

Numéro spécial Mars 2025

ISSN 2960-1606

RAVSE

Revue d'Analyse des Vulnérabilités
Socio-Environnementales

NUMERO SPECIAL SECURITE ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE



Revue de Géographie du
LAVSE

<https://revue.lavse.org/>

PUBLIÉ PAR LE DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE DE L'UNIVERSITÉ ALASSANE OUATTARA

RAVSE

*Revue de Géographie du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales, publiée par le Département de Géographie de l'Université
Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire*

INDEXATION

Scientific Journal Impact Factor (SJIF)

<https://sjifactor.com/passport.php?id=23819>

Impact Factor : 5,333 (2025)



PROGRAMME THEMATIQUE
DE RECHERCHE SECURITE
ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE

1^{ère} édition
du COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL
DU PTR-SAN DU CAMES
Co-NUTRISA 1



21 - 23 OCTOBRE
2 0 2 4



UNIVERSITÉ FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY
ABIDJAN (CÔTE D'IVOIRE)



Merci à nos partenaires !

Avant-propos

Les douze Programmes thématiques de Recherche du CAMES (PTRC) ont été créés à la 30e session du Conseil des Ministres du CAMES, tenue à Cotonou au Bénin, en 2013. Ces programmes visent l'atteinte des objectifs de soutien et de valorisation des fruits de la recherche et l'innovation à travers le développement des synergies, des partenariats et des programmes innovants. Parmi les douze PTRC figure le Programme thématique de Recherche Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PTR-SAN).

Les activités du PTR-SAN sont conduites par un Bureau de Coordination assisté par les Points- Focaux Pays, les Responsables de Réseaux Thématique et des Conseillers avec pour principal objectif d'apporter une contribution significative à l'atteinte de la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans l'espace CAMES. Ces activités suivent une ligne directrice ambitieuse dressée dans un Plan d'actions stratégiques de développement décliné en six orientations stratégiques validé en 2020 et mis à jour en 2024.

Le PTR-SAN regroupe des enseignants-chercheurs, chercheurs et doctorants travaillant sur des thématiques en lien avec la production alimentaire, la sécurité alimentaire et/ou la nutrition humaine. A ce jour, plus de 600 personnes des pays de l'espace CAMES ont intégré le PTR-SAN. Chacune de ces personnes constitue une valeur ajoutée en termes de proposition de solution pour les grands défis de l'Afrique en sécurité alimentaire et nutritionnelle mais aussi en termes de compréhension des causes des problèmes. Il est donc nécessaire d'avoir des tribunes d'échange et de partage d'expérience. Dans un premier temps, le PTR-SAN s'est servi exclusivement des Journées Scientifiques du CAMES comme tribune d'échanges, de présentation de résultats et d'innovation mais depuis 2020, le PTR-SAN a institué des visioconférences bimestrielles au cours desquels différents membres présentent leurs travaux suivis d'échanges constructifs.

Fort d'un dynamisme concret marqué par l'engouement des membres et des organisations partenaires, le PTR-SAN a organisé la première édition du Colloque Scientifique International du PTR-SAN du CAMES (Co-NUTRISA-1) avec l'accord du Secrétariat Général du CAMES. Ce colloque qui a eu lieu du 21 au 23 Octobre 2024 à l'Université Félix Houphouët-Boigny en Côte d'Ivoire avait pour thème « *Durabilité des systèmes alimentaires et promotion des ressources alimentaires locales pour la résilience des ménages en Afrique* ». Le Co-NUTRISA-1 avait pour objectif de promouvoir les systèmes alimentaires durables et les ressources alimentaires locales pour améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle et contribuer à la résilience des ménages africains. Plus spécifiquement le colloque visait à :

- Renforcer la visibilité des résultats de recherche et d'innovations sur les systèmes alimentaires durables et les ressources alimentaires locales en vue de leur capitalisation ;
- Partager les expériences et les bonnes pratiques en matière de recherche et d'innovation dans le domaine des Sciences des Aliments et Nutrition, entre les doctorants, les chercheurs et les enseignants-chercheurs et les innovateurs de l'espace CAMES ;
- Capitaliser des connaissances sur les systèmes alimentaires durables ;
- Identifier les opportunités et les lignes directrices devant guider les prochaines actions de recherche ou d'interventions visant à assurer la durabilité des systèmes alimentaires et une meilleure résilience des ménages africains ;
- Renforcer l'intégration sous-régionale en faveur de la recherche et de l'innovation en SAN.

Le Co-NUTRISA-1 a été parrainé par Monsieur le Président du Conseil Economique Social, Environnemental et Culturel de la Côte d'Ivoire (Monsieur Eugène AKA AOUÉLÉ) et Monsieur le Ministre d'Etat, Ministre de l'Agriculture et du Développement Rural de la Côte d'Ivoire (Monsieur Kobenan Kouassi ADJOUMANI). Ce livre présente une compilation des résumés de communications réalisées lors du Co-NUTRISA-1.

C'est l'occasion d'exprimer mes vifs remerciements au haut parrain du colloque, Monsieur le Président du Conseil Economique Social, Environnemental et Culturel de la Côte d'Ivoire ainsi qu'au parrain, Monsieur le Ministre d'Etat, Ministre de l'Agriculture et du Développement Rural de la Côte d'Ivoire et à Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS) et au Comité de Direction de l'Université Félix Houphouët-Boigny pour leur soutien depuis la préparation de l'événement et durant le colloque.

Nos remerciements vont également au Secrétariat Général du CAMES, à la Présidence de l'Université Félix Houphouët-Boigny et à l'Académie des Sciences des Arts, des Cultures d'Afrique et des Diasporas Africaines ainsi qu'au Centre National de Recherche Agronomique de Côte d'Ivoire pour leurs appuis multiformes.

A toutes les organisations partenaires du PTR-SAN, à savoir, les autres PTR du CAMES, les entreprises partenaires et les ONG, nous exprimons notre chaleureuse gratitude.

Professeure ASSA Rebecca Epse YAO

**Coordonnatrice du PTR-SAN
Présidente du Comité de pilotage du Co-NUTRISA-1**

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Directeur

Joseph P. ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Narcisse Bonaventure ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO

Secrétariat administratif et technique

- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Guy Roger Yoboué KOFFI**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Edouard Zadi ZOGBO**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Pierre Anvo AYEMOU**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Senguen KOUAKOU**, Assistant, Informaticien, à l'UAO
- **Adeline Olga BRISSY**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Enoc One GUEDE**, Maître-Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **DJAKO Arsène**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GUEDEGBE Odile DOSSOU**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **HECTHELI Follygan**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA Padabô**, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **BLE Celestin**, Directeur de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **ASSA Rebecca Rachel A.**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOUPKESSI Tchaa**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **MÉDIEBOU Chindji**, Maître de Conférences Université de Yaoundé (Caméroun)
- **FANGNON Bernard**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **YABI Ibouraima**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

- **ABOUDOU** Ramanou Y. M. A., Professeur Titulaire, Université de Parakou (Bénin)
- **KOUMI** Rachelle, Maître de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **BARIMA** Yao Sabas, Professeur Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **CHEIKH** Samba Wade, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger (Sénégal)
- **PAPA** Sakho, Maître de Conférences, Cheikh Anta Diop (Sénégal)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Maître de Conférences, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **AMOUZOU Sabiba Kou'santa**, Professeur Titulaire, Université de Kara, Togo
- **TIDJANI Abdelsalam**, Professeur Titulaire, Université de N'Djamena, Tchad
- **ANIN ATCHIBRI Louise**, Professeur Titulaire, Université Nangui ABROGOUA, Côte d'Ivoire
- **LEPENGUE Nicaise**, Professeur Titulaire, Université de Sciences et Techniques de Masuku (USTM), Gabon
- **SORO Dognimeton**, Professeur Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé Côte d'Ivoire
- **KOUADIO Irène**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny Côte d'Ivoire
- **DADIE Thomas**, Professeur Titulaire, Université Nangui ABROGOUA, Côte d'Ivoire
- **AMANI Georges**, Professeur Titulaire, Université Nangui ABROGOUA, Côte d'Ivoire
- **EDIA OI EDIA**, Professeur Titulaire, PTR Biodiversité, CAMES, Côte d'Ivoire
- **BELEM Mamounata**, Directeur de Recherche, PTR Changements Climatiques, CAMES, Burkina Faso
- **AKE Séverin**, Professeur Titulaire, Académie des Sciences des Arts, des Cultures d'Afrique et des Diasporas Africaines, Côte d'Ivoire
- **KOFFI Ernest**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **ENZONGA Yoca Saturnin**, Maître de Conférences, Université Marien Ngouabi, R. Congo
- **N'GUETTA Assanvo Simon-Pierre**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **SANOGO Youssouf**, Professeur Titulaire, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB / Mali), Mali
- **SAMAKE Fassé**, Professeur Titulaire, Université des Sciences, des Techniques

et des Technologies de Bamako USTTB / Mali) Mali

- **TOUGAN Ulbad Polycarpe**, Maître de Conférences , Université de Parakou Bénin
- **PITA Justin** Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire
- **CHERIF Mamadou**, Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **DIOUF Adama**, Maître de Conférences, Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal
- **KONAN Konan Jean-Louis**, Maître de Recherche, Centre National de Recherche Agronomique Côte d'Ivoire
- **ALLOU Kouassi**, Maître de Recherche, Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire
- **BOMISSO Lezin Edson**, Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **CAMARA Brahma**, Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **SOUHO Tiatou**, Maître de Conférences, Université de Kara, Togo
- **COMPAORE W. R. Ella Michele**, Maître de Conférences, Université Joseph Ki Zerbo, Burkina Faso
- **GROGA Noel**, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé Côte d'Ivoire

EDITORIAL

L'analyse de la vulnérabilité vise à comprendre les conditions et les expressions d'exposition néfaste aux catastrophes naturelles et aux crises dans le but de réduire leurs conséquences sur les populations, les territoires et les activités. La nécessité d'une approche géographique s'impose comme une réponse à la complexité de l'objet d'étude que constitue la vulnérabilité. La création de RAVSE résulte de l'engagement scientifique du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-environnementales logé à l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RAVSE est une revue spécialisée de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences mises en place par les sociétés dans un contexte de développement durable. Elle maintient sa ferme volonté de réunir les contributions venant d'horizon divers qui donnent à la vulnérabilité socio-environnementale son épaisseur géographique. Ce support de publication scientifique vient donc renforcer la visibilité des résultats des travaux de recherche menés sur les vulnérabilités socio-environnementales en géographie et les sciences connexes. RAVSE est au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent à l'analyse des vulnérabilités socio-environnementales. A cet effet, RAVSE accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées aux facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences.

Secrétariat de rédaction

COMITE DE LECTURE

- **ASSI-KAUDJHIS** Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GUEDEGBE** Odile DOSSOU, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KOUAME** Déhedé Paul, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **MAFOU** Kouassi Combo, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **N'GUESSAN** Kouassi Guillaume, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **KOFFI** Yéboué Stéphane Koissy, Maître de Conférences, Université Péleforo Gon Coulibaly (Côte d'Ivoire)
- **DJAH** Armand Josué, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **KOUASSI** Kouamé Sylvestre, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Maître de Conférences, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ADAYE Akoua Assunta**, Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **SQUARE Mamadou Lamarana**, Maître de Conférences, ISSMV de Dalaba Guinée
- **DOUÉ Ginette Gladys**, Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
- **KONATE Adama**, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali
- **KONAN Brou Roger**, Université Nangui ABROGOUA, Côte d'Ivoire

AVIS AUX AUTEURS

La Revue d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales (RAVSE), Revue de Géographie du LAVSE (Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementale) diffuse de travaux originaux de géographie qui relèvent du domaine des «Sciences de l'homme et de la société». Elle publie des articles originaux, rédigés en français, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Les normes qui suivent sont conformes à celles adoptées par le Comité Technique Spécialisé(CTS) de Lettres et sciences humaines / CAMES (cf. dispositions de la 38e session des consultations des CCI, tenue à Bamako du 11 au 20 juillet 2016).

1- Manuscrit

Les textes à soumettre devront respecter les conditions de formes suivantes :

- le texte doit être transmis au format document doc (word 97-2003);
- il devra comprendre un maximum de 60.000 signes (espaces compris), interligne 1,5, police de caractères Times New Roman 12 ;
- insérer la pagination et ne pas insérer d'information autre que le numéro de page dans le pied de page ;
- les figures et les tableaux doivent être intégrés au texte et présentés avec des marges d'au moins six centimètres à droite et à gauche. Les caractères dans ces figures et tableaux doivent aussi être en Times 12. Les titres des illustrations (carte, tableaux, figures, photographies) doivent être mentionnés ;
- Le comité de rédaction demande aux auteurs de préciser sur la première page :
 - Le titre du texte,
 - Pour chaque auteur, une notice comprenant :
 - les nom et prénoms,
 - le grade
 - le rattachement institutionnel,
 - l'adresse électronique,
 - Un résumé en un seul paragraphe de 1000 signes (espaces compris) maximum, qui devra être différent du premier paragraphe du texte. Il doit notamment énoncer l'objectif poursuivi par l'auteur.
 - Proposer six mots clés.
 - Proposer le texte lui-même.

NB : le résumé doit être traduit en anglais ainsi que les mots clés.

Le manuscrit doit respecter la structuration suivante : Introduction, Méthodologie, Résultats (analyse des Résultats), Discussion, Conclusion, Références bibliographiques (s'il s'agit d'une recherche expérimentale ou empirique).

Les notes infrapaginales, si elles existent, doivent être numérotées en chiffres arabes, rédigées en taille 10 (Times New Roman). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Ecrire les noms scientifiques et les mots empruntés à

d'autres langues que celle de l'article en italique (*Solanum lycopersicum*).

Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction, de la conclusion, de la bibliographie, doivent être titrées, et numérotées par des chiffres (exemples : 1. ; 1.1. ; 1.2. ; 2. ; 2.2. ; 2.2.1 ; 2.2.2. ; 3. ; etc.). Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :

1. Premier niveau, premier titre (Times 12 gras)

1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)

1.2.1. Troisième niveau (Times 12 italique sans le gras)

Les illustrations

Les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré). La source (centrée) est indiquée au-dessous de l'élément d'illustration (Taille 10). Ces éléments d'illustration doivent être : **i.** annoncés, **ii.** Insérés, **iii.** Commentés dans le corps du texte.

La présentation des illustrations : figures, cartes, graphiques, etc. doit respecter le miroir de la revue. Ces documents doivent porter la mention de la source, de l'année et de l'échelle (pour les cartes).

2- Notes et références

2.1. Les passages cités sont présentés entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point.

2.2. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit :

- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées (T. K. YEBOUE, 2017, p. 18);
- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées).

Exemples:

En effet, l'objectif poursuivi par K. Kouassi (2012, p. 35), est «une meilleure appréhension des enjeux de la problématique de l'insalubrité dans l'espace urbain en général et à Adjamé (...)»

2.3. Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en continue et présentées en bas de page.

2.4. Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Titre, Lieu de publication, Editeur, pages (p.) **pour les articles et les chapitres d'ouvrage.**

Le titre d'un article est présenté entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/ volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition

(ex: 2^{nde} éd.).

2.5. Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Par exemple:

Références bibliographiques

AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, L'Harmattan, Paris, 345 p.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, PUF, Paris, 368 p.

DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, «Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre», *Diogène*, 202, p. 145-151.

DIAKITE Sidiki, 1985, *Violence technologique et développement. La question africaine du développement*, L'Harmattan, Paris, 153p.

LAVIGNE DELVILLE Philippe, 1991, Migration et structuration associative : enjeux dans la moyenne vallée. In : *La vallée du fleuve Sénégal : évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements*, Karthala, Paris, p. 117-139.

SEIGNEBOS Christian, 2006, Perception du développement par les experts et les paysans au nord du Cameroun. In : *Environnement et mobilités géographiques*, Actes du séminaire, PRODIG, Paris, p. 11-25.

SOKEMAWU Koudzo, 2012, « Le marché aux fétiches : un lieu touristique au cœur de la ville de Lomé au Togo », In : *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, Série « Lettre et sciences humaines », Série B, Volume 14, Numéro 2, Université de Lomé, Lomé, p. 11-25.

Pour les travaux en ligne ajouter l'adresse électronique (URL).

3. Nota bene

3.1. Le non-respect des normes éditoriales entraîne le rejet d'un projet d'article.

3.2. Tous les prénoms des auteurs doivent être entièrement écrits dans la bibliographie.

3.3. Pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p. 2-45, par exemple et non pp. 2-45.

3.4. En cas de co-publication, citer tous les co-auteurs.

3.5. Eviter de faire des retraits au moment de débiter les paragraphes, observer plutôt un espace.

3.6. Plan: Introduction (Problématique, Hypothèse), Méthodologie (Approche), Résultats (analyse des résultats), Discussion, Conclusion, Références Bibliographiques

Résumé: dans le résumé, l'auteur fera apparaître le contexte, l'objectif, faire une esquisse de la méthode et des résultats obtenus. Traduire le résumé en Anglais (**y compris le titre de l'article**)

Introduction: doit présenter le contexte, la situation problématique, le problème, les questions de recherche, les objectifs de recherche et si possible les hypothèses.

Outils et méthodes: (Méthodologie/Approche), l'auteur expose uniquement ce qui est outils et méthodes.

Résultats: l'auteur expose ses résultats, qui sont issus de la méthodologie annoncée dans **Outils et méthodes** (pas les résultats d'autres chercheurs). L'Analyse des résultats traduit l'explication de la relation entre les différentes variables objet de l'article; le point "R" présente le résultat issu de l'élaboration (traitement) de l'information sur les variables.

Discussion: la discussion est placée avant la conclusion ; la conclusion devra alors être courte. Dans cette discussion, confronter les résultats de votre étude avec ceux des travaux antérieurs, pour dégager différences et similitudes, dans le sens d'une validation scientifique de vos résultats. La discussion est le lieu où le contributeur dit ce qu'il pense des résultats obtenus, il discute les résultats ; c'est une partie importante qui peut occuper jusqu'à plus deux pages.

Le Rédacteur en chef

Sommaire

GOUNOU N'GOBI Bakassidi, TOUGAN Polycarpe Ulbad <i>Pratiques de la traction animale en agriculture au nord-Benin : caractéristiques et destination des bovins de trait</i>	18
SALE Léïla, TOUGAN Polycarpe Ulbad <i>Facteurs de variation de la sécurité microbiologique et de la qualité sanitaire du lait de vache et des produits laitiers</i>	43
TOUGAN Polycarpe Ulbad, DAGA K Esther <i>Typologie des systèmes d'assurance qualité et défis de l'implémentation des normes iso 22000 et iso 9001 dans la restauration scolaire et universitaire au nord bénin</i>	63
GANI Ostella, TOUGAN Polycarpe Ulbad, CHABI Christophe <i>Caractéristiques physico-chimiques du haricot mungo produit au Benin et qualité nutritionnelle et sensorielle de la farine infantile dérivée</i>	87
AKPO Yeba Olayemi Florence, TOUGAN Polycarpe Ulbad <i>Déterminants de la cynophagie et risques sanitaires associés à la consommation de la viande canine dans le nord-Benin</i>	101
TOHOZIN Rogatien, TOUGAN Polycarpe Ulbad, BAKO Nadjibath, HONGBETE Franck, IMOROU TOKO Ibrahim <i>Inventaire des principales ressources alimentaires non conventionnelles consommées au nord-bénin et leurs formes d'exploitation</i>	120
MOUKIAMA BIANGOU Gaude Simplicie, ONGOUYA MOUEKOUBA Liana, Dalcantara Epse MAKANGA, MAKOUNDOU Alaric, MPIKA Joseph, ATTIBAYEBA, <i>Composition phénolique des tubercules locaux d'igname produits dans les conditions pédoclimatiques de Brazzaville)</i>	144
DIALLO Koffi, YOBOUET Béhibolo, KOKORE Angoua Bodouin, SORO Yoh Ramatou, SORO Doudjo, ASSIDJO Nogbou Emmanuel <i>Comportements alimentaires et état nutritionnel des élèves du second cycle du lycée moderne de Koumassi (Côte d'Ivoire)</i>	162

GAMBOU BAKALA Armani, AWAH-LEKAKA NIEBI Nelly Josiane, MPIKA Joseph, ATTIBAYEBA <i>Chemical composition of some vegetable salts used as condiments in the republic of Congo</i>	177
OGOOU Assia Arthur <i>Ressources alimentaires locales valorisées dans la prévention contre le paludisme par la communauté Dida</i>	192
EHOUMAN Ano Guy Serge, HAMPOH Adé Hortense, EHUI Edi Jean Fréjus, ANGAMAN Djédoux Maxime, TRAORE Karim Sory <i>Contamination des denrées alimentaires par les mycotoxines : cas de la zearalenone dans les bouillies de mil et de maïs consommé dans la ville de Daloa, cote d'ivoire</i>	207
KOUAKOU Kouamé Abdoulaye <i>Étude des déterminants de l'insécurité alimentaire dans la région du Bounkani (nord-est de la côte d'ivoire)</i>	215
GNANDA Bila Isidore, SANOU Sita, KABORE Michel, KONDOMBO Jean, KIEMA André <i>Production et valorisation des fourrages de variétés améliorées à hautes valeurs nutritives dans l'embouche ovine dans la commune de Korsimoro, Burkina Faso</i>	232
ADEPO Yapo Prosper, KOFFI Kouadio Ernest <i>Effets galactogogues de deux légumes feuilles annuels <i>euphorbia hirta</i> et <i>manihot esculenta</i> de type doux chez les rats femelles adultes de souches wistar</i>	253
SAMAKE Salimatou, KONATE Adama, BAGAYOGO Mamadou Wéléba, FANE Rokiatou, DIARRA Ousmane, FOFANA Aminata, DEMBELE Nanourou, DAO Sognan, TOGOLA Mariam, SANOGO Youssouf, SAMAKE Fassé <i>Contrôle de la qualité physico-chimique des eaux minérales en sachets plastiques analysées en mars 2023 au laboratoire national de la santé de Bamako, Mali</i>	264
SIDIBE Seydou, KONATE Adama, CISSE Sékou Mouhamadou, TRAORE Kadia, COULIBALY Moussa Bakary, TRAORE Diakaridia <i>Effets de la paille de sorgho et de la fane de niébé à double usage en association avec le bounafama sur les performances zootechniques des béliers djallonké à la station de sotuba</i>	276
TA Bi Irié Honoré, DOH Koffi Stéphane, ASSA Rebecca Epse YAO <i>Diversité floristique et valeur alimentaire de la forêt sacrée de Zadepleu, Man (Côte d'Ivoire)</i>	291

TANON Essigan Fabrice Trésor, COULIBALY Safiatou, ABOUA Benié Rose Danielle, YAO Stanislas Sylvain, GUEI Ange Marie Lydie, KOUAMENAN N'zebo Moïse, ATSE Boua Celestin, <i>Étude comparative de l'effet des aliments locaux sur la croissance des alevins de oreochromis niloticus souche brésil dans la région du sud-est de la côte d'ivoire</i>	310
KONAN Amoin Georgette, ABOLY Houphouët Anne Bénédicte, DAO Dotiegué, ASSA Rebecca Epse YAO <i>Consommation des fast-foods par les jeunes de la ville d'Abidjan : cas des communes de Cocody et de Yopougon</i>	326
EFFO Kra Gabin, <i>Les contraintes de l'agriculture urbaine en Côte d'Ivoire : cas du district autonome d'Abidjan</i>	339

CHEMICAL COMPOSITION OF SOME VEGETABLE SALTS USED AS CONDIMENTS IN THE REPUBLIC OF CONGO

***GAMBOU BAKALA Armani,**

***AWAH-LEKAKA NIEBI Nelly Josiane,**

***MPIKA Joseph,**

***ATTIBAYEBA**

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

E-mail: jmpika@yahoo.fr

ABSTRACT

Vegetable salt is considered to be an ingredient that improves the taste of food and preserves the green colour of leafy vegetables after cooking. However, its mineralogical composition remains little known for the science. The aim of the study was to determine the chemical composition of vegetable salts used as cooking condiments in the Congo. Ash from plantain peels, raffia palm kernels, oil palm bunches, sesame and water hyacinth was obtained after drying and incineration in the open air for 5 hours. The filtrates were extracted after washing the ash with tap water. After evaporating the water for 4 hours, the resulting plant salts were analysed by X-ray fluorescence spectrometry (XRF). Potassium predominated, with levels of 41.80%; 41.18%; 32.19%; 31.92%; 31.42%; 25.76%; 25.54% and 17.79% for salts from freshwater hyacinth, sesame, raffia palm nut epicarp, banana stem, banana fruit peel, raffia palm nut kernel, oil palm petiole and oil palm male inflorescence, respectively. Sodium content was below 4% in all salt samples. Chlorine levels ranged from 1.217% to 15.15%. Iodine content of 0.019% was found in freshwater hyacinth. Salt extracted from plant residues is a real substitute for the NaCl that causes cardiovascular disease in humans.

Key words: mineral elements, fluorescence spectrometry, ash, filtrates, plant residues

COMPOSITION CHIMIQUE DE CERTAINS SELS VEGETAUX UTILISES COMME CONDIMENTS EN REPUBLIQUE DU CONGO

Résumé

Le sel végétal est considéré comme un ingrédient qui améliore le goût des aliments et préserve la couleur verte des légumes-feuilles après cuisson. Cependant, sa composition minéralogique demeure peu connue sur le plan scientifique. L'objectif de cette étude était de déterminer la composition chimique des sels végétaux utilisés

comme condiments culinaires au Congo. Les cendres issues des pelures de plantain, des noyaux de raphia, des régimes de palmier à huile, du sésame et de la jacinthe d'eau ont été obtenues après séchage et incinération à l'air libre pendant cinq heures. Les filtrats ont été extraits après lavage des cendres à l'eau du robinet. Après évaporation de l'eau pendant quatre heures, les sels végétaux obtenus ont été analysés par spectrométrie de fluorescence X (XRF). Le potassium prédominait, avec des teneurs respectives de 41,80 %; 41,18 %; 32,19 %; 31,92 %; 31,42 %; 25,76 %; 25,54 % et 17,79 % pour les sels issus de la jacinthe d'eau douce, du sésame, de l'épicarpe de noix de raphia, de la tige de bananier, de la pelure de fruit de banane, du noyau de noix de raphia, du pétiole de palmier à huile et de l'inflorescence mâle du palmier à huile, respectivement. La teneur en sodium était inférieure à 4 % dans tous les échantillons de sel. Les teneurs en chlore variaient de 1,217 % à 15,15 %. Une teneur en iode de 0,019 % a été observée dans la jacinthe d'eau douce. Le sel extrait des résidus végétaux constitue donc un véritable substitut au NaCl, responsable de maladies cardiovasculaires chez l'homme.

Mots clés : éléments minéraux, spectrométrie de fluorescence, cendres, filtrats, résidus végétaux

Introduction

Nowadays, the ordinary salt or cooking salt is the most widely used universal condiment. It has gradually entered the human diet and has always been an important staple food for the human organism (B. CHARBOTEL et al., 2007, p. 8). This salt is a crystalline product chemically composed of chlorine and sodium, has been extracted either from rock salt deposits, natural brines or from the sea. A deficiency of salt in the body could result in disorders ranging from mild malaise to extreme weakness. This deficiency could be harmful to the body if not corrected within a reasonable time (AFSSA., 2001, p. 44; AFSSA., 2004, p. 83; A. ROUSSEL et al., 2009, p. 1). According to MOLLAT (1968), salt has been a scarce commodity for many years. Meanwhile, refined cooking salt (NaCl), which is not only less rich in elements such as magnesium and calcium, has been advised against for people with diabetes and cardiovascular disease (K. AMEYRAN et al., 2014, p. 1481). Consumption of high doses of sea salts therefore causes serious health problems for consumers, such as hypertension, oedema, obesity and inflammation of certain organs (OMS., 2006, p. 5). This is why cooking salt is not recommended for everyone. Reducing the intake of refined cooking salts was one of the first public health initiatives to combat hypertension, with the aim of lowering blood pressure and changing the distribution of this disease within the population (LK. DAHL., 1960, p. 53). In view of the pathological risks associated with the

consumption of refined salt, some populations have turned to the consumption of salts extracted from plants (K. AMEGAHI., 1988, p. 14).

Vegetable salt is a better alternative to refined cooking salt (NaCl), which is not recommended for some people. Some people extract salt from the ashes of plants such as oil palm, banana, raffia palm, sesame, water hyacinth, etc. (P. LEMONNIER., 1984, p. 71). It has been used to enhance the flavour or add a salty taste to dishes, to preserve the green colour of vegetables during cooking and as a food preservative (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2020, p. 7441 ; M. KORIKO et al., 2021, p. 102). By incinerating one or all parts of the plant, the resulting ash is used to produce a seasoning called vegetable salt (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2020, p. 7441). In the forest, salts extracted by washing and evaporating plant ash were once very widespread. These salts have almost disappeared from the main cities, but are still used for their medicinal role in remote villages. According to (R. PORTERES., 1950, p. 55), the role of vegetable salts was the subject of much debate, due to the diversity of ashes depending on the nature of the plants from which they were extracted and their method of preparation. Generally, plants are rich in potassium (K) but poor in sodium (Na). Scientific works have found, in most cases, that the vegetable salts were rich in potassium chloride and poor in sodium chloride, hence Lapique's hypothesis in contrast to Bunge's hypothesis stating that these salts should be sought mainly because of their bitter taste (R. PORTERES., 1957, p. 157; J. DOSSOU et al., 2010, p. 47; S. CASSEN., 2013, p. 255). In his opinion, the presence of small quantities of carbonates in the ashes is an evidence of a choice based on one criterion: the abundance of chlorides. Although their toxicity in high doses has been reported, ashes (unwashed ashes containing poorly soluble metal salts and oxides) could be useful in terms of potassium and trace elements (HV.KUHNLEIN., 1980, p. 113; JR.CROFT et al., 1985, p 139; OMS, 2013; M. KORIKO et al., 2021 , p. 102).

In some departments of the Republic of Congo, vegetable salt has traditionally been produced from the ash of sesame plants, banana peels and stems, hyacinth leaves, male and female inflorescences and petioles from oil palms, kernels and epicarp from raffia palms, etc. It has been used for food and medicinal purposes. Nevertheless, it has been noted that few studies have been carried out on plant salt and, as a result, its chemical composition remains poorly determined. It was therefore necessary to undertake studies of this salt, which has been widely consumed in the Republic of Congo. Plant salts formulated from the ashes of the peels and stems of Corn plantain1 (*Musa paradisiaca* L.G.Saw & R.B.R.), water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), sesame plants (*Sesamum indicum* L.), kernels and epicarp of raffia palm (*Raphia laurentii* De Wild.), petioles and male inflorescences of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), have been used extensively in the Republic of Congo (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2016, p.9777; NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2019, p. 1; NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2020, p. 7441). They have been found in the form of fine crystals or liquids that are

grey, dry-white or dark-white in colour. Vegetable salts played a tonic role (Outtara, 1989). These salts have also been used to soften meat, to treat angina and high blood pressure, to reduce the risk of chronic diseases such as osteoporosis and hypertension, to reduce the risk of coronary heart disease and to preserve the green colour and taste of leafy vegetables during and after cooking (DA. MCCARRON et al., 1984, p. 1392; O. ZAKI., 2000, p.12; G D. MILLER et al., 2001, p. 168; A. DOH, 2010, p. 28; NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2016, p.9777; NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2019, p. 1 ; NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2020, p. 7441). Despite this, these salts were rarely found on the market, not only because production was minimal but also because there was no well-organised marketing chain. The presence of these plant salts in certain countries has been linked to dietary habits. Despite their key role, these salts were not iodised and their chemical composition was not well known. The aim of the study was to determine the chemical composition of vegetable salts used as a cooking condiment in the Republic of Congo.

1. Materials and methods

1. 1. Study area

The fieldwork was conducted in Mossaka (Cuvette Department), a town located along the Congo River at about 400 km upstream of Brazzaville. The laboratory work was conducted at the Laboratoire de Biotechnologie et Physiologie végétales, Faculty of Sciences and Techniques of the Marien Ngouabi University in Brazzaville.

1. 2. Plant material

The plant material consisted of Corn1 plantain (*Musa paradisiaca* L.G.Saw & R.B.R.) skins and stems, water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) leaves, sesame (*Sesamum indicum* L.) plants, raffia palm (*Raphia laurentii* De Wild.) kernels and epicarps, and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) petioles and male inflorescences.

1. 3. Methods

To obtain the vegetable salt, the plant material was dried and incinerated using the alcohol. The ash obtained was soaked in tap water and filtrated to obtain the salt filtrate (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2020, p. 7441) which was then crystallised to obtain salt crystals (J. MPIKA et al., 2024, p. 451). These salt crystals were placed in glass bottles, coded, kept at laboratory temperature and sent to PETROCI's laboratory in Ivory Coast for analysis using the X-ray fluorescence spectrometry (XFRS) method. This technique was used to determine the mineralogical composition of vegetable salts from the ash filtrates. The vegetable salt was first ground to a very fine powder using a RETSCH MM400 vibratory grinder. From the obtained powder, 4 g of salt sample and 1 g of binder powder were mixed and homogenised in a pillbox using the

vibratory mill. The pellets of this mixture were made with the hydraulic press (pressure of 10 tonnes). These pellets were analysed using X-ray fluorescence spectrometry or XRF. XRF analysis involves bombarding salt with X-rays. The salt re-emits energy in the form of X-rays; this is X-ray fluorescence or secondary X-ray emission. The X-ray spectrum emitted by the salt was characteristic of the chemical composition of the sample. By analysing this spectrum, we can deduce the elemental chemical composition, i.e. the mass concentrations of pure elements.

2. Results

2. 1. Concentration of macroelements in salts from five plants tested

The macroelement composition of the vegetable salts resulting from the crystallisation of the eight samples of plant ash filtrates was recorded in Table 1. These results showed a high potassium content compared to the other macroelements. Potassium contents of 41.80% and 41.18% were recorded in salts from water hyacinth leaves and sesame plants respectively. These contents were higher at 32.19%; 31.92%; 31.42%; 25.76%; 25.54% and 17.79% obtained from raffia nut epicarps, banana stems, banana fruit skins, raffia nut kernels, oil palm petioles and oil palm inflorescences. With phosphorus, the highest occurrences of 2.14% and 1.77% were recorded with fruit skins and plantain stems. The magnesium content of all the plant salt samples tested was less than 0.0034%. The calcium content in each sample of vegetable salt was in trace form (< 0.0014%). A low NaCl content was observed in salts from the stems and skins of plantain fruits. However, chlorine contents of 15.15%, 13.99%, 11.71% and 10.80% were noted in plant salt from water hyacinth leaves, raffia palm nut epicarp, raffia palm nut kernel and oil palm petiole, respectively. The chlorine content was less than 6% in salts extracted from sesame plants, oil palm inflorescences, plantain stems and plantain fruit skins (Table 1). With a prevalence of 60.46% of dry matter, the salt extracted from hyacinth leaves was richer in macroelements. Salt from the male inflorescence of the oil palm was lower in macroelements, with a content of 23%.

Table 1: Macro-element content (%) of plant salts

Elements	Plant samples tested							
	Raffia palm kernels	Epicarp of raffia palm nuts	Jacinthe leaves	Sesame plants	Oil palm inflorescences	Oil palm petioles	Banana stems	Banana fruit peels
Potassium	25,76c±0,14	32,19f±0,80	41,80h±0,13	41,18g±0,01	17,79a±0,08	25,54b±0,12	31,92e±0,04	31,42d±0,02
Calcium	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnesium	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphorus	0,55 b ±0,001	0,13 c ±0,02	0,08a±0,01	0,08a±0,01	0,09a±0,02	0,08a±0,013	1,78d±0,01	2,15e±0,008
Chlorine	11,71f±0,01	13,99g±0,13	15,15h±0,18	5,70d±0,01	4,14c±0,01	10,80e±0,13	1,22a±0,02	2,31b±0,01
Sodium	1,61d±0,02	2,14e±0,02	3,43g±0,01	2,60f±0,01	0,94c±0,01	3,47h±0,01	0,42a±0,02	0,77b±0,01
	39,63%	48,45%	60,46%	49,56%	22,96%	39,90%	35,33%	36,64%

The means of the same line assigned the same letter for each vegetable salt are not significantly different at the 5% threshold according to the Student Newman and Keuls test

2. 2. Prevalence of essential trace elements in the salts of five plants tested

With the 8 plant salts, sulphur predominates over the 14 other essential trace elements (table 2). Sulphur content of 9.29% and 8.86% was recorded in salt from water hyacinth leaves and oil palm petioles. The silicon content of salt from the epicarp of raffia palm nuts was 3.358%. The lowest prevalence of silicon (0.318%) was observed in water hyacinth leaf salt. An iron content of 0.073% was recorded in sesame salt and 0.02% in iodine in fresh water hyacinth salt. With iron and iodine, the content was less than 0.1% for the 8 plant salts. In addition, zinc, manganese, copper, nickel, molybdenum, selenium, iodine, tin, chromium, cobalt and vanadium were found in concentrations of less than 0.1%. With a prevalence of over 7% of dry matter, salt extracted from the epicarp of Raphia palm nuts, hyacinth leaves and oil palm petioles was richer in essential microelements (Table 2).

Table 2: Essential trace element content (%) of plant salts

Elements	Plant samples tested							
	Raffia palm kernels	Epicarp of raffia palm nuts	Jacinthe leaves	Sesame plants	Oil palm inflorescences	Oil palm petioles	Banana stems	Banana fruit peels
Silicium	0,881b±0,004	3,358h±0,007	0,318a±0,004	1,889c±0,009	1,928d±0,007	1,969e±0,007	2,152f±0,005	2,404g±0,009
Sulfur	2,750d±0,001	3,517f±0,001	9,286h±0,001	3,414e±0,001	1,097c±0,001	8,865g±0,001	0,497a±0,001	0,658b±0,001
Iron	0,004ab±0,001	0,003a±0,001	0,002a±0,001	0,07c±0,001	0,004ab±0,001	0,003a±0,001	0,006b±0,001	0,003a±0,001
Zinc	0,00051b±0,00001	0,00063c±0,00001	0,001d±0	0,001d±0	0,00051b±0,00001	0,00051b±0,00001	0,0004a±0,00001	0,00048b±0,00001
Manganese	0,001a±0	0,002a±0,001	0,002a±0,001	0,009b±0,001	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0
Copper	0,0007a±0,00001	0,00095b±0,00001	0,001b±0	0,001b±0	0,001b±0	0,00066a±0,00001	0,001b±0	0,001b±0
Brome	0,094g±0,001	0,080f±0,001	0,110h±0,001	0,015b±0,001	0,022d±0,001	0,020c±0,001	0,007a±0,001	0,040e±0,001
Nickel	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0	0,001a±0
Molybdene	-	-	-	-	-	-	-	-
Selenium	-	-	-	-	-	-	-	-
Iodine	0,006ab±0,001	0,01c±0,001	0,02d±0,001	0,01b±0,001	0,01ab±0,001	0,005ab±0,001	0,004a±0,001	0,006ab±0,001
Etain	0,003ab±0,001	0,005b±0,001	0,015c±0,001	0,003ab±0,001	0,003ab±0,001	0,003ab±0,001	0,002a±0,001	0,004ab±0,001
Chrome	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-	-	-	-
Vanadium	0,003ab±0,001	0,001a±0	-	0,008c±0,001	0,002b±0,001	0,004ab±0,001	0,001a±0	0,003ab±0,001
	3,74%	6,98%	9,75%	5,43%	3,06%	10,87%	2,67%	3,12%

The means of the same line assigned the same letter for each vegetable salt are not significantly different at the 5% threshold according to the Student Newman and Keuls test

2. 3. Concentration of non-essential trace elements in the salts of five plants tested

Table 3 shows the composition of non-essential trace elements in salts from the five plants tested. There is a predominance of non-essential trace elements in salts obtained from kernels of raffia palm nuts (0.705%), epicarp of raffia palm nuts (0.70%) and sesame leaves (0.73%). For 28 non-essential trace elements identified, a high aluminium content of 3.79% was noted in the salt of hyacinth leaves. This content was less than 1% in the salt of plantain flagstaff, plantain fruit peels, male inflorescences and petioles of oil palm, kernels and epicarp of raffia palm nuts and sesame leaves. The aluminium content ranged from 0.16% to 0.59%. With a prevalence of 0.098%, salt made from raffia palm kernels was richer in rubidium. The other 26 non-essential trace elements were present in trace amounts in the 8 plant salts (Table 3).

Table 3: Content (%) of less essential trace elements in plant salts

Elements	Plant samples tested							
	Raffia palm kernels	Epicarp of raffia palm nuts	Jacinthe leaves	Sesame plants	Oil palm inflorescences	Oil palm petioles	Banana stems	Banana fruit peels
Aluminium	0,547f±0,001	0,478e±0,001	3,795h±0,001	0,590g±0,001	0,255c±0,017	0,376d±0,001	0,219b±0,001	0,160a±0,001
Rubidium	0,098g±0,001	0,114h±0,001	0,045c±0,001	0,052d±0,001	0,079f±0,001	0,060e±0,001	0,017a±0,001	0,035b±0,001
Titanium	0,001a±0	<0,00034	0,004b±0,001	0,003b±0,001	0,001a±0	<0,00034	0,00045a±0,00001	<0,00034
Strontium	0,00027a±0,00001	0,00041c±0,00001	0,00032b±0,00007	0,00019ab±0,00001	0,00022ab±0,00001	0,002d±0,00001	0,00013a±0,00001	0,00016a±0,00001
Barium	0,018b±0,001	0,026c±0,001	0,078d±0,001	0,020b±0,001	0,015a±0,001	0,013a±0,001	0,014a±0,001	0,020b±0,001
Cesium	0,019b±0,001	0,024c±0,001	0,061d±0,001	0,020b±0,001	0,015a±0,001	0,015a±0,001	0,014a±0,001	0,019b±0,001
Zirconium	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014
Lead	0,00059e±0,00001	0,00063e±0,00001	0,00072f±0,00001	0,00054d±0,00001	0,00041c±0,00001	0,00044b±0,00001	0,00023a±0,00001	0,00042b±0,00001
Gallium	0,00041bc±0,00001	0,00046bc±0,00001	0,00074d±0,00001	0,00059c±0,00001	0,00035b±0,00001	0,00044bc±0,00001	0,00023a±0,00001	0,00038bc±0,00001
Cadmium	0,0002a±0,00001	0,0004a±0,001	0,0009a±0,00001	0,0003a±0,001	0,0003a±0,001	0,0002a±0,001	0,0002a±0,001	0,0030b±0,001
Thorium	0,001d±0	0,001d±0	0,001d±0	0,00073b±0,00001	0,00076c±0,00001	0,00072b±0,00001	0,00033a±0,00001	0,00075b±0,00001
Thallium	0,00028cd±0,00001	0,00025ab±0,00001	0,00032d±0,00001	0,00027bc±0,00001	0,00018abc±0,00001	0,0002abc±0,00001	0,00014a±0,00001	0,00028cd±0,00001
Mercure	0,00037a±0,00001	0,002b±0,00001	0,00032a±0,00001	0,00027a±0,00001	0,00027a±0,00001	0,0002a5±0,00001	<0,00006	0,0024b±0,00001
Uranium	<0,00001	<0,00001	0,00027a±0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00004	<0,00005
Antimony	0,007a±0,001	0,010b±0,001	0,017c±0,001	0,008ab±0,001	0,007a±0,001	0,007a±0,001	0,006a±0,001	0,008ab±0,001
Lanthane	<0,0002	<0,0002	0,095b±0,001	<0,0002	0,020a±0,01	<0,0002	0,020a±0,00001	0,027a±0,001
Hafnium	0,00034d±0,00001	<0,00018	<0,0002	0,00022b±0,00001	0,00039e±0,00001	0,00032c±0,00001	<0,0001	0,00019a±0,00001
Tantale	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012
Argent	0,003a±0,001	0,004a±0,001	0,010b±0,001	0,003a±0,001	0,003a±0,001	0,003a±0,001	0,003a±0,001	0,003a±0,001
Tellurium	0,006ab±0,00001	0,009c±0,001	0,022d±0,001	0,008c±0,001	0,006ab±0,001	0,006ab±0,001	0,005a±0,001	0,007abc±0,001
Yttrium	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Bismuth	0,00021b±0,00001	0,00023c±0,00001	0,00029d±0,00001	<0,0001	0,00019a±0,00001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Arsenic	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007
Niobium	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014	<0,00014
Tungsten	0,00069d±0,00001	0,00071e±0,00001	0,00092f±0,00001	0,00052c±0,00001	0,00068d±0,00001	0,00049b±0,00001	0,00038a±0,00001	0,00039a±0,00001
Cerium	<0,0002	0,028c±0,001	0,096d±0,001	0,019b±0,001	0,017b±0,001	0,011a±0,001	<0,0002	0,018b±0,001
Germanium	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00002a±0,00001	<0,00005	0,00004b±0,00001	<0,00005
Vanadium	0,003ab±0,00001	0,001a±0	<0,00018	0,008c±0,001	0,002b±0,001	0,004ab±0,001	0,001a±0	0,003ab±0,001
	0,705%	0,699%	4,233%	0,734%	0,423%	0,497%	0,301%	0,303%

The means of the same line assigned the same letter for each vegetable salt are not significantly different at the 5% threshold according to the Student Newman and Keuls test

4. Discussion

The study determined the mineral composition of eight (8) plant salts used as cooking condiments in the Republic of Congo. These salts contained 48 minerals, including 6 macroelements, 15 essential trace elements and 28 non-essential trace elements. Plant salt made from raffia palm, oil palm, plantain, freshwater hyacinth and sesame was rich in minerals. This richness is an asset in reducing the micro-element deficiency of consumers of vegetable salt made from the ash of freshwater jatropha, raffia palm, oil palm, plantain and sesame. To date, Congolese households are interested in using this vegetable salt to preserve the green colour of leafy vegetables after cooking. The preponderance of minerals has been reported in the filtrate of oil palm, plantain and sesame ash (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2019, p. 1).

With the 8 salts, the macro-element content was higher than the micro-elements. For the macroelements identified, potassium was found to predominate in plant salt made from raffia palm, oil palm, plantain, freshwater jackfruit and sesame. Absorbed in large quantities by the roots and stored in various plant tissues, potassium is one of the minerals essential for good health. It is present in large quantities inside cells and is involved in many vital physiological processes. The high occurrence of potassium in 8 salts from raffia palm, oil palm, plantain, freshwater jackfruit and sesame has been reported (M. KORIKO et al., 2021, p. 102). This occurrence of potassium varied from one plant species to another. Salts made from freshwater hyacinth leaves and sesame leaves had a high prevalence of potassium. These salts were low in sodium. The sodium/potassium ratio was 0.063 and 0.082. On the other hand, this ratio was higher than 0.05 observed in plant salt from oil palm inflorescences, plantain peelings and plantain stems. This ratio was 0.13 for vegetable salt made from oil palm petioles. The chlorine content ranged from 1.217% to 15.15% in plant salt made from banana shoots and water hyacinth leaves. These results are in agreement with those of KORIKO (M. KORIKO et al., 2021, p. 102), showing the high chlorine content in salt extracted from oil palm ash filtrates. However, the chlorine content was much higher than that obtained by Awah-Lékaka (NNJ. AWAH-LEKAKA et al., 2019, p. 1) in filtrates from the ashes of three plants used as a vegetable cooking condiment in the Republic of Congo. The low prevalence of sodium would explain the preponderance of potassium chloride in the 8 plant salts tested. The richness of potassium chloride in plant salt has been demonstrated (M. KORIKO et al., 2021, p. 102). The abundance of potassium chloride in plant salt means that it can be used in cooking as a salt substitute for sodium chloride-rich cooking salt. Potassium chloride (KCl) plays a vital role in the proper functioning of the human body. It can help reduce the risk of cardiovascular disease, stroke and hypercalciuria, prevent and treat hypokalaemia, reduce dental pain, treat hypertension and obesity, and reduce morbidity and mortality (AFSSA, 2004; J. KIRSTEN et al., 2010). On the other hand, despite its role and importance in the proper functioning of the heart and brain, cooking salt, being rich in sodium chloride (NaCl),

can cause the onset and aggravation of illnesses such as high blood pressure, cardiovascular disease, kidney failure, etc (AFSSA, 2004). Sodium also has a detrimental effect on people suffering from a deficiency of minerals such as magnesium and potassium to balance the body. Excess sodium also increases the loss of other minerals and is therefore a risk factor for osteoporosis. Intakes of potassium chloride can therefore remedy the harmful effects caused by sodium chloride. As a result, consuming potassium chloride-rich vegetable salt as a replacement for cooking salt, which consists mainly of sodium chloride, is suitable for maintaining a healthy body. According to OMS (2013), adults should not consume more than 2,000 mg of sodium (5 g of sodium chloride) and at least 3,510 mg of potassium (6.67 g of potassium chloride) per day. In addition to the presence and importance of potassium and chlorine, other macroelements such as calcium, magnesium and phosphorus were noted to be present in small quantities or even in trace amounts in plant salt made from raffia palm, oil palm, plantain, freshwater jackfruit and sesame. Of the 8 plant salts, plant salt made from freshwater jatropha was richer in macroelements.

As for essential trace elements, plant salt made from freshwater arrowroot showed a good sulphur (9.29%) and iodine (0.02%) content. The presence of iodine in salt made from freshwater mussels would be highly beneficial to consumers. Iodine is essential for the synthesis of thyroid hormones. These hormones (particularly thyroxine or T4) play a crucial role in regulating metabolism. In children, they contribute to physical growth and the development of mental capacity (L. PORTMANN., 2009, p. 758; A. CAULIEZ, 2015, p. 49). Vegetable salt from freshwater plants can prevent iodine deficiency. Iodine deficiency is particularly serious, causing hypothyroidism, poor intellectual development and goitre in infants; despite the iodisation of cooking salts, iodine deficiency is one of the leading causes of malnutrition. Similarly, the iodisation of vegetable salt would be an advantage for consumers, as the consumption of foods low in iodine can be the cause of iodine deficiency disorders, particularly in children. Salt from freshwater lakes has been found to contain a high prevalence of sulphur. Sulphur is used in oligotherapy to treat skin problems, joint disorders and ear, nose and throat problems. In the body, it is necessary for the formation of vitamins B1 and B8. Sulphur is fundamental to the creation of sulphur-containing amino acids. It is present in water in the form of sulphate. A high concentration of sulphates has a laxative effect. Plant salt made from the epicarp of raffia palm nuts has a high silicon content. Silicon is essential for bone growth and the development of cartilage, joints and other connective tissue. It is involved in the early stages of mineralisation, in particular the formation of osteoblasts. It encourages the synthesis of collagen, elastin and proteoglycans, which promote the plasticity of cartilage and the elasticity of vessels and tissues (V. CHARBIT, 2017, p. 108). A high prevalence of iron and manganese was recorded in salt from sesame leaves. Iron is an essential trace element for metabolism. This element generally helps to combat anaemia and facilitates the

transport of oxygen in the body. Iron can be better absorbed by the human digestive system from animal than from plant sources. Anemia, which is caused by a lack of iron, is a well-known disease due to this trace element. As for manganese, it is necessary for the activity of several enzymes such as arginase, the enzyme that hydrolyses arginine into ornithine and urea in the urea cycle, which has four manganese atoms in its structure. Manganese therefore plays a role in carbohydrate homeostasis (P. GUIRAUD et al, 2003). For the 8 plant salts, plant salt made from the epicarp of raffia palm nuts, hyacinth leaves and oil palm petioles was richer in essential trace elements.

Trace elements are said to be non-essential, and the aluminium and rubidium content was higher in plant salt made from sesame leaves and the kernels of the raffia palm. Although present in infinitesimal doses in the body, they have no known physiological role and are mainly used for their pharmacological role in weight doses, although they can play an important role in catalytic oligotherapy.

Conclusion

The chemical composition showed variability in the mineral content of the eight salts made from raffia palm, oil palm, plantain, sesame and freshwater jackfruit. Chemical analysis of their mineral content shows that these salts are rich in potassium and chlorine. These salts contain a low sodium content and are thought to be beneficial for hypertensive patients. The study provides the reasons why certain people prefer plant salts in their diet because of their therapeutic effects. Their richness in mineral elements confirms that they are also beneficial for people suffering from cardiovascular disease, hypokalemia, kidney stones, etc. Vegetable salts can therefore be used as a substitute for cooking salt. It is very important to iodise these plant salts to help reduce iodine deficiency disorders. Vegetable salt from freshwater plants has been found to be better, with a high potassium, chlorine, sulphur and iodine content. So the extraction of these plant salts should not lead to deforestation, but rather to the recovery of plant products considered to be waste.

5. References

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE DES ALIMENTS, 2001, « Les minéraux et oligo-éléments ». p. 44.

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE DES ALIMENTS, 2004, « Rapport du groupe de travail sur le sel ». P. 83.

AMEGAH KA, 1988, « Moutarde traditionnelle de Néré "Afiti" cube alimentaire ». Mémoire d'ingénieur d'ESTBA. Université du Bénin. p. 14.

AMEYRAN Koami, BILABINA Idès, MELILA Mamatchi, DOH Akoua Nevame, TCHAOU Maclewè, KPEMISSI Mobozou, BADANARO Fègbawè, MABA Dao, LAMBONI Courdjo, OSSEYI Elolo, & DOH Ananivi, 2014, « Valorisation de quelques sels végétaux fabriqués traditionnellement au Togo », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4), p. 1481-1492. <https://ajol.info/index.php/ijbcs>

AWAH-LEKAKA Niebi Nelly Josiane, MPIKA Joseph, MOYEN, Rachel., OKIEMY-AKELI Marie-Génévieve & ATTIBAYEBA, 2019, «Elementary composition of ashes from three plants used as a condiment in the Republic of Congo», *Research Journal of Chimical Science*, 9(4), p. 20-25. www.isca.in

AWAH-LEKAKA Niebi Nelly Josiane, MPIKA Joseph, MOYEN Rachel, OKIEMY-AKELI Marie-Génévieve & ATTIBAYEBA, 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), p. 7441-7451. <https://dex.doi.org/10.35759/janmpisci.v43-2.4>.

AWAH-LEKAKA Niebi Nelly Josiane, MPIKA Joseph, MOYEN, Rachel., OKIEMY-AKELI Marie-Génévieve & ATTIBAYEBA, 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), p. 9777-9783. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v102i1.13>.

CASSEN Serge & WELLER Olivier, 2013, « Idées et faits relatifs à la production des sels marins et terrestre en Europe, du VIe au IIIe millénaire » *Setùbal Arqueologica* 14:(S V), p. 255-304. <https://hal.science/hal-02499130v1>.

CAULIEZ Axelle, 2015, « Nouveau-nés de mères dysthyroïdiennes: Impact de la mise en place d'un protocole en maternité. L'expérience amiennoise », Thèse de doctorat. Département de médecine. Université de Picardie Jules Verne Faculté de Médecine d'Amiens., France. P.

49.

CHARBIT Virginie, 2017, « Les oligoéléments : rôle et conseils du pharmacien d'officine. Sciences pharmaceutiques », Faculté de Pharmacie de Marseille, Paris, P. 108

CHARBOTEL Barbara, NORMAND Jean Claude & BERGERE Albert, 2007, « Cancers professionnels », *EMC-Pathologie professionnelle et de l'environnement*, 2(4), p. 1-8.[https://doi.org/10.1016/s1155-1925\(7\)71843-8](https://doi.org/10.1016/s1155-1925(7)71843-8). www.emc-consulte.com

CROFT James R., & LEACH David N, 1985, «New Guinea salt fern (*Asplenium acrobryum* Complex): identity, distribution, and chemical composition of its salt» *Econ. Bot*, 39, p. 139-149.<https://doi.org/10.1007/BF02907835>

DAHL Lewis K, 1960, «Possible role of salt intake in the developpement of essential hypertention», *In Essential Hypertention*, Bock KD, Cottier PT (eds). Springer-Verlag: Berlin. P. 53.

DOSSOU Joseph, KPOCLOU Yénoukounmè Euloge., BALLOGOU Vénérande Yoffou., & OUIKOUN Gaston, 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, p. 47-57

DOH Ananivi, 2010, « Préparation et composition chimique des sels végétaux iodés » Mémoire de DEA de Biochimie/Nutrition, Université de Lomé, p. 28-33.

FOO, Keng Yuen and HAMEED, Bassim H. (2009). «Value-added utilization of oil palm ash: a superior relycling of the industrial agricultural waste», *J.Hazard mater*, 172 (2-3), p. 523-531. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.07.091.

KORIKO Moursalou, TCHEGUENI Sanonka, ALASSANI Fouad, DEGBE Koffi Agbegnigan & TCHANGBEDJI Gado, 2021, « Extraction et caractérisation physico-chimique d'un sel végétal à partir de la cendre du palmier à huile du Nord du Togo », *ESJ Natural/Life/Medical Sciences*, 17(43), p. 102-115.<http://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n43p102>.

KUHNLEIN Harriet V, 1980, «The trace element content of indigenous salts compared with commercially refined substitutes» *Ecol.Food Nutr* 10 (2), p. 113-121. DOI :10.1080/03670244.1980.9990626

LEMONNIER Pierre, 1984, « Production du sel végétal chez les Anga » *Journal d'agriculture traditionnelle et botanique appliquée*, 31 (1), p. 71-126. DOI : 10.3406/jatba.1984.3913

MCCARRON David A, MORRIS Cynthia D, HENRY Holly J & STANTON John L, 1984 «Blood pressure and nutrient intake in the United States» *Science*, 224 (4656), p. 1392-1398. DOI:10.1126.science.6729459

MILLER Gregory D, JARVIS Judith K & MCBEAN Louis D, 2001, «The importance of meeting calcium needs with foods», *J.Am.Coll.Nutr*, 20 (2 suppl), p. 168S-185S.DOI:10.1080/07315724.2001.10719029.

MOLLAT Michel, 1968, « Le rôle du sel dans l'histoire » *Paris, PUF*, P. 334.

MPIKA Joseph, GAMBOU BAKALA Armani, AWAH-LEKAKA NIEBI Nelly Josiane et ATTIBAYEBA. (2024). Formulation en cristaux du sel extrait des résidus végétaux à faible valeur commerciale au Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 18(2), p 451-462.<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i2.11>

OMS, 2006, « Réduire les apports en sel au niveau des populations rapport du forum et de la réunion technique OMS », Paris, France, p. 5-7.

OMS, 2013, « Directives sur l'apport en potassium chez l'adulte et chez l'enfant », p. 7
<https://apps.who.int>

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.

PETIT Oliver, 2021, « Interprétation d'un bilan thyroïdien limite chez l'enfant (après 3 ans) », *Elsevier Masson SAS*, p. 1-3.

PORTMANN Luc, 2009, « Comment prescrire les hormones thyroïdiennes », *Revue Médicale Suisse*. www.revmed.ch, 5, p. 758-762.
DOI :10.53738/REVMED.2009.5.198.0758

PORTÈRES Roland, 1950 « Les sels alimentaires, cendres d'origine végétale », *Lowland Papua. Econ. Bot*, 41(1), p. 55-59.

PORTÈRES Roland, 1957, « Le sel culinaire et les cendres de plantes en dehors de l'Afrique », *JATBA* 4:(3), p. 157-158.

ROUSSEL Anne-Marie & HININGER-FAVIER Isabelle, 2009, « Eléments-trace essentiels en nutrition humaine : chrome, sélénium, zinc et fer », *EMC-*

Endocrinologie-Nutrition, 20(2), p. 1-16. [http://doi.org/10.1016/s1155-1941\(9\)49501-5](http://doi.org/10.1016/s1155-1941(9)49501-5).

ZAKI, O, 2000, « Etude Physico-chimique de quelques variétés de sels originaires du Niger », *Programme de communication : S.O.A.CHIM., Guinée*, p.12.