

Research Article

Évaluation De La Teneur En Iode De Quelques Échantillons De Sel Prélevés En Vrac En Côte D'ivoire minuscules

DIABY Vandjiguiba^{1*}, AKE ASSI Yolande¹, Kossonou Roland N'GUETTIA¹, KOFFI Kouamé Mathias¹, SANOGO Isiaka¹, CAMARA ROSINE¹, KOUAKOU Kaissi Marcelle¹, YAPO Adou Francis², DJAMA Allico Joseph^{2,3}, Ardjouma DEMBELE¹¹Laboratoire Central pour l'hygiène Alimentaire et l'Agro-industrie, LANADA, ministère de l'agriculture et du développement rural, 04 BP 612 Abidjan 04²Laboratoire de Pharmacodynamie-Biochimique, UFR Biosciences, Université FELIX Houphouët Boigny-Abidjan (Côte d'Ivoire), 22 BP 582 Abidjan 22³Département de Biochimie Médicale et Fondamentale Institut Pasteur de Cote d'Ivoire, 01 BP 490 Abidjan 01*Corresponding Author
DIABY Vandjiguiba

Abstract: But – La consommation de sel adéquatement iodé est importante dans la prévention et la lutte contre les troubles dus à la carence en iode (TDCI). Évaluer la teneur en iode des sels vendus chez quelques détaillants, afin d'en apprécier la qualité tout au long de la chaîne de distribution a été l'objet de la présente étude. **Matériel et méthode**– Un prélèvement de 500 g de sel était effectué sur tous les sites en vrac soit un total de 50 échantillons prélevés. **Résultats**. – Comparativement aux critères qualités, seulement 09 ont été conformes avec une moyenne de 41,04 ppm \pm 7,796 (soit 18% des échantillons analysés). Quarante et un (41) échantillons ont été analysés non-conformes de manière significative comparativement aux critères qualités ($p < 0,05$) dont 20 en dessous de la limite inférieure du critère qualité (30 ppm) avec une moyenne de 15,63*** \pm 8,85 (soit 40% des échantillons analysés) et 21 au-dessus de la limite supérieure (50 ppm) avec une moyenne de 73,49*** \pm 21,18 (soit 42 % des échantillons analysés). **Conclusion** – Cette étude a révélé que les sels vendus sont soit faiblement iodés, soit fortement iodés. Ces sels ont été non-conformes à la norme ivoirienne NI: 03 09 003 avec un taux de non-conformité de 82 % et un taux de conformité de 18%.

Keywords: Sel, iode, TDCI, goitre, déficit en iode, crétinisme.

INTRODUCTION

Les micronutriments agissent en petite dose et ne sont pas fabriqués par l'organisme ou le sont mais faiblement (SEID ALI, *et al.*, 2015). L'iode est un micronutriment indispensable à l'organisme (Menon et Skeaff, 2016). C'est une substance fondamentale à l'élaboration des hormones thyroïdiennes. Il suffit pour cela des petites quantités, 100 à 200 μ g par jour. Son apport est essentiellement alimentaire. La carence en iode reste une menace majeure pour la santé et le développement des populations du monde entier (Ingibjörg et Lisbeth, 2012). Les troubles causés par sa carence sont nombreux et bien connus (DJONGA *et al.*, 2012). Sur le continent Africain (centrale et de l'Ouest), 250 millions de personnes sont susceptibles de présenter des troubles dus à la carence en iode (TDCI) à savoir goitre endémique, hypothyroïdie, crétinisme, insuffisance de la fonction de reproduction, mortalité infantile, retard de croissance et 50 millions sont

atteintes de crétinisme. Le retard de croissance ou malnutrition chronique est la forme la plus répandue en Côte d'Ivoire, chez les enfants de moins de 5 ans (PNMN, 2016). En Côte d'Ivoire, les zones les plus touchées sont les régions montagneuses du Centre-Ouest et celles des hauts plateaux du Nord (Adou *et al.*, 2002). Dans le monde, la carence iodée occupe une place particulière parmi les carences en micronutriments qui posent aujourd'hui un problème majeur de santé publique (Benoist et Delange, 2002). Ainsi donc, l'OMS a recommandé l'iodation universelle du sel comme stratégie de prévention et de contrôle des TDCI depuis 1994 (GOMINA *et al.*, 2011; Mizéhou *et al.*, 2018). L'enrichissement du sel a extrêmement bien réussi à éliminer les carences en iode en Amérique du Nord et dans de nombreuses parties de l'Europe (ICCIDD/IMIUNICEF/OM, 1995). C'est ainsi, qu'à La Haye en juin 2000, les représentants de l'industrie du sel et les principaux

Quick Response Code



Journal homepage:

<http://www.easpublisher.com/easjnf/>

Article History

Received: 02.10.2019

Accepted: 11.10.2019

Published: 23.10.2019

Copyright © 2019: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution license which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non commercial use (NonCommercial, or CC-BY-NC) provided the original author and source are credited.

partenaires dans le domaine de la lutte contre les troubles dus à la carence en iode TDCI se sont mis d'accord pour œuvrer ensemble en faveur de l'élimination des TDCI (Benoist et Delange., 2002).

L'engagement de la Côte d'Ivoire s'est traduit depuis son indépendance, par plusieurs actions dont la ratification de tous les engagements internationaux relatifs à la nutrition. En 2001, des mesures ont été prises avec la mise en place du Programme National de Nutrition, la prise en compte de la nutrition dans le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) de 2008. La Côte d'Ivoire est un des pays qui a adhéré à la stratégie d'iodation universelle du sel pour prévenir et contrôler les troubles dus à la carence en iode (Adou *et al.*, 2002). Malgré ces efforts visibles, la pathologie goitreuse demeure en Côte d'Ivoire un problème majeur de santé publique car plusieurs essais pilotes ont permis d'affirmer son endémicité (KOUAMÉ *et al.*, 2015). Vu l'urgence, qu'est-ce qui est donc fait? La carence en iode du sel perdure-t-elle encore? En effet, certaines dispositions réglementaires ivoiriens ont été prises à savoir le décret n° 2016-1152 paru au journal officiel du 17 avril 2017 rendant certaines normes d'application obligatoire parmi lesquelles, il y'a la norme **NI 4677** relative au sel de qualité alimentaire. Le sel est le véhicule idéal de l'iode parce qu'il est un aliment essentiel. Il peut fournir une ration quotidienne constante d'iode à moindre coût (Adou *et al.*, 2002). Cependant, la teneur en iode du sel devra être régulièrement contrôlée au niveau des différentes étapes (importation, commerce et ménages) du système de distribution (Adou *et al.*, 2002) en vue de la protection du consommateur. C'est fort de cela que l'objectif de cette étude a été d'évaluer la teneur en iode dans le sel prélevé en vrac dans certains marchés d'Abidjan vu que ces sels se retrouvent dans les ménages.

I MATÉRIEL ET MÉTHODES

I.1 ZONES D'ÉTUDE

Il s'agissait d'une étude transversale déroulée à ABIDJAN sur la base que cette ville est le point de départ de l'approvisionnement de l'intérieur du pays en sel (Adou *et al.*, 2002).

I.2 TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE

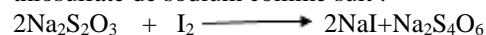
Un prélèvement de 500 g de sel était effectué sur tous les sites en vrac soit un total de 50 échantillons. Ces prélèvements étaient ensuite conservés dans un sac en aluminium à l'abri de la lumière afin de préserver la teneur en iode.

I.3 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons ont été analysés quantitativement au Laboratoire Central pour l'Hygiène Alimentaire et l'Agro-industrie au LANADA (Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole) par titrage iodométrique selon la norme ivoirienne **NI: 03 09 003**.

I.4 MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN IODE PAR IODOMÉTRIE

Principe selon la norme ivoirienne (**NI: 03 09 003**): l'iode contenu dans le sel iodé avec l'iodate de potassium est déterminé par la méthode de titration iodométrique. L'iode va réagir avec la solution de thiosulfate de sodium comme suit :



Avec

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Thiosulfate de sodium

I_2 : Iode

NaI : Iodure de sodium

$\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$: Tetrathionate de sodium

Moléculaire

I.4.1 Réactifs :

*Solution d'iodure de potassium 10%

*Acide acétique concentré

*Thiosulfate de sodium 0,002N

*Solution d'amidon 1%

Les analyses ont été effectuées en suivant le mode opératoire décrit dans la norme (**NI: 03 09 003**).

Mode opératoire:

Préalablement séché et refroidi, 10 g de sel ont été pesés. A l'aide d'une fiole conique, ces 10 g de sel ont été dissouts dans 50 ml d'eau distillée. L'ensemble ainsi obtenu a été homogénéisé auquel ont été ajoutés 1 ml de solution d'iodure de potassium 10% et 1 ml de solution d'acide acétique.

La solution vire au jaune, cette couleur se développe au fur et à mesure de la libération de l'iode moléculaire pendant environ 10 min à ce qu'elle se termine.

La réaction a été titrée avec la solution de thiosulfate de sodium (0,002N) jusqu'à disparition de la coloration jaune. Après l'ajout de 5 ml de solution d'amidon à 1 %, une coloration bleue indiquant la présence de l'iode moléculaire dans la solution apparait. Le titrage a été poursuivi jusqu'à disparition de cette coloration et V le volume total utilisé pour le titrage a été noté.

L'expression des résultats a été donné selon la formule: Iode (ppm) = V x 4,2332

Où V est le volume de Thiosulfate de sodium 0,002N ayant servi à la titration.

Le critère de qualité a été fixé en suivant les instructions de la norme à savoir:

✓ [30 - 50] ppm pour la teneur en iode dans les ménages et les ventes en détail.

Les sels de teneur inférieure ou supérieure à cette norme étaient considérés comme non-conformes.

II ANALYSE STATISTIQUE

Les tests statistiques *grapPhad.Prism.V5.01*. et MS-Excel ont été utilisés pour le traitement des données. Les données ont été analysées avec ANOVA One-Way. Le test non paramétrique de Turkey a été utilisé pour la comparaison de la variance des valeurs obtenues témoins. Également, la colonne statistique a été utilisée pour la détermination des moyennes et écart-types. La différence entre deux variances était significative, si $p < 0,05$.

III RÉSULTATS

II.1 IODOMÉTRIE

Le tableau I montre que 50 échantillons ont été analysés. Comparativement aux critères qualités, seulement 09 ont été conformes avec une moyenne de 41,04 ppm \pm 7,8 (soit 18% des échantillons analysés). Quarante et un (41) échantillons ont été analysés non conformes de manière significative comparativement aux critères qualités ($p < 0,05$) dont 20 en dessous de la limite inférieure du critère qualité (30 ppm) avec une moyenne de 15,63** \pm 8,85 (soit 40% des échantillons analysés) et 21 au-dessus de la limite supérieure (50 ppm) avec une moyenne de 73,49*** \pm 21,18 (soit 42

% des échantillons analysés). La figure 1 montre la variation de la teneur autour du critère qualité donnant ainsi une lisibilité nette des non-conformités et des conformités. Sept échantillons ont une teneur en iode supérieure ou sensiblement égales à 80 ppm. La figure 2 montre le diagramme de PARETO adapté à la présente étude représentant 80% des teneurs susceptibles d'être retrouvées dans les ménages dans des échantillons analysés au vu de leurs fréquences d'apparition. Il s'agit par ordre d'apparition des teneurs en iode comprises entre [20-30 ppm] fréquence 8, [10-20 ppm] fréquence 7, [60-70 ppm] fréquence 7, [50-60 ppm] fréquence 6 et [0-10 ppm] fréquence 5.

La figure 3 montre le surdosage et sous-dosage des sels iodé. Il a été de 4,31 ppm \pm 4,25 dans l'intervalle [0-10], 14,33 ppm \pm 2,83 dans l'intervalle [10-20], 25,00 ppm \pm 1,99 dans l'intervalle [20-30], 41,04 ppm \pm 7,80 dans l'intervalle [30-50], 54,89 ppm \pm 3,33 dans l'intervalle [50-60], 66,69 ppm \pm 3,53 dans l'intervalle [60-70], 78,60 ppm \pm 0,12 dans l'intervalle [70-80], 96,94 ppm \pm 0,00 dans l'intervalle [90-100], 122,01 ppm \pm 10,37 dans l'intervalle [100-130].

Tableau I: Teneur en iode dans le sel alimentaire analysé

Critère teneur en iode dans le sel (NI: 03 09 003)			
	<30 Teneur faible	30-50 Teneur normale	>50 Teneur élevée
RÉSULTATS (ppm)			
Moyenne	15,63***	41,04	73,49***
Écart type	8,85	7,80	21,18
Minimum	0,42	30,05	52,07
Maximum	28,14	49,95	129,3
Nombre	20	9	21
%	40%	18%	42 %
Critère de conformité	Échantillons non-conforme	Échantillons conforme	Échantillons non-conforme

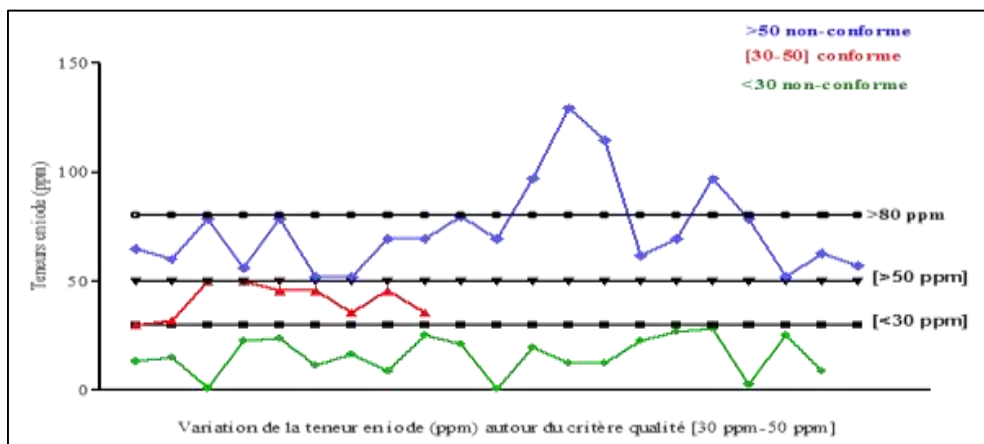


Figure 1: Variation des teneurs en iode autour du critère qualité [30 ppm- 50 ppm]

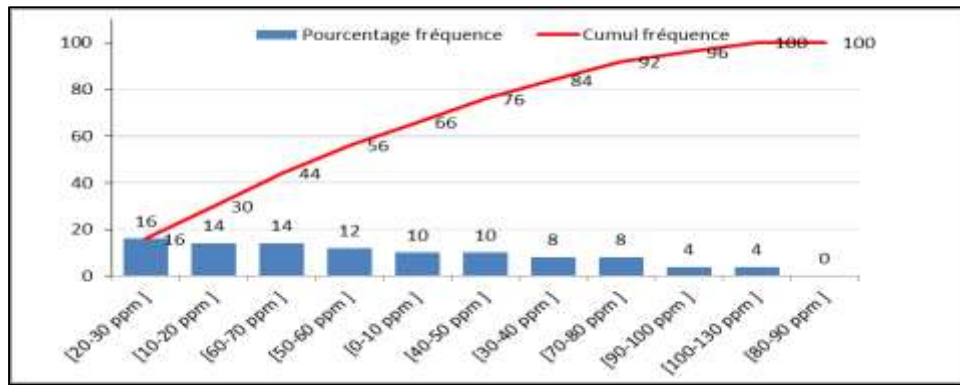


Figure 2: Diagramme de PARETO adapté à la présente étude représentant 80% des teneurs non-conformes susceptibles d'être retrouvées dans les ménages.

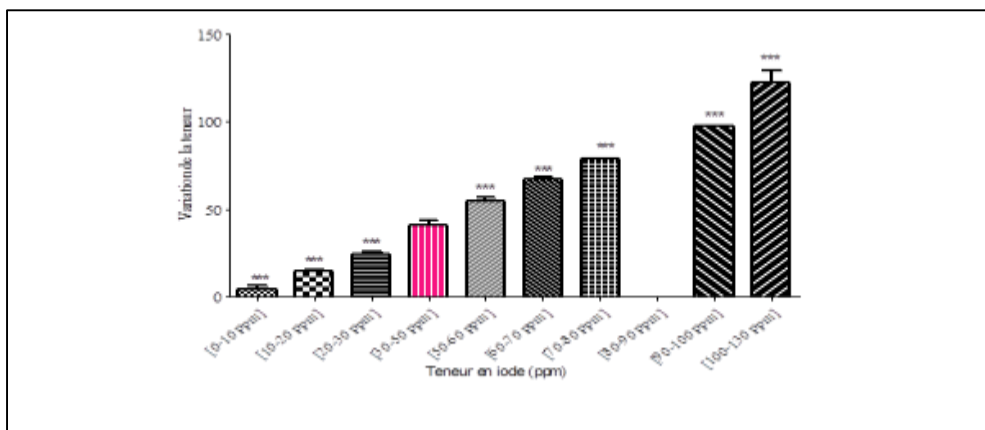


Figure 3: surdosage et Sous-dosage des sels en iode

IV DISCUSSION

L'OMS estime à plus de 1,5 milliard de personnes touchées par les troubles dus à la carence en iode à travers le monde, qui peut cependant être combattu par l'utilisation de sel alimentaire correctement iodé (Mizéhoun *et al.*, 2018). L'Afrique en paye un lourd tribut avec 44 pays déficitaires en iode alimentaire. Leur prévention passe par une action ciblée sur l'alimentation de la population exposée à cette carence (DJONGA *et al.*, 2012). Cette carence en iode et les troubles associés constituent un problème de santé publique dans plusieurs pays du monde (Hassan, 2011). L'objectif de cette étude a été d'évaluer la teneur en iode dans les sels par titrage iodométrique qui reste la méthode de référence (Mizéhoun *et al.*, 2016). Les résultats ont montrés que 41 échantillons analysés sur un total de 50 ont été significativement non-conformes aux critères de qualité comme stipulé dans la recommandation [30 ppm - 50 ppm]. L'étude a également montré que la teneur des sels non-conformes est soit supérieure ou inférieure à l'intervalle de critère de conformité. Ce qui traduit une faible iodisation ou une forte iodisation. 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 40% des échantillons non-conformes sont en dessous de la limite inférieure et 42% au-dessus de la

limite supérieure. Ces 42% au-dessus de la limite supérieure traduisent ainsi forte iodisation 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 pays n'ont pas nécessairement le même seuil minimum pour l'iodation du sel (le minimum requis pour l'iodation universelle du sel est de 15 ppm, mais certains pays utilisent 20 ppm (Horton S. et Miloff A. , 2010). Ces recommandations suggèrent que les structures responsables de l'alimentation et de la nutrition doivent veiller à ce que plus de 90 % des ménages aient accès à du sel adéquatement iodé c'est-à-dire contenant 15 à 40 ppm d'iode pour le Bénin (GOMINA *et al.*, 2011 ; Mizéhoun *et al.*, 2018) et 30 à 50 ppm d'iode pour la Côte d'Ivoire.

Dans l'étude réalisés, 20 échantillons ont été en dessous de la limite inférieure du critère qualité (30 ppm) avec une moyenne de $15,63^{**} \pm 8,85$ (soit 40%). Il y'a donc eu déperdition de l'iode dans le sel. Cette dégradation du sel peut être expliquée par les impuretés (calcium, magnésium, carbonates, baryum, potassium, fer, soufre, eau de cristallisation etc.), l'humidité, la granulométrie, le mode et la durée de conservation

(DJONGA *et al.*, 2012). La présence de sels non iodés ou faiblement iodés peut également s'expliquer par d'autres facteurs notamment la forme chimique d'enrichissement en iode, le mauvais conditionnement, l'exposition aux intempéries, l'introduction de sel d'exploitation artisanale non iodé et le détournement de sel destiné aux usages industriels pour l'alimentation humaine (Ilunga *et al.*, 2016). Pour le sel enrichi à l'iodure, l'USFDA (U.S. Food and Drug Administration) approuve comme additif le dextrose et le $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,1% maximum), ainsi que le NaHCO_3 , le Na_2CO_3 et le $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, en tant qu'agents tampons pour aider à prévenir la perte d'iode (PURNENDU *et al.*, 2008). Contrairement à l'iodate (KIO_3) qui est recommandé à l'enrichissement du sel vu sa très grande stabilité selon l'OMS pour éviter les pertes iodiques (PURNENDU *et al.*, 2008).

Les teneurs en iode (0,42 ppm à 129,34) des sels par la technique du titrage iodométrique dans la présente étude ont été proches de celles rapportées par Adou *et al.* (2002) à Abidjan (Côte d'Ivoire), qui variaient de 0,48 ppm à 220,13 ppm et de celles de GOMINA *et al.*, (2011) qui est de 0 ppm à 116,33. Le pourcentage de sels correctement iodés était de 18% (représentant 9 échantillons) dans l'étude réalisée contre 4,5% (représentant 8 échantillons) dans l'étude de ZAHIDI., (2015) pour 170 échantillons. Cependant, chez GOMINA *et al.*, (2011), ce pourcentage était de 54,74% (15 à 40 ppm), sur 327 échantillons de sels de cuisine collectés dans les ménages. Par contre chez Mizéhoun-Adissoda *et al.*, (2018), au Bénin, aucun des échantillons de sel ne respectait les recommandations (20–60 ppm) du sel iodé à la vente pour 190 échantillons de sel prélevés chez les grossistes et revendeuses. A Lubumbashi au Congo, ce pourcentage de sel correctement iodé (15 à 40 ppm) a été de 47,5% dans 739 échantillons de sel collectés (Ilunga *et al.*, 2016). Cette différence peut s'expliquer par le fait que la teneur minimale en iode considérée comme étant adéquate n'est pas la même d'un pays à l'autre (GOMINA *et al.*, 2011). Le Niger ne dispose pas d'un système d'iodation du sel. le marché de sel est contrôlé par le système de licence d'importation délivrée aux commerçants (Mamane *et al.*, 2013). En ce qui concerne les sels importés en Côte d'Ivoire, selon la norme **NI: 03 09 003**, la teneur réglementée est comprise entre 50 et 80 ppm. Comme c'est le cas au Niger (Mamane *et al.*, 2013). Le constat est que parmi les résultats obtenus lors de l'étude, 17 échantillons des détaillants ont une teneur en iode comprise entre 50 et 80 ppm soit 34% des échantillons. La supplémentation en iode par conséquent doit faire l'objet d'une surveillance étroite afin de garantir un apport en iode suffisant tout en évitant les excès d'iode (Luo *et al.*, 2014).

Dans l'étude réalisée, 50 échantillons ont été analysés contre 66 dans l'étude de Mandisa *et al.*, (2010) et que 42 % des échantillons analysés ont une teneur supérieure à 50 ppm contre 22,3% des sels importés dans l'étude de Mamane *et al.*, (2013). Ces teneurs en iode au-dessus de la limite supérieures exposent la population à une surcharge iodique (Ilunga *et al.* 2016). Le métabolisme de l'iode dans la thyroïde est sous régulation de la TSH (thyroïdostimuline). Ce qui peut être altéré par un apport excessif en iode donnant lieu à une dysthyroïdie (EGLOFF et PHILIPPE., 2015).

Selon le diagramme de PARETO adapté à la présente étude représentant 80% des teneurs comprises entre [20-30 ppm], [10-20 ppm], [60-70 ppm], [50-60 ppm], [0-10 ppm] et [40-50 ppm] sont susceptibles d'être retrouvées dans les ménages dans les échantillons analysés au vu de leurs fréquences d'apparition. La majorité des sels vendus dans la ville exposera la population à la fois à un déficit en iode et à un excès d'iode. Selon les auteurs, Mandisa *et al.*, (2010), la carence en iode est un facteur de risque pour retard de développement mental et physique, l'hypothyroïdie, le goitre endémique et la mortalité infantile. Dans les cas d'excès de sel iodé, les personnes seront exposées à un risque d'hyperthyroïdie et maladies auto-immune.

CONCLUSION

L'étude réalisée a montré que seulement 18% des échantillons de sels a été conformes à la recommandation ivoirienne [30-50 ppm]. Cependant, 42 % des échantillons sont très dosés traduisant ainsi un risque d'hyperthyroïdie iodo-induite. Déjà des travaux réalisés à Abidjan en 2002 ont enregistré une teneur élevée en iode. Dix sept ans plus tard, les sels sont fortement surdosés en iode. Dans le même temps, 40% ont une teneur faible en iode. C'est le lieu donc de mettre en place un programme national de contrôle en vue d'évaluer le statut iodique des sels dans les ménages et dans les commerces. Également, contrôler les zones endémiques (Ouest et Nord du pays). Pour le suivi, il serait judicieux d'accorder une autorisation sanitaire de mise sur le marché pour la commercialisation du sel iodé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adou, P., Aka, D., Aké, M., Koffi, M., Tébi, A., & Diarra-Nama, A. J. (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.
2. Hassan, A. (2011). La fortification volontaire des aliments en iode, solution d'accompagnement de la fortification obligatoire du sel en iode. *Food magazine* N° 38: 58-59
3. de Benoist, B., & Delange, F. (2002). La carence iodée: bilan et perspectives pour le futur. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*, 12(1), 9-17.

4. Djonga, O., Mahamat, M. A., Bessane, C., Danama, K. A., & Boy, O. B. (2012). Comportements alimentaires et carence en iode. *Mali Medical*, 27(4), 1.
5. Egloff, M., & Philippe, J. (2016). Dysthyroïdies liées à une surcharge iodée. *Revue médicale suisse*, 12(515), 804-9.
6. Assoumanou, M. G., Zohoncon, T. M., & Akpona, S. A. (2011). Evaluation de la teneur en iode des sels de cuisine dans les ménages de deux zones d'endémie goitreuse du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(4), 1515-1526.
7. Horton, S., & Miloff, A. (2010). Iodine status and availability of iodized salt: an across-country analysis. *Food and nutrition bulletin*, 31(2), 214-220.
8. Gunnarsdottir, I., & Dahl, L. (2012). Iodine intake in human nutrition: a systematic literature review. *Food & nutrition research*, 56(1), 19731.
9. Mannar, M. V., Dunn, J. T., International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, & UNICEF. (1995). Iodation du sel pour l'élimination de la carence en iode.
10. Banza, B. I., Lumbu, J. B. S., Donnen, P., Twite, E. K., Kwete, D. M., Kazadi, C. M., ... & Robert, A. (2016). La teneur en iode du sel de cuisine consommé à Lubumbashi et le statut iode des personnes vulnérables: cas de femmes enceintes de milieux défavorisés. *The Pan African Medical Journal*, 23.
11. Kouamé, P., Ouattara, H., & Bellis, G. (2015). La carence en iode chez les enfants de glanle, un village de l'Ouest de la Côte d'Ivoire: Une urgence silencieuse. *Rev Ivoir Sci Technol*, 26, 245-253.
12. Luo, Y., Kawashima, A., Ishido, Y., Yoshihara, A., Oda, K., Hiroi, N., ... & Suzuki, K. (2014). Iodine excess as an environmental risk factor for autoimmune thyroid disease. *International journal of molecular sciences*, 15(7), 12895-12912.
13. MAMANE, N. H., SADOU, H., ALMA, M. M., & DAOUDA, H. (2013). Evaluation de la teneur en iode des sels alimentaires dans la communauté urbaine de Niamey au Niger. *Journal de la Société ouest-africaine de chimie*, (35), 35-40.
14. George, G., & Benjamin, L. M. (2010). Iodine content of iodized salt available in retail outlets in Mthatha. *African Journal of Food Science*, 4(8), 486-494.
15. Menon, K., & Skeaff, S. (2016). Iodine: Iodine deficiency disorders (IDD). *The encyclopedia of food and health*, 3, 437-443.
16. Mizéhoun-Adissoda, C., Agueh, V., Yemoa, A., Sègla, B. I., 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.
17. Mizéhoun-Adissoda, C., Yémoa, A., Jerome, C. S., Biobou, A., Alouki, K., Azandjémé, C., ... & Desport, J. C. (2018). Teneur en iode et qualité microbiologique des sels alimentaires commercialisés au Bénin. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 32(2), 102-108.
18. PNMN. (2016). Plan National Multisectoriel de Nutrition 2016 – 2020. République de Côte d'Ivoire. 37 pages
19. Dasgupta, P. K., Liu, Y., & Dyke, J. V. (2008). Iodine nutrition: iodine content of iodized salt in the United States. *Environmental science & technology*, 42(4), 1315-1323.
20. Seid Ali, M., Tidjani, A., & Ayessou, N. C. (2015). Etude de la stabilité de l'iode dans le sel iodé, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(5), 2719-2734
21. Sezan, A., Gangbo, F., Ahokpe, M., Agossou, A. E., & Akpona, S. (2009). Implication des goitrigènes d'origine alimentaire dans le fonctionnement de la glande thyroïde: cas du manioc dans la production du H₂O₂. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 11(1), 11-16.
22. ZAHIDI, M. (2015). La teneur en iode dans le sel alimentaire au niveau des ménages au MAROC. Université MOHAMMED V- RABAT Faculté de médecine et de pharmacie .RABAT. 124 pages.