



Original Paper

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

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

Évaluation de la qualité des sels alimentaires consommés au Sénégal

Tidiane DIOP^{1*}, Adrienne NDIOLÉNE¹, Alassane TRAORÉ², Maguette NDIAYE³,
Mamadou SIDIBÉ¹ et Cheikh Abdoul Khadir DIOP¹

¹Laboratoire de Chimie Minérale et Analytique, Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

²Institute for Applied Nuclear Technology, Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal.

³Service de Parasitologie-Mycologie, Faculté de Médecine, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail : tidiane3.diop@ucad.edu.sn

Received: 02-09-2023

Accepted: 26-03-2024

Published: 30-04-2024

RÉSUMÉ

Le sel de cuisine de qualité alimentaire est iodé pour des motifs de santé publique, pour prévenir les troubles dus à une déficience en iode (TDI). Les quantités maximales et minimales sont normées. Le sel, produit naturel, contient des métaux lourds, des sulfates... en proportion variable. Certains éléments traces métalliques peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité des sels de cuisine au Sénégal. Cette qualité sera évaluée par rapport à la norme Sénégalaise NS03-037 (1994). De septembre à octobre 2022, cent douze (112) échantillons de sels ont été collectés à Dakar, Fatick, Thiès et Kaolack, Tambacounda, Saint-Louis et Ziguinchor. Les teneurs d'iode ont été déterminés par la méthode NS03-038 (1994). Les métaux lourds ont été déterminés par ICP-OES. L'analyse qualitative des sulfates, carbonates et autres éléments chimiques a été effectuée par spectroscopies de fluorescence-x et infrarouge. Le dosage des sulfates a été effectué par spectrophotomètre Hach DR3900 par la méthode turbidimétrique après réaction avec le baryum du réactif SulfaVer 4. Les résultats révèlent que 25% des sels ont des teneurs d'iode comprise entre 30-50 ppm c'est-à-dire adéquatement iodés. Par ailleurs nos résultats ont montré que 50% des échantillons étaient sous-iodés et 25% sur-iodés. Les teneurs en métaux lourds (As, Cd, Hg, Pb et Cu) sont globalement acceptables par rapport à la norme sénégalaise en concordance avec la norme codex. La quantification des sulfates montre de fortes teneurs. L'étude montre que l'état d'iodation des sels n'est pas satisfaisant et ils contiennent d'autres éléments chimiques comme les sulfates. Ceci montre que des actions urgentes doivent être menées pour améliorer la qualité du sel iodé au Sénégal.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Iode ; Sel ; métaux lourds ; Sénégal

Assessing the quality of food salts consumed in Senegal

ABSTRACT

Food-grade cooking salt is iodized for public health reasons, to prevent iodine deficiency disorders (IDD). Maximum and minimum quantities are standardized. Salt, a natural product, contains heavy metals and sulfates in varying proportions. Some trace metals can become toxic when concentrations exceed a certain threshold. The aim of this study is to assess the quality of cooking salt in Senegal. This quality will be assessed in relation to the Senegalese standard NS03-037 (1994). From September to October 2022, one hundred and

twelve (112) salt samples were collected in Dakar, Fatick, Thiès and Kaolack, Tambacounda, Saint-Louis and Ziguinchor. Iodine levels were determined using method NS03-038 (1994). Heavy metals were determined by ICP-OES. Qualitative analysis of sulfates, carbonates and other chemical elements was carried out by x-ray fluorescence and infrared spectroscopy. Sulfates were determined by Hach DR3900 spectrophotometer using the turbidimetric method after reaction with the barium reagent SulfaVer 4. The results revealed that 25% of salts had iodine levels between 30-50 ppm, i.e. adequately iodized. Our results also showed that 50% of samples were under-iodized and 25% over-iodized. Heavy metal levels (As, Cd, Hg, Pb and Cu) were generally acceptable in relation to the Senegalese standard, in line with the codex standard. Sulphate quantification shows high levels. The study shows that the iodization state of the salts is not satisfactory, and they contain other chemical elements such as sulfates. This shows that urgent action is needed to improve the quality of iodized salt in Senegal.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Iodine; Salt; Trace metals; Senegal.

INTRODUCTION

La carence en iode et les troubles associés constituent un problème de santé publique dans plusieurs pays du monde. Cette carence pourrait être combattue par l'utilisation de sel alimentaire iodé (OMS, 1998 ; Zimmermann et al., 2012 ; Mizéhoun et al., 2018). L'iode est un micronutriment qui entre dans la formation des hormones thyroïdiennes (Phyllis et Lyday, 2005 ; Zimmermann, 2009) et est indispensable à la croissance et au développement normal du fœtus, du nourrisson et de l'enfant, ainsi qu'à l'activité physique et mentale normale des adultes. La carence en iode a des conséquences qualifiées de troubles de la carence en iode (TDCI) dont le goitre, un retard de croissance, une diminution de l'activité mentale et une asthénie générale, l'hypothyroïdie, le crétinisme, les troubles de la fertilité... (Ndersson et al., 2005 ; Allen, 2011 ; Farebrother et al., 2015). Ces TDCI peuvent constituer des freins au développement économique des zones touchées. Pour remédier à ce problème, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a émis des recommandations concernant l'iodation et la distribution du sel de production locale ou d'importation et la mise en place d'un système de surveillance (Zimmermann, 2009 ; Gomina, 2011). Le sel, produit naturel parfois non traité, contient des métaux lourds en proportion variable. Certains éléments traces métalliques (ETM) pourraient devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil (cuivre, fer...) et d'autres ont des effets même à faible concentration (plomb, arsenic...). Au Sénégal,

un sel de qualité doit respecter la norme NS03-037 (1994) édictant les teneurs en iode, en métaux lourds et en sulfates. Une étude réalisée en 2015 à montrer que le niveau de consommation du sel iodé est relativement intéressant avec un taux de 80% (<https://lequotidien.sn/sel-adequatement>, consulté le 03-25-2024). L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité des sels consommés au Sénégal par rapport à la norme sénégalaise NS03-037 (1994).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Des campagnes d'échantillonnage ont été organisées de septembre 2021 à décembre 2021 par des étudiants du Laboratoire de Chimie Minérale et Analytique (LA.CHI.MI.A) du département de chimie, de la Faculté des Sciences et Techniques (F.S.T) de l'université Cheikh Anta DIOP de Dakar. Les échantillons ont été prélevés auprès des revendeurs de sel dans les marchés, supermarchés, boutiques et dans les sites de production de façon aléatoire. Au total cent douze (112) échantillons de sel ont été collectés de façon à Dakar, Fatick, Thiès et Kaolack, Tambacounda, Saint-Louis et Ziguinchor.

Matériel

Le dosage de l'iode a été effectué par titrimétrie selon la méthode NS 03-038(1994). Un spectrophotomètre ICP-OES permet de quantifier les métaux lourds (As, Cu, Pb et Hg). Pour les sulfates, nous avons utilisé un spectrophotomètre HACH DR3900. Pour

l'analyse qualitative des sels alimentaires, nous avons utilisé un spectrophotomètre à dispersion d'énergie (éléments chimiques) et la spectroscopie infrarouge (présences d'oxo-anions).

Nous avons utilisé dans le cadre de ce travail les réactifs suivants :

- Acide sulfurique (H₂SO₄) pur (Oxford lab fine chem LLP)
- Iodure de potassium KI (made in India),
- Thiosulfate de sodium Na₂S₂O₃ 0,005N (Oxford lab fine chem LLP),
- Iodate de potassium KIO₃ (Oxford lab fine chem LLP)
- Amidon soluble pur (C₂H₁₀O₅)_n (Oxford lab fine chem LLP)

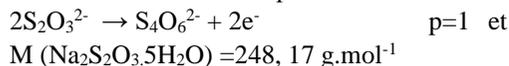
Méthodes

Dans notre étude, l'analyse qualitative et quantitative du sel iodé a été faite par la titrimétrie selon la méthode sénégalaise NS 03-038(1994).

Préparation des réactifs

Solution de thiosulfate de sodium 0,005N

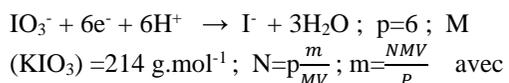
Dissoudre 1,24 g de thiosulfate de sodium dans une fiole jaugée de 1L, compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Conserver dans un endroit frais et à l'abri de la lumière. Cette solution peut être conservée pendant trois mois. Vérifier la norme de la solution de thiosulfate de sodium contre une solution normale d'iodate de potassium toujours avant utilisation. Le calcul de la masse se fait en considérant l'équation suivante :



$$N = \frac{m}{MV} \rightarrow m = \frac{NMV}{P} \quad V=1L; \quad m=1,24 \text{ g}$$

✓ *Solution d'iodate de potassium 0,1 N*

Dissoudre 0,892 g d'iodate de potassium dans une fiole jaugée 250 mL compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et agiter jusqu'à dissolution totale. Le calcul de la masse est fait en utilisant l'équation suivante :



$$V=250 \text{ mL}, \quad m=0,892 \text{ g}$$

✓ *Solution d'iodure de potassium 2,5%*

Dissoudre 25 g de KI dans de l'eau distillée puis on complète jusqu'à 1 L. Conserver dans un lieu frais à l'abri de la lumière ; 2,5% m/m est une fraction massique signifiant que dans 100 g de solution il y a 2,5 g d'iodure de potassium, KI.

✓ *Démarche à suivre pour la préparation*

Dans un erlenmeyer, peser 25 g de KI en poudre, ajouter 225 g d'eau (si la tare a été après la pesée de KI). Agiter le mélange jusqu'à dissolution complète.

✓ *Solution d'acide sulfurique, 2 N*

A 90 mL d'eau distillée, ajouter lentement 6 mL d'acide sulfurique concentré (96% en masse et de densité égale à 1,853). Compléter avec de l'eau distillée pour obtenir 100 mL. Conserver dans un lieu frais à l'abri de la lumière.

✓ *Solution d'emploi d'amidon 10 g.L⁻¹*

Dissoudre 1g d'amidon chimique dans 10 mL d'eau à double distillation bouillie. Continuer à bouillir jusqu'à dissolution complète. Ajouter la solution de NaCl saturée pour obtenir 100 mL de solution d'amidon. Préparer une solution d'amidon frais tous les jours étant donné que celle-ci ne peut être conservée.

Dosage de l'iode dans les sels

Par addition d'un acide et d'iodure de potassium (KI), l'iodate de potassium (KIO₃) contenu dans le sel est réduit en iode moléculaire (I₂). Cette quantité d'iode I est équivalente à la quantité d'iodate dans le milieu (sel). L'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) en présence d'amidon comme indicateur de fin de titrage. Le principe consiste à introduire 10 g de sel dans un erlenmeyer de 250 mL. On y verse 50 mL d'eau distillée dans le sel et on agite jusqu'à dissolution totale.

Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés en mg d'iode par kilogramme de sel correspondant aussi à une partie par million (ppm) ; 1 mg/kg = 1 ppm = 1 µg/g. Le calcul de la teneur en iode en Iodate de potassium en partie par million a été exprimé par la formule générale suivante :

$C(I)_{(ppm)} = \frac{T \cdot V_{thio} \cdot 127}{6 \cdot P_e} \cdot 1000$; T = titre de thiosulfate de sodium (0,005 N) ; V_{thio} = volume du thiosulfate de sodium en litre (L) ; P_e = masse de la prise d'essais en gramme

Recommandations concernant les sels alimentaires

La qualité a été appréciée par les normes sénégalaises sur le sel iodé NS 03-037 (1994). Les normes stipulent que le sel importé ou produit localement doit être iodé avec de l'iodate de potassium. La teneur du sel en iode, exprimée en parties par million (ppm) ou mg/kg, doit être comprise dans les limites suivantes :

- ✓ 80 à 100 ppm à la production et à l'exportation ;
- ✓ 50 à 80 ppm d'iode à l'importation ;
- ✓ 30 à 50 ppm d'iode à la vente et à l'utilisation.

Le sel alimentaire iodé ne doit pas contenir une quantité de contaminants susceptible de nuire à la santé des consommateurs. Les taux des contaminants chimiques notamment l'arsenic, le cuivre, le plomb, cadmium, le mercure et les sulfates sont normés avec des teneurs maximales selon la législation Sénégalaise. Les métaux et les sulfates doivent être analysés par spectroscopie.

- ✓ arsenic (As) = 0,5 mg/kg ;
- ✓ cuivre (Cu) = 2 mg/kg ;
- ✓ plomb (Pb) = 2 mg/kg ;
- ✓ sulfates (SO_4^{2-}) = 0,05%.

Dosage des sulfates

Le dosage des sulfates a été effectué par spectrophotomètre Hach DR3900 par la méthode turbidimétrique après réaction avec le baryum du réactif SulfaVer 4. $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$. Dans la mesure où l'intensité de la turbidité du sulfate de baryum est proportionnelle à la quantité de sulfate dans l'échantillon, une mesure photométrique permet de déterminer avec précision la concentration de sulfate.

RESULTATS

Teneur en iode dans les sels

Dans le Tableau 1, nous présentons les résultats d'analyse par titrimétrie. Sur les cent douze échantillons analysés, seul 25% sont

conforme à la norme Sénégalaise c'est-à-dire des teneurs d'iode compris entre 30-50ppm. Le taux de sel sous-iodé est de 50% et 25% restant est super iodé.

Analyse des métaux lourds ('Arsenic, le Cuivre, le Plomb, Cadmium) dans les sels

Le Tableau 2 illustre les résultats d'analyses relatifs aux teneurs des éléments traces métalliques (As, Cd, Hg, Pb) dans les sels de cuisine au Sénégal. A l'issue de l'analyse des résultats, il faut retenir que les teneurs moyennes en métaux lourds ont beaucoup varié d'un métal à un autre.

Globalement, il se dégage que :

- ✓ Dans tous les sels, l'arsenic est sous forme de trace et inférieur à la limite de détection de l'appareil de mesure. Tous les sels analysés ne sont pas contaminés en arsenic.
- ✓ Le cuivre et le cadmium se trouvent dans les sels à des teneurs faibles et variables se trouvant entre la limite de détection de l'appareil ICP-OES et 0,95 et 0,045ppm. Tous les sels sont conformes aux critères de pureté vis-à-vis des normes du cadmium et cuivre.
- ✓ Dans certains sels, les teneurs en plomb et mercure dépassent les normes édictées avec des critères de conformité respectivement de 98% et 97%.

Analyse quantitative des sulfates

Les résultats de quantification des teneurs sont présentés sur la Figure 1. Nous avons analysé 47 échantillons de sels de cuisine. Les teneurs en sulfates oscillent entre 0,02 et 2,94% avec une moyenne de 0,98%. L'exploitation des résultats obtenus a indiqué un taux de non-conformités de 90% au regard de la teneur maximale (0,005%) réglementaire français (Arrêté du 28 mai 1997 relatif au sel alimentaire et aux substances d'apport nutritionnel pouvant être utilisées pour sa supplémentation. Déposé le 27 mai 1997 à 22h00, publié le 2 juin 1997 à 22h00). Les sels sénégalais contiennent de fortes teneurs en sulfates.

Analyse qualitative des sels

Les spectres EDS (Figure 2) montrent la présence d'éléments chimiques dans les matrices : Fe, F, Mg, K, Al, O, Ca, Na, Cl. On peut donc conclure en plus de NaCl, les sels contiennent d'autres sels minéraux. La Figure 3 montre une cartographie élémentaire des atomes d'oxygène (O), de soufre (S) et de calcium (Ca). La similitude des distributions élémentaires de l'oxygène (O), soufre (S) et calcium (Ca) montre la présence du sulfate de calcium CaSO₄ dans le sel analysé. L'existence

d'une bande forte dans le spectre infrarouge (Figure 4) aux environs 1100 cm⁻¹ confirme la présence des sulfates dans les sels alimentaires. Les bandes d'adsorption caractéristiques aux carbonates sont situées à 1645 et 888 cm⁻¹. L'humidité des sels se manifeste dans le spectre infrarouge par une large absorption centrée 3395 cm⁻¹. Sur la base de ces considérations spectroscopiques, les échantillons de sel contiennent des carbonates et des sulfates.

Tableau 1 : Variation des teneurs en iode dans les sels alimentaires.

Critère de teneur en iode dans les sels (NS03-037 (1994))			
	Teneur en iode faible [<30 ppm]	Teneur en iode normale [30-50 ppm]	Teneur en iode élevée [>50 ppm]
Nombre d'échantillons	56	28	28
Maximum	28,04	48,14	219,53
Minimum	2,12	30,15	53,43
M	8,96	39,26	71,94
%	50	25	25
Critères de conformité	Non conforme	Conforme	Non conforme

Tableau 2 : Données des contaminants métalliques dans les échantillons des sels déterminés par ICP-OES.

Valeurs moyenne de contamination (ppm ou mg/kg)					
	Nbre	Min	Max	Limite max	Critère de conf.
Cd (ld = 0,001)	47	< ld	0,045	0,5	100 % conforme
Pb (ld = 0,01)	47	< ld	3,1	2	98 % conforme
Cu (ld = 0,02)	47	< ld	0,95	2	100 % conforme
Hg (ld = 0,01)	47	< ld	0,25	0,1	97 % conforme
As (ld = 0,01)	47	< ld	< ld	1	100% conforme

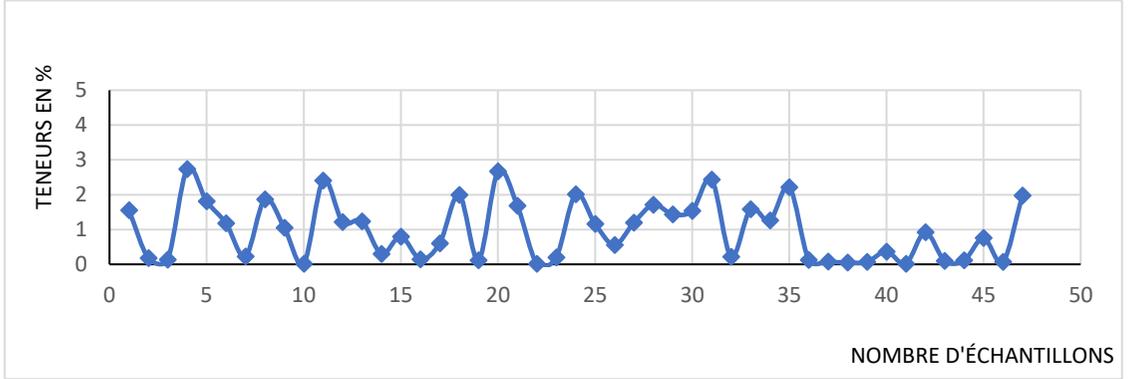


Figure 1 : Variation des teneurs en sulfates dans les sels de cuisine.

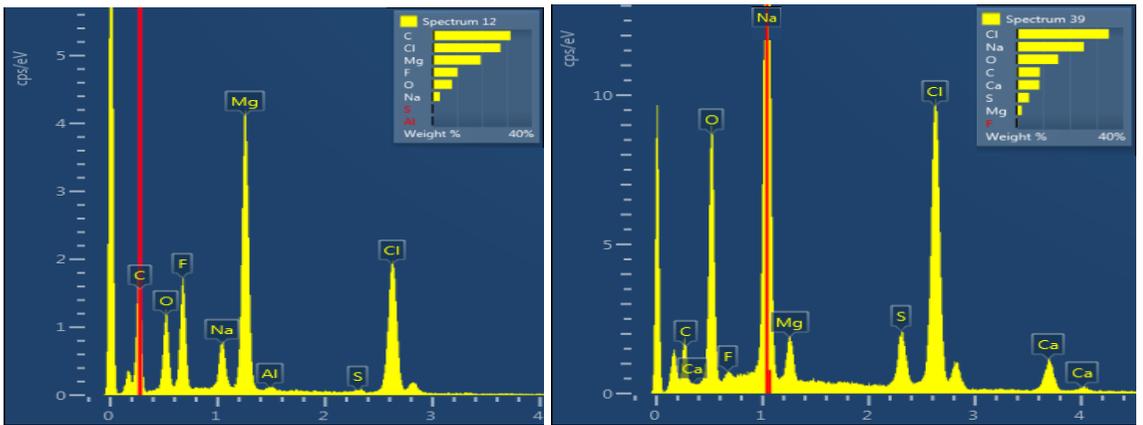


Figure 2 : Spectres dispersion d'énergie (EDS) de deux sels.

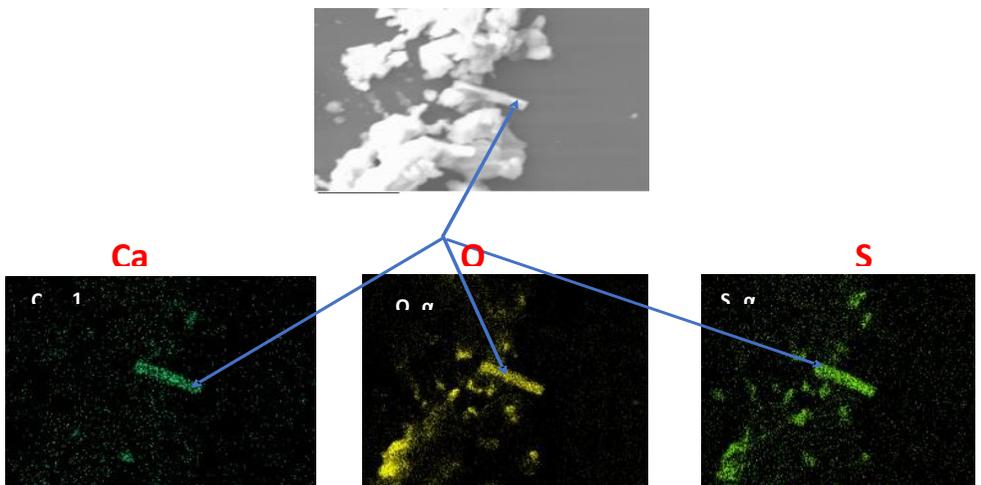


Figure 3 : Cartographie élémentaire montrant une baguette de sulfate de calcium dans un sel de cuisine.

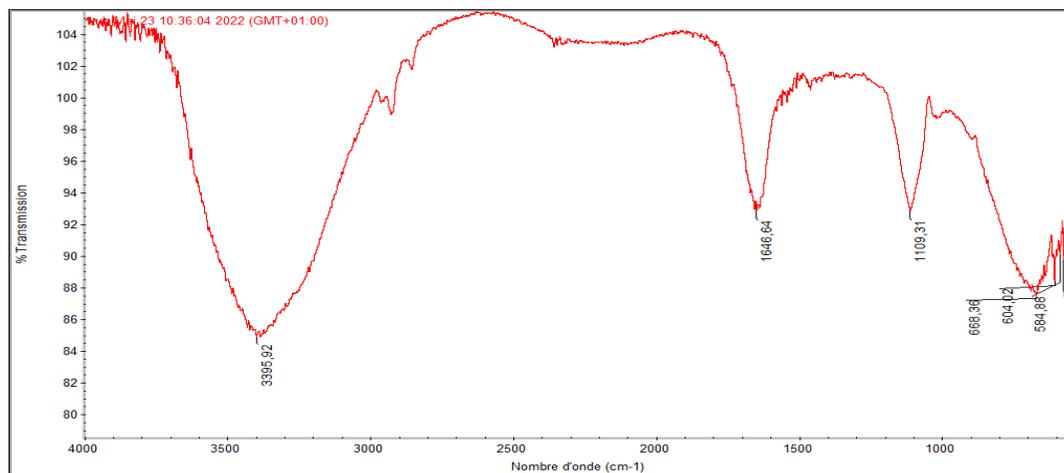


Figure 4 : Spectre infrarouge d'un sel alimentaire de Kaolack.

DISCUSSION

La comparaison des teneurs d'iode dans les sels avec les normes édictés par rapport à la norme Sénégalaise et NS 03-037 et Ivoirienne (Diaby Vandjiguiba et al., 2019) montre que 25% des sels sont conforme à la réglementation [30-50ppm]. L'étude a également montré que la teneur des 75% des sels sont non-conformes c'est-à-dire soit supérieure ou inférieure à l'intervalle de critère de conformité. Ce qui traduit une sous iodation ou une hyperiodation. La limite inférieure de 30 ppm de la norme est celui exigé par l'OMS. Cependant, selon International Council for the Control Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD), cette limite est de 15 ppm (DJONGA et al., 2012). Les résultats obtenus ont montré que 50% des échantillons non-conformes sont en dessous de la limite inférieure et 25% au-dessus de la limite supérieure. Les 25% au-dessus de la limite supérieure traduisent ainsi hyperiodation et même temps un risque d'hyperthyroïdie iodo-induite (Adou et al., 2002) lors de sa consommation. Ceci suggérait que l'essentiel des sels alimentaires vendus et destinés aux ménages n'a pas été conforme à la réglementation. Il faut souligner ici que les recommandations utilisées pour évaluer la teneur adéquate en iode sont différentes d'un pays à un autre (Mizéhoun et al., 2016). Les techniques manuelles d'iodation utilisé par les producteurs artisanaux montrent une

hétérogénéité des teneurs d'iode dans un même site de production. Des actions correctrices rapides sont souhaitables, impliquant les acteurs à divers niveaux et les autorités gouvernementales. Pour les métaux lourds les sels vendus montrent des valeurs en dessous des valeurs seuils. Les sels de cuisine sénégalaise sont très riches en sulfates, 90% supérieur à 0,05% de sulfate, par rapport à l'arrêté français du 28 mai 1997. L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques et qu'aucune DJA (Dose Journalière Admissible) n'a été établie et même utilisé comme additif alimentaire reconnaissable par le « E5XX ». Le dépassement des teneurs de sulfates n'aura pas d'effet sur la consommation des sels.

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que la moitié des sels alimentaires au Sénégal sont sulfatiques, 50% sous-iodés, 25% sur-iodés et 25% adéquatement iodés. Les teneurs en Éléments traces Métalliques (ETM) respectent la norme sénégalaise. Au regard de ces résultats il importe que les autorités aident les producteurs sur les bonnes techniques d'iodation en les dotant des unités d'iodation. Ce résultat dénote d'un relâchement des acquis de la mise en œuvre de la stratégie d'iodation du sel au Sénégal, au regard des résultats satisfaisants déjà obtenus depuis 2014.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en rapport avec l'étude.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre les auteurs. TD a initié le projet de recherche, a participé aux analyses et a écrit la version initiale de l'article. AN a participé à l'échantillonnage, aux analyses et aux traitements des données et a participé à la rédaction de l'article. AT, MN, MS et CAKD ont lu l'article et apporté des corrections.

REMERCIEMENTS

Les auteurs ont bénéficié du soutien financier du Centre de Recherche et de Développement Internationale (CRDI) et le Ministère de L'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'innovation (MESRI) du Sénégal. Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à la CRDI et au MESRI.

RÉFÉRENCES

- Adou P, Aka D, Aké M, Koffi M, Tébi A, Diarra-Nama AJ. 2002. Evaluation de la teneur en iode du sel alimentaire à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Cahiers d'Études et de Recherches Francophones/Santé*, **12**(1): 18-21.
- Djonga O, Mahamat MA, Bessane C, Danama KA, Boy OB. 2012. Comportements alimentaires et carence en iode. *Mali Medical*, **27**(4): 1-3.
- Farebrother J, Naude CE, Nicol L, Sang Z, Yang Z, Andersson M, Jooste PL, Zimmermann MB. 2015. Systematic review of the effects of iodised salt and iodine supplements on prenatal and postnatal growth: study protocol. *BMJ Open*, **23**;5(4): e007238. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-007238.
- Gomina Assoumanou M, Zohoncon TM, Akpona SA. 2011. Evaluation de la teneur en iode des sels de cuisine dans les ménages de deux zones d'endémie goitreuse du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4): 1515-1526. DOI: 10.4314/ijbcs.v5i4.17.
- Journal Officiel de la République Islamique de Mauritanie, numéro 1076. 15 août 2004. Décret n° 034 - 2004 Portant obligation d'ioder le sel destiné à l'alimentation humaine et animale, du 29 Avril 2004.
- Mizéhoun-Adissoda C, Agueh V, Yemoa A, Sègla BI, Alihonou F, Jossè R. G, Desport, J. C. 2016. Évaluation de la teneur en iode des sels alimentaires dans les communes de Glazoué et de Ouidah (Bénin) et comparaison aux recommandations. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, **30**(1): 38-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2016.01.083>.
- Miniscules DV, Ake AY, Kossonou RN, Koffi KM, Sanago I, Camara Rosine, KKM, Yapo AF, Djama AJ, Ardjouma D. 2029. Évaluation De La Teneur En Iode De Quelques Échantillons De Sel Prélevés En Vrac En Côte D'Ivoire. *EAS J Nutr Food Sci.*, **1**(5): 98-103. DOI: 10.36349/EASJNFS.2019.v01i05.003
- Mizéhoun-Adissoda, C, Yémoa A, Jerome CS, Biobou A, Alouki K, Azandjémé CDJC. 2018. Teneur en iode et qualité microbiologique des sels alimentaires commercialisés au Bénin. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, **32**(2): 102-108. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2018.01.001>.
- Ndersson M, Takkouche B, Egli I, Allen HE, de Benoist B. 2005. Current global iodine status and progress over the last decade towards the elimination of iodine deficiency. *Bull World Health Organ*, **83**: 518-525.
- NS 03-037.-Sel de cuisine iodé. - 1994.-6p
- NS 03-038.- Méthode de détermination de l'iode dans le sel de cuisine iodé par l'iodate de potassium. -1994.- 5p
- Ogbera AO, Kuku SF. 2011. Epidemiology of thyroid diseases in Africa. *Indian J Endocrinol Metab.*, **15**: S82-S88. DOI: 10.4103/2230-8210.83331
- Zimmermann MB, Andersson M. 2012. Update on iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, **19** : 382-387. DOI: 10.1097/MED.0b013e328357271a
- Zimmermann MB. 2009. Iodine deficiency. *Endocr Rev*, **30** : 376-408. DOI: 10.1210/er.2009-0011