

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE
ET BIOCHIMIE

N° :



DOMAINE : SNV

FILIERE : Sciences Alimentaires

OPTION : Nutrition et science des
aliments

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : HADERBACHE Mounira

Intitulé

Qualité des sels de table mis sur le
marché algérien et incidence sur la santé:
cas de l'iodation et des microplastiques

Soutenu devant le jury composé de:

YAHIAOUI Merzouk	MCA	Université de M'sila	Président
BELBAHI Amine	MCB	Université de M'sila	Rapporteur
HAMMOUI Yasmina	MCB	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

*En premier, je remercie Dieu le tout puissant
De m'avoir donné sante, courage et patience pour
Terminer ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements a mon
Promoteur Mr BELBAHI A. Pour ses judicieux
Conseils sa patience et son soutien*

Je remercie également

Mr DOUMI B. et Mlle ADJISSI Roukia

*Pour leurs accueils et leur gentillesse au niveau du
laboratoire DOUMI Labo de contrôle qualité des produits
alimentaires*

*Je remercie les membres du jury d'avoir accepté de
critiquer et d'améliorer ce travail.*

Je souhaite remercier

DR. BARKATI et Dr DIB endocrinologues

Pour toute l'aide qu'ils nous ont apporté.

Au Docteur HADJAB Makhloufi

A Mr HOUHOU Mohammed sadek

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents,

A la prunelle de mes yeux : RACHA et MERIEM

A mon cher mari : BAGOU M^{ED} REDA

A mes sœurs : Salima, Latifa, Safa, Habiba

Au groupe MASTER2 NSA

*A mes collègues : Riad, Nouredine, Rachid et Zine el
Abiddine*

Et tous ceux qui m'ont honoré de leur présence

HADERBACHE Mounira

RÉSUMÉ

Le sel est un nutriment essentiel pour le fonctionnement de l'organisme humain ; une consommation excessive pourrait avoir des conséquences néfastes pour l'organisme. Dans cette étude, un sondage a été réalisé afin de parer au manque de données sur les aspects clés de la consommation du sel et les habitudes alimentaires. Son analyse statistique a permis de dégager les tendances générales de consommation de sel et de les corrélérer avec la prévalence de certaines maladies métaboliques : les mauvaises habitudes de consommation du sel sont significativement corrélées avec les maladies non transmissibles principalement l'hypertension artérielle. En contrepartie, l'iodation du sel alimentaire est une mesure de grande importance destinée à corriger la carence en ce micronutriment et visant à assurer la disponibilité de l'iode. Une étude prospective a été réalisée, visant à évaluer la teneur en iode dans les sels alimentaires au niveau du marché de la wilaya de M'sila de février à mai 2019. Un dosage volumétrique de l'iode a été réalisé sur 78 échantillons de sel de différentes marques (locales et importés). Les teneurs sont comprises entre 0 et 146 mg/kg : 73 % des échantillons ne sont pas correctement iodés et seulement 27 % sont conformes à la réglementation en vigueur. Des particules de type microplastiques (MP) ont été découvertes par examen microscopique dans 15 marques de sel (1 de mer et 14 solaire). Les teneurs variaient entre 467 et 4 475 MP/kg pour les sels solaires et de 1 763 MP/kg pour le sel marin.

Mots clés : Sel alimentaire ; iode ; maladies métaboliques ; ACP ; microplastiques ;

ABSTRACT

Salt is an essential nutrient for the body, it plays a key role in cell physiology, it contributes to the overall water balance of the human body, but excess may have harmful consequences for health. In order to overcome the lack of data on key aspects of salt intake and dietary habits, in our study we conducted a survey that identified general trends and correlated statistical results with the prevalence of certain metabolic diseases. In order to assess the success of the IDD control program, quantitative and qualitative assessment of the iodine content of dietary salt is essential before controlling the nutritional status of the population. We carried out a prospective study to evaluate the iodine content in food salts at the market of the wilaya of M'sila from February to May 2019. During this work we collected and analyzed by volumetric method 78 samples of salt of different local and imported brands, it follows that 73 % of the analyzed samples are not correctly iodized and that only 27 % of this salt is in conformity with regulations, the values are between 0 and 146 mg/kg. In this study we detected the presence of microplastic-type particles by microscopic examination of 15 salt brands from the Algerian market, including sea salt and 14 solarsalt. The presence of PM particles in all samples was found, with 1 763 MP/kg for sea salt, and from 467 to 4 475 MP/kg for solarsalt.

Keywords: Salt; iodine; metabolic diseases; PCA; microplastic particles.

محتوى اليود في الملح الغذائي على مستوالمحلات التجارية في ولاية المسيلة
اتجاهات وعادات الأكل المرتبطة باستهلاك الملح في الأسر الجزائرية
بحث وتوصيف البلاستيك الجزني في الأملاح التي يتم تسويقها في الجزائر

إنه يلعب دوراً أساسياً في فسيولوجيا الخلية، فهو يساهم في توازن الماء الكلي لكن تناول الكثير قد يكون له عواقب وخيمة على الجسم من أجل التغلب على نقص البيانات حول الجوانب الرئيسية لتناول الملح والعادات الغذائية، أجرينا دراسة استقصائية حددت الاتجاهات العامة والنتائج الإحصائية المرتبطة مع الغير معدي تم جمع البيانات من هذا الاستطلاع من خلال استبيان عبر الإنترنت تهلين الجزائريين. موجودين على الشبكات الجزائرية.

Google كانت بوابة المنظمة الوطنية لحماية المستهلك نافذة رائعة للوصول إلى أكبر عدد ممكن من المشاركين. توزيع الرابط طريق كتروني جامعة المسيلة وجامعة بجاية. تم جمع البيانات في الفترة من مارس إلى مايو 2019. من أجل تقييم نجاح برنامج مكافحة الأمراض الناجمة عن فقر اليود التقييم الكمي والنوعي لمحتوى اليود من الملح الغذائي ضروري قبل السيطرة على الحالة التغذوية للسكان. أجرينا دراسة لتقييم محتوى اليود في أملاح الطعام في سوق ولاية المسيلة من فبراير إلى مايو 2019. خلال هذا قمنا بجمع وتحليل بواسطة المعايرة الحجمية ل 78 عينة من الملح من مختلف العلامات التجارية المحلية ويترتب على ذلك أن 73 ٪ من العينات التي تم تحليلها ليست مدعم باليود بشكل صحيح وأن 27 ٪ فقط من هذا الملح يتوافق مع المعايير القانونية بها، والقيم الموجودة بين 0 و 145.87 / ي هذه اكتشفنا وجود جزيئات من البلاستيك المصغر من خلال الفحص المجهرى لأكثر من 49 ميكرون من 15 علامة تجارية من الجزائرية، 14 . MP 475 4 467 على وجود جسيمات PM في جميع هذه العينات، مع محتويات MP / kg 763 1 467 / kg

المفتاحية: اليود التمثيل تحليل المكون الرئيسي جزيئات ميكرو بلاستيكي

SOMMAIRE

SOMMAIRE	I
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES.....	IV
ABRÉVIATION	V

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

CHAPITRE I. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
-----------------------------------------------	----------

1. Le sel alimentaire	3
1.1. Production.....	3
1.1.1. Procédé traditionnel.....	3
1.1.2. Procédés récents	4
1.1.3. Iodation du sel	5
1.2. Le sel en Algérie.....	6
2. Le sel et la santé	7
2.1. Rôle Physiologique et biodisponibilité du sel	7
2.2. Troubles dus à la carence en iode (TDCI).....	8
2.2.1. Biodisponibilité et métabolisme de l'iode.....	8
2.2.2. Carences en iode.....	9
2.2.3. Lutte contre les TDCI.....	11
2.2.4. Progrès réalisés dans l'iodation universel du sel et la lutte contre les TDCI	11
3. Les microplastiques	13
3.1. Microplastiques dans le sel.....	13
3.2. Danger des microplastiques.....	14

CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	15
-----------------------------------------------	-----------

1. Échantillonnage.....	15
2. Sondage sur les tendances de consommation de sel	16
2.1. Questionnaire	16
2.2. Collecte de l'information	16
3. Contrôle de conformité commerciale et légale des échantillons.....	16
4. Méthodes d'analyses	17
4.1. Dosage par MBI-Kits International	17
4.2. Dosage de l'iode par iodométrie.....	17
4.2.1. Détermination.....	19
4.2.2. Expression des résultats	19
5. Recherche de microplastiques.....	19

5.1. Extraction et observation	19
5.2. Comptage d'éléments	20
5.3. Calcul et expression des résultats	20
6. Analyse statistique	21
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.....	22
1. Résultats du sondage	22
1.1. Estimation de la consommation de sel	22
1.2. Relation entre l'apport en sel et certaines maladies non transmissibles	22
1.3. Interprétation de l'ACP des paramètres du sondage.....	23
2. Évaluation de la présence d'iode dans le sel.....	27
3. Contrôle de la conformité légale et commerciale des sels	29
4. Recherche des microplastiques	32
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	35
RÉFÉRENCES	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Les principaux gisements de sel rocheux en Algérie (Energie, 2019)	6
Tableau 2. Les principaux gisements de sel solaire en Algérie (Energie, 2019)	7
Tableau 3 : Spectre des troubles dues à la carence en iode (IDD) (Zahidi, 2015).....	10
Tableau 4 : Consommation de sel iodé dans les ménages dans les Pays du Maghreb 2000- 2006 (UNICEF, 2016):	12
Tableau 5 : Matrice des corrélations des résultats du sondage	24
Tableau 6 : Variance totale expliquée selon les onze composantes.....	25
Tableau 7. Récapitulatif des mentions obligatoires portées sur l'étiquetage	30
Tableau 9 : Caractérisation et comptage des microplastiques et autres éléments dans les marques de sel de tables analysées.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Production de sel dans un marais salant artisanal. Séchage (A) et récolte (B) à bord des cristalliseurs (Rodrigues, 2011).....	4
Figure 2 : Évaporateur triple effet à co-courant (Berck, 2009).....	5
Figure 3 : L'Iode I2 (Rouabah, 2018)	5
Figure 4 : Régulation de la production des hormones thyroïdiennes (Cano, 2007).....	9
Figure 5 : Photographie d'uncas clinique de thyroïdie d'hashimoto (Wikipedia, avril 2019)	11
Figure 6 : Cartographie de l'échantillonnage (carte de la wilaya de M'sila).....	15
Figure 7 : Photo d'un MBI-KIT (pour dosage rapide de l'iode).....	17
Figure 8 : La distribution de la consommation moyenne mensuelle de sel pour la population étudiée.	22
Figure 9 : Proportions de cas recensés d'hypertension artérielle (A), de maladies cardiovasculaires (B), de diabète (C) et de goitre endémique (D).	23
Figure 10 : Tracé des deux composantes principales dans l'espace après rotation.....	26
Figure 11 : Teneur en iodate de potassium (%) : A) Résultats obtenus par MBI-kits, B)°dosage volumétrique.....	27
Figure 12 : Répartition et conformité des échantillons par régions.	28
Figure 13 : Répartition de la conformité des échantillons par marque.	29
Figure 14 : Examen microscopique de particules microplastiques.	32

ABRÉVIATION

AFSSA : Agence Française de sécurité sanitaire des aliments
Age : Age du participant
CEE : Communauté Economique Européenne
CPR : Charger de Préparer le Repas
EDS : Enquête démographique et sanitaire
FAS : Fréquence d'ajout du sel
FASC : Fréquence d'ajout du sel Comparé
ICCIDD : International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders
IDD : Iodine Deficiency Disorders
JORADP : Journal officiel de la république algérienne démocratique et Populaire
MPs : Microplastiques
NA : Norme Algérienne
NICS : Enquête par grappe a indicateurs multiples
NIS : Symporteur Na⁺/I
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONCF : Office National des Chemins de Fer
ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires
ONU : Organisation des Nations Unies
PCVF : Présence de membre ayant des troubles cardiovasculaires dans la famille
PDF : Présence de diabétiques dans la famille
PHF : Présence d'hypertendu dans la famille
PTF : Présence de membre ayant un problème de thyroïde
QI : Quotient intellectuel
QPC : Quantité de pain Consommé
QSC : Quantité de sel Consommé (kg)
SCN : Ion thiocyanate
Sx : Sexe du participant
T3 : Triiodothyronine
T4 : Tétraiodothyronine, thyroxine
TDCI : Troubles Dus à la Carence en Iode
TSH: Thyroid Stimulating Hormone ; Hormone hypophysaire
TSS : Taux de solides solubles
TTG : Taux total de goitre
UNICEF : Fond des Nations Unies pour l'Enfance
USI : Iodation Universelle du Sel

INTRODUCTION

Il y a vingt ans à peine la carence en iode représentait un problème majeur dans le monde affectant la santé des populations ainsi que le progrès socio-économique dans les pays industrialisés et en voie de développement. L'iodation du sel est une stratégie universelle adoptée conjointement par l'OMS et l'UNICEF afin de lutter contre les troubles liés à la carence en iode ; la réussite de cette stratégie varie d'un pays à un autre et dépend essentiellement des engagements gouvernementaux et du degré de sensibilisation des populations aux troubles dus à la carence en iode (UNICEF, 2000).

Le sel fournit environ 90% du sodium dans l'alimentation humaine. En 2010, la consommation mondiale moyenne de sodium estimée à 3,9 g/jour (équivalent à environ 10 g/j de sel) (Feng J. He, 2012). Cet apport est supérieur à la dose maximale recommandée qui est de 2 g/jour de sodium, soit 5 g/j de sel ; une consommation de moins de 5 g/jour chez l'adulte contribue à faire baisser la tension artérielle et le risque de maladie cardiovasculaire, d'accident vasculaire cérébral et d'infarctus du myocarde (UNICEF, 2008). Cependant une consommation excessive de sel peut déclencher les maladies non transmissibles dont le principal est l'hypertension artérielle (Schlienger, 2015).

L'industrie alimentaire a développé différentes stratégies pour réduire la teneur en sel sans diminuer la qualité perçue des aliments. Ces stratégies comprennent la réduction progressive du sel, la substitution du chlorure de sodium, l'incorporation d'agents améliorant le goût et la conception de la matrice alimentaire afin d'améliorer la distribution des ions de sel aux papilles gustatives (Quilaqueo, 2016). En effet, lorsque les cristaux de sel sont de petites tailles avec une forme cristalline particulière, la surface de contact est augmentée et le sel peut se dissoudre rapidement dans la bouche, produisant une intensité salée supérieure (Cho, 2015). En Algérie, les unités de production de sel de l'entreprise nationale ENASEL se sont modernisées pour une meilleure qualité de leurs produits. Unique en Algérie et en Afrique, la raffinerie d'El Outaya (Biskra), produit à partir de la roche de sel gemme un sel raffiné de haute qualité (99,85 %) (Energie, 2019).

La carence en iode est la cause la plus fréquente de retard mental évitable dans le monde, c'est pourquoi il y a un effort mondial pour l'éliminer à travers des stratégies très efficaces de supplémentation en iode et/ou de fortification d'aliment. Les organisations internationales (OMS, UNICEF, ICCIDD) se sont mobilisées en mettant en place des programmes de prévention contre les différents troubles dus à la carence en iode ; en priorité,

prévenir les atteintes du système nerveux central par l'administration de l'huile iodée et assurer une couverture de longue durée par le sel iodé (Doyle & Glass, 2010). Donc, le sel consommé en Algérie doit être non seulement contrôlé, mais la notion de l'iodation du sel doit être assurée par les producteurs et contrôlée par les autorités publiques.

L'étendue de la pollution aux microplastiques dépasse l'entendement ; après les océans, les glaciers et l'atmosphère, ces particules contaminent désormais une bonne partie de nos aliments. Ces microplastiques sont des petites pièces issues de la dégradation des objets en plastiques ou des vêtements synthétiques. Il a été démontré que les microplastiques sont présents dans le sel de table (Prata, 2019; Yang, 2015).

Les objectifs de cette étude se focalisent sur :

1. La réalisation d'un sondage et une analyse statistique sur les habitudes de consommation du sel alimentaires d'une population Algérienne ; pour dégager les tendances de celles avec la prévalence de certaines maladies métaboliques.
2. La réalisation d'une étude prospective qui vise à évaluer la teneur en iode dans le sel alimentaire commercialisé au niveau de la wilaya de M'sila.
3. Dosage des particules de type microplastiques dans le sel alimentaire commercialisé au niveau de la wilaya de M'sila et dans un échantillon de sel de mer importée.

Chapitre I. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Le sel alimentaire

Le sel alimentaire est le nom communément utilisé pour signifier chlorure de sodium (NaCl), composé de 40 % de sodium et de 60 % de chlorure(Ingugliaa, 2018). Il est défini dans la réglementation algérienne comme un produit cristallin composé principalement de chlorure de sodium ; il peut provenir de la mer, de gisements souterrains de sel de gemme, ou encore de saumure naturelle. La teneur en NaCl du sel commercialisé en Algérie ne doit pas être inférieure à 97 pour cent de l'extrait sec, additifs non-compris(commerce, 2019).

Le sel joue un rôle majeur dans le développement des propriétés physico-chimiques et sensorielles des aliments. Par exemple, dans la viande, 1,5 % à 2,5 % (p/p) fait augmenter la tendreté, diminue la perte en eau (viande exsudative) et améliore la qualité des produits issus des viandes transformées(Man, 2007). Durant la maturation du fromage, le sel affecte de manière significative la croissance des ferments ainsi que les activités des lipases et des protéases, qui produisent des composés aromatiques intéressantes en plus du goût salé(Guinee 2007). L'une des principales raisons de l'utilisation du sel a toujours été sa fonction de réduire l'activité de l'eau (a_w) dans les aliments, constituant ainsi un obstacle essentiel au développement des agents microbiens pathogènes et d'altération(Alzamora, 2003).

1.1. Production

1.1.1. Procédé traditionnel

Dans les marais salantsartisansaux, la récolte du sel (figure 1) a lieu dans des cristalliseursou dans des condenseurs. Le dépôt de sel sur le sol des cristallisoirs est très consistant et compact ; lors de la récolte, il doit être cassé et lavé. Le sel récolté est empilé sur des planches de bois à côté du bassin de cristallisoir et laissé à sécher. Cesmarais, produisent également de la fleur de sel ; un sel riche en minéraux, avec un goût particulier et une grande valeur marchande. Ce sel se forme à la surface de l'eau des bassins (sel flottant) lorsque le volume d'eau est réduit à la fraction 1/40de la saumure. Il ne subit aucune forme de traitement ; il est directement emballé et commercialisé(Rodrigues, 2011).Le problème rencontré dans ce type de processus est la faible qualité de l'eau de mer brute (TSSet impuretés élevés), la pénétration de l'eau pré-cristallisée dans le sol des bassins, et la discontinuité du processus qui est souvent lent(HeruSusanto, 2015).

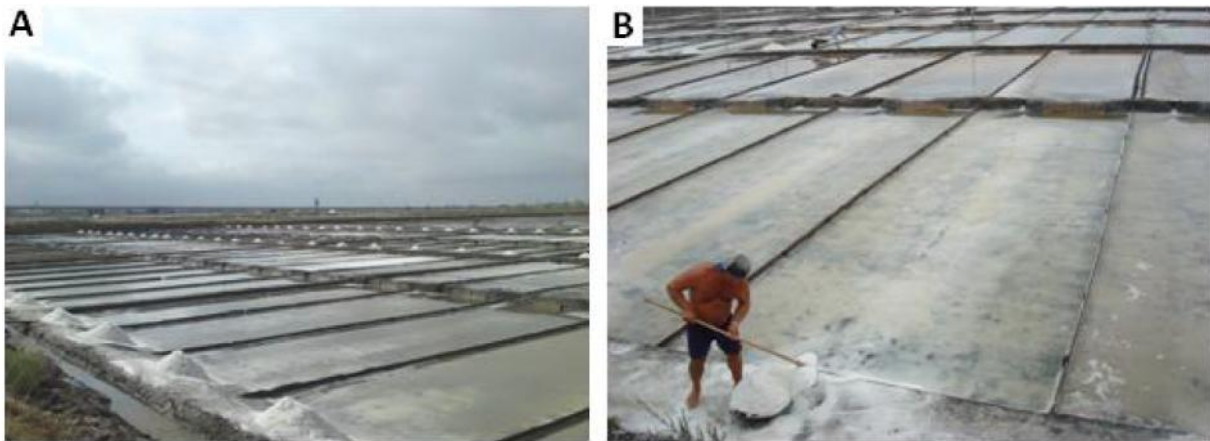


Figure 1 : Production de sel dans un marais salant artisanal. Séchage (A) et récolte (B) à bord des cristalliseurs (Rodrigues, 2011).

La valeur du chlorure de sodium dépend beaucoup de sa pureté. Ainsi, la majeure partie du chlorure de sodium de qualité supérieure est produite à partir de mines de sodium, car les saumures extraites sont généralement plus pures que celles dérivées de l'eau de mer. Cependant, le sel de mer solaire est toujours produit en quantités respectables et impose une demande croissante à un prix supérieur (Berck, 2009). De plus, l'évaporation solaire dans les climats chauds et arides est généralement considérée comme le moyen le plus rentable pour produire du sel, procédé qui nécessite toutefois une grande superficie terrestre (Akinaga, 2018).

1.1.2. Procédés récents

Alors que l'évaporation solaire coûte pratiquement pas d'énergie, les processus industriels tels que la distillation à membrane, l'électrodialyse et la cristallisation sous vide sont plus capitalistiques et consomment beaucoup d'énergie. La consommation d'énergie par tonne de sel produite a été estimée à 500–900 kWh/tonne dans les systèmes de traitement utilisant un prétraitement par électrodialyse pour traiter la saumure des mines. Néanmoins, les processus industriels peuvent fournir une gamme et une qualité de produits supérieures. En effet, le sel de table produit par des processus d'évaporation et de cristallisation sous vide sont privilégiés pour obtenir des cristaux purs et bien formés (Akinaga, 2018).

Étant donné que la solubilité du sel ne varie pas considérablement avec la température, le processus de production repose sur la cristallisation par évaporation. Dans le cas de la production de sel de roche, l'eau est forcée dans le lit de sel dans la roche. La saumure ainsi produite par dissolution du sel est soumise à une série de procédures de filtration et de purification. La saumure purifiée est introduite dans des évaporateurs multi-effets (Figure 2) et

concentrée jusqu'à ce que les noyaux commencent à se former, puis atteignent la taille souhaitée dans la liqueur mère. Les cristaux sont séparés du liquide par centrifugation ou filtration, puis séchés (Berck, 2009).

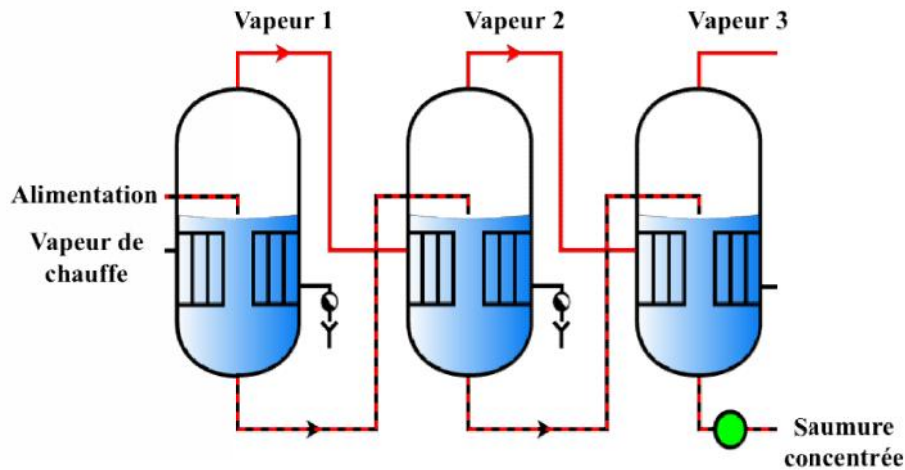


Figure 2 : Évaporateur triple effet à co-courant(Berck, 2009)

1.1.3. Iodation du sel

L'iode est un élément chimique de symbole I. On le trouve essentiellement sous forme diode I_2 , de couleur noir ivoire à température ambiante, appelé communément « iode » par abus de langage, Solide à température et pression ambiantes. Il est peu soluble dans l'eau ; il se dissout dans l'alcool et les solvants organiques, ainsi que dans les solutions aqueuses d'iodure de sodium ou de potassium(Rouabah, 2018).



Figure 3 : L'Iode I_2 (Rouabah, 2018)

L'iode est ajouté au sel sous forme d'iodate de potassium après raffinage et séchage et avant emballage. Il suffit d'ajouter une solution d'iodate de potassium au sel par aspersion d'une manière uniforme (méthode humide) ou de poudre sèche d'iodate de potassium (méthode à sec) : (Mannar, 1995).

- *Mélange à sec* : L'iodate de potassium est mélangé avec une proportion de 1 :9 à un antiagglomérant (carbonate de calcium, phosphate tricalcique, ou carbonate de magnésium), ajouté ensuite au sel avec une proportion de 1 :10.
- *Adjonction de l'iode par égouttement* : ce procédé est communément utilisé pour l'iodation du sel sous forme de cristaux. Une solution de KIO_3 s'écoule en continu sur les cristaux de sel sur un tapis roulant de manière uniforme.
- *Aspersion-mélange* : un système intégré à la production et le raffinage du sel. Une saumure d'iode est aspergée dans un séchoir rotatif à l'aide d'une pompe de dosage à un rythme proportionnel à celui de l'écoulement du sel.

1.2. Le sel en Algérie

L'Algérie possède des potentialités importantes en sel, grâce à la richesse de son sous-sol en sel rocheux et aux conditions climatologiques très favorables pour la production de sel solaire dans : les chotts de la plateforme saharienne ; les chotts ou lacs intramontagneux du Nord, les lacs des hauts plateaux et des hautes plaines. On distingue deux catégories de gisements de sel en Algérie : (Energie, 2019)

Le sel rocheux : Le sel gemme sous forme de roche, est disponible au Nord du pays et il forme de nombreux gisements visibles ou cachés. Les principaux gisements sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1. Les principaux gisements de sel rocheux en Algérie (Energie, 2019)

Lieu	Type de gisement	Réserves (millions de tonnes)
Arbal (Aïn Témouchent)	diapir souterrain	260
Guergour Lamri (Sétif)	couches souterraines	263
Aïn Nouissi (Mostaganem)	couches souterraines	400
El Outaya (Biskra)	diapir apparent	150
Rocher de sel (Djelfa)	diapir apparent	120
Kerakda (El Bayadh)	diapir apparent	45

Le sel solaire : Il est produit dans des dépressions (chotts ou lacs), parfaitement isolées de la mer, au-dessous de son niveau et alimentées en sel par lessivage des terrains salifères antérieurs. Les principaux gisements connus sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Les principaux gisements de sel solaire en Algérie (Energie, 2019)

Lieu	Type de gisement	Réserves (millions de tonnes)
Béthioua (Oran)	Lac	7,2
Sidi Bouziane (Relizane)	Lac	6,4
OuledZouai (O.E.Bouaghi)	Lac	Non évalué
El Hodna (M'sila)	Chott	Non évalué
Zahrez Chergui et Gherbi (Djelfa)	Chotts	35 à 45
Mérouane (El Oued)	Chott	0,8 par an
Melghir (El-Oued)	Chott	0,9 par an

2. Le sel et la santé

L'usage du sel est resté longtemps incontrôlé et la notion d'excès de sa consommation n'est apparue que tardivement. En effet, seulement vers 1980 que l'importance de l'apport quotidien en sel et la nécessité de sa limite a été prise au sérieux. Une étude réalisée par (Intersalt, 1988) a fait l'état d'une relation entre l'élimination urinaire d'électrolytes, ions sodium et potassium, et la pression artérielle. Depuis cette époque, la corrélation entre la surconsommation de sel et l'élévation de la pression artérielle a pris un tour beaucoup plus sérieux du fait d'une large et solide confirmation.

La quantité de sel minimale indispensable à l'homme est de l'ordre de 2 g/j mais peut être supérieure, en raison de pertes accrues dans la sueur. Il est admis qu'une consommation supérieure à 12 g/j n'est pas recommandée dans des conditions normales et l'apport optimal serait de l'ordre de 5 à 7 g/j (Potier de Courcy, 2003).

2.1. Rôle Physiologique et biodisponibilité du sel

Le sodium est un composant essentiel des liquides extracellulaires et joue un rôle majeur dans la régulation de certaines fonctions telles que le tonus vasculaire et la pression artérielle. Le maintien d'une « balance sodique » est assuré par divers mécanismes parmi lesquels l'effet des hormones minéralo-corticoïdes. Celle-ci active l'enzyme Na^+/K^+ ATPase responsable de la sortie du sodium de la cellule vers le tissu conjonctif voisin et au-delà vers les vaisseaux. L'importance de ce mouvement est alors doublée. La conséquence est une réabsorption des ions sodium et de l'eau, contribuant au maintien de la masse sanguine et de la pression artérielle (Uzan, 2009).

La quantité de sodium nécessaire à l'exercice de fonctions physiologiques dans le corps humain est environ 180 à 230 mg / jour .Lorsque ces limites sont respectées,le sel contribue au maintien du volume plasmatique, le potentiel membranaire des cellules, neural transmission, la contraction des myocytes, la fonction rénale ainsi que le transport des nutriments à travers la membrane cellulaire (Israr, 2016).

La biodisponibilité du chlorure de sodium est presque totale, l'absorption du sodium par le tube digestif ne subit pas d'inhibition par les autres nutriments, mais est stimulée par le glucose et les acides aminés. Cette épargne explique que l'organisme humain puisse subir une très forte déperdition de sodium liée à la sudation lors de l'exercice physique en ambiance chaude (allant jusqu'à 6 ou 7 g/j chez un sujet) (Potierde Courcy, 2003).

2.2. Troubles dus à la carence en iode (TDCI)

2.2.1. Biodisponibilité et métabolisme de l'iode

L'iode nécessaire à l'organisme est apporté naturellement par les aliments riches en iode, tels que les poissons et les crustacés d'origine marine, ainsi que certains aliments d'origine végétale. Les apports quotidiens varient selon l'âge du sujet et son état physiologique. Les critères d'évaluation des niveaux d'apport en iode de l'OMS au niveau individuel et au sein des populations sont donnés comme suit :

- Si l'iodurie médiane $>100 \mu\text{g/L}$ et que la proportion de sujets ayant une iodurie $< 50 \mu\text{g/L}$ est $< 20\%$, le statut en iode de la population est optimal.
- Si l'iodurie médiane $>100\mu\text{g/L}$ et que la proportion de sujets ayant une iodurie $< 50 \mu\text{g/L}$ est $> 20\%$, ici le statut n'est pas optimal.
- Si l'iodurie médiane est $< 100 \mu\text{g/L}$, la population est déficiente en iode (déficience qui peut être légère, modérée ou sévère).

L'iode est présent dans les aliments essentiellement sous forme libre (iodure), il est rapidement absorbé au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle ($> 90 \%$). Celui-ci est introduit dans l'aliment sous forme d'iodate (sel enrichi, compléments alimentaires) est immédiatement réduit dans le plasma (Rouabah, 2018).

L'iode est un oligoélément indispensable dans la production des hormones thyroïdiennes, elles-mêmes régulatrices de l'activité de la plupart des systèmes de l'organisme humain.Représentant 65 % du poids moléculaire de la thyroxine (T4) et 59 % de la tri-iodothyronine (T3), l'iode contribue à la stéréospécificité hormonale et à la capacité de liaison aux protéines vectrices. L'inadéquation des apports d'iode ne se traduit que par une altération

de la fonction thyroïdienne même si un rôle extra thyroïdien est envisageable(Schlienger, 1997).

La thyroïde produit de la T4 pour plus de 80 %, de la T3 (15 %) et d'autres iodothyronines. Le contrôle de leur production et de leur sécrétion se fait par une double boucle de rétrocontrôle négatif faisant intervenir la TSH hypophysaire (thyrotropine) et la TRH hypothalamique (thyrolibérine). L'élévation des hormones thyroïdiennes circulantes inhibe la production de TSH et de TRH. À l'opposé, une diminution des hormones thyroïdiennes stimule leur production (Cano, 2007).

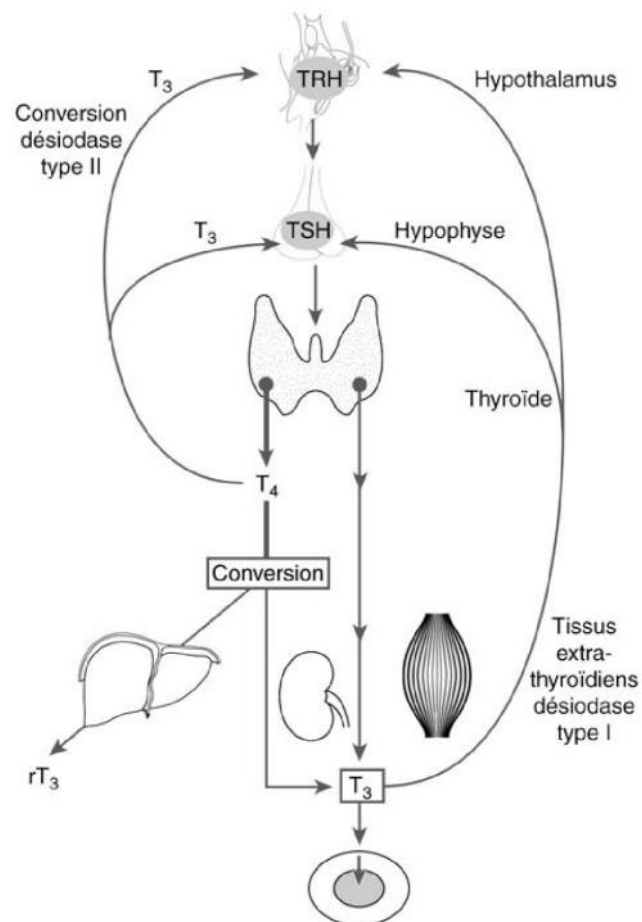


Figure 4 :Régulation de la production des hormones thyroïdiennes (Cano, 2007)

2.2.2. Carences en iode

Le déficit d'apport alimentaire quotidien en iode est responsable d'un ensemble d'anomalies qualifiées de «troubles dus à la carence en iode » (TDCI) qui regroupent le goitre, l'hypothyroïdie, l'arriération mentale (crétinisme), l'anémie, la diminution de la fertilité, les avortements spontanés et la mortalité infantile(Bousliman, 2011). D'après l'OMS, 30% (1,5 milliard d'individus) de la population mondiale en 1990, étaient exposés à un risque

de carence en iode (Gomina a, 2011).Le spectre des troubles dues à la carence en iode est résumé dans le tableau 3.

Tableau 3 : Spectre des troubles dues à la carence en iode (Zahidi, 2015)

Fœtus	Avortements Mortalité intra-utérine Anomalies congénitales Créténisme endémique neurologique <ul style="list-style-type: none"> – Débilité mentale sévère – surdi-mutité – Troubles spastiques Créténisme endémique myxœdémateux <ul style="list-style-type: none"> – Arriération mentale ± sévère – Retard staturo-pondérale Retard de développement cérébral Défaits psychomoteurs
Nouveau-né	Mortalité néonatale Faible poids de naissance Goitre néonatale Hypothyroïdie Retard de développement physique et mental.
Enfant-adolescent	Mortalité infantile Goitre simple Hypothyroïdie Retard de développement physique et mental
Adulte	Goitre simple et complications ultérieures Altération de la reproduction Anomalie de la fonction thyroïdienne (grossesse) Altération mentale et psychiques
Tout Age	Hyperthyroïdie iatrogène (induite par l'iode) Goitre Hypothyroïdisme Fonctions mentales affaiblies Susceptibilité augmentée aux radiations nucléaires

L'hyperplasie thyroïdienne est la première manifestation de la carence ;sa sévérité dépend de l'importance du déficit iodé. Dans les formes caricaturales, la carence iodée détermine une hypothyroïdie congénitale patente in utero responsable d'un crétinisme d'autant plus sévère que la mère est elle-même hypothyroïdienne. A un moindre degré, le déficit iodé perturbe les processus de maturation cérébrale avec ralentissement du développement moteur et des acquisitions cognitives au tour de la période postnatale(Schlienger, 1997).



Figure 5 : Photographie d'un cas clinique de thyroïdie d'hashimoto (Wikipedia, avril 2019)

2.2.3. Lutte contre les TDCI

Les programmes de lutte contre les TDCI nécessitent une surveillance épidémiologique et biologique basée sur la mesure de certains indicateurs de carences, les plus importants sont (Kany-Makan, 2002) :

- Mesure de la prévalence de goitre et du crétinisme ;
- Dosage : excrétion urinaire en iode, hormones thyroïdiennes et TSH néonatale ;
- Scintigraphie ou échographie thyroïdienne ;

La principale stratégie de lutte contre les troubles dus à une carence en iode est l'iodation universelle du sel (USI) ; considérée comme la mesure la plus appropriée pour la supplémentation en iode. Le sel iodé est considéré comme la mesure la plus appropriée pour la supplémentation en iode, car il présente tous les avantages d'un moyen de prévention de masse : consommation stable du sel ; technologie d'iodation facile et accessible ; l'iode n'affecte pas la couleur, la saveur ni l'odeur du sel (Zahidi, 2015).

Des véhicules alternatifs supplémentaires pour la fortification en iode peuvent être employés pour compléter l'apport en iode dans les populations jugées carencées. Les différentes méthodes de prévention et de lutte contre les TDCI autre que le sel iodé sont la supplémentation par un vecteur fortifié en iode (souvent d'origine alimentaire : pain iodé, eau iodée, lait et les produits laitiers par l'iodation du fourrage destiné au bétail...) et la supplémentation médicamenteuse (huile iodée, comprimé iodé, iode du Lugol...). Malheureusement, ces apports ne traitent pas les déficiences déjà acquises au niveau du cerveau ; de ce fait, toute stratégie adoptée pour lutter contre les TDCI devra être à visée préventive et non curative (Zahidi, 2015).

2.2.4. Progrès réalisés dans l'iodation universel du sel et la lutte contre les TDCI

Des progrès significatifs ont été accomplis vers l'élimination des TDCI dans le monde, environ 70 % des ménages dans le monde consomment du sel adéquatement iodé (15 g/kg)

(Zimmermann, 2014). Actuellement, cette couverture a augmenté considérablement depuis l'adoption de la stratégie universelle d'iodation du sel ; alors que moins de 10 % des ménages dans le monde avaient accès au sel adéquatement iodé en 1990. En effet, 128 pays disposant de données sur le sel iodé, la couverture des ménages était de plus de 90 % dans 37 pays, 50–90 % dans 52 pays et moins de 50 % dans 39 pays (Mizéhoun, 2018).

Dans le Moyen-Orient et l'Afrique du nord, le Liban et la Tunisie ont atteint l'objectif de l'iodation Universelle du sel. En Algérie et en Égypte, la consommation de sel adéquatement iodé est < 50 %, bien qu'en Algérie ce taux ait diminué pendant le conflit civil (1990-1999). Des taux plus faibles sont enregistrés au Soudan (1 %), Iraq (28 %) et Yémen (30 %) qui restent problématiques. L'engagement des gouvernements Égyptien et Syrien dans les campagnes de promotion et les partenariats avec les producteurs de sel a contribué de façon décisive aux grands progrès réalisés par les programmes d'iodation du sel (UNICEF, 2016).

Tableau 4 : Consommation de sel iodé dans les ménages dans les Pays du Maghreb 2000-2006 (UNICEF, 2016):

Pays	Couverture en sel iodé (%)	Valeur limite (ppm)	Source	Année
Algérie	61	+15	MICS	2006
Tunisie	97	+15	MICS	2000
Maroc	59	Non indiquée	Ministère de la santé	2005
Mauritanie	02	Non indiquée	EDS	2000-2002
Lybie	Pas de données disponibles			

3. Les microplastiques

Il n'existe pas de définition sans équivoque et mondialement reconnue des microplastiques (MP) mais ils peuvent être définis comme un mélange hétérogène de matériaux de formes différentes en fragments, fibres, sphéroïdes, granulés, pellets, flocons ou perles, dans la gamme de 0,1 à 5000 μm (Van Cauwenberghe, 2013).

Les Microplastiques, petites pièces en plastique <5 mm produites intentionnellement à utiliser dans les produits de consommation (comme exfoliants dans les cosmétiques) et d'activités comme abrasifs (par exemple, soufflage à l'air) (microplastiques primaire) ou résultant de la fragmentation de plus grandes objets (microplastiques secondaires), sont des contaminants très persistants potentiellement nocif pour les organismes ou les écosystèmes De l'Arctique à l'eau de mer Antarctique, aux sédiments, rivières, sol et même l'air que nous respirons(Barboza, 2018).

Les microplastiques sont actuellement présents dans toutes les matrices. Cependant, la connaissance des sources, du devenir et de la concentration environnementale dans le temps et dans l'espace reste encore insuffisante. Des microplastiques ont été trouvés dans du sel marin il y a plusieurs années. Cependant, l'ampleur de la dispersion des morceaux de plastique dans l'environnement le plus couramment utilisé reste floue(Prata, 2019).

3.1. Microplastiques dans le sel

De nouvelles recherches ont démontré que les microplastiques sont présents dans une grande majorité des marques de sel de table échantillonnées en Espagne(Prata, 2019). Selon une nouvelle étude réalisée par Greenpeace East Asia et des chercheurs en Corée du Sud, 36 des 39 marques de sel testées comportaient des microplastiques. Utilisant des études antérieures sur les sels, ce nouvel effort est le premier de son envergure à examiner la répartition géographique des microplastiques dans le sel de table et leur corrélation avec le lieu où la pollution par les plastiques se trouve dans l'environnement(Yang, 2015).

L'écosystème méditerranéen est l'un des plus fortement pollués par la pollution. Plastique, métaux lourds, etc. (Gundogdu, 2018). Selon une récente étude réalisée par (Yang, 2015) sur 16 marques de sels de table commercialisés en Chine la teneur en particules de MP était de 550 à 681 éléments/kg dans le sel de mer, 43-364 éléments/kg dans le sel de lac et 204 éléments/kg dans le sel gemme. Le plastique le plus commun est, le polyéthylène (22,9 %) et le polypropylène (19,2 %). Selon une autre étude les sels ne sont pas contaminés

que par des sources aquatiques. De plus, il y a risque élevé de contamination du sel de table par les PM au cours du processus de fabrication (Iniguez, 2017).

Au cours des processus généraux de production de sel de lac et de sel de mer, l'eau de dans les bassins d'évaporation où il est concentré par l'effet du soleil et du vent. Le sel puis se concentre et cristallise à la surface des cristalliseurs, dans lequel le sel est recueilli au moyen d'un processus de collecte fermé et contrôlé. Ensuite, le sel est soumis à différents processus physiques avant d'être emballés dans des conteneurs différents pour des usages multiples et différentes applications. Les sels minéraux sont préparés après un processus de raffinage. Dans ce processus, les sels de diverses sources sont raffinés. Les deux processus sont ouverts et donc susceptibles d'être aéroportés et autre type de contamination (Soylak et Yilmaz, 2006).

3.2. Danger des microplastiques

L'abondance de MP dans les océans a augmenté et une étude récente rapporte qu'environ 10 % de toutes les espèces touchées par les débris marins ingérés microplastiques. Dans des expériences de laboratoire utilisant de hautes concentrations de MP, ont signalé qu'une fois ingérées, les particules peuvent passer à travers le tube digestif et être expulsé du corps ou être retenu dans le tractus gastro-intestinal provoquant une abrasion interne et inflammatoire (von Moos, 2012).

Des concentrations de MP ont été également rapportées dans une expérience où un transfert de particules de plastique du système digestif vers le système circulatoire de la moule a été observé. Les fibres synthétiques peuvent créer des grappes pouvant causer une obstruction dans les organes et empêchent ainsi l'alimentation des animaux marins. Bien qu'aucune évaluation des risques concernant le MP et le biote est disponible à ce stade, il existe des doutes concernant les risques potentiels que les MP peuvent présenter pour les organismes via ingestion, transfert à travers la chaîne alimentaire et finalement à l'homme (Neves, 2015).

Chapitre II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Échantillonnage

Les échantillons de sel de table ont été récoltés dans les commerces (alimentation générale) aux niveaux de 09 localités de la wilaya de M'sila représentées par 32 communes (Figure 6 et Annexe 07). La collecte des échantillons s'est faite entre février 2019 à Mars 2019 ; les dates d'achat ont été rapportées en annexe 08. Seize marques de sel de table en paquet ont été achetées au niveau de 89 magasins. Ils ont été contrôlés visuellement afin de s'assurer de l'intégrité de l'emballage et qu'il porte les différents renseignements (producteur, date de péremption, etc.). Les conditions de stockage et d'entreposage dans ces commerces ne sont pas connues. Un code sera attribué à la marque de sel selon la région de prélèvement ainsi que l'ordre de prélèvement. Le délai entre l'achat de l'échantillon et son analyse est d'une dizaine de jours au maximum.



Figure 6 : Cartographie de l'échantillonnage (carte de la wilaya de M'sila).

2. Sondagesur les tendances de consommation de sel

2.1. Questionnaire

Ce questionnaire du sondage (Annexe 4) a été construit via le programme d'enquête *Google Forms*. Il comportedes questions concernant :

1. Les informations sur les répondants (âge, sexe,);
2. Les habitudes d'achat et de consommation (quantité achetée, etc.);
3. Le sel et ses caractéristiques (utilisations, comparaison des habitudes de consommation, préférences selon le gout, l'aspect, le goût etc.);
4. Les maladies liées à la consommation de sel ;
5. Les troubles liés à la carence en iode ;
6. Les cas de diabètes.

2.2. Collecte de l'information

Les données de ce sondage ont été collectées par le biais d'un questionnaire en ligne qui a été diffusé auprès des consommateurs algériens.La population touchée par le sondage est dedifférents profils, présente sur les réseaux sociaux algériens. Le lien généré par *Google Forms* a été partagé sur les réseaux sociaux ; le portail de l'organisation national de protection du consommateur a été une grande fenêtre pour toucher un maximum de participants. Le lien a été diffusé également par mail au niveau de l'université de M'sila ainsi que l'université de Bejaïa. Le recueil de données s'est déroulé de Mars à Mai 2019.

3. Contrôle de conformité commerciale et légale des échantillons

Les échantillons sont contrôlés pour la conformité légale et commerciale en référence du dispositif légale en vigueur en Algérie :

1. Loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes (Jo n°15 du 08/03/2009).
2. Décret exécutif n° 13-378 du 5 Moharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et les modalités relatives à l'information du consommateur.
3. Décret exécutif n°90-40 du 30 janvier 1990 rendant obligatoire la vente du sel iodé pour la prévention de la carence en iode.

L'un des objectifs de cette étude a été d'évaluer la qualité des sels commercialisés par rapport aux recommandations du décret exécutif N°90-40(commerce, 1990), la teneur en iode des sels de cuisine vendus et consommés par les ménages. Le décret cité stipule que « Le sel iodé doit comporter nécessairement entre 50,55 et 84,25 mg d'iodate par kilogramme de sel.

Cet iode doit être apporté sous forme d'iodate de potassium ». selon la méthode de référence dictée par l'Arrêté du 25 Dhou El Hidja 1432 correspondant au 21 novembre 2011 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en iode dans le sel alimentaire (commerce, 2011).

4. Méthodes d'analyses

4.1. Dosage par MBI-Kits International

Le kit utilisé est constitué 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 (T. Nagar, Chennai, 600017, India). Une échelle de couleur était fournie pour la comparaison visuelle et l'estimation de la teneur en iode du sel.



Figure 7 : Photo d'un MBI-KIT (pour dosage rapide de l'iode).

Principe : Ce test qualitatif indique la présence ou l'absence de l'iodate dans les échantillons de sel en utilisant une solution test. La présence d'iode est marquée par l'apparition d'un spot bleu violet à la surface du sel testé. L'intensité de la couleur du spot est proportionnelle à la teneur en iodate dans le sel. Elle variera du bleu clair au violet foncé.

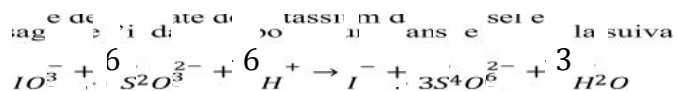
Mode opératoire : sur un verre de montre ou sur une paillette propre, on dépose une quantité de sel à tester (~5 g) en double. On verse une goutte de la solution test et on note l'apparition ou non de la coloration. Si la coloration est positive on vérifie sur le deuxième échantillon. Sinon on verse une goutte de la solution vérificateur sur le deuxième échantillon suivi par la solution test, et on note l'apparition ou non de la coloration. L'apparition du spot coloré en bleu violet traduit la présence de l'iodate dans l'échantillon.

4.2. Dosage de l'iode par iodométrie

La méthode iodométrique (méthode volumétrique) a été publiée dans le Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire dans l'annexe de l'arrêté 1 sous le titre « Méthode de détermination de la teneur en iode dans le sel alimentaire ».

Principe : 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 I₂ est équivalente à la quantité d'iodate dans le milieu (sel). L'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium standard (Na₂S₂O₃). L'amidon est utilisé comme indicateur de fin de titrage.

La réaction de dosage de l'iodate de potassium dans le sel est la suivante :



Réactifs : les réactifs pour l'analyse sont :

- Eau distillée : laisser bouillir l'eau distillée pendant 5 min, la refroidir, la conserver dans des flacons bruns à l'abri de la lumière, de l'oxygène, de l'air et du froid.
- Thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃, 5H₂O, PM = 248,2 g/mol) : Solution mère : 0,1 M ou 0,1 N. Solution de dosage : 0,002 M ou 0,002 N.
- Iodate de potassium (KIO₃, PM = 214 g/mol) : Solution étalon à 0,050 g/l.
- Iodure de potassium (KI) à 10% (P/V)
- Acide acétique glacial (CH₃COOH) ou acide, sulfurique (H₂SO₄) 2N
- Solution d'amidon à 0,25 % (P/V).

Vérification de la normalité de la solution de thiosulfate : dans un erlenmeyer contenant environ 800 ml d'eau distillée, introduire 5 ml de la solution étalon de KIO₃ (à 0,05 g/l). Ajouter 5 ml de solution de KI à 10 % et 5 ml d'acide acétique pur, boucher et laisser reposer 5 min à l'obscurité, titrer par la solution de Na₂S₂O₃ (0,002 N) jusqu'à obtention d'une couleur jaune pâle. Ajouter 5 ml de la solution d'amidon, on obtient une coloration bleue, continuer à titrer par le thiosulfate jusqu'à la disparition de la couleur bleue, soit :

$$N = \frac{0,007}{V} \quad (1)$$

V = volume de Na₂S₂O₃ utilisé.

0,007 = un coefficient, N = Normalité de la solution de Na₂S₂O₃.

4.2.1. Détermination

Peser $10 \pm 0,01$ g de sel à tester, préalablement desséché au dessiccateur. Introduire le sel dans un erlenmeyer de 250 ml, le dissoudre dans 100 ml d'eau distillée, bouillie et refroidie, y Ajouter 1 ml d'acide acétique glacial et 1 ml de KI à 10 %, on obtient une coloration jaune, boucher et laisser reposer pendant 5 min à l'obscurité. Titrer avec la solution de thiosulfate 0,002 M jusqu'à obtention d'une coloration jaune pâle, ajouter alors 5 ml de solution d'amidon, on obtient une coloration bleue. Continuer à titrer avec la solution de thiosulfate jusqu'à la disparition de cette coloration bleue. Noter le volume de solution de thiosulfate nécessaire au dosage (V1). Parallèlement faire un témoin dans les mêmes conditions, sur 100 ml d'eau distillée, bouillie et refroidie. Noter le volume (V2).

Dans notre étude chaque échantillon de sel a été dosé trois fois (Triplicata) : T1, T2 et T3, la teneur en iodate de potassium est la moyenne de ces trois répétitions.

La température ambiante au laboratoire s'est située entre 19 et 21°C.

4.2.2. Expression des résultats

Le calcul de la teneur en iode *Ten* équivalent Iodate de potassium (mg/kg sel) :

$$T = (V1 - V2) \times 7,1387 \quad (1)$$

V1 = Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaire au titrage de l'iode dans le sel.

V2 = Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaire pour le témoin.

7.1387=Un coefficient

5. Recherche de microplastiques

5.1. Extraction et observation

Un échantillon de 100 g de sel (issu du mélange de 3 à 5 paquets de la même marque) ont été mélangés avec 1 litre d'eau distillée dans une bouteille de laboratoire de 2 litres, puis filtré sous vide à travers un filtre de 49 μm pour recueillir les matières insolubles(Karami, 2017).Le filtre est rincé par de l'eau distillée, placé dans une boîte de pétri en verre et mis ensuite au séchage doux (sur une plaque chauffante à environ 40°C). Le filtre est coupé en deux parties ou en quatre selon sa taille (un filtre de 47 mm sera coupé en deux), chacune est montée sur une lame en verre et sera imbibée d'huile alimentaire ; celle-ci rendra le filtre

transparent. Les observations se feront selon la méthode préconisée par (Von Der Ohe, 2004) appliquée à l'analyse quantitative des pollens avec quelques modifications.

Un ensemble de mesures ont été prises pour éviter la contamination par des microplastiques extra-échantillons :

- Blouse en coton et des gants en nitrile sont portés pendant les manipulations.
- Les liquides (eau distillée, éthanol) ont été filtrés à travers des membranes de filtration sur verre de 2,7 μm .
- Matériel en verre lavés (liquide vaisselle, eau distillée et l'éthanol) et la surface de travail soigneusement nettoyée avec de l'éthanol à 70 %.
- Extraction réalisées sous hotte pour éviter la contamination par l'air.

5.2. Comptage d'éléments

Selon la taille des MP, un grossissement approprié a été utilisé pour observer les différentes particules (MP, fibre végétale, amas organique...). Il est nécessaire de compter au moins 500 éléments dans au moins 100 champs. Afin d'examiner uniformément l'ensemble de la lame, il est nécessaire de regarder les champs sur 5 lignes parallèles équidistantes d'un bord du filtre à l'autre.

En passant d'un champ à l'autre, il est conseillé de ne pas regarder dans le microscope pour éviter tout choix inconscient du champ (les règles du plateau sont utilisées pour faire les sauts). Les corps sont comptés séparément (particule minérale, fibre, partie de végétal, particules ressemblant aux MP, particules colorées, etc. Si la lame a seulement quelques éléments, il peut être nécessaire de compter 5 lignes supplémentaires pour obtenir un total de 500 éléments.

5.3. Calcul et expression des résultats

Pour calculer le nombre absolu d'éléments (nMP pour les microplastiques et nEA pour les autres éléments), il est nécessaire de calculer la surface de la partie du filtre contenant le sédiment en mm^2 (S) et la surface du champ microscopique au grossissement utilisé en mm^2 (s). Ce dernier peut être mesuré à l'aide d'un micromètre de platine. Le nombre absolu de MP/kg et le nombre absolu des autres éléments AE/kg sont calculés par les formules suivantes :

$$MF/kg = \frac{s \times nMP \times 100}{s \times a \times p} \quad (3)$$

$$MP/kg = \frac{s \times s \times a \times p \times 100}{s \times a \times p}$$

$$AE/kg = \frac{s \times nAE \times 100}{s \times a \times p} \quad (4)$$

Avec a le nombre de champs comptés et p le poids du sel utilisé (g).

6. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel SPSS version 24.0 pour MAC (SPSS Inc, Chicago, IL, États-Unis). Le résultat du sondage a été traité en utilisant une analyse en composante principale (ACP) ; les variables nominales et ordinales ont été codées avant le traitement. Les sont présenté en moyennes et un écart type.

Chapitre III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Résultats du sondage

L'enquête a été effectuée auprès du consommateur algérien, portant sur une population de 1 153 répondants répartis comme suit : 32 % de femmes, 65 % d'hommes, toutes tranches d'âge confondu. Cette population est représentée en majorité (64,18 %) par des sujets ayant un âge de 25 à 40 ans.

1.1. Estimation de la consommation de sel

La quantité de sel consommée en Algérie par individu et par jour a été estimée, en se basant sur la population globale et des données recueillies sur leur consommation mensuelle de sel (Figure 8). La quantité moyenne de sel ajoutée est estimée à 8,6 g/individu/jour. Cette dernière dépasse largement le besoin nutritionnel journalier recommandé par l'OMS, qui est inférieur à 5 g/individu/jour (Zandstra, 2016).

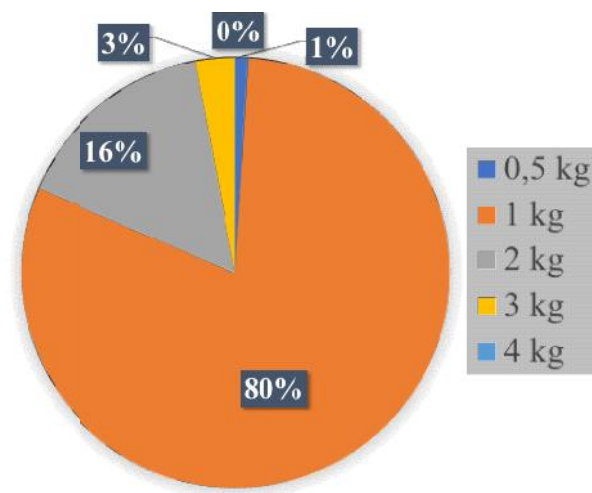


Figure 8 : La distribution de la consommation moyenne mensuelle de sel pour la population étudiée.

On considère que cet apport est sous-estimé et ne donne qu'une approximation de la consommation réelle qui doit prendre en considération les quantités de sel présentes naturellement dans les aliments. En effet, le sel présent dans le pain fera augmenter de 30 % environ les chiffres obtenus dans cette étude, ainsi que les aliments transformés qui représentent une source non négligeable de sel (Lynch, 2009).

1.2. Relation entre l'apport en sel et certaines maladies non transmissibles

À partir de l'observation de la figure 9 (A, B et C) on peut déduire qu'il existe une relation forte entre la consommation excessive de sel et les maladies non transmissibles dont

le principal est l'hypertension artérielle (Schlienger, 2015). Néanmoins la figure 9 D rapporte une prévalence du goitre endémique d'une proportion presque similaire à celle des maladies cardiovasculaires ce qui signifie que non seulement cette tranche de la population consomme du sel en excès mais il n'apporte pas les éléments nécessaires afin d'éviter les maladies de la thyroïde, ces données recueillies concordent avec les résultats du dosage d'iode dans les sels mis sur le marché (voir Figure 11).

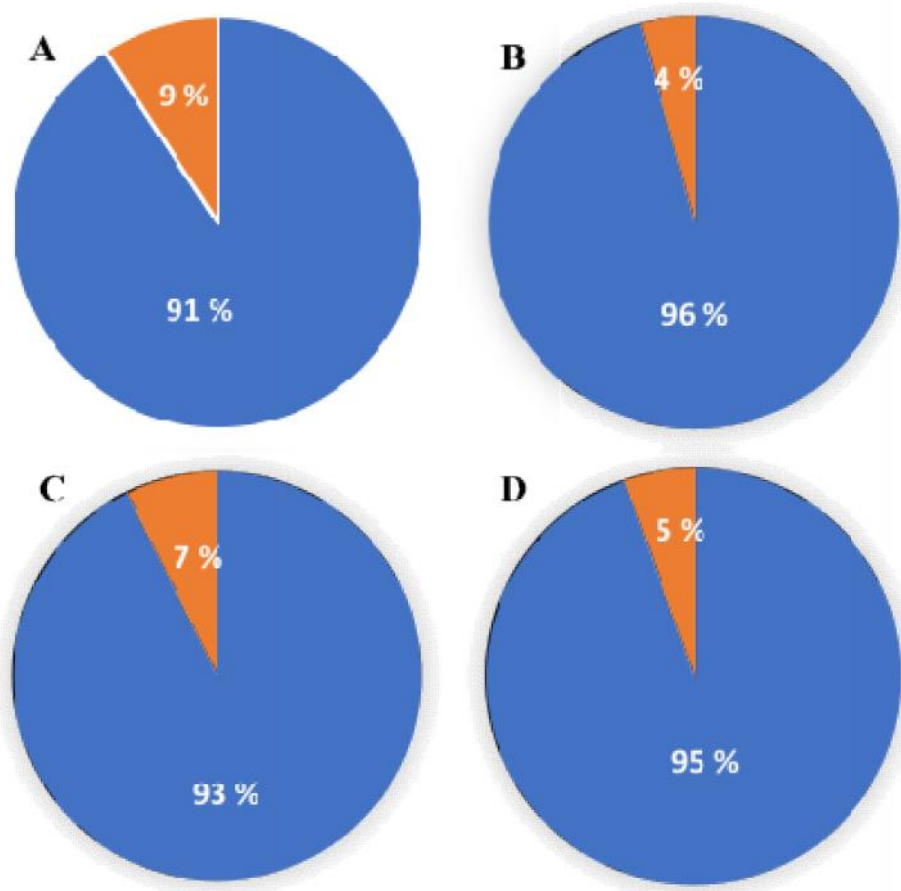


Figure 9 : Proportions de cas recensés d'hypertension artérielle (A), de maladies cardiovasculaires (B), de diabète (C) et de goitre endémique (D).

1.3. Interprétation de l'ACP des paramètres du sondage

L'analyse en composante principale a été réalisée avec le logiciel SPSS version 24. Le tableau 5 est une matrice des corrélations qui donne les coefficients de corrélation linéaire des variables (paramètres physico-chimiques du sel) prises deux à deux. C'est une succession d'analyses bi variées, constituant un premier pas vers l'analyse multi variée. L'examen de

cette matrice montre que la majorité des corrélations sont relativement faibles ; la valeur la plus grande (- 0,771) a été observée pour les deux facteurs sexe du participant et le fait d'être chargé de préparer le repas ; la plus faible a été observée pour l'âge du participant et le fait d'avoir un membre ayant des troubles cardiovasculaires dans la famille (0,003). Cette très faible corrélation est logique, car l'âge demandé dans le sondage est celui du participant. Le facteur « Chargé de Préparer le Repas » est plus corrélé aux autres facteurs dans l'ensemble ; ce paramètre semble donc se distinguer des autres.

Tableau 5 :Matrice des corrélations des résultats du sondage

	Ag	CPR	QSC	QPC	FAS	FASC	PHF	PCVF	PDF	PTF	Sx
Ag	1										
CPR	-0,181	1									
QSC	-0,073	0,082	1								
QPC	-0,141	0,233	0,234	1							
FAS	-0,195	0,018	0,048	0,059	1						
FASC	-0,115	0,055	0,095	0,143	0,398	1					
PHF	-0,054	0,062	-0,066	-0,150	0,015	0,073	1				
PCVF	0,003	0,056	-0,036	-0,025	-0,061	0,015	0,305	1			
PDF	-0,031	0,105	-0,069	-0,094	-0,018	-0,013	0,286	0,219	1		
PTF	0,012	0,063	0,023	0,029	0,012	0,014	0,185	0,187	0,144	1	
Sx	0,099	-0,771	-0,035	-0,194	0,012	-0,012	-0,107	-0,107	-0,107	-0,134	1

Ag : Age du participant ; **Sx** : Sexe du participant ; **CPR** : Charger de Préparer le Repas ; **QSC**: Quantité de sel Consommé (kg) ; **QPC**: Quantité de pain Consommé ; **FAS** : Fréquence d'ajout du sel ; **FASC**: Fréquence d'ajout du sel Comparé ; **PHF**: Présence d'hypertendu dans la famille ; **PCVF**: Présence de membre ayant des troubles cardiovasculaires dans la famille ; **PDF**: Présence de diabétiques dans la famille ; **PTF** : Présence de membre ayant un problème de thyroïde.

Les quatre premières composantes principales prennent en compte 19 %, 15,75 %, 13,13 % et 9,66 % de la variabilité totale (tableau 6) ; elles sont les plus importantes, puisque les quatre expliquent presque 60 % celle-ci. À partir de la quatrième, les composantes sont nettement moins utiles (environ 40 % pour tout le reste), qui correspondent à des valeurs propres inférieures à l'unité (< 1). Donc, l'analyse sera limitée aux quatre composantes car elles expliquent la majorité de la variabilité.

Tableau 6 : Variance totale expliquée selon les onze composantes

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,09	19,00	19,00	2,09	19,00	19,00
2	1,73	15,75	34,75	1,73	15,75	34,75
3	1,44	13,13	47,88	1,44	13,13	47,88
4	1,06	9,66	57,54	1,06	9,66	57,54
5	0,91	8,25	65,78			
6	0,83	7,53	73,31			
7	0,79	7,15	80,46			
8	0,74	6,73	87,20			
9	0,64	5,79	92,98			
10	0,55	5,03	98,02			
11	0,22	1,98	100,00			

La figure 10 représente la distribution des facteurs selon leurs corrélations et la corrélation avec les deux axes (composantes 1 et 2), ainsi que le lien qu'ils partagent. Il s'agit en réalité d'une représentation déformée, car on a projeté, dans un espace à deux dimensions, dix points qui se situent dans un espace à 10 dimensions. Pour ce présent cas, la déformation est assez importante car les informations concernant les inerties sont concentrées à uniquement 34,75 % dans les deux premiers axes, comme c'est démontré dans le tableau 6.

L'examen des facteurs présence de personnes hypertendues, diabétiques, ayant des troubles cardiovasculaires, et ayant un problème de thyroïde montre qu'ils sont regroupés ensemble et corrélés positivement avec la première composante d'un côté. D'un autre côté, les facteurs « Quantité de sel consommé », « Quantité de pain consommé », « fréquence d'ajout du sel » et « Fréquence d'ajout du sel comparé » sont regroupés ensemble et corrélés négativement avec cette première composante. Cet axe peut s'interpréter comme un axe qui décrit les habitudes de consommation du sel et les maladies qui peuvent résulter de la mauvaise consommation de ce dernier. En effet, cette figure confirme que plus un foyer entretient un mauvais régime en terme de consommation du sel, plus il est probable de trouver au moins une personne atteinte de l'une des maladies citées dessus.

La deuxième composante principale est corrélée positivement avec le facteur « Sexe du participant » et corrélée négativement avec le fait d'être chargé de préparer le repas à la maison. Cet axe peut s'interpréter comme un axe qui décrit la nature du participant : vue que

le facteur sexe est codé 1 pour « masculin » et 2 pour « féminin », et le facteur chargé de préparer le repas est codé 1 pour « oui » et 2 pour « non », on peut conclure que ce sont les femmes qui se chargent de préparer les repas sur les 1 134 participants. Il s'agit là d'une interprétation très globale, qui doit être légèrement nuancée car les composantes 1 et 2 présentent uniquement 34,75 % de l'information globale. En revanche, le sens de ces résultats ne laisse pas de doute sur la pertinence de ces conclusions.

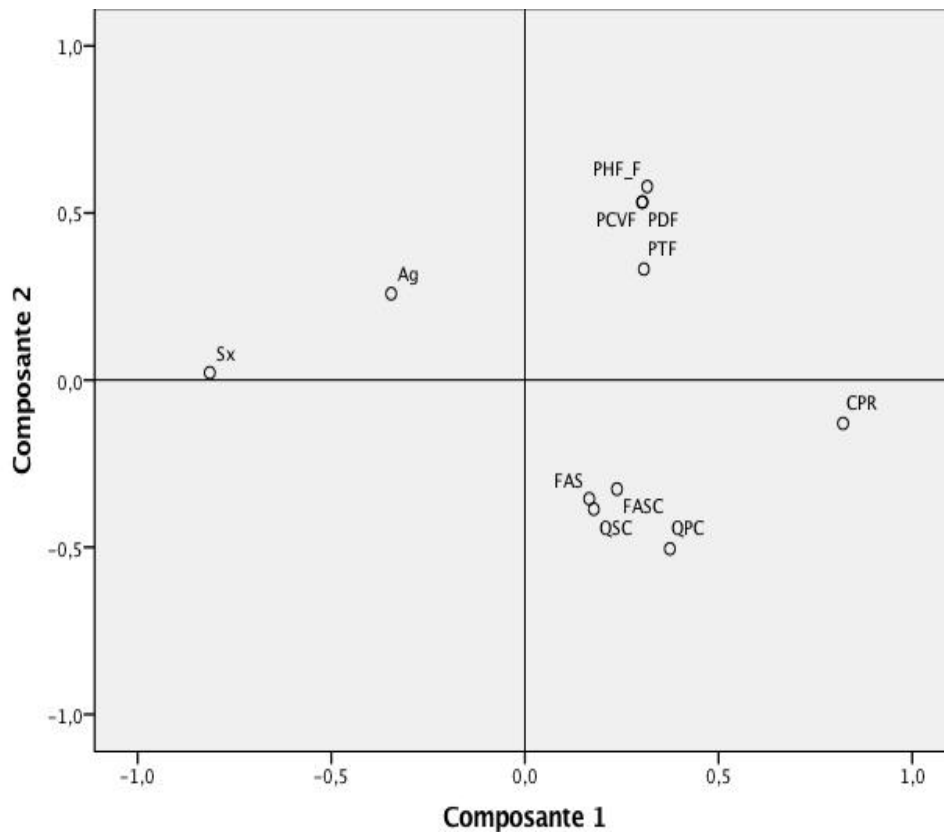


Figure 10 : Tracé des deux composantes principales dans l'espace après rotation.

Ag : Age du participant ; **Sx :** Sexe du participant ; **CPR :** Charger de Préparer le Repas ; **QSC:** Quantité de sel Consommé (kg) ; **QPC:** Quantité de pain Consommé ; **FAS :** Fréquence d'ajout du sel ; **FASC:** Fréquence d'ajout du sel Comparé ; **PHF:** Présence d'hypertendu dans la famille ; **PCVF:** Présence de membre ayant des troubles cardiovasculaires dans la famille ; **PDF:** Présence de diabétiques dans la famille ; **PTF :** Présence de membre ayant un problème de thyroïde.

2. Évaluation de la présence d'iode dans le sel

Les résultats de l'évaluation qualitative des échantillons de sel sont représentés ci-dessous.

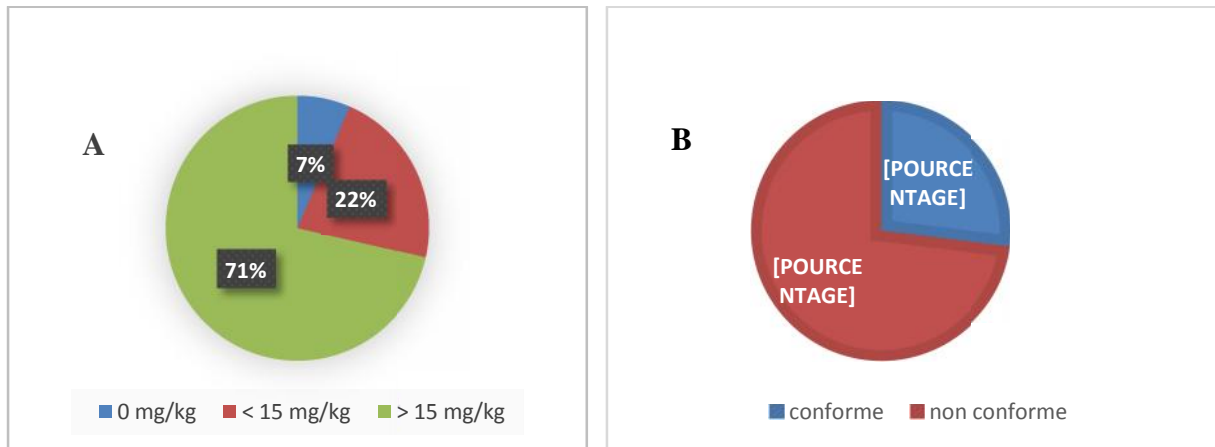


Figure 11 :Teneur en iodate de potassium (%) : A) Résultats obtenus par MBI-kits, B) dosage volumétrique.

L'analyse qualitative par le MB-kit de l'iode dans les échantillons de sel commercialisés au niveau de la wilaya de M'sila, montre que 7 % des échantillons présentent une absence totale d'iodate de potassium ; 22 % sont positifs mais ne dépassent pas le seuil de 15 mg/kg ; 71 % sont positifs et les teneurs en iodate de potassium dépassent les 15 mg/kg. L'analyse quantitative (méthode volumétrique) des mêmes échantillons montre que 27 % du sel est conforme à la réglementation en vigueur ; 73 % présentent une absence totale d'iodate de potassium ; 60 % ne sont pas correctement iodés. Il est à noter que la méthode MB-Kit surévalue la contenance en iode et pourrait ne pas convenir au contrôle du sel en Algérie, elle reste néanmoins une méthode indicative mais sans précision mais rapide.

Plusieurs hypothèses peuvent être émises quant aux causes de ce déficit en iode dans le sel :

1. Multiplicité des sites de production et diversité des types de sels sur le marché.
2. Existence d'un marché noir de sel non iodé caractérisé par des emballages non conformes du point de vue de l'étiquetage ou les données relatives aux producteurs (adresses, nom de l'entreprise...etc.) restent délibérément flou d'où la difficulté de traçabilité du produit.
3. Absence d'autocontrôle du produit lors de la production et avant la mise en vente.
4. Mauvaise maîtrise des techniques d'iodation ce qui contribue à l'absorption d'humidité et à la migration d'iode par suintement (Mannar, 1995).

L'histogramme présenté dans la figure 12 décrit la répartition des échantillons prélevés dans 09 localités de la wilaya. Aucune localité ne présente une couverture totale en sel iodé. Les deux localités d'Ain El Melhet Ain Hjel présentent une absence totale d'iode dans le sel commercialisé ; cette absence est le phénomène qui fait de ses localités d'éventuelles régions endémiques.

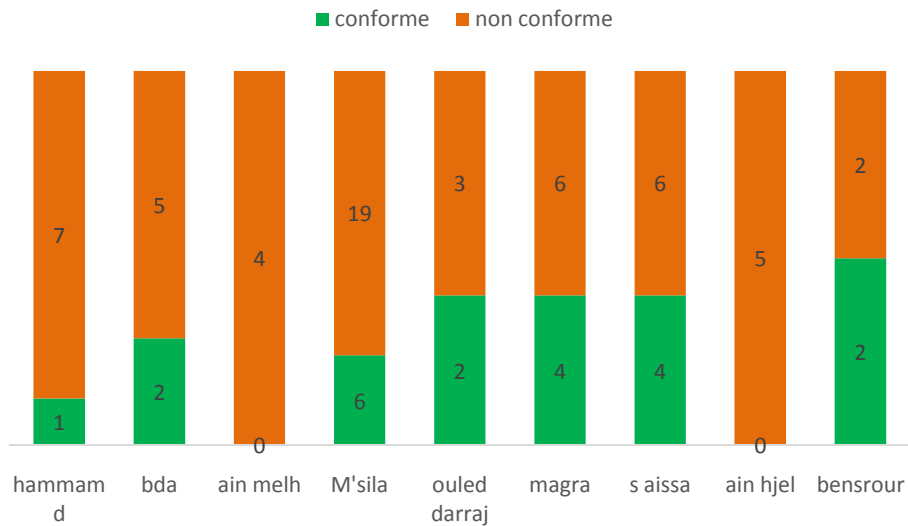


Figure 12 : Répartition et conformité des échantillons par régions.

Ces données qui concordent avec le témoignage du Docteur DIBet du Docteur BARKATI, docteurs en médecine spécialisés en endocrinologie ; exerçants dans la région Sud de la wilaya.

L'histogramme présenté dans la figure 13 décrit la répartition des échantillons prélevés par marque, huit marques sur seize présente une non-conformité de la totalité des échantillons, sept marques présentent une non-conformité partielle, une marque est conforme à la réglementation en vigueur, néanmoins il ne peut être pris en considération car il est non représentatif. Il est important de signaler que neuf échantillons présentent une sur-iodation.

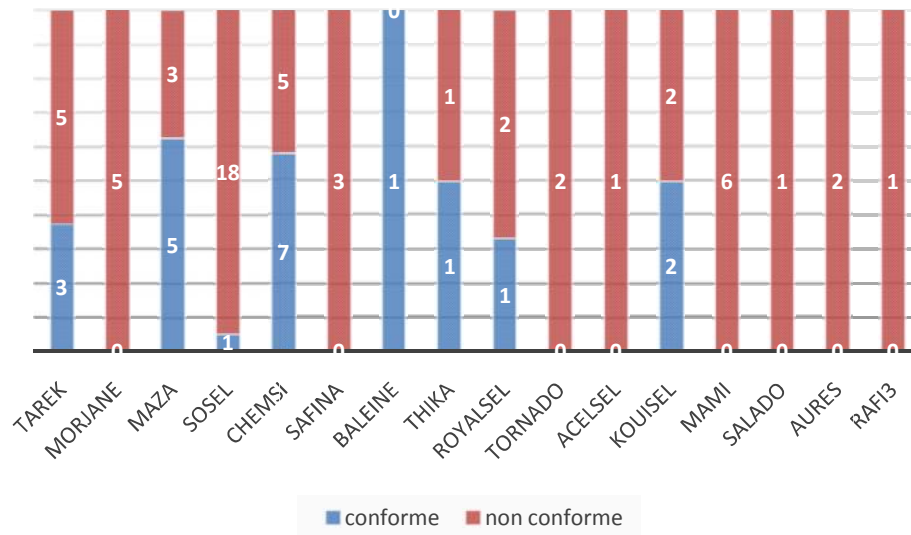


Figure 13 : Répartition de la conformité des échantillons par marque.

3. Contrôle de la conformité légale et commerciale des sels

Le récapitulatif des mentions obligatoires portées sur l'étiquetage est présenté dans le tableau 7 qui est établi selon l'article « 7 » de l'Arrêté interministériel du 28 Moharram 1440, Correspondant au 8 octobre 2018 portant règlement technique relatif aux spécifications du sel de qualité alimentaire.

À l'ouverture des paquets de sel pour analyse, la majorité des échantillons était sous la forme de poudre blanche non aggloméré en masse, les sels en questions sont présentés sous divers emballages (plastiques ou cartons) avec des contenances allant de 250 g à un 1 kg, dans la majeure partie des cas ils sont bien emballés dans des sacs plastiques. Le prix ramené au kilogramme varie entre 10 et 466 DA (sels importés), le prix des sels issus de productions nationales varient de 10 à 65 DA ce qui reste un prix raisonnable, pour le produit importé le prix est de 280 DA au 600 g.

Le tableau 07 donne un point de situation sur la conformité de l'étiquetage des marques de sels présents sur le marché de la wilaya, près de 57 % des échantillons de sels sont conformes à la réglementation en vigueur relative à l'étiquetage des denrées alimentaires ; les autres présentent des défauts majeurs d'étiquetage (absence de dénomination du produit, de la date de production, du numéro de lot, du poids net)

Ce manque d'informations ne permet pas une bonne traçabilité du produit ou peut créer une confusion dans l'esprit du consommateur.

Tableau 7. Récapitulatif des mentions obligatoires portées sur l'étiquetage

Marque	Dénomination de vente	Nom et adresse du producteur /conditionneur	Composition	Date de production /péremption	Poids unitaire	Poids vérifié	Numéro de lot	Mention spéciale
<i>Chams</i> « chemsi »	Sel de cuisine iodé	ENASEL Entreprise nationale des sels Complexe ELoutayabiskra	E	E	01 kg	1033,77 ± 49,66	E	E
« Acel » sel	Sel de table iodé	Conditionné par Hafrimohamedsayeh HamrayaEL Oued	E	E	01 kg	964,02	E	E
« SOSEL »	Sel de cuisine iodé	EURL SETTOU Ouarda d'extraction et de préparation de sel RN N°48 HamrayaEL Oued	E	E	01 kg	946,16 ± 25,47	E	E
« MAMI »	Sel de table iodé	Conditionné par Entreprise MAMI de conditionnement et d'emballage RN N° 03 EL Oued	E	E	01 kg	912,80 ± 82,63	E	E
« MAZA »	Sel de table iodé	Conditionné par Entreprise MAZA de conditionnement et d'emballage RN N° 03 EL Oued	E	E	01 kg	1032,34 ± 46,94	E	I
Sel «TAREK »	Sel alimentaire iodé	Conditionné par Entreprise TAREK sel HamrayaEL Oued	« erreur dans l'intervalle légale de iodate de potassium « 50-81 mg/kg »	E	01 kg	1030,09 ± 35,05	E	I
Sel « AURES »	Sel alimentaire iodé	Conditionné par Entreprise EL JAWHAR EL Oued Adresse I	E	E	01 kg	653,50 ± 40,31	E	I
Sel « La BALEINE »	Sel de table iodé	Importé par SARL foodich Route ben chaawa RN N°01 birtouta Khraysiya ALGER Fabriqué en France	E	E	600 g	632,01 ± 0,01	E	E

Sel « TORNADO »	Sel de table iodé	Conditionné par TORNADO E A C 21 N°110 nache AEK douera ALGER	E		1 kg	1045,00 ± 36,77	A	A
salado	Sel de table iodé	Conditionné par Sels Hamraya Commune de hamraya- eloued,Algerie	E	E	1kg	908,32	A	I
morjane	Sel de cuisine iodé	Conditionné par Entreprise El Morjane RN N°3 stil El-oued	E	E	1kg	984,84 ± 15,44	E	E
Rafi3e	Sel de cuisine iodé	ENASEL Entreprise nationale des sels Complexe ELOutayaBiskra	E	E	01 kg	988	E	E
kouisel	Sel de cuisine iodé	Produit par EKOSEL Projet2038/1408 local N°616 BEZ Alger, Algérie	E	E	1kg	1051,23 ± 21,09	E	E
Royal sel	Sel de cuisine iodé	SARL Zrousel Les environ de ain daba commune d'oumache Biskra, Algérie	E	E	1kg	1010,20 ± 37,37	E	E
Thika	Sel de table iodé	SARL Thika Zone d'activité N°41-25140 aïnsmarconstantinealgerie			900g	938,29 ± 8,88		
AS-Safina	Sel de table iodé	Cité Pérmontie lot N°50 Gué de constantine-alger- Algérie	A	E	250 g	247 ± 5.26	A	A

E : Existant ; I : Incomplète ; A : Absent

4. Recherche des microplastiques

Dans cette étude il a été extrait des particules de type microplastiques de plus de 49 μm de 15 marques de sel provenant du marché algérien, dont un sel de mer et 14 sels solaires. Quelques images de l'observation microscopiques des particules de MP sont présentées dans la figure 14. Il a été constaté la présence de ces particules dans tous ces échantillons, avec des teneurs de 1 763 MP/kg pour le sel marin, et 467 à 4 475 MP/kg pour les sels solaires (tableau 9).

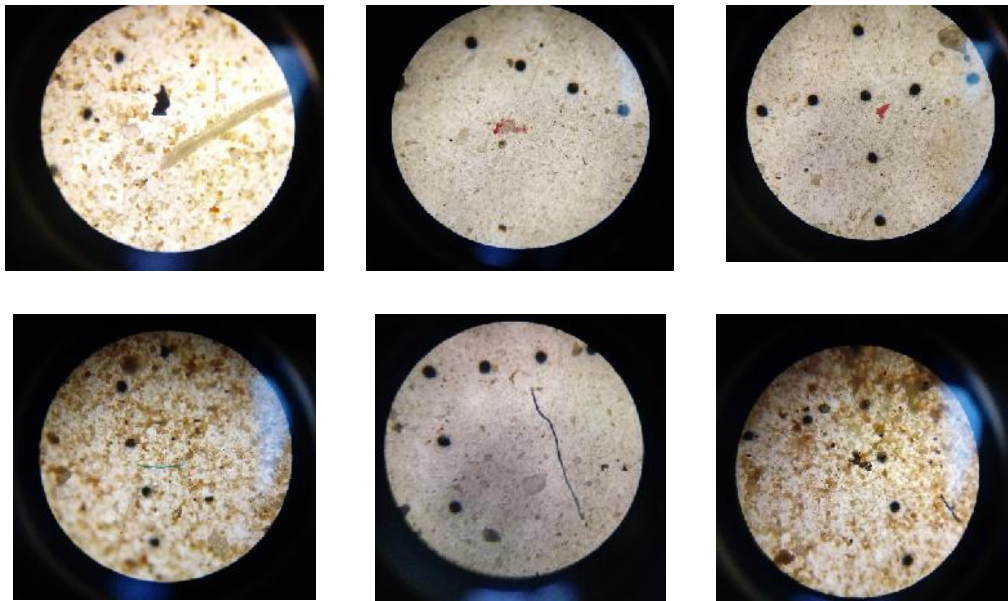


Figure 14 : Examen microscopique de particules microplastiques.($\times 40$)

Yang et al. (2015) ont estimé la présence de 681 MP/kg en sels de mer originaires de Chine. Gündoğdu et al (2018) rapportent dans une étude réalisée sur les sels de table commercialisés en Turquie que la teneur en particules MP était de l'ordre de 16 à 84 MP/kg dans le sel de mer, et 9 à 16 MP/kg dans le sel de roche (filtres à 149 μm utilisés). D'après Yang et al. (2015), la présence de ces microparticules dans le sel de mer est, probablement, due à une contamination au niveau des tables salantes (cristallisation), ce qui suscite des inquiétudes.

Ces études s'accordent sur l'origine de ces microparticules qui sont, la pollution, le changement climatique, ainsi que sur le fait que les concentrations de microplastiques étaient les plus élevées dans le sel de mer, suivi du sel de lac, puis du sel gemme. De ce fait, l'unique échantillon de sel de mer analysé dans la présente étude ne peut servir de référence pour conclure que les sels solaires sont plus ou moins pollués.

Il est utile de signaler qu'il est difficile de comparer nos résultats à ceux des études précédentes vu que la porosité des filtres utilisées était nettement différente. Ce qui justifie les concentrations élevées trouvées dans les sels Algériens.

Il est bien entendu que nous ne disposons d'aucun indicateur de la charge polluante à laquelle ont été exposés ces sels de tables en amont du prélèvement. Néanmoins, des teneurs aussi élevées dans toutes les marques de sel de table, ne peut que témoigner d'une forte exposition de celui-ci à un environnement chargé de microplastiques. L'hypothèse d'une éventuelle contamination par l'emballage du produit est écartée, car l'emballage de tous les échantillons était intact et en bon état.

Selon une étude récente de (Liebmann, 2018), les microplastiques peuvent avoir un impact sur la santé humaine via le tractus gastro-intestinal, ce qui pourrait affecter la tolérance et la réponse immunitaire de l'intestin en se bioaccumulant ou en facilitant la transmission de produits chimiques toxiques et d'agents pathogènes. À l'ombre de ces données il est plus que nécessaire d'entreprendre des actions afin de parer aux dangers de ce type de pollution.

Tableau 8 :Caractérisation et comptage des microplastiques et autres éléments dans les marques de sel de tables analysées.(×100)

	Baleine	Rafi3	Mami	Tornado	Kouisel	Chemsi	Sosel	Aures	Acysel	Maza	Morjane	Tarek	Thika	Salado	Tornado
Nombre de champs	70	73	88	104	87	73	73	75	70	65	57	57	66	67	63
Débri minéral	dense	dense	très dense	boueux, très dense	boueux, très dense	peu dense, sable fin	boueux, très dense	boueux, très dense	boueux, très dense	boueux très dense	boueux, très dense	boueux et dense	sable fin, dense	boueux, très dense	sable, dense
Amas végétal	21	20	12	19	24	10	11	5	15	11	6	10	15	9	12
plastique	51	34	37	49	23	135	57	50	28	16	11	33	49	41	41
Fibre végétale (cellulose)	108	54	49	29	45	144	34	49	34	6	14	58	15	22	31
Fibres colorées	10	25	23	30	24	51	22	33	36	29	15	20	30	6	24
Amas organique	38	3	3	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Debri d'insecte	2	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MP/100g	176	113	102	114	64	447	189	161	97	60	47	140	180	148	157
MP/kg	1763	1127	1017	1140	640	4475	1889	1613	968	596	467	1401	1796	1481	1575

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au terme de ce travail, on peut faire ressortir les faits les plus pertinents quant au comportement du consommateur algérien vis-à-vis de la qualité des sels commercialisés sur le marché de la wilaya.

Il a été constaté, à partir du sondage, que la quantité moyenne de sel ajoutée par les sujets de la population étudiée (8,62 g/individu/jour) dépasse largement celle recommandée par l'OMS (<5 g/individu/jour). De plus, il y a de très fortes chances que cette quantité de sel consommée soit largement dépassée dans la réalité. Le traitement statistique a révélé des corrélations et des liens entre les réponses du questionnaire : les habitudes de consommation du sel sont significativement corrélées avec les maladies non transmissibles principalement l'hypertension artérielle. En fait, c'est celui qui consomme beaucoup de sel, qui en rajoute dans ces plats et qui considère sa consommation inférieure aux autres.

Si on se réfère aux normes de l'OMS et de l'UNICEF, qui sont moins exigeantes sur l'iodation, le pourcentage de sel adéquatement iodé est de 71 % sur la totalité des échantillons de sel analysés (MB-Kit). Alors que si on prend en considération la réglementation algérienne, on trouve que seulement 27 % des échantillons sont conformes et répondent aux exigences réglementaires en vigueur ; 60 % ne sont pas correctement iodés et plus de 12 % présentent une absence totale d'iodate de potassium. Il est important de signaler, que les deux régions de Ain El-Melh et de Ain-Hjel ne disposent pas du tout de couverture en sel iodé.

Ce constat ne peut que témoigner d'un relâchement des acquis mis en œuvre depuis l'adoption de l'iodation obligatoire du sel en 1990 et du ralentissement de la stratégie d'iodation universelle en Algérie ; et chose plus inquiétante du risque de recrudescence des troubles dû à la carence en iode.

Cette étude a permis également de constater la présence de particules de MPs dans tous les sels échantillonnés ; 467 à 4475 MP/kg dans le sel solaire. Ce constat nous alerte sur une pollution environnementale en microplastiques des zones de production du sel en Algérie. Une démarche écologique et environnementale pour lutter contre le plastique s'avère difficile, lorsque la conscience citoyenne et la volonté des autorités locales demeurent défailtantes.

À l'issue de ce travail, deux perspectives ont été dégagées :

1. Réaliser un sondage sur une large population et pour différentes régions du pays. L'utilisation d'un sondage mixte (électronique, papier et témoignage sur terrain) couvrira la catégorie la plus importante qui est la ménagère, car celle-ci, façonne considérablement les habitudes de consommation en sel de la famille (chargée des repas).
2. Il est nécessaire de réaliser un travail de recherche sur la présence des microplastiques dans le sel et leurs conséquences sur la santé. Cependant, il faut y aller au-delà de la caractérisation microscopique et réaliser une quantification plus précise (extraction et analyse fine).

RÉFÉRENCES

- Akinaga, T. e. a. 2018. Brine utilisation for cooling and salt production in wind-driven seawater greenhouses: Design and modelling, *Desalination*, Vol. 426: 135-154.
- Alzamora. 2003. *Food_Preservation_Techniques*: Peter zeuthen and Bogh-sorensen.
- Barboza, L. e. a. 2018. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Mar Pollut Bull*, 133: 336-348.
- Berck. 2009. Crystallization and Dissolution, *Food Process Engineering and Technology*, Vol. crystallization and dissolution: elsevier.
- Bousliman, Y. E., R.Zahidi, A.Oulad Bouyahya Idrissi, M.Draoui, M.Abouqal, R.Taoufik, J. 2011. Consommation du sel iodé et la prévalence du goitre chez les enfants d'âge scolaire dans la province de Larache, Maroc. *Médecine du Maghreb*, 189: 37-42.
- Cano, N. B., D.Schneider, S. M.Vasson, M.-P.Hasselmann, M.Leverve, X. 2007. *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*. Paris: Springer.
- Cho, H.-Y. K., Byeongsoo.Chun, Ji-Yeon.Choi, Mi-Jung. 2015. Effect of spray-drying process on physical properties of sodium chloride/maltodextrin complexes. *Powder Technology*, 277: 141-146.
- commerce, M. d. 1990. Décret exécutif n°90-40 rendant obligatoire la vente du sel iodé pour la prévention de la carence en iode: 2: Journal officiel de la république Algérienne.
- commerce, M. d. 2011. arrete rendant obligatoire la methode de determination de la teneur en iode dans le sel alimentaire21112011fr., *JORADP*: 2.
- commerce, m. d. 2019. Arrêté interministériel portant règlement technique relatif aux spécifications du Sel de qualité alimentaire. In J. O. d. l. R. Algérienne (Ed.), joradp N°1 ed.: 2. Algérie: Journal Officiel de la République Algérienne.
- Doyle, M. E., & Glass, A. 2010. Sodium Reduction and Its Effect on Food Safety, Food Quality, and Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 44-56.
- Energie, m. 2019. Les potentialités minières:, *Le sel*, Vol. 17/02/2019: www.energy.gov.dz.
- Feng J. He, N. R. C. C., Graham, A. MacGregor. 2012. Reducing salt intake to prevent hypertension and cardiovascular disease. *Panam Salud Publica*.
- Gomina a, M. Z., 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 Chemistry Sciences* 5(4): 1515-1526.
- Guinee , B. O. K., T. 2007. Reducing salt in cheese and dairy spreads. *Moorepark Food Research Centre, Ireland*.
- Gundogdu, S. 2018. Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Additives & Contaminants*:, 35(5): 1006-1014.
- HeruSusanto, N., Santosa, Gunawan W. 2015. Development of Traditional Salt Production Process for Improving Product Quantity and Quality in Jepara District, Central Java, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 23: 175-178.
- Ingugliaa, E. e. a. 2018. Salts and Salt Replacers. *Elsevier*.
- Iniguez, M. C., J.Fullana, A. 2017. Microplastics in Spanish Table Salt. *Sci Rep*, 7(1): 8620.
- Intersalt. 1988. An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *BMJ*, 297.
- Israr, T. R., A.Sohail, M. Summer,M.S, aamir. 2016. Salt reduction in baked products: Strategies and constraints. *Trends in Food Science & Technology*, 51: 98-105.
- Kany-Makan, S. 2002. *Evaluation du goitre chez les élèves de certaines écoles du district de bamako*. Université de Bamako, Bamako.
- Karami, A. G., A.Keong Choo, C.Larat, V.Galloway, T. S.Salamatinia, B. 2017. The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Sci Rep*, 7: 46173.
- Liebmann, B. K., S,Königshofer,P.Bucsics,T.Reiberger,T.Schwabl,P. 2018. ASSESSMENT OF MICROPLASTIC CONCENTRATIONS IN HUMAN STOOL FINAL RESULTS OF A PROSPECTIVE STUDY. In M. U. O. VIENNA (Ed.), *Conference on Nano and microplastics in technical and freshwater systems*. Monte Verità, Ascona, Switzerland: ENVIRONNEMENT AGENCY AUSTRIA

- Lynch, E. J. D. B., F.Sheehan, E. M.Cashman, K. D.Arendt, E. K. 2009. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Research International*, 42(7): 885-891.
- Man, C. M. D. 2007. Technological functions of salt in food products. 157-173.
- Mannar, V. M. G. D., John T. 1995. *Iodation du sel pour l'élimination durable de la carence en iode*. Pays-Bas: International Concil for Control of Iodine Deficiency Disorders, OMS, IM.
- Mizéhoun, A. C., Y.Achille,S.Biobou,c. Adama,A, Koffi,A,Houngbénou,c. Houngla, Houinato,j. Bigot,b,Desport,a. 2018. Teneur en iode et qualité microbiologique des sels alimentaires commercialisés au Bénin. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 32(2): 102-108.
- Neves, D. S., P.Ferreira,J. L.Pereira, T. 2015. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Mar Pollut Bull*, 101(1): 119-126.
- Potierde Courcy, G. e. a. 2003. Besoins nutritionnels et apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. , *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*, Scientifiques et Médicales Elsevier ed., Vol. 10-308-A-10 G 33.
- Prata, J. d. C., J., Armando C.Rocha-Santos, T. 2019. Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. *Trac Trends in Analytical Chemistry*, 110: 150-159.
- Quilaqueo, M. A., J. 2016. Crystallization of NaCl by fast evaporation of water in droplets of NaCl solutions. *Food Research International*, 84: 143-149.
- Rodrigues, C. e. a. 2011. Artisanal salt production in Aveiro/Portugal. *SALINE SYSTEMS*.
- Rouabah, W. T., A. 2018. *Analyse de la teneur en iode dans le sel de table consommé dans quelques villes de l'Est* Université Larbi Ben M'Hidi Faculté des Sciences Exactes et des S.N.V Oum El-Bouaghi.
- Schlienger, J. G., B. Grunenberger, F . 1997. Iode et fonction thyroïdienne Mise au point. *Revue de Médecine Interne*, 18: 709-716.
- Schlienger, J. L. 2015. Le sel à nouveau sur la sellette. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 9(3): 340-344.
- UNICEF. 2000. *Le progrès des nations 2000*: United Nations Children's Fund, The (UNICEF).92-806-3597-2
- UNICEF. 2008. L'élimination durable de la carence en iode: Progrès réalisés depuis le Sommet mondial pour les enfants de 1990, Vol. Mai 2008: 31. New York: Fond des Nations Unies pour l'enfance.978-92-806-4305-3
- UNICEF. 2016. L'élimination durable de la carence en iode Publié par le Fond des Nations Unies pour l'enfance 3978-92-806-4305-3
- In É.-U. pubdoc@unicef.org (Ed.). United Nations Plaza New York, NY 10017.
- Uzan, A. D., P. 2009. The salt content of food: a public health problem. *Annales de Pharmacie Française*, 67(4): 291-294.
- Van Cauwenberghe, L. V., A.Mees, J.Janssen, C. R. 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environ Pollut*, 182: 495-499.
- Von Der Ohe, W. P., Piana,o. Morlot,M. Martin,M. Peter. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(Suppl. 1): S18-S25.
- von Moos, N. B.-H., P.Kohler, A. 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology*, 46(20): 11327-11335.
- Wikipedia. avril 2019. Thyroïdite de Hashimoto.
- Yang, D. S., H.Li, L.Li, J.Jabeen, K.Kolandhasamy, P. 2015. Microplastic Pollution in Table Salts from China. *Environ Sci Technol*, 49(22): 13622-13627.
- Zahidi, M. 2015. *La teneur en iode dans le sel alimentaire au niveau des ménages au Maroc*. Université Mohammed V, Rabat.
- Zandstra, E. H. L., René Newson, Rachel S. 2016. Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference*, 48: 376-381.

Zimmermann. 2014. Iodine deficiency and thyroid nodules. *NATURE REVIEWS | ENDOCRINOLOGY*.

Annexe 1

– Préparation des réactifs de Thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Solution mère : 0,1 M (ou 0,1 N ou $M/10 = N/10$) :

Dissoudre 24,82 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dans une fiole jaugée avec de l'eau distillée, compléter le volume à 1 litre.

– Solution de dosage : (0,002 N ou N/500)

Pipeter 20 ml de la solution mère 0,1 N dans une fiole jaugée de 1000 ml, compléter le volume à 1000 ml.

– Solution étalon de KIO_3 à 0,05 g/l

Solution mère de KIO_3 à 10 g/l

Dissoudre 10 g de KIO_3 dans 1 litre d'eau distillée.

Solution de dosage : introduire 5 ml de solution mère dans une fiole jaugée de 1000 ml, compléter le volume à 1000 ml.

Solution de KI à 10 % : dissoudre 10 g de KI dans une fiole de 100 ml, compléter le volume à 100 ml.

Note : Cette solution doit être préparée au moment de l'emploi.

– Solution d'amidon à 0,25% (P/V)

Dissoudre 2,5 g d'amidon soluble dans 100 ml d'eau distillée, ajouter 900 ml d'eau distillée chaude, et 5 mg de HgI_2 ou de KCN. Faire bouillir pendant 5 minutes, ajouter 1 g d'acide salicylique, puis refroidir et boucher.

– Acide acétique glacial ou bien acide sulfurique 2 N.

Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire 80 ml d'eau distillée, y ajouter avec précaution 5,56 ml de H_2SO_4 ($d = 1,83$ à 96,3 %), compléter le volume avec de l'eau distillée à 100 ml.

Annexe2

– Appareillages et matériel

- Balance de précision
- Bécher de 100ml
- Fiole jaugée de 1L et 100 ml
- Erlenmeyer
- Verre de montre
- Pissette d'eau
- Spatule
- Pipette jaugée de 10 ml
- Pipette graduée de 5 ml
- Burette graduée de 25 ml
- Poire
- dessiccateur.

– Les Marques et les pays des produits chimique et le matériel :

- KI : Potassium iodure « SIGMA-ALDRICH »
- KIO₃ : Potassium iodate « SIGMA-ALDRICH », Allemagne.
- KCN : Riedel-de haen« Swizerland »
- Na₂S₂O₃ : « SIGMA ALDRICH », Allemagne.
- Acide acétique glaciale : « SIGMA-ALDRICH »Allemagne.
- Acide salicylique : « SIGMA-ALDRICH » « Allemande »
- Balance analytique : KERN ABJ-NM/ABS-N(max 220g,d=0.1mg).

Annexe 3

hammam Dalaa	V1	V2	V3	[c] mg /kg
H011	2	2	2	14,28
H012	2	1,9	2	14,04
H013	0	0	0	0,00
H023	18,2	18,6	18,5	131,59
H021	2	1,9	2	14,04
H022	7,6	7,5	7,8	54,49
H031	2,2	1,8	1,9	14,04
H032	19,8	20	19,9	142,06
Bousaada	V1	V2	V3	[c] mg /kg
B 032	2,7	2,5	2,6	18,56
B 031	8,4	8,5	8,4	60,20
B 011	0,7	0,8	0,8	5,47
B 012	20,5	20,4	20,4	145,87
B 013	6,2	6,2	6,5	44,97
B021	2,7	2,7	2,7	19,27
B 023	8,6	8,7	8,7	61,87
Ain El melh	V1	V2	V3	[c] mg /kg
AM 021	1,2	1,4	1,4	9,52
AM 022	0,6	0,9	0,6	5,00
AM 012	1,6	1,8	1,8	12,37
AM 011	0,7	0,7	0,7	5,00
M'sila	V1	V2	V3	[c] mg /kg
M093	2,2	2,2	2,1	15,47

M071	2	2,1	1,9	14,28
M092	0,5	0,5	0,5	3,57
M091	2	2	2	14,28
M031	1,2	1	1,1	7,85
M011	2,5	2,2	2,4	16,89
M001	1,6	1,5	1,6	11,18
M01	0	0	0	0,00
M02	0	0	0	0,00
M03	0	0	0	0,00
M041	9,3	8,9	9,2	65,20
M051	17,7	17,4	17,6	125,40
M072	8,8	8,8	8,7	62,58
M032	9,6	9,5	9,6	68,29
M102	12,1	12,2	12,2	86,85
M083	14,5	14,5	14,5	103,51
M082	10	10	10,1	71,62
M081	8,9	9	9	64,01
M052	15	15	14,9	106,84
M042	4,2	4,2	4,2	29,98
M021	15	14,7	14,8	105,89
M103	5,4	5,3	5,3	38,07
M022	7	7	7	49,97
M101	8,9	9	9	64,01
M043	6	6,3	6,2	44,02
OuledDarraj	V1	V2	V3	[c] mg /kg
OD 021	8,1	8,4	8,2	58,78
OD 022	12,2	12,4	12,2	87,57

OD 051	16,5	16,5	16,5	117,79	S041	8,9	8,8	8,9	63,30
Bensrouer	V1	V2	V3	[c] mg /kg	S051	1	1	1	7,14
ben022	8,9	9	9,1	64,25	S052	1,1	1,2	1,2	8,33
ben021	9	8,8	8,9	63,53	S061	1,5	1,5	1,5	10,71
ben011	0	0	0	0,00	Ain Hjel	V1	V2	V3	[c] mg /kg
ben012	0	0	0	0,00	AH011	0	0	0	0,00
OD 041	8,6	8,6	8,5	61,15	AH012	0	0	0	0,00
OD 093	13,2	13,5	13,2	94,94	AH013	0	0	0	0,00
Magra	V1	V2	V3	[c] mg /kg	AH014	0	0	0	0,00
MG061	9,2	9	9	64,72	AH015	0	0	0	0,00
MG091	1,2	1,2	1,2	8,57					
MG092	7,4	7,3	7,4	52,59					
MG021	9,2	9	9	64,72					
MG081	13,6	13,4	13,3	95,90					
MG0111	2,5	2,6	2,6	18,32					
MG072	3	2,8	3	20,94					
MG071	6,3	6,3	6,3	44,97					
MG031	9,6	9,6	9,7	68,77					
MG082	5,5	5,3	5,5	38,79					
sidi aissa	V1	V2	V3	[c] mg /kg					
S011	9,3	9,6	9,5	67,58					
S012	2	2	2	14,28					
S021	9	9,1	8,9	64,25					
S022	1,9	2	1,9	13,80					
S031	8,7	8,8	8,7	62,34					
S032	2	2	2	14,28					

Annexe 4

Questionnaire : Evaluons votre consommation de sel !

Merci de participer avec nous a ce travail qui a pour but d'évaluer la consommation de sel de chacun de nous et qui j'espère attirera votre attention sur la nécessité d'une diminution de consommation de ce condiment pour une santé meilleur.

âge du sujet :

5-15 ans	15-25 ans	25-40	40-50	50 ans et +
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vous-êtes :

Une femme	Un homme
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Etes-vous la personne qui se charge de l'élaboration des repas de la famille ?

oui	non
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Votre famille se compose de personne.

Combien de kilos de sel iodé consommez-vous par mois pour cuisiner ?

12/kg	1 kg	2 kg	3 kg
-------	------	------	------	-------	-------

5- Combien de pain consommez-vous par jour ?

6- à table , à quelle fréquence ajoutez-vous du sel a votre repas ?

Si moinsalé	rien	Avant
-------------	------	-------

7- à votre avis combien de sel consommez-vous par rapport au autres ?

autant	moins	plus
--------	-------	------

-Y'a-t-il des sujets hypertendus dans la famille

oui	non
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Si oui combien	<input type="text" value="....."/>
Précisez l'Age du ou des sujets	<input type="text" value="....."/>	<input type="text" value="....."/>
-y'a-t-il des sujets ayant des troubles cardiovasculaires	<input type="text" value="oui"/>	<input type="text" value="oui"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Si oui combien	<input type="text" value="....."/>
Précisez l'Age du ou des sujets	<input type="text" value="....."/>	<input type="text" value="....."/>
-y'a-t-il des sujets diabétiques dans la famille	<input type="text" value="oui"/>	<input type="text" value="non"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Si oui combien	<input type="text" value="....."/>
Précisez l'Age du ou des sujets	<input type="text" value="....."/>	<input type="text" value="....."/>
-y'a-t-il des sujets ayant des troubles dus à la carence En iode	<input type="text" value="oui"/>	<input type="text" value="oui"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Si oui combien	<input type="text" value="....."/>
Précisez l'Age du ou des sujets	<input type="text" value="....."/>	<input type="text" value="....."/>

Merci pour votre participation.

Annexe 5

Hamмам Dalaa	poids (g)			poids moyen (g)
H011	980,021	980,022	980,02	980,021
H012	1018	1017,99	1017,98	1017,99
H013	998	999	998	998,3333
H023	996,36	996,34	996,36	996,3533
H021	982,21	982,2	982,19	982,2
H022	986,44	986,45	986,44	986,4433
H031	1003	1003	1002,99	1002,997
H032	1044,8	1044,79	1044,81	1044,8
Bousaada				
B 032	908,33	908,33	906,9	907,8533
B 031	1091,05	1091,22	1091,06	1091,11
B 011	969	969,01	969,01	969,0067
B 012	908,15	908,2	908,13	908,16
B 013	1052	1052	1051,9	1051,967
B021	911,04	911,04	911,03	911,0367
B 023	1094,01	1094,01	1094	1094,007
Ain Melh				
AM 021	973	973	973	973
AM 022	967,66	967,65	967,66	967,6567
AM 012	925,31	925,31	925,3	925,3067
AM 011	930,87	930,86	930,86	930,8633
M'sila				
M093	945	945	944,99	944,9967
M071	935	934,85	934,83	934,8933
M092	933,53	933,52	933,53	933,5267
M091	952	952	951,98	951,9933
M031	936,37	936,35	936,33	936,35
M011	908	908,01	908,04	908,0167
M001	931	930,09	930,09	930,3933
M01	254	253,6	254,22	253,94
M02	244	244	243,98	243,9933
M03	246	245,96	245,98	245,98
M041	649	649	648,96	648,9867
M051	932,01	932,02	932,01	932,0133
M072	1021	1021	1021	1021

M032	1003,8	1003,79	1003,81	1003,8
M102	1022	1021,99	1022	1021,997
M083	988	987,99	988	987,9967
M082	1043	1043,11	1043,08	1043,063
M081	1041,9	1041,98	1041,95	1041,943
M052	944,58	944,55	944,57	944,5667
M042	1019	1019	1019	1019
M021	1017,99	1018	1018,01	1018
M103	1072,3	1072,031	1072,32	1072,217
M022	1029	1028,99	1028,97	1028,987
M101	1010,35	1010,33	1010,35	1010,343
M043	998	997,98	997,99	997,99
OuledDara dj				
od 021	1071	1071,19	1071,2	1071,13
od 022	964	964,04	964,03	964,0233
od051	1048	1047,69	1047,9	1047,863
od041	1076,08	1076,1	1076,09	1076,09
od 093	978,69	978,7	978,7	978,6967
Magra				
MG061	1005	1005	1005	1005
MG091	920	920,01	919,99	920
MG092	1035,22	1035,21	1035,2	1035,21
MG021	1025,22	1024,98	1025,09	1025,097
MG081	969,55	969,55	969,54	969,5467
MG0111	908	907,99	908,97	908,32
MG072	1071	1071	1071	1071
MG071	1055,78	1056	1055,88	1055,887
MG031	1108	1108,01	1108,01	1108,007
MG082	1024	1024	1024	1024
sidi aissa				
s011	1056,33	1056,36	1056,36	1056,35
s012	960	960	959,96	959,9867
s021	1057	1057	1057	1057
s022	968	967,95	967,98	967,9767
s031	1063	1063	1063	1063
s032	957,11	957,1	957,09	957,1
s041	1082	1082	1082	1082
s051	970,88	970,88	970,85	970,87
s052	969	969	970	969,3333
s061	962,44	962,44	962,47	962,45

Ain Hjel				
AH011	927	927	927	927
AH012	767	767	767	767
AH013	953	953	953	953
AH014	964	964	964	964
AH015	953			953
Bensrou				
ben022	1063	1063	1063	1063
ben021	1013	1013	1013	1013
ben011	625	625	625	625
ben012	682	682	682	682

Annexe 6

	0 mg/kg	Moins de 15 mg/kg	Plus que 15 mg/kg
Hamмам Dalaa			
H011			1
H012			1
H013		1	
H023			1
H021			1
H022			1
H031			1
H032			1
Bousaada			
B 032			1
B 031			1
B 011		1	
B 012			1
B 013			1
B021			1
B 023			1
Ain El melh			
AM 021		1	
AM 022		1	
AM 012			1
AM 011		1	

M'sila			
M093			1
M071			1
M092		1	
M091			1
M031		1	
M011			1
M001			1
M01		1	
M02		1	
M03		1	
M041			1
M051			1
M072			1
M032			1
M102			1
M083			1
M082			1
M081			1
M052			1
M042			1
M021			1
M103			1
M022			1
M101			1
M043			1

M093			
M071			
M092			1
M091			1
M031			1
M011			1
M001			1
ouleddaradj			
od 021			1
od 022		1	
od051			1
od041			1
od 093			1
MG061			1
MG091			1
MG092			1
MG021			1
MG081			1
MG0111			
MG072			
MG071			1
MG031			1
MG082			1
		1	
sidi aissa			1
s011			1
l s012			1

s021		1	
s022		1	
s031		1	
s032			
s041			
s051	1		
s052	1		
s061	1		
	1		
ainhjel	1		
AH011			
AH012			
AH013			1
AH014			1
AH015		1	
MG061		1	

Annexe 7

Classification des communes d'échantillonnage selon la direction de la planification de la wilaya de m'sila (arrêté au 31/12/2017).

Localité	communes	Nombre de prélèvement	Population (habitant)	Superficie (km ²)
M'sila	<i>M'sila</i>	25	233689	232
Bousaada	<i>Bousaada</i>	03	176947	594
	<i>Lhamel</i>	01		
	<i>Sidi Aneur</i>	03		
Magra	<i>Magra</i>	03	317511	1047
	<i>Barhoum</i>	02		
	<i>Ain lkhadra</i>	02		
	<i>Belaiba</i>	02		
	<i>Dahna</i>	01		
Sidi aissa	<i>S-aissa</i>	03	118453	770
	<i>BoutiSayeh</i>	01		
	<i>Beni ilmane</i>	01		
Ouledaradj	<i>O-darraj</i>	02	110309	1422
	<i>Maadid</i>	01		
	<i>Mtarfa</i>	01		
	<i>Ouledaddi</i>	01		
	<i>Souamaa</i>	01		
Ben srour	<i>B-srour</i>	02	63411	1674
	<i>Ouledslimane</i>	01		
	<i>Zarzour</i>			
	<i>Med Boudiaf</i>	01		
Ain el melh	<i>Ain lmelh</i>	02	96599	2565
	<i>Birfoda</i>			
	<i>Ain fares</i>			
	<i>Sidi Mhamad</i>			
	<i>Ain riche</i>			
Hammam dalaa	<i>Hammamdala</i>	02	82787	1158
	<i>Tarmount</i>	02		
	<i>Ouledmansour</i>	02		
	<i>ouanougha</i>	02		
Ain hjel	<i>Ain hjel</i>	06	48640	939
	<i>Sidi hajress</i>	04		

Annexe 8

Commune	Date de prélèvement
Hammam Dalaa	
H011	21/02/2019
H012	21/02/2019
H013	21/02/2019
H023	21/02/2019
H021	21/02/2019
H022	21/02/2019
H031	21/02/2019
H032	21/02/2019
Bousaada	
B 032	25/02/2019
B 031	25/02/2019
B 011	25/02/2019
B 012	25/02/2019
B 013	25/02/2019
B021	25/02/2019
B 023	25/02/2019
Ain Melh	
AM 021	10/03/2019
AM 022	10/03/2019
AM 012	10/03/2019
AM 011	10/03/2019
M'sila	
M093	20/02/2019
M071	28/02/2019
M092	17/03/2019
M091	28/02/2019

M031	28/02/2019
M011	17/03/2019
M001	28/02/2019
M010	20/02/2019
M02	20/02/2019
M03	28/02/2019
M041	17/03/2019
M051	17/03/2019
M072	28/02/2019
M032	17/03/2019
M102	28/02/2019
M083	28/02/2019
M082	17/03/2019
M081	17/03/2019
M052	20/02/2019
M042	28/02/2019
M021	17/03/2019
M103	17/03/2019
M022	28/02/2019
M101	20/02/2019
M043	17/03/2019
OuledDaradj	
OD021	07/03/2019
OD022	07/03/2019
OD051	07/03/2019
OD041	07/03/2019
OD093	07/03/2019
Magra	
MG061	07/03/2019
MG091	07/03/2019
MG092	07/03/2019
MG021	07/03/2019

MG081	07/03/2019
MG0111	07/03/2019
MG072	07/03/2019
MG071	07/03/2019
MG031	07/03/2019
MG082	07/03/2019
Sidi Aissa	
s011	25/03/2019
s012	25/03/2019
s021	25/03/2019
s022	25/03/2019
s031	25/03/2019
s032	25/03/2019
s041	25/03/2019
s051	25/03/2019
s052	25/03/2019
s061	25/03/2019
Ain Hjel	
AH011	25/03/2019
AH012	25/03/2019
AH013	25/03/2019
AH014	25/03/2019
AH015	25/03/2019
Bensrou	
ben022	10/03/2019
ben021	10/03/2019
ben011	10/03/2019
ben012	10/03/2019

Annexe 09

Taux d'impureté des sels de tables iodés

	baleine	rafi3	mami	tornado 2	kouisel	chemsi	sofel	ares	acsel	maza	morjane	tarek	thika	salada	tornado
%	0,1022	0,0104	0,0351	0,0554	0,0964	0,0132	0,0918	0,1062	0,0234	0,1614	0,2184	0,1052	0,1469	0,1536	0,1974
g/kg	1,022	0,104	0,351	0,554	0,964	0,132	0,918	1,062	0,234	1,614	2,184	1,052	1,469	1,536	1,974
		le plus propre									le plus sale				

La norme

<0,3 %