

Article original

Évaluation de la teneur en iode des sels alimentaires dans les communes de Glazoué et de Ouidah (Bénin) et comparaison aux recommandations

Assessment of the iodine content of food salts in towns of Glazoué and Ouidah (Benin) and comparison to recommendation

Carmelle Mizéhoun-Adissoda^{a,b,*}, Victoire Agueh^c, Achille Yemoa^a, Boris I. Sègla^a,
Florence Alihonou^d, Roger G. Jossè^e, Dismand Houinato^{b,f}, André Bigot^a, Jean-Claude Desport^{b,g}

^a UFR pharmacie, FSS/UAC, 01 BP 188, Cotonou, Bénin

^b Inserm, U1094, neuroépidémiologie tropicale, 87000 Limoges, France

^c Institut régional de santé publique, route des Esclaves, 01 BP 918, Ouidah, Bénin

^d UFR médecine, FSS/UAC, 01 BP 188, Cotonou, Bénin

^e Laboratoire d'analyses physico-chimiques des milieux aquatiques (LAPMIA/FAST/UAC), BP 526, Cotonou, Bénin

^f Laboratoire d'épidémiologie des maladies chroniques et neurologiques, faculté des sciences de la santé, Cotonou, Bénin

^g Unité de nutrition, CHU Dupuytren, 87042 Limoges, France

Reçu le 21 janvier 2016 ; accepté le 25 janvier 2016

Disponible sur Internet le 26 février 2016

Résumé

But/objectif. – Évaluer la teneur en iode des sels de cuisine prélevés au sein des ménages de la commune de Glazoué (une zone surveillée pour endémie goitreuse), et l'état d'iodation du sel (supposé riche en iode) produit et commercialisé dans la commune de Ouidah au Bénin.

Méthodes. – De mai à octobre 2013, 147 échantillons de sel étaient prélevés dont 117 à Glazoué par un sondage à trois degrés et 30 à Ouidah par un échantillonnage raisonné. Les échantillons étaient dosés par le MBI-Kits International, puis par titrage iodométrique.

Résultats. – À Glazoué, 90,6 % des échantillons avaient une teneur d'iode ≥ 15 ppm, 5,1 % une teneur < 15 ppm et 4,2 % une teneur nulle par la méthode du Kit, alors que par titrage iodométrique 82,9 % des échantillons avaient une teneur en iode ≥ 15 ppm ; 14,5 % une teneur < 15 ppm et 2,5 % une teneur nulle. À Ouidah, 100 % des échantillons avait une teneur en iode < 15 ppm par les deux méthodes. La moyenne d'iode des échantillons prélevés à Ouidah était plus faible que celle des échantillons de Glazoué ($4,3 \pm 1,1$ ppm versus $28,2 \pm 14,0$ ppm, $p < 0,001$). Au total, 63,2 % des échantillons de Glazoué étaient adéquatement iodés versus 0 % à Ouidah par dosage iodométrique.

Conclusion. – L'étude montrait que l'état d'iodation du sel consommé à Glazoué était le plus souvent satisfaisant alors qu'à Ouidah la production locale n'était pas adéquatement iodée. Ceci implique que des actions urgentes doivent être menées pour améliorer l'iodation de la production locale et que le programme d'iodation universelle du sel doit être renforcé au Bénin.

© 2016 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Iode ; Sel ; Kit ; Iodométrie ; Bénin

Abstract

Objective. – To assess iodine content of cooking salt collected in households of Glazoué's town, a monitored area for endemic goiter and iodization status of salt (assumed rich in iodine) produced and marketed in the town of Ouidah in Benin.

Methods. – From May to October 2013, 147 salt samples were collected including 117 households in Glazoué by a three-stage sample and 30 samples in Ouidah by reasoned sampling. Samples were assayed using the MBI-Kits International and titration method (gold standard).

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : carmelle.mizehoun@gmail.com (C. Mizéhoun-Adissoda).

Results. – In Glazoué, 90.6% of samples had iodine content ≥ 15 ppm, 5.1% content of < 15 ppm and 4.2% zero content by the kit method while 82.9% of samples had ≥ 15 ppm iodine content, 14.5% iodine content of < 15 ppm and 2.5% iodine content of zero by titration method. In Ouidah, 100% of the samples had an iodine content < 15 ppm by both assays. The overall iodine mean in Ouidah samples was significantly lower than that of Glazoué samples (4.3 ± 1.1 versus 28.2 ± 14.0 ppm, $P < 0.001$). In total, 63.2% of samples were adequately iodized in Glazoué versus 0% in Ouidah by titration method.

Conclusion. – This study showed that the iodization status of salt consumed in Glazoué is mostly satisfactory whereas Ouidah local production is not adequately iodized. This implies that urgent action must be taken to enhance the iodization of local production and that the universal salt iodization program should be strengthened in Benin.

© 2016 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Iodine; Salt; Kit; Titration; Benin

1. Introduction

L'iode est un micronutriment indispensable à l'organisme, du fait de son rôle dans l'élaboration des hormones thyroïdiennes [1]. Son apport est essentiellement alimentaire. La carence en iode constitue un véritable problème de santé publique [2]. Sur le plan mondial, on estime à plus de 2,2 milliards le nombre de personnes concernées soit 38 % de la population, parmi lesquelles on dénombre 30 à 70 % de cas de goitre et 1 à 10 % de crétinisme [3]. L'Asie du Sud et l'Afrique subsaharienne sont des régions particulièrement touchées. Cependant, environ 50 % de la population européenne reste légèrement déficitaire en iode et les apports dans les autres pays industrialisés, notamment les États-Unis et l'Australie, ont diminué ces dernières années [1,4]. Chaque année dans les pays en développement, environ 38 millions de nouveau-nés risquent encore de subir les conséquences durables des lésions cérébrales que cause la carence en iode [5]. Elle constitue la cause la plus fréquente des troubles thyroïdiens en Afrique. Le goitre endémique est aussi bien présent dans des régions montagneuses (Nouvelle-Guinée) que non montagneuses d'Afrique (Cameroun, Nord Zaïre, République centrafricaine, Ouganda et Rwanda) [6].

Afin de réduire l'incidence des troubles liés à la carence en iode (TDCI), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le Fonds des nations unies pour l'enfance (UNICEF) ont recommandé depuis 1994 l'iodation universelle du sel, la conservation optimale de l'iode étant assurée par le stockage du sel iodé à l'abri de la lumière et en contenant fermé, de même qu'une granulométrie fine. Cette stratégie est sûre, peu coûteuse et durable, garantissant à tous un apport en iode suffisant [5]. La même année, sur la base d'une étude épidémiologique menée par l'Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies (OCCGE) dans les ménages au niveau national, le Bénin a déclaré les troubles liés à la carence en iode comme une priorité de santé publique. Cette étude montrait une prévalence de goitre de 19 % au sein de la population en 1994 [7]. Le Bénin a ainsi adopté la stratégie d'iodation universelle du sel comprenant la mise en œuvre d'une réglementation fixant la teneur en iode du sel à la production, à l'importation et à la consommation dans les ménages. Cette réglementation a été révisée en 2009 conformément aux nouvelles recommandations de l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) [8].

En 2011, une étude épidémiologique réalisée par la Direction de l'alimentation et de la nutrition appliquée (DANA), avec l'appui de l'UNICEF, a montré des résultats encourageants. En effet, de 19 % en 1994, le taux de prévalence du goitre, signe le plus apparent de la carence en iode, est passé à 3,5 % en 2011 au niveau national, démontrant l'impact très positif de la consommation du sel iodé sur l'amélioration de la santé de la population. De plus, la proportion des ménages disposant du sel iodé atteignait le niveau de 84 % [9], cependant inférieur au seuil de 95 % qui est l'un des critères d'élimination des TDCI dont l'échéance est fixée en 2015 par l'UNICEF et l'OMS. Les résultats d'une récente enquête nationale (2014) ont montré que seulement 38,9 % de la population disposait du sel adéquatement iodé (≥ 15 ppm) [10], ce qui révèle des insuffisances par rapport à la disponibilité de sel iodé dans les ménages ou un relâchement de la stratégie nationale d'iodation universelle mise œuvre au Bénin.

L'objectif de cette étude était d'évaluer par rapport aux recommandations de l'OMS, la teneur en iode des sels de cuisine consommés au sein des ménages de Glazoué (zone surveillée pour endémie goitreuse) et à Ouidah (zone de production locale de sel, supposée fournir un sel riche en iode à cause de sa proximité marine).

2. Matériel et méthodes

2.1. Zones d'étude

L'étude s'est déroulée dans les communes de Glazoué et de Ouidah. Glazoué est située dans le département des Collines [11]. Cette commune était considérée en 1994 comme une zone d'endémie goitreuse compte tenu du nombre élevé de cas de goitre observé dans cette région, dû, entre autres, à la consommation d'aliments goitrigènes associée à une faible consommation de produits d'origine marine. Depuis 1994, le programme d'iodation universelle du sel a sensibilisé les populations à la consommation du sel iodé dans cette commune avec une proportion de 84 % des ménages disposant de sel adéquatement iodé en 2011 [9]. Néanmoins elle reste surveillée pour le goitre. Djègbadji, le plus important site de production locale de sel au Bénin, ainsi que les marchés de Zobé et Kpassé sont situés dans la commune de Ouidah, département de l'Atlantique

[12]. Le sel produit à Djègbadji est considéré par les populations comme riche en iode. Les marchés de Zobé et Kpassè constituent les principaux marchés locaux de commercialisation du sel dans la commune de Ouidah [13].

2.2. Population d'étude et échantillonnage

Il s'agissait d'une étude transversale et descriptive menée de mai à octobre 2013. La population d'étude était constituée par les ménages de la commune de Glazoué, les producteurs de sel de Djègbadji ainsi que les revendeuses du sel produit à Djègbadji et commercialisé dans les marchés de Kpassè et de Zobé.

2.2.1. Échantillon pour la commune de Glazoué

La taille de l'échantillon était calculée en appliquant la formule de Schwartz [14] :

$$(n = Z\alpha^2 \times p \times (1-p)/m^2)$$

$p = 84\%$: proportion des ménages disposant de sel adéquatement iodé dans le département des Collines en 2011 (9) ; Z_α : lu dans la table de la loi normale avec un intervalle de confiance de 95 % (Z_α : 1,96 avec un risque consenti α de 5 %) ; m : marge d'erreur fixée à 7 %.

La taille d'échantillon ainsi obtenue était de 106. Une majoration de 10 % avait été effectuée en prévision des échantillons et des données éventuellement inexploitable. Au total, 117 ménages étaient enquêtés dans la commune de Glazoué.

En raison de contraintes matérielles, 30 échantillons de sel ont été prélevés dans la commune de Ouidah. Ils étaient répartis comme suit : 10 échantillons chez les producteurs de sel de Djègbadji et 10 échantillons dans chacun des marchés de Zobé et de Kpassè.

2.2.2. Technique d'échantillonnage

À Glazoué, les ménages étaient choisis par un sondage à trois degrés [15]. Le 1^{er} degré était constitué par le tirage aléatoire de cinq arrondissements sur 10 de la commune. Le second degré était représenté par le choix des quartiers d'arrondissements. Un tirage aléatoire sans remise était effectué pour sélectionner deux quartiers quand le nombre de quartiers de l'arrondissement était inférieur à cinq et trois quartiers lorsque ce nombre était supérieur à cinq. Au 3^e degré, les ménages étaient sélectionnés en calculant au préalable le nombre de ménages à sélectionner par quartier de façon proportionnelle à la taille de l'échantillon. À Ouidah, les échantillons de sel étaient prélevés de façon raisonnée [15] en respectant la distribution géographique des producteurs et des revendeuses de sel.

Un prélèvement de 50 g de sel était effectué sur tous les sites (Glazoué et Ouidah), après avoir obtenu le consentement verbal des sujets. À Glazoué, un questionnaire renseignant des données sociodémographiques, des données génériques sur les pratiques alimentaires et des données de conservation du sel était administré à l'adulte présent dans le ménage lors du passage des enquêteurs. La granulométrie des échantillons était évaluée qualitativement (fine ou moyenne). Le sel prélevé dans les ménages

était systématiquement remplacé par un sachet de 1 kg de sel iodé offert au ménage.

2.3. Analyse des échantillons

Les différentes analyses chimiques étaient effectuées au laboratoire de biochimie de la faculté des sciences de la santé de l'université d'Abomey-Calavi qualitativement à l'aide de kits test rapide et quantitativement par titrage iodométrique.

2.3.1. Détermination qualitative de l'iode par le MBI-Kits International

Les réactifs utilisés étaient constitués de deux ampoules de solution test de 10 mL, chacune contenant de l'iodure de potassium (KI), de l'amidon, de l'acide sulfurique et une ampoule de solution de vérification. La détermination de l'iode était effectuée selon les recommandations du fabricant (D. Chandrasekhar, Chennai, 600017 Tamilnadu, India). Une échelle de couleur était fournie pour la comparaison visuelle et l'estimation de la teneur en iode du sel.

2.3.2. Détermination quantitative de l'iode par iodométrie (dosage volumétrique)

Les réactifs utilisés étaient :

- une solution de thiosulfate de sodium à 0,005 N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Scharlau, Espagne) ;
- une solution d'acide sulfurique concentré 2 N (H_2SO_4 : Sigma aldrich, Allemagne) ;
- une solution d'iodure de potassium à 10 % (KI : Scharlau, Espagne) ;
- de l'amidon soluble (Scharlau, Espagne) ;
- du chlorure de sodium (NaCl : Analar, Angleterre).

Les analyses étaient effectuées en suivant le mode opératoire décrit par Dearth-Wesley et al. [16]. Elles étaient répétées cinq fois pour chaque échantillon ainsi que pour le contrôle (échantillon témoin de sel iodé à 40 ppm, acheté à la DANA). La teneur en iode en ppm du sel était déterminée par la formule suivante : concentration d'iode (ppm) = volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ versé (mL) $\times$ 21,15 $\times$ normalité de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $\times$ 1000/masse d'échantillon de sel titré (g). La norme retenue pour évaluer la teneur en iode des sels prélevés est celle fixée par l'OMS et l'UNICEF pour 2015 : 90 % des ménages disposant de sel ayant une teneur en iode ≥ 15 ppm [17,18].

2.4. Analyses statistiques

Les données étaient saisies dans le logiciel Epi data 3.1 (EpiData Association, Odense, Denmark) et analysées grâce au logiciel Stat-View 5.0 (SAS Institute, Cary, États-Unis). Les variables quantitatives étaient exprimées par la moyenne et l'écart-type. La concentration d'iode était exprimée en partie par million (ppm = mg/kg de sel). Les variables qualitatives étaient exprimées en pourcentage. Les comparaisons entre les concentrations moyennes d'iode et les autres variables étaient faites par le test- t de Student et par l'analyse de la variance (Anova). La

Tableau 1

Caractéristiques générales et pratiques alimentaires dans les ménages enquêtés à Glazoué ($n = 117$).

Variables	Effectif	Fréquence (%)
Sexe		
Homme	103	88,9
Femme	14	11,1
Âge (ans)		
15–45	76	64,9
≥ 45	41	35
Niveau d'instruction		
Aucun	69	58,9
≤ Primaire	27	23
≥ Secondaire	21	17,9
Occupation professionnelle		
Cultivateurs/paysans	58	49,5
Artisans et revendeurs	41	34,9
Enseignants et administratifs	12	10,2
Accès à l'eau		
Eau du robinet	24	20,5
Forage, puits	93	79,4
Accès à l'électricité		
Oui	69	58,9
Non	48	41
Disponibilité de toilettes		
Oui	62	52,9
Non	55	47
Caractéristiques des échantillons de sel		
Couleur blanche	93	79,4
Présence d'impuretés	24	20,5
Ajout de sel pendant la cuisson des repas		
Oui	104	88,8
Non	13	11,1
Ajout de sel à table		
Oui	52	44,4
Non	65	55,5
Consommation d'aliment source d'iode		
Poisson (au moins 4 jours/7)	64	54,7
Viande (au moins 4 jours/7)	9	7
Œuf (au moins 4 jours/7)	0	0
Lait (au moins 4 jours/7)	2	1,7
Fromage (au moins 4 jours/7)	56	47,9
Fruits et légumes (au moins 4 jours/7)	84	71,7

concordance entre les résultats du kit et ceux du titrage iodométrique était effectuée avec le coefficient kappa. Le seuil de significativité retenu était de 5 % pour l'ensemble des analyses statistiques.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques générales et pratiques alimentaires dans les ménages enquêtés à Glazoué

Plus de la moitié des adultes interrogés à Glazoué n'avait aucun niveau d'instruction (58,9 %) (Tableau 1). L'occupation professionnelle majoritaire était l'agriculture (49,5 %). Une faible proportion des ménages disposait d'eau courante (20,5 %), environ 41 % n'avait pas accès à l'électricité et 52,9 % ne disposait pas de toilettes. L'approvisionnement en sel se faisait en général chez les revendeuses de quartiers (66,0 % des cas) et les conditions de conservation à l'achat n'étaient pas

Tableau 2

Teneur en iode des sels alimentaires dans les communes de Glazoué et Ouidah par la méthode du Kit-MBI.

Commune	Teneur en iode (ppm)	<i>n</i>	%
Glazoué	≥ 15	106	90,6
	< 15	6	5,1
	0	5	4,2
Ouidah	≥ 15	0	0
	< 15	10	100
	0	0	0
Zobé et Kpassè	≥ 15	0	0
	< 15	15	75
	0	5	25

respectées dans 11 % des cas (sel exposé à l'air libre). Pour ce qui concerne les pratiques alimentaires, le sel était ajouté pendant la cuisson dans 88,8 % des cas, 44,4 % des personnes rajoutaient du sel à table pendant le repas. Les fréquences de consommation hebdomadaires des aliments potentiellement sources d'iode étaient faibles au sein des ménages. Le pourcentage de ménage consommant au moins quatre jours de la semaine des fruits et légumes était de 71,7 %, alors que pour le poisson et le fromage, ces pourcentages étaient de 54,7 % et 47,9 % respectivement. La proportion des ménages n'ayant aucune consommation de lait et de produits laitiers était très élevée (71,8 %). Il en était de même pour les œufs (60 %). Environ 37 % des ménages n'avait pas accès à la viande.

3.2. Teneur en iode par kit et par iodométrie

3.2.1. Kit-MBI

Au total, 90,6 % des échantillons de sel prélevés à Glazoué avait une teneur d'iode ≥ 15 ppm (Tableau 2). Sur le site de production locale du sel (Djègbadji), de même que dans les marchés de Zobé et Kpassè, 100 % des échantillons de sel avait une teneur en iode < 15 ppm.

3.2.2. Iodométrie

La proportion de ménages de la commune de Glazoué consommant du sel à une teneur d'iode ≥ 15 ppm était de 82,9 %. La teneur d'iode moyenne était de $28,2 \pm 14,0$ (0–74,0 ppm) (Tableau 3). Tous les échantillons prélevés à Djègbadji et dans les marchés de Zobé et Kpassè avaient une teneur en iode < 15 ppm avec une moyenne de $4,3 \pm 1,1$ ppm.

3.2.3. Comparaison des résultats

Il existait une association significative entre les résultats du kit et ceux du dosage iodométrique ($p < 0,001$, test exact de Fisher). Cependant, la concordance entre les résultats des deux méthodes était faible. Le coefficient de concordance kappa était égal à 0,31 : (concordance observée 82,9 % versus concordance attendue 75,1 %, $p < 0,001$).

La comparaison entre les teneurs moyennes d'iode montrait des résultats significativement plus faibles à Ouidah par rapport à Glazoué par la méthode de référence ($4,3 \pm 1,1$ versus $28,2 \pm 14,0$ ppm, $p < 0,001$) (Tableau 3).

Tableau 3

Teneur en iode des sels alimentaires dans les communes de Glazoué et Ouidah par titrage iodométrique.

Teneur en iode (ppm)	Glazoué			Ouidah		
	Effectif	%	Moyenne $\pm$ SD	Effectif	%	Moyenne $\pm$ SD
0	3	2,5		0	0	
< 15	17	14,5		30	100	
15–40	74	63,2		0	0	
> 40	23	19,6		0	0	
Total	117	100	28,2 $\pm$ 14,0 ^a	30	100	4,3 $\pm$ 1,1 ^a

^a $p < 0,001$ (test- t Student).

3.2.4. Répartition de la teneur en iode suivant la granulométrie, les modes de conservation et de conditionnement

La granulométrie des échantillons de sel, le lieu d'approvisionnement à Glazoué, les conditions de conservation à l'achat n'étaient pas significativement associés à la teneur en iode des sels dans les ménages respectivement $p = 0,47$, $0,35$ et $0,68$ (Tableau 4). En outre, on n'a pas observé de différence significative entre les modes de conservation et la teneur en iode des sels ($p = 0,77$) au sein des ménages. Les échantillons issus de conservation défectueuses (sel exposé à l'air libre) avaient tous une teneur en iode > 15 ppm. En raison des valeurs de p , l'analyse multivariée n'a pas pu être réalisée.

4. Discussion

L'objectif de cette étude était d'évaluer la teneur en iode des sels prélevés dans les communes de Glazoué et de Ouidah. Les résultats ont montré respectivement par la méthode du Kit-MBI et par dosage iodométrique que : 90,6 % versus 82,9 % des échantillons prélevés à Glazoué avaient un taux d'iode ≥ 15 ppm ; 5,1 % versus 14,5 % un taux d'iode < 15 ppm et 4,2 % versus 2,5 % un taux d'iode nul. En ce qui concerne les prélèvements dans la commune de Ouidah, la quasi-totalité des échantillons de sel étaient à des teneurs < 15 ppm d'après les deux méthodes. Les résultats obtenus à Ouidah par iodométrie étaient significativement plus faibles que ceux obtenus à Glazoué ($4,3 \pm 1,1$ versus $28,2 \pm 14,0$ ppm, $p < 0,001$), et aucun échantillon de sel n'avait une teneur adéquate en iode à Ouidah contre 63,2 % à Glazoué. Ceci traduit une très faible iodisation ou une absence d'iodisation ou des conditions de conservation et de stockage défectueuses de la production locale à Ouidah. Une enquête portant sur la chaîne de production du sel et son iodisation paraît nécessaire. À Glazoué les résultats obtenus suggèrent que le sel consommé dans les ménages proviendrait de l'importation, ce qui mériterait d'être vérifié.

Dans cette étude, la consommation d'aliments potentiellement source d'iode (notamment les produits d'origine marine) était faible dans la commune de Glazoué, ce qui ne garantit pas un apport suffisant d'iode par l'alimentation pour ces ménages. Le sel adéquatement iodé serait donc pour eux la principale source d'iode. Un résultat surprenant dans cette étude était que même les échantillons de sel issus de conditions de conservation défectueuses, avaient cependant tous une teneur en iode

supérieure à 15 ppm (Tableau 4), ce qui confirme que le sel retrouvé sur les sites de ventes à Glazoué est le plus souvent iodé.

4.1. Validité des méthodes

Dans cette étude, nous avons évalué la teneur en iode des sels prélevés dans les ménages de Glazoué et sur le site de production locale dans la commune de Ouidah, en utilisant un test rapide qualitatif et par titrage volumétrique (iodométrie). L'utilisation de ces deux méthodes est validée par l'OMS [18]. Le choix de l'une ou de l'autre devrait dépendre des circonstances et des moyens matériels des laboratoires d'analyses. Le Kit-MBI ne requiert pas d'équipement lourd, n'est pas coûteux et est d'un usage facile. Il peut être effectué sur le terrain en très peu de temps avec des résultats immédiats. Néanmoins, le titrage iodométrique reste la méthode de référence [17,19]. Selon nos résultats, la concordance entre les deux méthodes était faible. Le Kit a tendance à surestimer la teneur en iode des sels alimentaires par rapport à l'iodométrie [19] ce qui corrobore les travaux de Pandav et al. [20] qui avaient conclu à la nécessité d'utiliser le dosage iodométrique pour la surveillance de la teneur en iode du sel à tous les échelons, depuis le producteur jusqu'au consommateur, si l'on veut s'assurer de l'efficacité du programme d'iodation universelle du sel.

4.2. Comparaison des résultats avec les données de la littérature

Assoumanou et al. [21], en évaluant la teneur en iode de sels alimentaires prélevés dans deux zones d'endémie goitreuse au Bénin (départements du Borgou et des Collines), avaient montré par la méthode du Kit-MBI que 95 % des échantillons de sel étaient iodés (dont 90,8 % à une teneur > 15 ppm) et que par iodométrie, 86,2 % des échantillons avaient une teneur en iode > 15 ppm, avec une moyenne à $33,8 \pm 17,0$ ppm. En outre, la DANA en 2011 rapportait un taux de 84 % de sel adéquatement iodé [9] dans le département des Collines, en utilisant le Kit-MBI pour évaluer la teneur en iode des sels apportés par des écoliers. Ces résultats sont similaires aux résultats de notre étude dans la commune de Glazoué (département des Collines) et suggèrent une bonne mise en œuvre de la stratégie d'iodation du sel dans ce département. Cependant, les résultats rapportés par l'UNICEF en 2014 lors de la dernière enquête par grappes sur les indicateurs multiples, où l'iode a été dosé à partir de

Tableau 4
Approvisionnement et conservation du sel à Glazoué ($n = 117$).

Variabes	Effectif	%	Moyenne $\pm$ SD (ppm)	< 15 ppm (%)	≥ 15 ppm (%)
<i>Approvisionnement^a</i>					
Marché	39	33,9	26,5 $\pm$ 11,9	20,5	79,5
Chez revendeuse (quartiers)	76	66,0	29,0 $\pm$ 14,7	14,4	85,5
<i>Granulométrie à l'achat^b</i>					
Fine	28	24,3	26,6 $\pm$ 13,8	21,4	78,5
Moyenne	87	75,6	28,8 $\pm$ 13,8	14,9	85,0
<i>Mode de conservation à l'achat^c</i>					
Conteneur fermé	104	90,4	28,0 $\pm$ 14,3	18,2	81,7
À l'air libre	11	9,5	29,8 $\pm$ 7,6	0	100
<i>Conditionnement dans le ménage^d</i>					
Bocal en verre	5	4,3	25,9 $\pm$ 4,7	0	100
Bocal en plastique	80	69,5	27,8 $\pm$ 14,2	17,5	82,5
Autres	30	26,0	29,6 $\pm$ 14,0	16,6	83,3

^a $p = 0,35$ (test- t Student).

^b $p = 0,47$ (test- t Student).

^c $p = 0,68$ (test- t Student).

^d $p = 0,77$ (Anova).

Kit-MBI, montrait que seulement 38,9 % des échantillons de sel prélevés dans les ménages au niveau national avaient une teneur en iode ≥ 15 ppm [10]. Ceci suggère de fortes variations locales.

Dans la région Ouest-africaine, la teneur en iode des sels alimentaires au Niger (Niamey) en 2013, dans une étude effectuée dans les ménages et dans les marchés de vente du sel a montré que 84,7 % et 87,6 % respectivement, des échantillons du sel avaient une teneur en iode < 15 ppm par la méthode iodométrique [22]. Ceci suggérerait que l'essentiel des sels alimentaires vendus et consommés dans les ménages n'était pas conforme à la réglementation. En Côte d'Ivoire par contre, dans une étude publiée en 2002, la teneur en iode des sels prélevés dans les ménages d'Abidjan, évaluée par dosage iodométrique, était très satisfaisante avec 45 % des sels ayant une teneur > 50 ppm, ce qui suggérerait une forte consommation d'iode et même un risque d'hyperthyroïdie iodo-induite [23]. Au Nigéria, à Port Harcourt, Nte et Ndu [24] avaient rapporté en 2007, un taux d'iodation adéquat du sel (≥ 30 ppm) de 99,1 % en utilisant le Kit-MBI. Les résultats du Niger sont semblables à ceux retrouvés à Ouidah dans notre étude, ceux de la Côte d'Ivoire sont bien différents des nôtres et ceux du Nigéria sont supérieurs aux résultats que nous avons rapportés dans la commune de Glazoué. Il faut souligner ici que les normes utilisées pour évaluer la teneur adéquate en iode sont différentes d'un pays à un autre.

Dans d'autres régions d'Afrique, on retrouvait un taux d'iodation adéquat du sel au sein des ménages de 86,9 % à Lesotho (Afrique du Sud) en 2007 [25] alors qu'au Cameroun, une étude réalisée en 2004 rapportait des taux d'iodation très faibles du sel alimentaire [26]. Ces résultats pourraient traduire un certain relâchement au niveau de la mise en œuvre de la politique d'iodation universelle dans certains pays.

Nos résultats ont permis de constater que le sel iodé est généralement disponible dans les ménages de la commune de Glazoué (à 97,5 %) et qu'il proviendrait a priori de l'importation. Ils prouvent que les actions de surveillance entamées depuis 1994 par les autorités gouvernementales sont maintenues dans cette zone pour lutter contre les TDCI. À Ouidah, par contre, l'idée reçue par rapport à l'état d'iodation du sel produit, se

révèle fausse dans cette étude. Cependant, l'iode étant aussi apporté par l'alimentation, et les populations de cette zone bénéficiant de produits d'origine marine compte tenu de la situation géographique de cette commune [12], elles pourraient avoir un statut nutritionnel adéquat en iode malgré une disponibilité de sel faiblement iodé dans leurs communes. Il serait intéressant que de futures études évaluent la teneur en iode des sels dans les ménages de la commune de Ouidah et le statut nutritionnel en iode de cette population.

4.3. Limites

Cette étude a quelques limites. La première est la taille peu importante de l'échantillon à Ouidah et le fait de n'avoir pas effectué de prélèvement de sel et d'enquête dans les ménages de cette commune pour des raisons techniques. La seconde limite est que cette étude aurait pu évaluer les connaissances des populations de Glazoué et celles des producteurs locaux et revendeuses sur les risques liés à la carence en iode.

5. Conclusion

Cette étude réalisée à la fois à Glazoué, commune sous surveillance pour goitre, et à Ouidah, commune qui héberge le plus grand site de production locale de sel alimentaire au Bénin, a montré des résultats satisfaisants à Glazoué, mais inquiétants à Ouidah. Le sel produit à Ouidah se révèle faiblement iodé, or il est largement accessible dans cette commune et est distribué dans les communes avoisinantes. Cette étude a permis de lever le voile sur la croyance selon laquelle, le sel produit à Djègbadji serait convenablement iodé. Elle devrait susciter au niveau national un accompagnement des producteurs locaux sur l'iodation du sel, un contrôle de qualité des importations et une sensibilisation sur les moyens de conservation adéquats du sel iodé par les autorités gouvernementales. La stratégie nationale d'iodation universelle du sel appuyée par un contrôle permanent de l'état d'iodation des sels commercialisés doit être renforcée afin de lutter efficacement contre les TDCI.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Zimmermann MB. Iodine deficiency. *Endocr Rev* 2009;30:376–408.
- [2] Andersson M, Takkouche B, Egli I, Allen HE, de Benoist B. Current global iodine status and progress over the last decade towards the elimination of iodine deficiency. *Bull World Health Organ* 2005;83: 518–25.
- [3] Ogbera AO, Kuku SF. Epidemiology of thyroid diseases in Africa. *Indian J Endocrinol Metab* 2011;15:S82–8.
- [4] Andersson M, Karumbunathan V, Zimmermann MB. Global iodine status in 2011 and trends over the past decade. *J Nutr* 2012;142:744–50.
- [5] UNICEF. Élimination durable de la carence en iode. New York: UNICEF; 2008.
- [6] Tsegaye B, Ergete W. Histopathologic pattern of thyroid disease. *East Afr Med J* 2003;80:525–8.
- [7] Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (Bénin). Arrêté interministériel n° 106/MCT/MF/MDR/MIPME/CAB/DCE/SRE du 21 novembre 1994 rendant obligatoire l'iodation du sel destiné à l'alimentation humaine et animale. Cotonou: MAEP; 1994.
- [8] Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (Bénin). Arrêté interministériel n° 481/MAEP/MS/MC/MEF/MAT/MDGLAAT/DC/SGM/DRH/SA du 08 décembre 2009 conformément aux nouvelles recommandations de l'UEMOA. Cotonou: MAEP; 2009.
- [9] Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (Bénin). Étude épidémiologique de la lutte contre les troubles dus à la carence en iode au Bénin. Cotonou: UNICEF; 2011. p. 70.
- [10] UNICEF. Bénin : enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS), Rapports de résultats clés. Cotonou: UNICEF; 2014.
- [11] Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE). Cahier des villages et quartiers de ville. Département des Collines [Internet]. INSAE; 2004. Disponible sur : <http://www.insae-bj.org>.
- [12] Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE). Cahier des villages et quartiers de ville. Département de l'Atlantique [Internet]. INSAE; 2004. Disponible sur : <http://www.insae-bj.org>.
- [13] UNICEF. Enquête modulaire intégrée sur les conditions de vie des ménages (EMICoV). Cotonou: UNICEF; 2011.
- [14] Ancelle T. Statistique épidémiologie. 3^e éd. Paris: Maloine; 2011, 320 p.
- [15] Ardilly P. Les techniques de sondage. Nouv. éd. actualisée et augm (30 avril 2006). Paris: Éditions Technip; 2006, 675 p.
- [16] Dearth-Wesley T, Makhmudov A, Pfeiffer CM, Caldwell K. Fast and reliable salt iodine measurement: evaluation of the WYD Iodine Checker in comparison with iodometric titration. *Food Nutr Bull* 2004;25: 130–6.
- [17] WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination [Internet]. WHO; 2001. Disponible sur : http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/iodine_deficiency/WHO_NHD_01.1/en/ [cité 28 avril 2015].
- [18] WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination [Internet]. WHO; 2007. Disponible sur : http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/iodine_deficiency/9789241595827/en/ [cité 28 avril 2015].
- [19] Jooste PL, Strydom E. Methods for determination of iodine in urine and salt. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2010;24:77–88.
- [20] Pandav CS, Arora NK, Krishnan A, Sankar R, Pandav S, Karmarkar MG. Validation of spot-testing kits to determine iodine content in salt. *Bull World Health Organ* 2000;78:975–80.
- [21] Assoumanou MG, Zohoncon TM, Akpona SA. Évaluation 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* 2011;5:1515–26.
- [22] Mamane NH, Sadou H, Alma MM, Daouda H. Évaluation de la teneur en iode des sels alimentaires dans la communauté urbaine de Niamey au Niger. *J Soc Ouest Afr Chim* 2013;(35):35–40.
- [23] Adou P, Aka D, Aké M, Koffi M, Tébi A, Diarra-Nama AJ. Évaluation de la teneur en iode du sel alimentaire à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Cah Etud Rech Fr Sante* 2002;12:18–21.
- [24] Nte AR, Ndu N. Salt iodisation in Port Harcourt metropolis: a survey of households and markets. *P H Med J* 2007;2:27–34.
- [25] Sebotsa MLD, Dannhauser A, Jooste PL, Joubert G. Assessment of the sustainability of the iodine-deficiency disorders control program in Lesotho. *Food Nutr Bull* 2007;28:337–47.
- [26] Taga I, Sameza ML, Kayo AV, Ngogang J. [Iodine levels in food and soil in different regions in Cameroon]. *Sante* 2004;14:11–5.