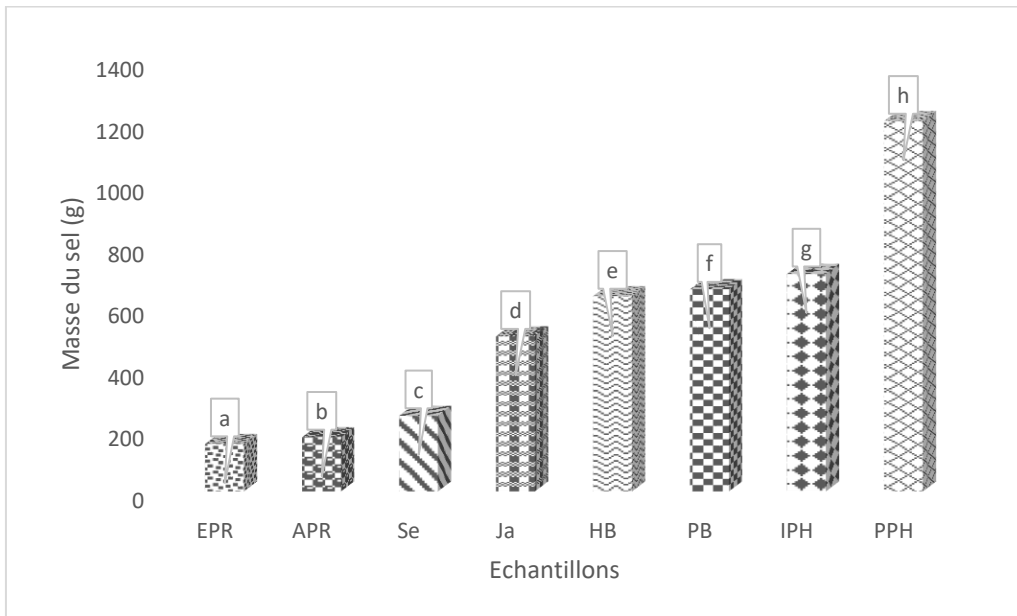


Figure 4 : Masse du sel obtenue du filtrat de cendres des cinq espèces végétales utilisées en milieu rural. PPH= pétioles du palmier à huile, IPH= inflorescences mâles du palmier à huile, APR= amandes des noix du palmier raphia, EPR= épicarpe des noix du palmier raphia, HB= hampe de régime du bananier, PB= pelures (peaux) de fruits du bananier, Se= plante entière du sésame, Ja= feuilles de la jacinthe d'eau douce. Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls.

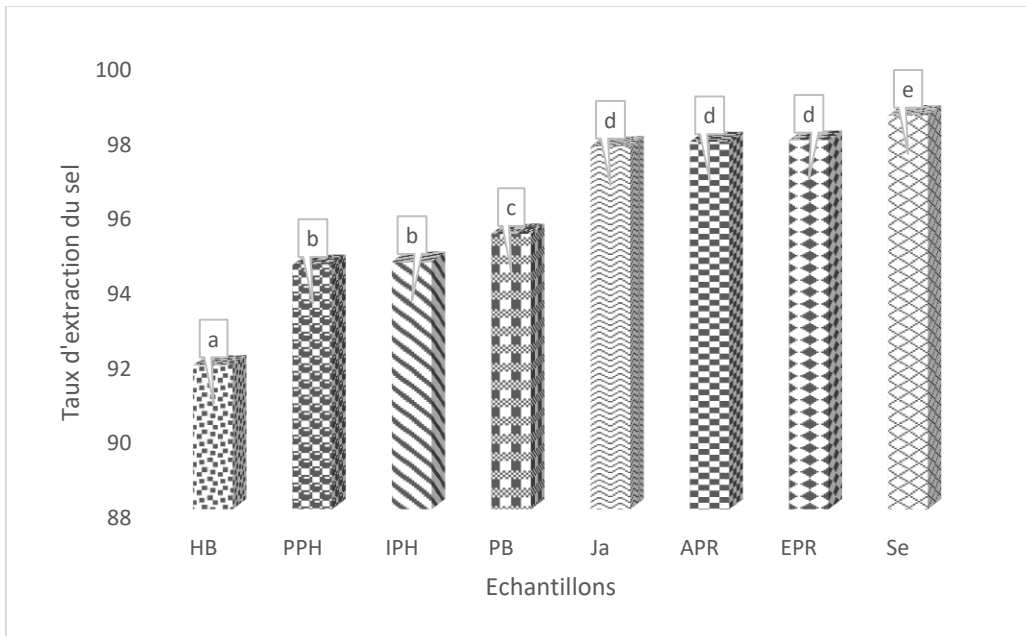


Figure 5 : Taux d'extraction du sel végétal du filtrat de cendres des cinq espèces végétales utilisées en milieu rural.

PPH= pétioles de palmier à huile, IPH= inflorescences de palmier à huile, APR= amandes de palmier raphia, EPR= épicarpe de palmier raphia, HB= hampe de bananier, PB= pelures de bananier, Se= sésame, Ja= jacinthe. Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student Newman & Keuls.

DISCUSSION

Cette étude a permis la formulation en cristaux du sel végétal issu du filtrat de cendres des cinq espèces végétales couramment utilisées au Congo. La masse du sel végétal obtenue a varié selon l'espèce végétale. Elle a été plus élevée (1204 g) chez le filtrat de cendres des pétioles du palmier à huile. Les pétioles du palmier à huile seraient indiqués à la formulation des cristaux du sel végétal. Ce matériel, par sa consistance, est facile à consumer lors de l'incinération. La masse importante du sel végétal a été aussi enregistrée sur le filtrat de cendres des hampes de régime du bananier, les pelures de fruits du bananier et des inflorescences mâles du palmier à huile. Sur les organes de ces deux espèces, il a été observé une forte masse du sel végétal comparée à celles obtenues sur le plant entier du sésame et la partie aérienne de la jacinthe. Cette masse du sel végétal s'expliquerait par la forte teneur en éléments minéraux dont le

potassium en suspension dans le filtrat de cendres. Il a été démontré les fortes teneurs en potassium dans les cendres des pétioles et des inflorescences mâles du palmier à huile ainsi que des hampes de régime et des pelures de fruits du bananier (Awah et al., 2019). Le potassium se trouvant en forte proportion dans le filtrat de cendres cristallise lorsqu'il est porté à l'ébullition sur un foyer à bois pendant six (6) heures. Ainsi, la forte masse du sel végétal d'organes des deux espèces résulterait du chlorure de potassium. Les auteurs ont prouvé que dans la plupart des sels extraits des végétaux sont riches en chlorure de potassium et pauvres en chlorure de sodium (Dassou et al., 2010 ; Cassen, 2013). Dans cette étude, le filtrat de cendres des pétioles du palmier à huile a présenté un rendement en sel végétal relativement faible (1204 g du sel pour 8kg de cendres) comparé à celui obtenu par Moursalou et al. (2021). Cette différence serait due à l'utilisation de la branche composé du pétiole,

du rachis et folioles du palmier à huile. En revanche, il a été noté la faible masse du sel végétal résultant des amandes et épicarpes des noix du palmier raphia. La faible masse serait due à la faible concentration en chlorure de potassium dans le filtrat de cendre des amandes et épicarpes des noix du palmier raphia.

Par ailleurs, il a été noté les faibles taux d'extraction du sel sur les organes du palmier à huile et du bananier. En effet, quand la masse du sel végétal augmente après cristallisation, le taux d'extraction du sel diminue. Avant la cristallisation, la forte masse du filtrat de cendres correspond à la teneur des solutés ou sels en suspension. Ce filtrat nécessiterait un faible taux d'extraction afin d'obtenir une masse du sel végétal. Le taux d'extraction de plus 97% est requis pour obtenir une masse suffisante du sel végétal sur le filtrat de cendres de la plante entière de sésame et la partie aérienne de la jacinthe d'eau douce ainsi que des amandes et des épicarpes des noix du palmier raphia. Le filtrat de ces cendres contiendrait une faible teneur en solutés qui se transformeront en sel à la cristallisation.

La cendre des amandes et des épicarpes de noix du palmier raphia ont été plus solubles. Avec ces organes, il a été observé le taux d'extraction du filtrat supérieur à 33%. Les amandes et les épicarpes de noix du palmier raphia sont riches en lipides et protéines (Limingui et al., 2021). Cette nature lipidique faciliterait l'altération des matières organiques en résidus inorganiques à l'incinération. La teneur de cendres obtenue améliorerait le taux d'extraction du filtrat. Il existerait un lien étroit entre la teneur en cendres et le taux d'extraction du filtrat. Avec les amandes et les épicarpes de noix du palmier raphia, il a été noté une forte teneur en cendres. Le fort taux d'extraction du filtrat a été aussi enregistré avec les pétioles du palmier à huile et des hampes de régime du bananier. Les organes des deux espèces ont présenté une forte teneur en cendres. En revanche, le taux d'extraction de 34,45% chez les amandes de noix du palmier raphia a été faible comparé à 59,03% et 87,59% enregistré par Awah-Lekaka et al. (2020) avec les pelures de bananier et des plants de sésame. La différence expliquerait par la nature des

organes utilisés. Ce faible taux serait dû par la nature de la passoire utilisée, constituée de fibres recouvrant la base du pétiole du palmier à huile pour extraire le filtrat de cendres, qui réduirait le passage total du filtrat.

Pour la hampe du régime et des pelures de bananier, la forte teneur en eau n'alterne pas la masse du sel végétal obtenue. Ces organes imbibés d'eau sont aptes à une bonne déshydratation durant le séchage. La perte d'eau faciliterait leur incinération pour générer des fortes teneurs en cendres. Cependant, la forte teneur en eau de plants de jacinthe d'eau douce et de sésame pourrait affecter la masse en sel végétal. Avec ces plantes entières, il a été noté une masse du sel de 503,67g pour la jacinthe et 245,67g pour le sésame.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer que les résidus de cinq espèces des plantes à faible valeur commerciale contiennent du sel qualifié de sel végétal. Ce sel végétal est couramment utilisé comme condiment en cuisson des légumes feuilles verts. La masse la plus importante des cristaux de sel végétal est obtenue au niveau des pétioles de palmiers à huile. En revanche, les plus forts taux d'extraction du sel végétal des filtrats de cendres des végétaux ont été obtenus au niveau des plants de sésame, des amandes et des épicarpes des noix de *Raphia*. Il reste dans les travaux futurs, à évaluer les effets du sel des filtrats de cendres des végétaux sur la préservation de la chlorophylle dans les légumes feuilles après cuisson, l'activité antimicrobiens, la toxicité aiguë ainsi que de déterminer leur composition physico-chimique.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Att a conçu le projet de recherche et corrigé le manuscrit. JM a exécuté ce projet et rédigé le manuscrit. ABG a manipulé au laboratoire sous la supervision de JNNAL.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la communauté des femmes de Mossaka et Bonga, impliquée dans la fabrication de cristaux du sel à partir des extraits des résidus végétaux, pour les échanges et le partage de connaissances et d'expériences.

REFERENCES

- Agence Française de Sécurité des Aliments. 2001. Les minéraux et oligo-éléments. 44.p.
- Agence Française de Sécurité des Aliments. 2004. Rapport du groupe de travail sur le sel. 83 p.
- Amegah KA.1988. Moutarde traditionnelle de Néré "Afiti" cube alimentaire. Mémoire d'ingénieur d'ESTBA. Université du Bénin. 14 p.
- Ameyran K, Bilabina I, Melila M, Doh AN, Tchaou M, Kpemissi M, Banadaro F, Maba D, Lamboni C, Osseyi E, Doh A. 2014. Valorisation de quelques sels végétaux fabriqués traditionnellement au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8**(4): 1481-1492. DOI: <https://dex.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.11>.
- Awah-Lekaka NNJ, Mpika J, Moyen R, Okiémy-Akéli MG, Attibayéba. 2019. Elementary composition of ashes from three plants used as a condiment in the Republic of Congo. *Research Journal of Chemical Science*, **9**(4): 1-10.
- Awah-Lekaka NNJ, Mpika J, Moyen R, Okiémy-Akéli MG, Attibayéba. 2020. Effet des cinq filtrats de cendre utilisés comme condiment en cuisine congolaise sur la préservation de la chlorophylle dans les légumes feuilles après cuisson. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **43**(2): 7441-7451. DOI: <https://dex.doi.org/10.35759/janmpisci.v43-2.4>.
- Awah-Lekaka NNJ, Mpika J, Okiémy-Akéli MG, Attibayéba. 2016. Effets de la potasse de la hampe du régime de plantain Corn1 (*Musa esculenta*) sur la préservation de la chlorophylle des légumes verts après cuisson : cas des feuilles de manioc. *Journal of Applied Biosciences*, **102**(1): 9777-9783. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v102i1.13>.
- Cassen S, Weller O.2013. Idées et faits relatifs à la production des sels marins et terrestre en Europe, du VIe au IIIe millénaire. *Setùbal Arqueologica*, **14** : 255-304.
- Charbotel B, Normand J-C, Bergere A. 2007. Cancers professionnels. *EMC-Pathologie Professionnelle et de l'Environnement*, **2**(4): 1-8. [https://doi.org/10.1016/s1155-1925\(7\)71843-8](https://doi.org/10.1016/s1155-1925(7)71843-8).
- Croft JR, Leach DN. 1985. New Guinea salt fern (*Aspknirun acrobryum*) identity distribution and chemical composition of its salt. *Econ. Bot.*, **39**(2): 139-149.
- Dahl K.1960. Possible role of salt intake in the development of essential hypertention. In *Essential Hypertention*, Bock KD, Cottier PT (eds). Springer-Verlag: Berlin. 53p.
- Dassou J, Kpoclou, YE, Ballogou VY, Ouikoun G. 2010. Amélioration des procédés traditionnels de production de sel alimentaire (NaCl) par l'utilisation d'un distillateur solaire d'eau de mer. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 6711.
- Doh A. 2010. Préparation et composition chimique des sels végétaux iodés. Mémoire de DEA de Biochimie/Nutrition, Université de Lomé, p.28-33.
- Kuhnlein H. 1980. The trace element content of indigenous salts compared with commercially refined substitutes. *Ecol. Food Nutr.*, **10**: 113-121.
- Lemonnier P. 1984. Production du sel végétal chez les Anga. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et Botanique*, pp.71-126.
- Limingui PCP, Lebonguy AA, Goma-Tchimbakala J, Lembella BAE, Bokamba MM, Diatewa M. 2021. Caractérisation alimentaire et valeur nutritionnelle des pulpes fermentés du fruit du palmier raffia « PANDE », un aliment fermenté du Congo-Brazzaville. *European Journal of Scientific Research*, **158** (3): 230 - 247
- Mccarron DA, Morris CD, Henry HJ, Stanton JL.1984. Blood pressure and nutrient

- intake in the United States. *Science*, **22**(4): 1392-1398.
- Miller JJ, Mcbean L. 2001. The importance of meeting calcium needs with foods. *J. Am. Coll. Nutr.*, **20**: 168-185.
- Mollah, M. 1968. *Le Rôle du Sel dans l'Histoire*. PUF : Paris ; 334 p.
- Moursalou K, Sanonka T, Koffi AD, Gado T. 2021. Extraction et caractérisation physico-chimique d'un sel végétal à partir de la cendre du palmier à huile du Nord du Togo. *European Scientific Journal*. **17**(43): 102-115. DOI: <http://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n43> p102.
- OMS. 2006. Réduire les apports en sel au niveau des populations rapport du forum et de la réunion technique OMS, Paris, France, 5-7. P
- OMS. 2013. Nouvelles orientations de l'OMS sur le sel et le potassium dans l'alimentation.
- Outtara S.1989. Guerre des assaisonnements. Quand la moutarde traditionnelle rebiffe...les cubes alimentaires tremblent dans leurs sachets multicolores. Mémoire de GEE/ESTBA. Université de Lomé. N° 52, p. 18-21.
- Pascal L.2002. Salt: good and bad effects.p.1-5 www.chirosystem.com consulté le 21 Août 2023.
- Porteres R.1950. Les sels alimentaires, cendres d'origine végétale. Lowland Papua. *Econ. Bot*, **41**(1) : 55-59.
- Porteres R.1957. Le sel culinaire et les cendres de plantes en dehors de l'Afrique. *JATBA*, **4**(3): 157-158.
- Roussel A, Hininger-Favier I. 2009. Eléments-trace essentiels en nutrition humaine : chrome, sélénium, zinc et fer. *EMC-Endocrinologie-Nutrition*, **20**(2): 1-16. DOI: [http://doi.org/10.1016/s1155-1941\(9\)49501-5](http://doi.org/10.1016/s1155-1941(9)49501-5).