

Projet Qualit'Alg

Exposition de la population Française aux éléments traces métalliques et à l'iode via les algues alimentaires, évaluation des risques



Avec la participation financière :

UNION EUROPÉENNE
UNANIEZH EUROPA



L'Europe s'engage en Bretagne / Avec le Fonds européen pour les affaires maritimes et la pêche

Table des matières

Liste des tableaux	5
Liste des figures	8
PARTIE 1 : Consommation d’algues alimentaires en France : état de l’art	9
Introduction	9
Méthodologie	11
Résultats	11
1 Etudes mises en lumière pour utilisation des données brutes	11
1.1 Présentation de l’étude IDEALG	11
1.2 Présentation de l’étude INCA3	12
2 Données disponibles.....	13
2.1 Les denrées alimentaires aux algues	13
2.2 La part de consommateurs de denrées aux algues dans la population générale	14
2.3 La fréquence de consommation.....	14
2.4 La quantité consommée.....	16
2.5 La part d’algue présente dans le produit fini	17
2.6 La concentration en ETM ou en iode pour chaque espèce d’algue	17
Discussion	18
PARTIE 2 : Consommation d’algues alimentaires en France : génération de données.....	20
Introduction	20
Méthodologie	20
1 Enquête de consommation	20
2 Enquête en points de vente : listing des produits aux algues retrouvés dans le commerce	26
2.1 Lieux visités	26
2.2 Données collectées	26
Résultats	27
1 Enquête de consommation	27
1.1 Caractérisation de la population enquêtée.....	27
1.2 Denrées consommées et pourcentage de consommateurs	30

1.3	Fréquence de consommation	32
1.4	Autres denrées consommées	34
1.5	Lieux d'achat.....	34
2	Enquête en points de vente : listing des produits aux algues retrouvés dans le commerce	35
2.1	Produits aux algues et marques correspondantes	35
2.2	Produits issus de l'agriculture biologique	38
2.3	Provenance des algues.....	39
2.4	Algues retrouvées dans les produits finis	39
PARTIE 3 : Exposition et risque alimentaire		40
1	Formules et méthode de calcul.....	40
1.1	Calculs d'exposition par denrée alimentaire aux algues	40
1.2	Calculs d'exposition totale via l'ensemble des denrées aux algues	41
2	Exposition par denrée alimentaire	42
2.1	Les sushis aux algues	42
2.2	Les soupes, bouillons aux algues	48
2.3	Les tartares aux algues	59
2.4	Les rillettes de la mer aux algues	74
2.5	Les algues consommées en accompagnement d'un plat	87
2.6	Le sel aux algues	90
2.7	La salade composée à base d'algues	102
2.8	Les chips aux algues.....	105
2.9	Les boissons aux algues	116
2.10	Le fromage aux algues	119
2.11	La moutarde aux algues	120
2.12	Le pain aux algues.....	122
2.13	Les pâtes aux algues.....	123
3	Exposition totale via les denrées aux algues	125
4	Analyse des incertitudes.....	127
5	Evaluation des risques.....	129
5.1	Le cadmium.....	129
5.2	L'arsenic	131
5.3	Le mercure	133

5.4 Le plomb	134
5.5 L'iode.....	137
6 Comparaisons avec les données d'exposition calculées par l'Anses.....	139
PARTIE 4 : Concentration en ETM et en iode dans les extraits d'algues	140
Références	141

Liste des tableaux

Tableau 1 : Denrées pouvant contenir des algues retrouvées dans le fréquentiel INCA3 de l'Anses	16
Tableau 2: Données nécessaires aux calculs d'exposition	18
Tableau 3 : sources de données utilisées pour les calculs d'exposition humaine aux ETM et à l'iode via la consommation d'algues alimentaires	19
Tableau 4 : Fréquence de consommation (nombre de fois par mois) de denrées aux algues chez les consommateurs	32
Tableau 5 : denrées aux algues retrouvées dans le commerce et marque correspondante	37
Tableau 6 : Denrées aux algues commercialisées et issues de l'agriculture biologique.....	38
Tableau 7 : denrées aux algues commercialisées et pays d'origine des algues	39
Tableau 8 : espèces d'algues retrouvées dans les denrées aux algues commercialisées	39
Tableau 9 : poids (en gramme) et part (en pourcentage) de l'algue nori dans les sushis aux algues.....	43
Tableau 10 : part de l'algue nori (%) dans les sushis aux algues (maki et california rolls confondus).....	43
Tableau 11 : concentration en ETM et en iode dans les Porphyra sp.....	44
Tableau 12 : quantité de sushis aux algues consommés par occasion (g/prise)	45
Tableau 13 : exposition aux ETM et à l'iode via les sushis aux algues chez les consommateurs uniquement	46
Tableau 14 : exposition aux ETM et à l'iode via sushis aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	47
Tableau 15 : soupes aux algues retrouvées dans le commerce.....	49
Tableau 16 : distribution de fréquence de consommation des soupes et bouillons aux algues au cours des 12 derniers mois (jour ⁻¹).....	54
Tableau 17 : quantité d'algues présentes dans une portion individuelle de soupe ou de bouillon	54
Tableau 18 : quantité de soupe miso consommée par occasion après réhydratation avec de l'eau (g/prise). Données issues de l'enquête INCA3.....	55
Tableau 19 : algues retrouvées dans les soupes et bouillons aux algues et pondération correspondante	56
Tableau 20 : exposition aux ETM et à l'iode via les soupes et bouillons aux algues chez les consommateurs uniquement.....	57
Tableau 21 : exposition aux ETM et à l'iode via les soupes et bouillons aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	58
Tableau 22 : références de tartares aux algues retrouvées dans le commerce	60
Tableau 23 : part de l'algue (%) dans le tartare.....	61
Tableau 24 distribution de fréquence de consommation des tartares aux algues au cours des 12 derniers mois (jour ⁻¹).....	69
Tableau 25 : aliments tels que déclarés et relatifs aux algues dans INCA3	70
Tableau 26 : quantité de rillettes consommées par occasion (g/prise)	70
Tableau 27 : exposition aux ETM et à l'iode via les tartares aux algues chez les consommateurs uniquement ...	72

Tableau 28 : exposition aux ETM et à l'iode via les tartares aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	73
Tableau 29 : références de rillettes de la mer aux algues retrouvées dans le commerce	75
Tableau 30 : algues retrouvées dans les rillettes de la mer.....	75
Tableau 31 : part de l'algue (%) dans les rillettes de la mer	76
Tableau 32 : distribution de fréquence de consommation de rillettes de la mer au cours des 12 derniers mois (jour ⁻¹).....	83
Tableau 33 : quantité de rillettes consommées par occasion (g/prise)	83
Tableau 34 : algues retrouvées dans les rillettes de la mer et pondération correspondante.....	84
Tableau 35 : exposition aux ETM et à l'iode via les rillettes de la mer aux algues chez les consommateurs uniquement.....	85
Tableau 36 : exposition aux ETM et à l'iode via les rillettes de la mer aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	86
Tableau 37 : Références d'algues retrouvées dans le commerce	87
Tableau 38 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs	88
Tableau 39 : références de sels aux algues retrouvés dans le commerce	91
Tableau 40 : part de l'algue (%) dans le sel	92
Tableau 41 : distribution de fréquence de consommation de sel aux algues au cours des 12 derniers mois (jour ⁻¹)	98
Tableau 42 : quantité de sel consommé par occasion (g/prise)	98
Tableau 43 : exposition aux ETM et à l'iode via le sel aux algues chez les consommateurs uniquement	100
Tableau 44 : exposition aux ETM et à l'iode via le sel aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	101
Tableau 45 : références d'algues conditionnées entières, retrouvées dans le commerce	103
Tableau 46 : fréquence de consommation d'algues dans une salade composée chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois ⁻¹)	103
Tableau 47 : références de chips aux algues retrouvées dans le commerce	105
Tableau 48 : Part de l'algue (%) dans les chips	106
Tableau 49 : distribution de fréquence de consommation des chips aux algues au cours des 12 derniers mois (jour ⁻¹).....	112
Tableau 50 : quantité de chips et gâteaux apéritifs consommés d'après les carnets de consommation INCA3 (g/prise).....	112
Tableau 51 : algues retrouvées dans les chips et pondération correspondante	113
Tableau 52 : exposition aux ETM et à l'iode via les chips aux algues chez les consommateurs uniquement	114
Tableau 53 : exposition aux ETM et à l'iode via les chips aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)	115
Tableau 54 : références de boissons aux algues retrouvées dans le commerce	116
Tableau 55 : fréquence de consommation de boissons aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois ⁻¹)	117
Tableau 56 : références de moutarde aux algues retrouvées dans le commerce.....	120

Tableau 57 : fréquence de consommation de moutarde aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois ⁻¹)	121
Tableau 58 : pâtes aux algues retrouvées dans le commerce	123
Tableau 59 : fréquence de consommation de pâtes aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois ⁻¹)	124
Tableau 60 : exposition aux ETM et à l'iode via l'ensemble des denrées alimentaires aux algues pour la population générale (consommateurs et non consommateurs)	126
Tableau 61 : sources d'incertitudes et impacts sur l'évaluation des expositions.....	128
Tableau 62 : estimation de l'exposition moyenne et au 95 ^{ème} centile de la population Française au cadmium <i>via</i> l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).....	130
Tableau 63 : marges d'exposition (MOE) pour l'arsenic inorganique retrouvé dans les denrées aux algues	131
Tableau 64 : estimation de l'exposition moyenne et au 95 ^{ème} centile de la population Française à l'arsenic inorganique <i>via</i> l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$) selon les hypothèses basse (HB) et haute (HH). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).....	132
Tableau 65 : estimation de l'exposition moyenne et au 95 ^{ème} centile de la population Française au plomb <i>via</i> l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).....	136
Tableau 66 : comparaison des valeurs d'expositions aux ETM obtenues dans Qualit'Alg à générées par l'Anses	139
Tableau 67 : Comparaison des méthodologies employées.....	139

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la population enquêtée par classe d'âge	27
Figure 2 : Répartition de la population enquêtée par région d'habitation	27
Figure 3 : Répartition de la population enquêtée par profession et catégorie socioprofessionnelle	28
Figure 4 : consommateurs de denrées aux algues (%) en fonction de la région d'habitation.....	29
Figure 5 : consommateurs de denrées aux algues (%) en fonction de la profession et catégorie socio-professionnelle	30
Figure 6 : pourcentage de consommateurs de denrées aux algues	31
Figure 7 : Pourcentage de consommateurs de denrées aux algues – pour une consommation égale ou supérieure à 1 fois par mois pour au moins une des 13 denrées étudiées	32
Figure 8 : Fréquence de consommation (nombre de fois par mois) de denrées aux algues chez les consommateurs.	34
Figure 9 : lieux d'achat des denrées aux algues. Plusieurs réponses étaient possibles.....	35
Figure 10 : exemple de sushis aux algues : A) les makis et B) les california rolls.....	42
Figure 11 : distribution de fréquence de consommation des sushis aux algues au cours des 12 derniers mois (jour ¹)	45
Figure 12 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs	88
Figure 13 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs	104
Figure 14 : fréquence de consommation de boissons aux algues chez les consommateurs	117
Figure 15 : fréquence de consommation de moutarde aux algues chez les consommateurs	121
Figure 16 : fréquence de consommation de pâtes aux algues chez les consommateurs	124

PARTIE 1 : Consommation d’algues alimentaires en France : état de l’art

Introduction

La consommation des algues est traditionnelle dans de nombreux pays asiatiques. Les principales espèces consommées sont la wakamé (*Undaria pinnatifida*), le kombu (*Laminaria japonica*) et la nori (*Porphyra sp.*). En Asie, la consommation moyenne d’algues chez l’adulte est estimée à 5,2 g/jour pour la population chinoise, à 4 g/jour pour la population japonaise et à 8,5 g/jour pour la population sud-coréenne (Efsa, 2019). Au Japon, la consommation d’algues se situe ainsi entre 1,5 kg et 2,5 kg d’algues sèches par personne et par an (Zava et Zava, 2011).

La consommation d’algues alimentaires est un phénomène émergent en France et en Europe. Les algues ont été mises à l’honneur dans le Monde occidental en raison de l’intérêt accru des consommateurs pour une alimentation et un mode de vie plus sains ; ainsi que pour des sources et une production alimentaires plus durables (Efsa, 2019 ; FAO, 2018). La consommation d’algues en Europe est notamment inspirée de la restauration japonaise. En effet, les algues font partie intégrante de l’alimentation japonaise sous diverses formes dont les plus connues sont les makis, la soupe miso et la salade de wakamé. D’autres produits à base d’algues ou contenant des algues sont également disponibles pour les consommateurs européens comme les salades, le pain, les pâtes, les tartares, les chips et les boissons (Bouga et Combet, 2015). Les algues peuvent également être consommées telles quelles, comme des légumes. Plusieurs processus de conservation des algues peuvent être utilisés. Les algues peuvent être séchées, congelées, mises en bocaux, salées ou servies fraîches. Actuellement, aucune donnée de consommation d’algues n’est disponible pour la population Européenne (Efsa, 2019).

Différentes données sont nécessaires pour évaluer l’exposition de la population Française aux ETM et à l’iode *via* la consommation d’algues alimentaires. De manière générale, l’exposition alimentaire à une substance contenue dans une denrée peut être calculée d’après la formule suivante (WHO, 2009):

$$\begin{aligned} & \textit{Exposition à une substance dans une denrée alimentaire} \\ & = \frac{[\textit{substance}] \textit{ dans la denrée} \times \textit{ consommation de la denrée}}{\textit{poids corporel}} \end{aligned}$$

L’exposition alimentaire totale, c’est à dire l’exposition calculée pour l’ensemble des denrées pouvant contenir la substance d’intérêt, est calculée de la manière suivante (WHO, 2009) :

$$\begin{aligned} & \textit{Exposition à une substance via l'alimentation totale} \\ & = \frac{\sum ([\textit{substance}] \textit{ dans la denrée} \times \textit{ consommation de la denrée})}{\textit{poids corporel}} \end{aligned}$$

Cette formule générale peut être appliquée aux algues consommées en tant que légumes ou aux denrées en contenant :

- Dans le cas de consommation d'algue fraîche en tant que légume :

$$\text{Exposition alimentaire à une substance} = \frac{[\text{substance}] \text{ dans l'algue} \times \text{consommation d'algue}}{\text{poids corporel}}$$

où la consommation d'algue est égale à :

$$\text{Consommation d'algue} = \text{fréquence de consommation} \times \text{quantité par prise alimentaire}$$

- Dans le cas d'incorporation d'algue dans une denrée alimentaire (maki, tartare, rillettes, pâtes etc.) :

$$\begin{aligned} & \text{Exposition alimentaire dans une denrée} \\ &= \frac{[\text{substance}] \text{ dans l'algue} \times \text{part de l'algue dans la denrée (\%)} \times \text{consommation de la denrée}}{\text{poids corporel}} \end{aligned}$$

où la consommation de la denrée est égale à :

$$\begin{aligned} & \text{Consommation de la denrée} \\ &= \text{fréquence de consommation de la denrée} \times \text{quantité par prise alimentaire} \end{aligned}$$

Pour évaluer l'exposition de la population Française aux ETM et à l'iode *via* la consommation alimentaire d'algues ou de denrées aux algues, il est nécessaire de disposer de données concernant :

- les denrées alimentaires pouvant contenir des algues
- la part de la population consommatrice de ces denrées dans la population générale
- l'espèce(s) et la part d'algue(s) présente(s) dans les denrées en contenant
- la fréquence de consommation d'algues ou de denrées pouvant contenir des algues
- la quantité consommée d'algues ou de denrées pouvant contenir des algues
- la concentration de en ETM ou en iode pour chaque espèce d'algue

Méthodologie

Des recherches bibliographiques ont été menées auprès des rapports d'agence de sécurité alimentaire (WHO, JECFA, EFSA, ANSES), auprès de rapports d'étude spécifiques aux algues (projets IDEALG, netalgae etc.) et auprès des moteurs de recherche Pubmed et Scopus afin d'obtenir des données sur les différents points présentés ci-dessus.

Résultats

1 Etudes mises en lumière pour utilisation des données brutes

Les données de consommation d'algues alimentaires sont extrêmement limitées pour la population Française, comme pour la population Européenne.

Deux études nationales ont été mises en lumière, et pourraient être les sources de données à utiliser pour cette présente étude de consommation et d'exposition : les études IDEALG et INCA3.

1.1 Présentation de l'étude IDEALG

Le projet IDEALG, initié en 2011 et pour une durée de 10 ans, a pour objectif de développer la filière des macro-algues en France *via* l'exploration de la diversité génétique, métabolique et chimique des algues ainsi que des micro-organismes associés, pouvant être à l'origine de molécules utilisées dans les matériaux, en cosmétologie, en énergie... Ce projet vise aussi à promouvoir les technologies de production des algues afin d'éviter une trop forte pression de récolte sur les populations naturelles. Ces objectifs passent par une phase d'étude approfondie des conséquences sur l'environnement, des impacts sociétaux et des retours économiques afin de guider au mieux cette filière vers une voie de développement durable.

Au sein de ce vaste projet, une étude de la consommation des algues alimentaires en a été menée (Le Bras et al., 2014a). Cette étude de consommation a été réalisée en 2013 auprès de 825 personnes. Les enquêtes de consommation ont été réalisées en face-à-face dans 7 grandes villes de France afin d'appréhender le biais géographique : Bordeaux, Lille, Lyon, Montpellier, Paris, Rennes et Strasbourg. Les entretiens ont été réalisés principalement dans des espaces publics comme les parcs, les squares pour enfants et les marchés urbains en cas de temps pluvieux. Un plan d'échantillonnage a été mis en place afin de constituer un échantillon représentatif de la population française. Ce plan d'échantillonnage, construit selon les données de l'Insee, était ainsi basé en priorité sur les caractéristiques d'âge et de genre. La classe socio-professionnelle a été prise en compte en second plan.

1.1.1 Atouts de l'étude IDEALG pour le projet Qualit'Alg

- Etude française
- Plus de 800 adultes échantillonnés
- Seule étude française (et européenne) basée sur la consommation de denrées alimentaires aux algues

1.1.2 Limites de l'étude IDEALG pour le projet Qualit'Alg

- Données publiées trop générales, pas directement utilisables pour cette présente étude. Par exemple, aucune donnée de pourcentage de consommateur n'est disponible par type de produit consommé (makis, tartare aux algues, pâtes aux algues etc.) ; aucune donnée de fréquence de consommation n'est indiquée pour ces différents types de produits.
- La quantité consommée d'algue ou de denrées en contenant (au cours d'un repas ou d'une journée) n'a pas été étudiée.

1.2 Présentation de l'étude INCA3

L'étude INCA3 est une enquête transversale visant à estimer les consommations alimentaires et les comportements en matière d'alimentation (habitudes de consommation, pratiques d'achats, de préparation et de conservation des aliments) des individus vivant en France métropolitaine. L'étude a été menée entre février 2014 et septembre 2015 en 5 vagues d'enquête auprès de 5 855 individus de la naissance à 79 ans (2 698 enfants de 0 à 17 ans et 3 157 adultes de 18 à 79 ans). Les individus ont été sélectionnés selon un plan de sondage aléatoire à trois degrés (unités géographiques, logements puis individus), à partir du recensement annuel de la population de 2011, en respectant une stratification géographique (région, taille d'agglomération) afin d'assurer la représentativité sur l'ensemble du territoire. Deux échantillons indépendants ont été constitués : un échantillon « Enfants » (0-17 ans) et un échantillon « Adultes » (18-79 ans). Les données recueillies dans l'étude portent sur diverses thématiques en lien avec l'évaluation des risques nutritionnels ou sanitaires liés à l'alimentation : consommations d'aliments, de boissons et de compléments alimentaires, habitudes alimentaires (occasions et lieux de consommation, autoconsommation, mode de production des aliments, etc.), pratiques potentiellement à risque au niveau sanitaire (préparation, conservation, consommation de denrées animales crues, etc.), connaissances et comportements en matière d'alimentation. Des données sur les pratiques d'activité physique et de niveau de sédentarité ainsi que sur les caractéristiques socio-démographiques, anthropométriques et de niveau de vie ont également été recueillies (Anses, 2017).

1.2.1 Atouts de l'étude INCA3 pour le projet Qualit'Alg

- Etude Française
- Echantillonnage représentatif de la population avec 5 855 personnes incluses (adultes et enfants)
- Données de pourcentages de consommateurs, de fréquence de consommation pour des grands groupes d'aliment (pâtes, pain, rillettes) et données de quantité par portion (!, données non spécifiques aux denrées alimentaires contenant des algues)

1.2.2 Limites de l'étude pour le projet *Qualit'Alg*

- Etude non spécifique de la consommation d'algues alimentaires
- Aucune donnée de pourcentage de consommateurs, de fréquence de consommation et de quantité par prise alimentaire n'a été collectée pour des denrées contenant des algues alimentaires (tartares, rillettes, pâtes aux algues par exemple).

Aucune des deux études ne contient l'ensemble des informations nécessaires aux calculs de consommation et d'exposition. L'étude IDEALG, qui contient des informations cruciales sur la consommation de denrées contenant des algues en France, pourrait être l'étude centrale pour les calculs d'exposition. Cependant, les données publiées sont trop générales et ne peuvent être exploitées telles quelles pour les calculs d'exposition.

2 Données disponibles

2.1 Les denrées alimentaires aux algues

2.1.1 Etude IDEALG

D'après les résultats de l'étude IDEALG, les principales denrées contenant des algues et consommées par la population française sont (par ordre décroissant) :

- Les sushis préparés avec une feuille de nori (makis, california rolls)
- Les soupes et les bouillons aux algues
- Les salades composées à base d'algues
- L'algue utilisée entières ou en morceaux comme légume, en accompagnement
- Le pain aux algues
- Les pâtes aux algues
- Les chips, snacks et biscuits salés aux algues
- Les marinades et tartares d'algues
- Les rillettes de poisson aux algues
- Les condiments aux algues (moutarde)
- Le fromage aux algues
- Autres : boissons (bière, thé, tisane), steaks végétariens ou tofu aux algues

Cette étude est la seule identifiée à ce jour pour la population française.

Une étude réalisée en 2014 au Royaume Uni a permis de collecter des données sur les types de produits commercialisés et contenant des algues (Bouga et Combet, 2014). Cette enquête a été menée sur 29 détaillants différents qui avaient tous une boutique en ligne. Les produits commercialisés mentionnés étaient similaires à ceux de l'étude Française IDEALG présentée ci-dessus (soupes, sushi, snack, pâtes, boissons, algues entières etc.).

2.1.2 Etude INCA3

Aucune information n'est disponible dans cette étude.

2.2 La part de consommateurs de denrées aux algues dans la population générale

2.2.1 Etude IDEALG

D'après l'étude de consommation IDEALG, 58% des personnes enquêtées (soit 479 personnes) ont consommées des algues alimentaires au moins une fois dans l'année (2013). Dans cette étude, toute personne ayant dégusté des produits contenant explicitement des macroalgues en tant que légume, ingrédient, condiment ou épice, pour ses qualités organoleptiques, au moins une fois durant l'année écoulée, était considérée comme consommatrice d'algue. Inversement, toute personne ayant une consommation nulle ou anecdotique de produits contenant explicitement des algues alimentaires était considérée comme non consommatrice de produits aux algues. Les auteurs de l'étude précisent que ce pourcentage de consommateurs étonnamment élevé s'explique par le fait qu'il regroupe des personnes aux profils de consommation très variés ; avec des fréquences de consommation faibles (moins d'une fois par mois) comme élevées (au moins 1 fois par semaine). Les principaux produits aux algues consommés sont mentionnés dans le rapport, et décrit ci-dessus (Le Bras et al., 2014b).

2.2.2 Etude INCA3

Le recueil des consommations alimentaires a été réalisé à l'aide de rappels de 24h (au moins 2) sur une courte période d'une part, et par un fréquentiel alimentaire permettant de recueillir les habitudes de consommation sur plus longue période d'autre part. Le fréquentiel alimentaire contient environ 60 aliments ou catégories d'aliments et se structure en deux parties : la première pour recueillir la consommation ou la non-consommation de chaque item sur la durée rétrospective du recueil, la seconde pour collecter, le cas échéant, sa fréquence de consommation.

L'utilisation du fréquentiel de consommation ne semble pas adapté à la problématique de Qualit'Alg. En effet, l'enquête est menée pour des grands groupes d'aliments, indépendamment de la présence d'algues dans ces produits. Certains aliments d'intérêt pour Qualit'Alg (tels que les makis) ne sont pas inclus dans le fréquentiel INCA3. De plus, les groupes INCA3 ne correspondent pas aux aliments d'intérêt pour Qualit'Alg, ce qui pourrait conduire à une mauvaise estimation de la consommation.

2.3 La fréquence de consommation

2.3.1 Etude IDEALG

Dans l'étude IDEALG, les personnes enquêtées ont renseigné, pour les différents aliments contenant des algues, la fréquence d'utilisation correspondante (<1 fois par mois, 1-2 fois par mois, <1 fois par semaine, ≥1 fois par semaine). Cependant, dans les données publiées, aucune donnée de fréquence n'est disponible.

2.3.2 Etude INCA3

L'utilisation du fréquentiel de consommation ne semble pas adapté à la problématique de Qualit'Alg. En effet, l'enquête est menée pour des grands groupes d'aliments, indépendamment de la présence d'algues dans ces produits. Certains aliments d'intérêt pour Qualit'Alg (tels que les makis) ne sont pas inclus dans le fréquentiel INCA3.

Denrées contenant des algues et consommées par la population française (données IDEALG)	Prise en compte dans le fréquentiel INCA 3	Aliment ou groupe d'aliments INCA3 correspondant	Limites pour Qualit'Alg
Sushis (makis, california rolls)	Non		Non prise en compte de l'aliment principalement consommé et contenant des algues
Soupes (miso ou autres) et les bouillons	Oui	- soupe et potage	Mauvaise estimation de la fréquence de consommation en utilisant les données « soupe et potage »
Salades composées à base d'algues	Non		
Algue entière	Non		
Pain	Oui	- pain et pain de mie nature - pain et pain de mie complet	Regroupement du pain avec le pain de mie → Mauvaise estimation de la fréquence de consommation de pain

Pâtes	Oui	- riz, pâtes, blé ... - riz, pâtes, blé complet ...	Regroupement des pâtes avec le riz et le blé→ Mauvaise estimation de la fréquence de consommation de pâtes
Chips, snacks et biscuits salés	Oui	- biscuit apéritif, chips, bretzel, cracker...	Pas de limite
Marinades et tartares d'algues	Non		
Rillettes de poisson aux algues	Oui	- surimi, rillettes et terrines de poisson...	Regroupement des rillettes avec le surimi et les terrines → Mauvaise estimation de la fréquence de consommation
Condiments (moutarde)	Non		
Fromage	Non		

Tableau 1 : Denrées pouvant contenir des algues retrouvées dans le fréquentiel INCA3 de l'Anses

2.4 La quantité consommée

2.4.1 Etude IDEALG

La quantité consommée n'a pas été étudiée dans cette étude.

2.4.2 Etude INCA3

Les actes de consommations ont été recueillis durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures pour 4 114 individus de la population échantillonnée. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015). 256301 actes de consommation sont déclarés dans INCA3.

La quantité déclarée dans INCA3 pour certains aliments pourrait être utilisée dans Qualit'Alg, indépendamment de la présence d'algues dans la denrée. Par exemple, la quantité de rillettes de la mer répertoriée dans INCA3 pourrait être utilisée pour les calculs d'exposition via les rillettes de la mer aux algues.

2.5 La part d'algue présente dans le produit fini

2.5.1 Etude IDEALG

Aucune donnée n'est publiée.

2.5.2 Etude INCA3

Aucune donnée n'est publiée.

2.6 La concentration en ETM ou en iode pour chaque espèce d'algue

Différentes sources de données analytiques ont été utilisées. Des données ont été générées pour le projet Qualit'Alg par le laboratoire Laboce. Des données ont également été fournies par la Chambre Syndicale des Algues et Végétaux Marins et par le Centre d'Étude et de Valorisation des Algues (CEVA). (Cf rapport intermédiaire 1 du 28/01/2021).

Discussion

Différentes données de consommation sont nécessaires pour évaluer l'exposition aux ETM et à l'iode *via* les algues alimentaires. Certaines données sont disponibles et accessibles, d'autres ne sont pas accessibles ou encore manquantes. Un tableau récapitulatif des données nécessaires aux calculs d'expositions, des sources existantes et des données disponibles est présenté ci-dessous.

Données nécessaires aux calculs d'exposition	Existence des données	Accessibilité des données
IDEALG		
Denrées alimentaires aux algues	Oui	Oui : rapport d'étude
Part de consommateurs de denrées aux algues	Oui	Oui : rapport d'étude
Fréquence de consommation de denrées aux algues	Oui	Non : données non présentées dans le rapport
Quantité consommée de denrée aux algues	Non	
Algue(s) présente(s) dans la denrée ainsi que sa concentration (%)	Non	
INCA 3		
Denrées alimentaires aux algues	Non	
Part de consommateurs de denrées qui pourraient contenir des algues (! : données non spécifiques aux denrées aux algues)	Oui, partiellement - Non prise en compte des sushis/makis - Regroupement d'aliments dans INCA3 --> extrapolation difficile pour Qualit'Alg	Oui : données brutes disponibles sur data.gouv
Fréquence de consommation de denrées qui pourraient contenir des algues (! : données non spécifiques aux denrées aux algues)		
Quantité consommée de denrée aux algues	Non Cependant, des données de quantité sont disponibles pour l'ensemble des aliments INCA3, indépendamment de la présence d'algues	Oui : données brutes disponibles sur data.gouv
Algue(s) présente(s) dans la denrée ainsi que sa concentration (%)	Non	
Qualit'Alg		
Concentration en ETM ou iode dans l'algue	Oui	Oui : données brutes générées dans le projet Qualit'Alg + utilisation d'autres données Françaises

Tableau 2: Données nécessaires aux calculs d'exposition

Les données de fréquence de consommation générées dans IDEALG ne sont pas disponibles. Plusieurs mails ont été envoyés au responsable scientifique de l'étude et au responsable de l'enquête de consommation. En l'absence de réponse, une enquête de consommation web sera réalisée dans le cadre de ce projet afin d'obtenir des informations sur les denrées consommées et la fréquence correspondante.

Pour ce qui concerne la quantité d'algue(s) présente(s) dans des produits finis, des enquêtes en supermarchés et magasins spécialisés seront réalisées afin de récolter des données.

Le tableau ci-dessous résume les sources de données utilisées pour les calculs d'exposition humaine.

Données nécessaires aux calculs d'exposition	Source des données
Denrées alimentaires aux algues	IDEALG
Part de consommateurs de denrées aux algues	Qualit'Alg : création d'un questionnaire de consommation.
Fréquence de consommation de denrées aux algues	Qualit'Alg : création d'un questionnaire de consommation
Quantité consommée de denrée aux algues	INCA3 (données générales, non spécifiques aux denrées aux algues)
Algue(s) présente(s) dans la denrée ainsi que sa concentration (%)	Qualit'Alg : réalisation d'une étude dans différents points de vente (GMS, biocoop, épicerie)
Concentration en ETM ou en iode dans l'algue	Qualit'Alg ainsi que des données fournies par la CSAVM et par le CEVA

Tableau 3 : sources de données utilisées pour les calculs d'exposition humaine aux ETM et à l'iode via la consommation d'algues alimentaires

PARTIE 2 : Consommation d'algues alimentaires en France : génération de données

Introduction

Comme mentionné dans la partie 1 ci-dessus, deux enquêtes ont été générées dans le cadre de ce projet :

- Une enquête de consommation
- Une enquête dans différents points de vente

Ces deux enquêtes avaient pour but de pallier aux données manquantes et nécessaires aux calculs d'exposition humaine.

Méthodologie

1 Enquête de consommation

Un questionnaire de consommation en ligne a été créé en utilisant google forms. Ce questionnaire avait pour objectif d'obtenir des informations sur :

- Les denrées consommées
- Le pourcentage de consommateurs
- La fréquence de consommation
- Le lieu d'achat
- La consommation au restaurant

Ce questionnaire a été diffusé du 18 Novembre 2020 au 3 Février 2021 *via* différents réseaux professionnels et personnels, notamment : la liste de mails du personnel de UBO, la liste de mails du personnel du CHRU de Brest, LinkedIn, Anses, CEVA, CSAVM, Facebook ... Une copie du questionnaire est présentée ci-dessous.

Quel consommateur d'algues alimentaires êtes-vous ?

Ce questionnaire s'intéresse à votre consommation d'algues alimentaires : algues consommées telles qu'elles ou retrouvées dans des préparations culinaires comme les makis, les soupes miso, les tartinables, les pâtes ou encore le pain.

Cette enquête est réalisée dans le cadre d'un projet de recherche porté par la Chambre Syndicale des Algues et Végétaux Marins et en partenariat avec des chercheurs de l'Université de Bretagne Occidentale.

Le temps de réponse est estimé à 5 minutes maximum !

*Obligatoire



Au cours des 12 derniers mois, avez-vous consommé des algues ou des produits en contenant : *

	Oui, plus d'une fois par semaine	Oui, une fois par semaine	Oui, 2 fois par mois	Oui, 1 fois par mois	Oui, 2 fois par an	Oui, 1 fois par an	Non
Des algues en accompagnement d'un plat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des produits asiatique contenant des algues : sushi, maki ... contenant l'algue Nori	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des soupes miso ou des bouillons aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des salades composées à base d'algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Du pain aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des pâtes aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des chips ou biscuits salés aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Au cours des 12 derniers mois, avez-vous consommé des algues ou des produits en contenant : *

	Oui, plus d'une fois par semaine	Oui, une fois par semaine	Oui, 2 fois par mois	Oui, 1 fois par mois	Oui, 2 fois par an	Oui, 1 fois par an	non
Des marinades ou tartares d'algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des rillettes de poisson aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De la moutarde aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Du sel aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Du fromage aux algues	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Des boissons aux algues (bière, thé...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avez-vous consommé d'autres produits aux algues au cours des 12 derniers mois ? Si oui, lesquels ? et à quelle fréquence ?

Votre réponse _____

Quels sont vos lieux d'achat (hors restaurant) de produits aux algues ?

- Grandes et moyennes surfaces
- Magasins biologiques
- Magasins asiatiques
- Epicerie fines
- Marchés
- Poissonneries
- Auto-consommation
- Autre : _____

Consommez vous des produits aux algues au restaurant ? *

- Oui
- Non

Suivant

Quel consommateur d'algues alimentaires êtes-vous ?

*Obligatoire

Quelques informations vous concernant sont nécessaires pour valider le questionnaire

Quel est votre sexe ? *

- Femme
- Homme

Quel est votre âge ? *

- Moins de 18 ans
- 18-29 ans
- 30-39 ans
- 40-49 ans
- 50-59 ans
- 60-69 ans
- 70 ans et plus

Quelle est votre commune de résidence ? *

Votre réponse

Quelle est votre catégorie socioprofessionnelle ? *

- Agriculteur exploitant
- Artisan, commerçant et chef d'entreprise
- Cadre et profession intellectuelle supérieure
- Profession intermédiaire
- Employé
- Ouvrier
- Retraité
- Autre personne sans activité professionnelle
- Autre : _____

[Retour](#)

[Suivant](#)

Quel consommateur d'algues alimentaires êtes-vous ?

Merci de votre participation ! N'hésitez pas à partager ce questionnaire. Nous avons grandement besoin d'un maximum de participants.

[Retour](#)

[Envoyer](#)

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google. [Signaler un cas d'utilisation abusive](#) - [Conditions d'utilisation](#) - [Règles de confidentialité](#)

Google Forms

2 Enquête en points de vente : listing des produits aux algues retrouvés dans le commerce

2.1 Lieux visités

Des enquêtes ont été réalisées dans les grandes et moyennes surfaces (Leclerc, Géant Casino, Carrefour), dans les magasins d'alimentation biologique (Biocoop), dans des épiceries fines (Roi de Bretagne, du bruit dans la cuisine, tôt ou tard) et dans des magasins spécialisés en alimentation asiatique. Les produits aux algues étant peu représentés sur le marché, le site internet des différents produits retrouvés en magasin a ensuite été consulté afin d'enrichir la gamme de données disponibles.

2.2 Données collectées

Un fichier Excel a été construit avec, pour chaque produit référencé, les informations suivantes :

- Le type d'aliment (tartare, pâtes, rillettes, moutarde ...)
- La marque
- Le descriptif complet du produit (exemple : rillettes de maquereaux aux 3 algues)
- Si le produit possède ou non le logo agriculture biologique
- Le pays de provenance des algues (exemple : France, Irlande, Corée)
- Le nombre de macroalgues présentes dans le produit
- Le nom des algues, tel que mentionné sur l'étiquette
- La part de présence de l'algue (en %) dans le produit fini

Exemple :

- Type d'aliment : *tartare d'algues*
- Marque : *pointe de penmarc'h*
- Descriptif complet du produit : *tartare d'algues – échalotes et citron*
- Logo agriculture biologique : *non*
- Pays de provenance des algues : *Bretagne, France, Portugal*
- Nombre de macroalgues présentes dans le produit : *3*
- Nom des algues, tel que mentionné sur l'étiquette : *laitue de mer, dulse et haricot de mer*
- Part de présence de l'algue (en %) dans le produit fini : *58% pour l'ensemble des trois algues*



Résultats

1 Enquête de consommation

1.1 Caractérisation de la population enquêtée

1.1.1 Population totale

Au 19 Janvier 2021, 780 personnes avaient complété le questionnaire. 75% des enquêtés sont des femmes (n=586) et 25% sont des hommes (n=194). Les 18 et 29 ans représentent 23% de la population, les 30-39 ans représentent 26% de la population, les 40-49 ans 24%, les 50-59 ans 17%, les 60-69 ans 8%, et les plus de 70 ans 2%. Les participants habitent majoritairement en Bretagne (59%), puis en Ile-de-France (12%) et Pays de la Loire (9%). 46% des participants font partie des cadres et professions intellectuelles supérieures. Les employés représentent 26% de l'échantillon.

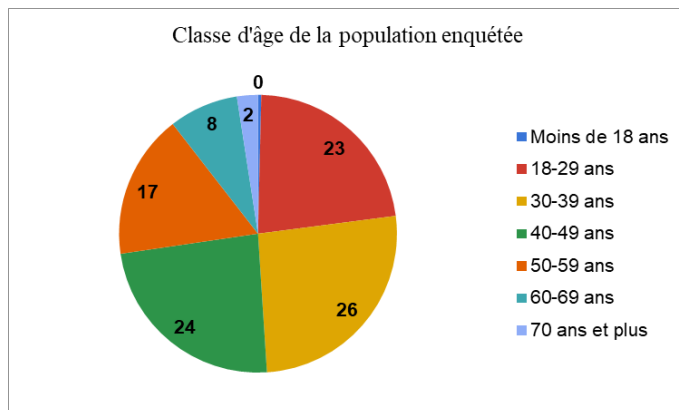


Figure 1 : Répartition de la population enquêtée par classe d'âge

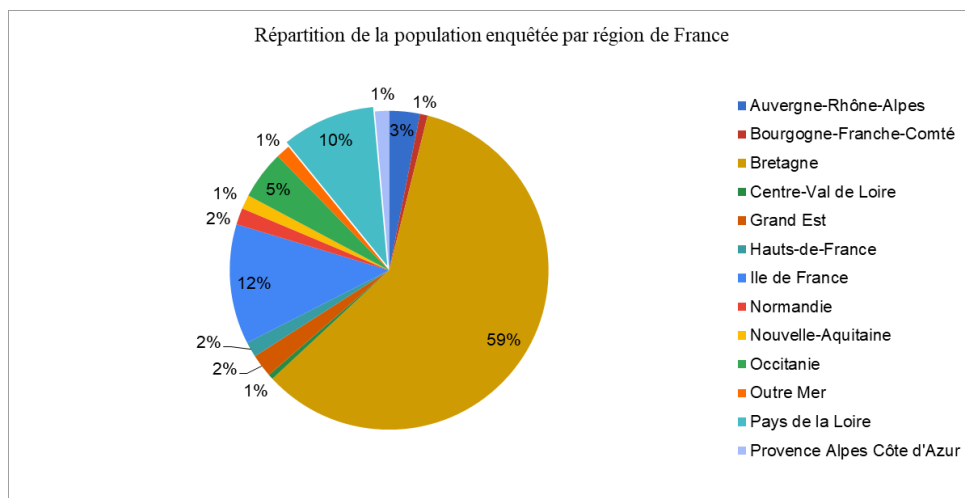


Figure 2 : Répartition de la population enquêtée par région d'habitation

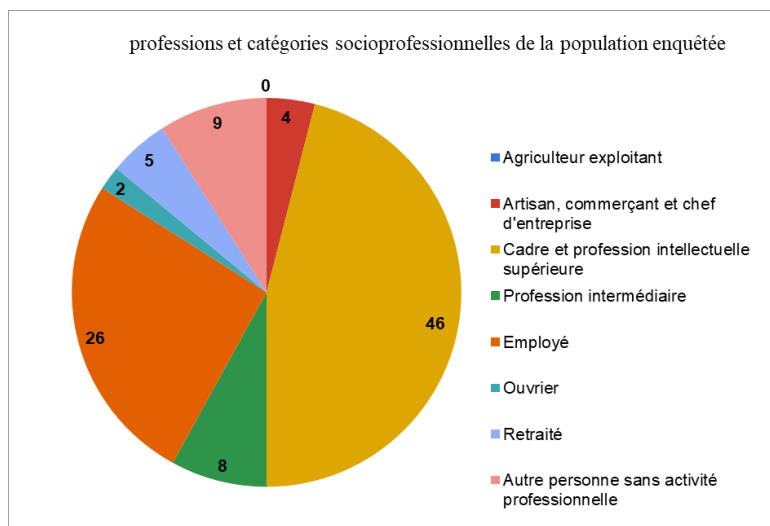


Figure 3 : Répartition de la population enquêtée par profession et catégorie socioprofessionnelle

L'échantillon étant constitué de toute personne volontaire et ayant répondu intégralement au questionnaire, il n'est pas représentatif de la population Française.

Cet échantillon est majoritairement constitué de personnes vivant en Bretagne (59%), et donc *a priori* plus initiée aux algues alimentaires. L'échantillon est également principalement constitué de personnes de profession et catégorie socio-professionnelle supérieure (46% de cadres). Les denrées aux algues étant principalement retrouvées dans les magasins d'agriculture biologique, dans les épicerie fines ou au rayon traiteur des grandes et moyennes surfaces ; elles ont un certain coût. Une population PCS+ serait donc plus susceptible d'en consommer par rapport à une population PCS-.

Une sur-évaluation de la consommation de denrées aux algues dans cet échantillon est supposée par rapport à la consommation de denrées aux algues dans la population générale. Les données de consommation obtenues (pourcentage de consommateurs et fréquence correspondante) ont été comparées en fonction de la région d'habitation et en fonction de la profession et catégorie socio-professionnelle afin de tester cette hypothèse.

1.1.2 Comparaison de la consommation en fonction de la région

Pourcentage de consommateurs

Les données de pourcentage de consommateurs ont été comparées entre les personnes habitant la région Bretagne (n=457) et celles habitant le reste de la France (n=323).

La population consommatrice de denrées aux algues est plus importante en Bretagne (92%) par rapport autres régions (n=84%). Parmi les 13 denrées aux algues du questionnaire, 11 d'entre elles sont plus consommées par la population Bretonne comme les tartares aux algues (58% de consommateurs versus 20% de consommateurs, soit une différence de 38%), les rillettes de la mer (56% versus 22%, soit une différence de 34%), les algues (46%

versus 31%, soit une différence de 15%), le fromage (28% versus 5%, soit une différence de 23%) ou encore la pain (26% versus 7%, soit une différence de 19%). Ces produits aux algues sont issus de productions locales.

Les produits d'inspiration asiatique (sushis et soupes) sont plus consommés par la population non Bretonne, avec un pourcentage de consommateurs de sushi égal à 75% contre 69% pour la population Bretonne (soit une différence de 6%) et un pourcentage de consommateurs de soupe aux algues égal à 53% contre 45% pour la population Bretonne (soit une différence de 8%).

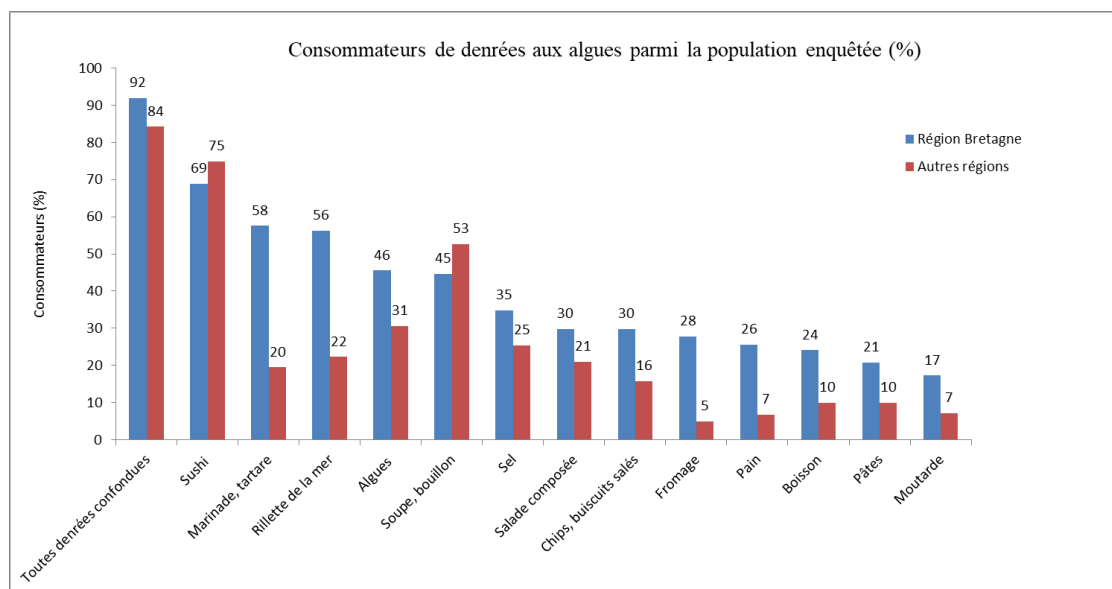


Figure 4 : consommateurs de denrées aux algues (%) en fonction de la région d'habitation

Fréquence de consommation

Les données de fréquence de consommation obtenues pour les consommateurs ont été comparées entre les personnes habitant la région Bretagne (n=457) et celles habitant le reste de la France (n=323) (test de Mann-Whitney). La fréquence de consommation de tartare par la population Bretonne est statistiquement supérieure à celle du reste de la France (p=0,039). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les 12 autres denrées.

1.1.3 Comparaison de la consommation en fonction de la profession et catégorie socio-professionnelle

Pourcentage de consommateurs

Les données de pourcentage de consommateurs ont été comparées en fonction de la profession et catégorie socio-professionnelle (PCS) : les cadres (n=361) et les autres PCS (n=419). La population consommatrice de denrées aux algues est plus importante chez les emplois de cadre (93% de consommateurs) que chez les autres PCS (85% de consommateurs), toutes denrées confondues. Ce constat est retrouvé pour chacune des 13 denrées aux algues présentes dans le questionnaire. La différence est la plus importante pour les soupes aux algues (58%

de consommateurs versus 39% de consommateurs, soit une différence de 19% de consommateurs) et pour les sushis (81% de consommateurs versus 63% de consommateurs, soit une différence de 18% de consommateurs).

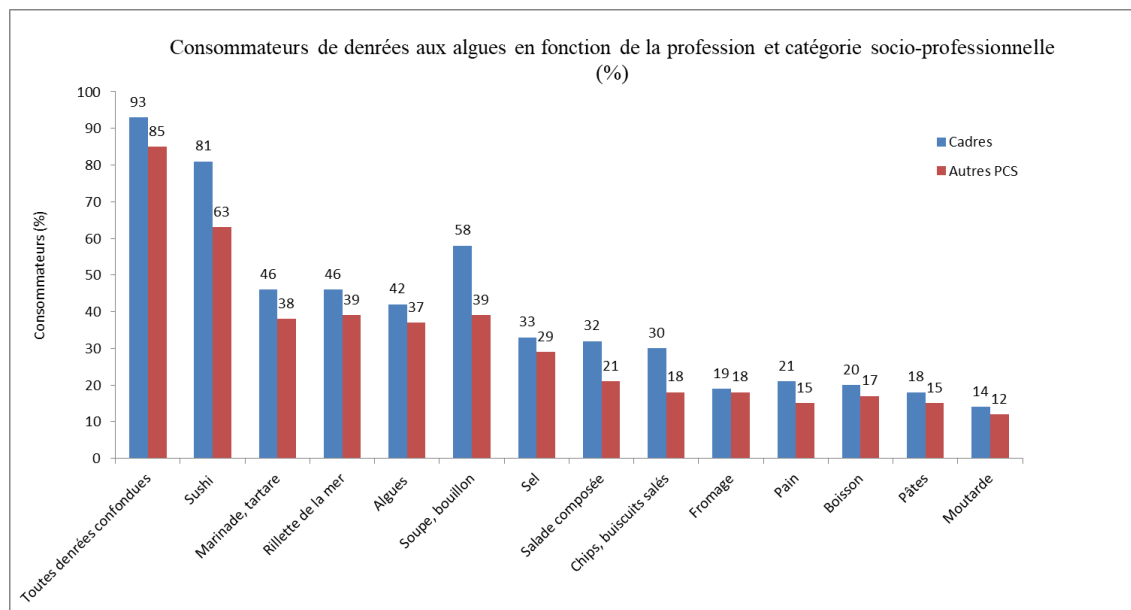


Figure 5 : consommateurs de denrées aux algues (%) en fonction de la profession et catégorie socio-professionnelle

Fréquence de consommation

Les données de fréquence de consommation obtenues pour les consommateurs ont été comparées entre les personnes occupant un emploi de cadre (n=361) à celle occupant une autre PCS (n=419) (test de Mann-Whitney). La fréquence de consommation de boisson aux algues et de salade composée aux algues est statistiquement supérieure chez la population non cadre à celle de la population des cadres (p=0,015 et p=0,036, respectivement). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les 11 autres denrées.

L'analyse des données de consommation en fonction de la région d'habitation et de la PCS confirment l'hypothèse de départ que cet échantillon, certes non représentatif de la population Française, comporterait plus de consommateurs de denrées aux algues qu'un échantillon représentatif de la population Française. En l'absence de données de consommation représentatives de la population Française, utiliser ces données de consommations dans un cadre d'évaluation des expositions et des risques liés à l'ingestion d'ETM et d'iode *via* les algues serait une approche maximisante et donc protectrice pour le consommateur.

1.2 Denrées consommées et pourcentage de consommateurs

89% des participants (soit 692 personnes) ont déclaré avoir mangé au moins l'une des 13 denrées aux algues proposées dans le questionnaire au cours des 12 derniers mois. 71% du panel a déclaré avoir consommé des

produits asiatiques aux algues de type sushi. La consommation de soupe ou de bouillon aux algues est rapportée par 48% des enquêtés. Les marinades / tartares ainsi que les rillettes de la mer aux algues ont été consommés par 42% de l'échantillon. L'algue a été consommée telle qu'elle en accompagnement d'un plat par 39% de l'échantillon.

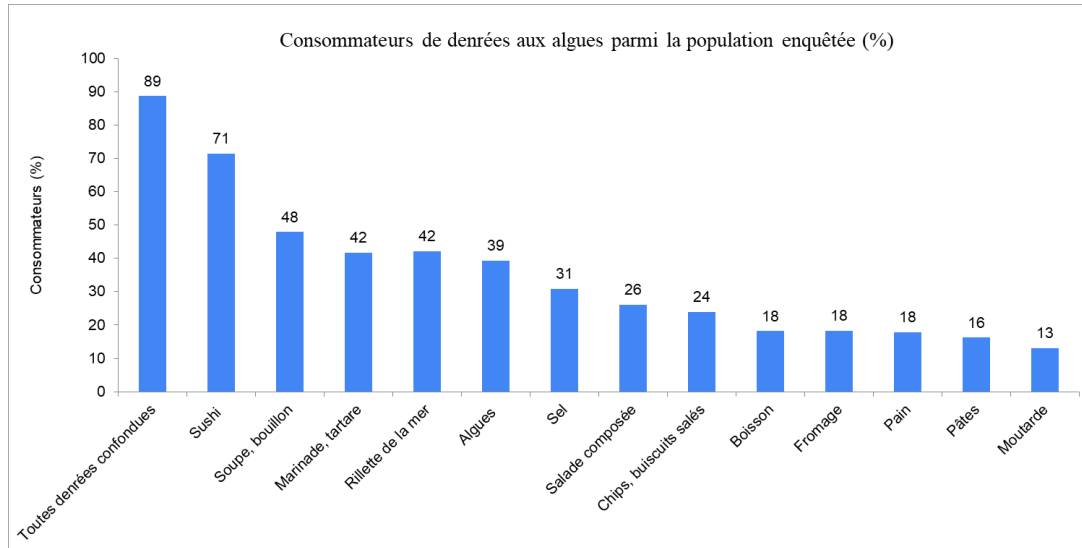


Figure 6 : pourcentage de consommateurs de denrées aux algues

Le pourcentage de consommateurs ayant mangé des algues au cours des 12 derniers mois (89%) est largement supérieur à celui obtenu dans Idealg (58%). Cette différence peut s'expliquer par :

- l'échantillonnage, non représentatif de la population Française dans cette présente étude, qui pourrait comporter plus de consommateurs de denrées aux algues que dans la population générale.
- l'année de réalisation de l'étude de consommation Idealg (2013) qui est antérieure de 8 années à la présente étude. Cette différence de 8 ans aurait toute son importance car la consommation de denrées aux algues est un phénomène relativement récent en Europe (Efsa, 2019 ; FAO, 2018).

Ce même pourcentage de consommateurs est maintenant présenté pour les participants ayant déclaré avoir mangé au moins une fois par mois l'une des 13 denrées aux algues proposées dans le questionnaire au cours des 12 derniers mois. Les personnes ayant déclaré consommer l'une ou plusieurs des denrées « 2 fois par an » et « 1 fois par an » ont été considérées ici comme non consommateurs. Ainsi, **55%** des participants (soit 432 personnes) ont déclaré avoir mangé au moins une fois par mois l'une des 13 denrées aux algues proposées dans le questionnaire au cours des 12 derniers mois. 39% du panel a déclaré avoir consommé des produits asiatiques aux algues de type sushi. La consommation de soupe ou de bouillon aux algues est rapportée par 25% des enquêtés. L'algue a été consommée telle qu'elle en accompagnement d'un plat par 20% de l'échantillon. Les marinades / tartares aux algues ont été consommés par 14% de l'échantillon, et le sel aux algues par 12%.

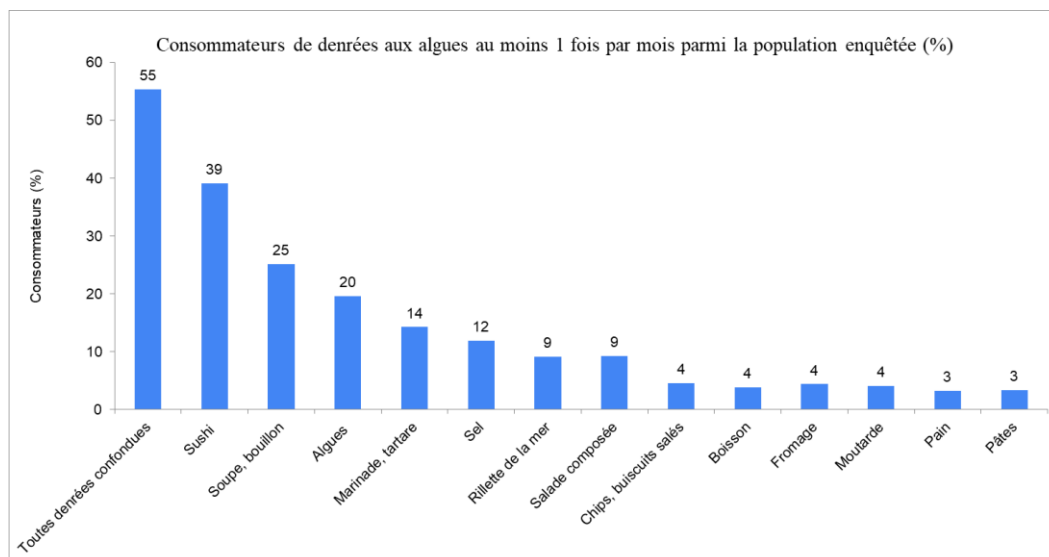


Figure 7 : Pourcentage de consommateurs de denrées aux algues – pour une consommation égale ou supérieure à 1 fois par mois pour au moins une des 13 denrées étudiées

1.3 Fréquence de consommation

La fréquence été calculée uniquement pour les consommateurs. De manière générale, les denrées aux algues sont consommées une ou quelques fois par mois (pour les plus consommées), voir quelques fois par an (pour les moins consommées).

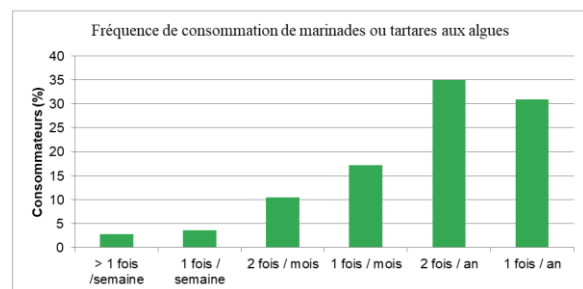
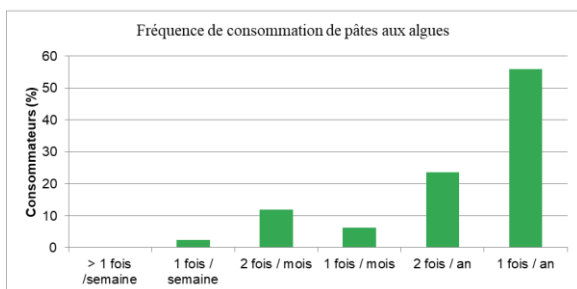
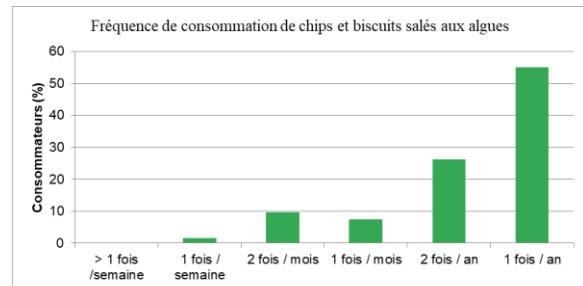
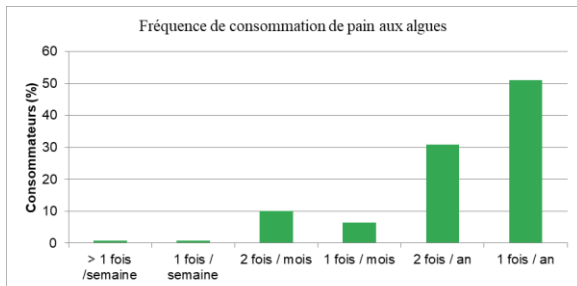
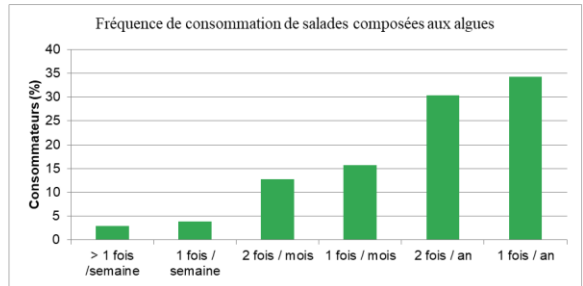
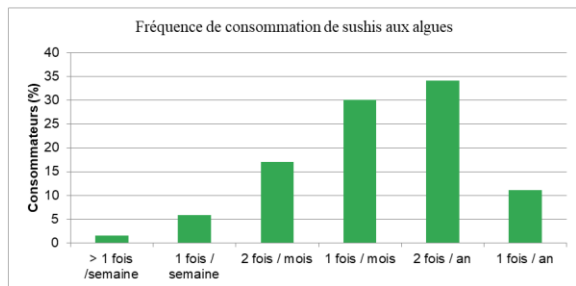
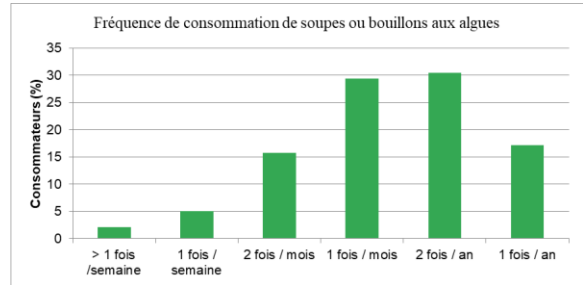
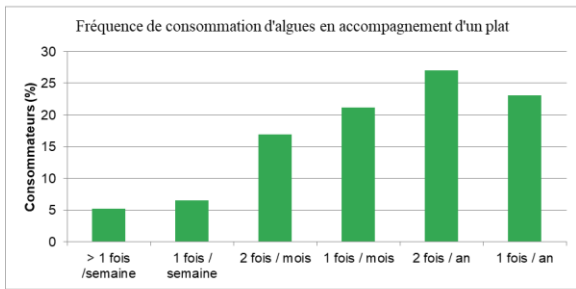
Les produits les plus fréquemment consommés sont les algues brutes en accompagnement d'un plat (moyenne = 1,3 fois par mois ; P95 = 7 fois par mois) (! valeur médiane à 0,2 fois par mois), les sushi aux algues (moyenne = 1,1 fois par mois ; P95 = 4 fois par mois) et les soupes et bouillons aux algues (moyenne = 1,0 fois par mois ; P95 = 4 fois par mois). La consommation des autres denrées aux algues est plus occasionnelle, voir anecdotique.

Fréquence (nombre de fois par mois)	Algues	Sushi	Soupe, bouillon	Salade composée	Pain	Pâtes	Chips, biscuits salés
Moyenne	1,3	1,1	1,0	0,9	0,4	0,5	0,4
Ecart type	1,9	1,4	1,4	1,6	0,9	0,8	0,7
Médiane	0,2	1,0	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1
P95	7,0	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2,0
Effectif	307	557	374	204	139	127	187

Fréquence (nombre de fois par mois)	Marinade, tartare	Rillettes de la mer	Moutarde	Sel	Fromage	Boisson
Moyenne	0,8	0,4	0,9	1,3	0,6	0,6
Ecart type	1,5	0,8	1,8	2,2	1,2	1,5
Médiane	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
P95	4,0	2,0	4,0	8,0	2,0	2,0
Effectif	326	329	102	241	143	142

Tableau 4 : Fréquence de consommation (nombre de fois par mois) de denrées aux algues chez les consommateurs

Les histogrammes de fréquence sont présentés ci-dessous.



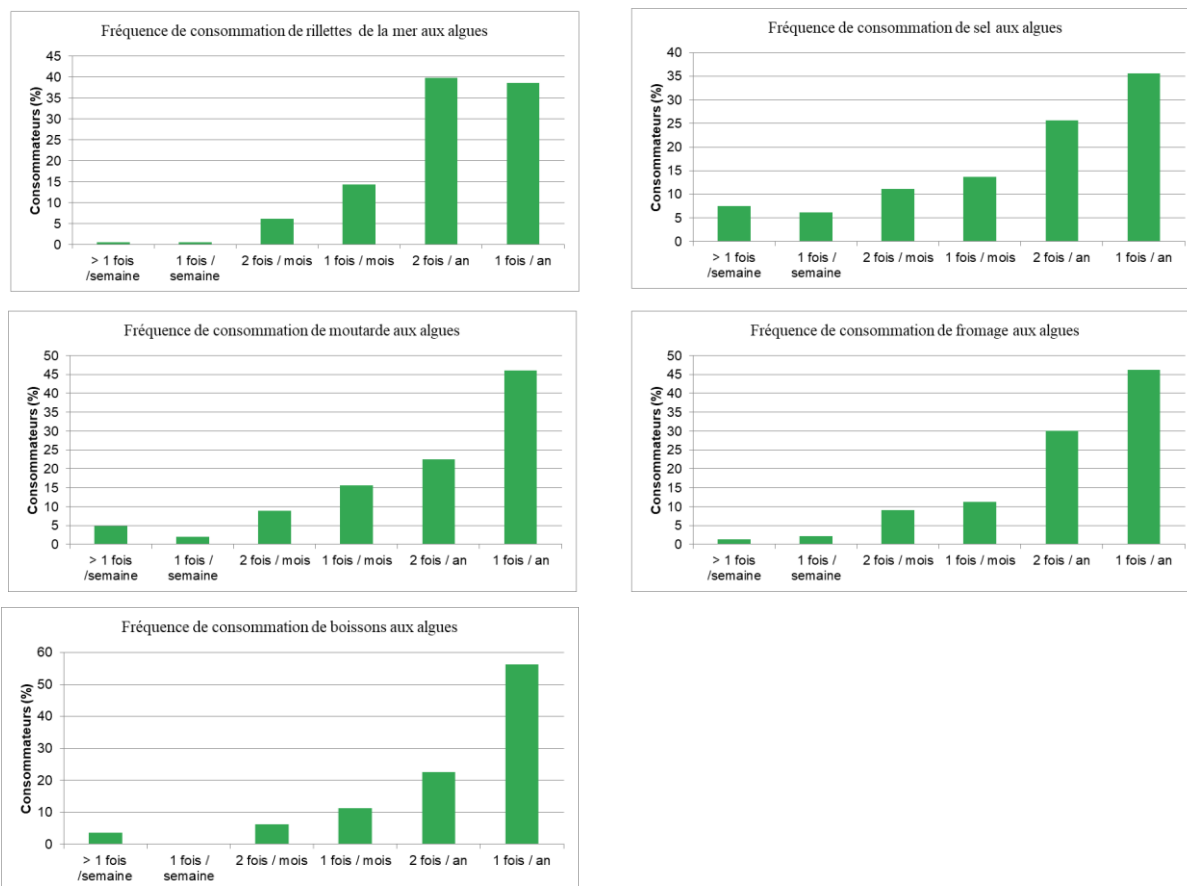


Figure 8 : Fréquence de consommation (nombre de fois par mois) de denrées aux algues chez les consommateurs.

1.4 Autres denrées consommées

Les enquêtés pouvaient mentionner d'autres denrées aux algues qu'ils consommaient : le beurre a été cité 21 fois (2,7% de consommateurs), les saucisses ont été mentionnées 3 fois (0,4% de consommateurs). Le gin, le pâté, la sardine, le maquereau, le foie gras et le dessert lacté ont été cités une fois chacun (0,1% de consommateurs).

1.5 Lieux d'achat

57% des enquêtés achètent des denrées aux algues en grandes et moyennes surfaces (GMS). La consommation au restaurant concerne 52% de l'échantillon, et l'achat en magasin biologique 41%.

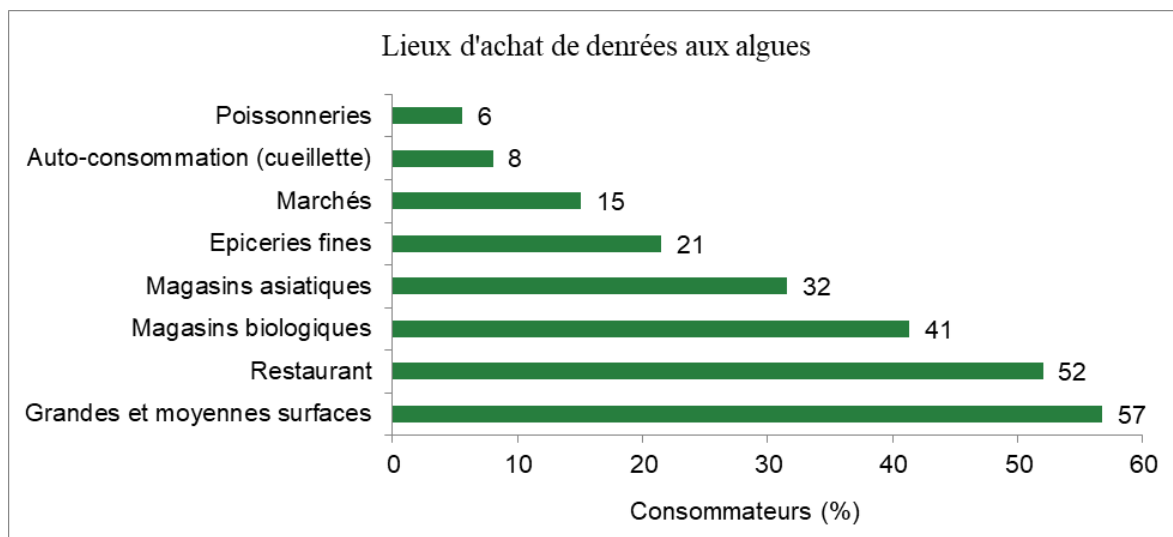


Figure 9 : lieux d'achat des denrées aux algues. Plusieurs réponses étaient possibles

2 Enquête en points de vente : listing des produits aux algues retrouvés dans le commerce

2.1 Produits aux algues et marques correspondantes

172 produits aux algues ont été répertoriés. Les principaux types de produits retrouvés sont les tartares (n=49), les condiments / assaisonnements (n=33) et les rillettes de la mer (n=16).

Produits commercialisés et marques correspondantes	Nombre de produits
Algues	15
Algae	2
Bord à bord	9
Oceane alimentaire	1
Sainte barbe	3
Bière	3
Brasserie des abers	2
Naturalia	1
Chips	10
Bord à bord	3
Kelly loves	2
Krips	1
Marinoe	2
Tanoshi	2
Condiment - assaisonnement	33
Algae	2
Algo'manne	7
Bord à bord	9
Christine Le Tennier	2
Groix et nature	3
Marinoe	4
Morbih'algues	4
Sainte barbe	2
Lentilles	1
Morbih'algues	1
Mayonnaise	2
Bord à bord	1
Pointe de penmarc'h	1
Moutarde	5
Algo'manne	1
Bord à bord	2
Morbih'algues	1
Pointe de penmarc'h	1
Pâtes	5
Bord à bord	3
Groix et nature	1
Pâtes d'armor	1
Rillettes de la mer	16
Algo d'aure	3
Algoplus	3
Apero and co	1
Christine Le Tennier	3
La compagnie bretonne	4
Le fumoir breton	1
Phare d'eckmuhl	1

Riz	1
Algae	1
Rooibos	2
Tonnerre de brest	2
Sel	9
Algae	1
Bord à bord	1
Christine Le Tennier	1
Marinoe	1
Morbih'algues	4
Ty gwenn	1
Soupe miso	8
Hikari Miso	2
Marukome	1
Natali	1
Tanoshi	4
Tartare	49
Algae	1
Algo'manne	4
Algoplus	2
Bord à bord	8
Christine Le Tennier	12
Crustarmor	1
Groix et nature	7
La paimpolaise	2
Marinoe	4
Morbih'algues	3
Oceane alimentaire	1
Pointe de penmarc'h	2
Sainte barbe	2
Thé	12
Tonnerre de brest	12
Tisane	1
Tonnerre de brest	1
Total général	172

Tableau 5 : denrées aux algues retrouvées dans le commerce et marque correspondante

2.2 Produits issus de l'agriculture biologique

50% des produits sont issus de l'agriculture biologique. Ces résultats montrent une représentation importante du label biologique pour les denrées aux algues. Ces résultats sont à prendre avec précaution du fait :

- du faible nombre de produits par type et du potentiel effet d'une marque (biologique ou non) qui peut être très représentée dans un type de produits. Par exemple, 100% des thés aux algues portent le logo de l'agriculture biologique. Cependant, ces 12 références de thé sont toutes issues d'une même marque.
- De l'absence de prise en compte des sushis

Type de produits transformés	Nombre de produits	Produits issus de l'agriculture biologique (nombre)			
		Oui (nb)	Oui (%)	Non (nb)	Non (%)
Algues	15	13	87	2	13
Bière	3	1	33	2	67
Chips	10	5	50	5	50
Condiment - assaisonnement	33	19	58	14	42
Lentilles	1	0	0	1	100
Mayonnaise	2	1	50	1	50
Moutarde	5	3	60	2	40
Pâtes	5	5	100	0	0
Rillettes de la mer	16	4	25	12	75
Riz	1	0	0	1	100
Rooibos	2	2	100	0	0
Sel	9	1	11	8	89
Soupe miso	8	1	13	7	88
Tartares	49	18	37	31	63
Thé	12	12	100	0	0
Tisane	1	1	100	0	0
Total général	172	86	50	86	50

Tableau 6 : Denrées aux algues commercialisées et issues de l'agriculture biologique

2.3 Provenance des algues

La majorité des produits (**67%**) contient des algues originaires de France, notamment les algues, les condiments /assaisonnements, les tartares ou les rillettes.

Attention : les sushis/makis contenant l'algue nori ne sont pas retrouvés ici. La provenance de nori n'est pas indiquée sur l'étiquette des sushis/makis préparés et retrouvés au rayon traiteur asiatique.

Type de produits	Nombre de produits	Provenance des algues					
		France	France / Portugal	Corée	Japon	Irlande	Non mentionné
Algues	15	15					
Bière	3	1					2
Chips	10	4	2	4			
Condiment - assaisonnement	33	30				2	1
Lentilles	1	1					
Mayonnaise	2	1	1				
Moutarde	5	3	2				
Pâtes	5	5					
Rillettes de la mer	16	11					5
Riz	1						1
Rooibos	2						2
Sel	9	9					
Soupe miso	8				3		5
Tartares	49	36	3				10
Thé	12						12
Tisane	1						1
Total général	172	116	8	4	3	2	39
Total général (%)	100	67	5	2	2	1	23

Tableau 7 : denrées aux algues commercialisées et pays d'origine des algues

2.4 Algues retrouvées dans les produits finis

Les algues retrouvées dans les denrées alimentaires sont la laitue de mer (26%), la dulse (25%), le wakamé (17%), la nori (13%), le haricot de mer (11%), le kombu royal (4%) le kombu (2%) et le fucus (2%).

Type de produits	Algues présentes							
	haricot de mer	laitue de mer	wakamé	nori	dulse	kombu	kombu royal	fucus
Algues	4	2	2	2	2	2	1	
Bière			2					
Chips	1	3	1	4			1	
Condiment - assaisonnement	3	20	11	11	18		6	2
Lentilles		1	1		1			
Mayonnaise		2	1	1	2			
Moutarde	1	3	1	1	3	1	1	
Pâtes	1	3	1	2	3			
Rillettes de la mer	1	1	4	1	1		1	
Riz		1		1	1			
Rooibos		2	2	2	2	2		2
Sel		1		1	4			
Soupe miso			7	1	1			
Tartares	21	33	14	8	31		2	
Thé		1	1	1	1	1		1
Tisane		1	1	1	1	1		1
Total général	32	74	49	37	71	7	12	6
Total général (%)	11	26	17	13	25	2	4	2

Tableau 8 : espèces d'algues retrouvées dans les denrées aux algues commercialisées

PARTIE 3 : Exposition et risque alimentaire

1 Formules et méthode de calcul

L'exposition alimentaire aux ETM et à l'iode a été calculée par denrée (maki, rillettes de la mer, tartare...), puis en prenant en compte l'ensemble des denrées aux algues.

1.1 Calculs d'exposition par denrée alimentaire aux algues

1.1.1 Exposition pour les consommateurs uniquement

La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Exposition (mg / kg pc / jour)} = \frac{[\text{substance}] / 1000 \times \text{fréquence} \times \text{quantité} \times \text{part de l'algue}}{\text{poids corporel}}$$

Où :

- **[substance]** : concentration de la substance dans l'algue (arsenic, cadmium, mercure, plomb, étain ou iode) ; exprimée en mg/kg MS
La concentration en substance est divisée par 1000 afin d'être exprimée en mg/g MS
- **Fréquence** : fréquence de consommation de la denrée alimentaire ; exprimée en jour⁻¹
- **Quantité** : quantité dans le produit fini aux algues consommée par prise alimentaire ; exprimée en g
- **Part de l'algue** : Proportion de l'algue dans le produit fini ; sans unité
- **Poids corporel** : masse corporelle ; exprimée en kg pc (kg de poids corporel). Une masse de 70 kg est utilisée, selon les recommandations de l'Efsa (Efsa, 2012).

La méthode probabiliste a été utilisée pour évaluer l'exposition, c'est-à-dire que les données de concentration, de part de l'algue dans le produit fini, de fréquence et de quantité ont été ajustées à des distributions quand cela était possible (logiciel @risk, version 7.6, PalisadeCorp.). Les données de fréquence de consommation ont été ajustées à une distribution de type discrète. Les données de concentration, de part de l'algue dans le produit fini et de quantité ont été ajustées à une distribution continue de type lognormale, loglogistique ou exponentielle. Dans le cas où les données d'entrées étaient non ajustables à une distribution de données, la valeur moyenne a été utilisée dans le calcul de l'exposition.

Une convolution entre les différentes distributions a ensuite été effectuée selon la méthode Monte-Carlo et les préconisations de l'US EPA (US EPA, 2001). 10 000 tirages aléatoires ont ainsi été effectués dans chacune des distributions des paramètres d'entrées. Une distribution de probabilités est ainsi obtenue, de laquelle les valeurs d'exposition moyenne, médiane et P95 ont été extraites (logiciel @risk, version 7.6).

De nombreuses données de concentrations en substance dans l'algue sont censurées ; c'est-à-dire bornées par la limite de quantification (LOQ). Le calcul d'exposition a ainsi été effectué selon l'hypothèse haute ou approche

upper bound UB (majorante) et selon l'hypothèse basse ou approche lower bound LB (minorante). Pour l'hypothèse haute, la valeur de la LOQ a été utilisée comme valeur de concentration. Pour l'hypothèse basse, une valeur de concentration égale à zéro a été employée.

1.1.2 Exposition pour la population générale (consommateurs et non consommateurs)

La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Exposition (mg / kg pc / jour)} = E_d \times \text{Bin. } i$$

- **Ed** : Exposition par denrée aux algues (mg/kg pc/jour) ; où d = sushis, soupes, tartares, rillettes, algues, sel ...
- **Bin. i** : binomiale $i = (1 ; \text{consommateurs parmi la population générale})$

Une convolution entre les différentes distributions a ensuite été effectuée selon la méthode Monte-Carlo et les préconisations de l'US EPA (US EPA, 2001). 10 000 tirages aléatoires ont ainsi été effectués dans chacune des distributions. Une distribution de probabilités est ainsi obtenue, de laquelle les valeurs d'exposition moyenne, médiane et P95 ont été extraites (logiciel @risk, version 7.6).

Le calcul d'exposition a été effectué selon l'hypothèse haute ou approche upper bound UB (majorante) et selon l'hypothèse basse ou approche lower bound LB (minorante).

1.2 Calculs d'exposition totale via l'ensemble des denrées aux algues

L'exposition a été évaluée pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs) en utilisant la formule suivante :

$$\text{Exposition (mg / kg pc / jour)} = \sum(E_d \times \text{Bin. } i)$$

- **Ed** : Exposition par denrée aux algues (mg/kg pc/jour) ; où d = sushis, soupes, tartares, rillettes, algues, sel ...
- **Bin. i** : binomiale $i = (1 ; \text{consommateurs parmi la population générale})$

Une convolution entre les différentes distributions a ensuite été effectuée selon la méthode Monte-Carlo et les préconisations de l'US EPA (US EPA, 2001). 10 000 tirages aléatoires ont ainsi été effectués dans chacune des distributions. Une distribution de probabilités est ainsi obtenue, de laquelle les valeurs d'exposition moyenne, médiane et P95 ont été extraites (logiciel @risk, version 7.6).

Le calcul d'exposition a été effectué selon l'hypothèse haute ou approche upper bound UB (majorante) et selon l'hypothèse basse ou approche lower bound LB (minorante).

2 Exposition par denrée alimentaire

2.1 Les sushis aux algues

Le mot sushi désigne un plat japonais composé de riz vinaigré assemblé avec d'autres ingrédients qui sont habituellement du poisson cru, des fruits de mer ou encore des légumes. Certains sushis, tels que les makis ou les california rolls (encore appelé uramakis) contiennent également de l'algue nori. Ces différents types de sushis seront regroupés sous le nom général de « sushis aux algues ».



Figure 10 : exemple de sushis aux algues : A) les makis et B) les california rolls

2.1.1 Algue retrouvée dans les produits commercialisés

L'algue utilisée dans la conception des sushis est la nori (*Porphyra* sp). La part de l'algue nori dans un sushi n'est pas indiquée sur l'emballage de ce produit frais, retrouvé au rayon traiteur des grandes surfaces ou dans des restaurants asiatiques.

La part de l'algue nori dans un sushi a été mesurée par pesée en laboratoire. Pour cela, 36 makis et 30 california rolls commercialisés dans trois points de vente ont été pesés entiers, tels que consommés. Puis, l'algue nori contenue dans les makis et california rolls a été pesée seule après séchage à l'air libre pendant une nuit. Cette algue a été pesée sèche pour être dans des conditions similaires à celles de réalisation des makis et california rolls où la nori utilisée est déshydratée.

La part de l'algue dans chaque produit a ainsi été obtenue. Il a été observé que la part de l'algue utilisée pour la confection d'un maki ou d'un california rolls était du même ordre de grandeur. La part de l'algue dans le produit était un peu plus importante dans le maki (valeurs moyenne et médiane respectivement égales à 1,4% et 1,5%) que dans le california rolls (valeurs moyenne et médiane égales à 1,0%). Ces données étant néanmoins du même ordre de grandeur, elles ont été regroupées puis ajustées à une distribution lognormale.

<i>Maki</i>	Poids produit entier (g)	Poids algue seule (g)	Part de l'algue dans le produit entier (%)
moyenne	18,21	0,26	1,43
ecart type	2,47	0,04	0,18
mediane	18,84	0,26	1,46
n	36	36	36

<i>California rolls</i>	Poids produit entier (g)	Poids algue seule (g)	Part de l'algue dans le produit entier (%)
moyenne	27,20	0,28	1,02
ecart type	3,56	0,05	0,13
mediane	26,66	0,27	1,01
n	30	30	30

Tableau 9 : poids (en gramme) et part (en pourcentage) de l'algue nori dans les sushis aux algues

<i>Nori</i>	Part de l'algue dans le produit entier (%)
Ajustement	Lognormale
Moyenne	1,24
Ecart type	0,26
Mediane	1,22
P95	1,72

Tableau 10 : part de l'algue nori (%) dans les sushis aux algues (maki et california rolls confondus)

2.1.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées dans l'algue nori (*Porphyra sp*) ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

	Contamination exprimée en mg/kg de MS															
	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 11 : concentration en ETM et en iode dans les *Porphyra sp*

2.1.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des sushis aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir section 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=557).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,111
2 fois / an	0,005	0,341
1 fois / mois	0,033	0,302
2 fois / mois	0,067	0,171
1 fois / semaine	0,143	0,059
> 1 fois /semaine	0,286	0,016

Figure 11 : distribution de fréquence de consommation des sushis aux algues au cours des 12 derniers mois (jour¹)

2.1.4 Quantité par prise alimentaire

Les actes de consommations sont issus de l'enquête INCA3 réalisée par l'ANSES entre février 2014 et septembre 2015 sur 4 114 individus (256301 actes de consommation au total). Les données de consommation ont été recueillies à l'aide de carnets durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015).

17 actes de consommations de sushis aux algues ont été obtenus auprès de 17 individus différents. Les données de quantité par prise alimentaire ont été ajustées à une distribution lognormale.

Quantité de sushis aux algues par prise alimentaire (g)	
Ajustement	Lognormale
Moyenne	130,99
Ecart type	139,16
Médiane	89,78
P95	375,05

Tableau 12 : quantité de sushis aux algues consommés par occasion (g/prise)

2.1.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les sushis aux algues

Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence ou du trop faible nombre de données de concentration disponibles.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,17E-07	2,17E-04	2,17E-01	Moyenne	3,31E-05	3,31E-02	3,31E+01
Ecart type	5,71E-07	5,71E-04	5,71E-01	Ecart type	7,61E-05	7,61E-02	7,61E+01
Médiane	5,64E-08	5,64E-05	5,64E-02	Médiane	1,06E-05	1,06E-02	1,06E+01
P95	8,91E-07	8,91E-04	8,91E-01	P95	1,35E-04	1,35E-01	1,35E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,21E-07	2,21E-04	2,21E-01	Moyenne	3,18E-05	3,18E-02	3,18E+01
Ecart type	5,88E-07	5,88E-04	5,88E-01	Ecart type	7,04E-05	7,04E-02	7,04E+01
Médiane	5,69E-08	5,69E-05	5,69E-02	Médiane	1,06E-05	1,06E-02	1,06E+01
P95	9,11E-07	9,11E-04	9,11E-01	P95	1,28E-04	1,28E-01	1,28E+02
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	9,73E-07	9,73E-04	9,73E-01	Moyenne	5,23E-07	5,23E-04	5,23E-01
Ecart type	2,11E-06	2,11E-03	2,11E+00	Ecart type	1,40E-06	1,40E-03	1,40E+00
Médiane	3,08E-07	3,08E-04	3,08E-01	Médiane	1,37E-07	1,37E-04	1,37E-01
P95	3,97E-06	3,97E-03	3,97E+00	P95	2,08E-06	2,08E-03	2,08E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,00E-06	1,00E-03	1,00E+00	Moyenne	5,16E-07	5,16E-04	5,16E-01
Ecart type	2,41E-06	2,41E-03	2,41E+00	Ecart type	1,24E-06	1,24E-03	1,24E+00
Médiane	3,17E-07	3,17E-04	3,17E-01	Médiane	1,37E-07	1,37E-04	1,37E-01
P95	3,97E-06	3,97E-03	3,97E+00	P95	2,14E-06	2,14E-03	2,14E+00
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,96E-08	1,96E-05	1,96E-02	Moyenne	5,14E-05	5,14E-02	5,14E+01
Ecart type	6,06E-08	6,06E-05	6,06E-02	Ecart type	1,07E-04	1,07E-01	1,07E+02
Médiane	3,44E-09	3,44E-06	3,44E-03	Médiane	1,64E-05	1,64E-02	1,64E+01
P95	8,91E-08	8,91E-05	8,91E-02	P95	2,03E-04	2,03E-01	2,03E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	3,49E-08	3,49E-05	3,49E-02	Moyenne	4,82E-05	4,82E-02	4,82E+01
Ecart type	9,41E-08	9,41E-05	9,41E-02	Ecart type	1,03E-04	1,03E-01	1,03E+02
Médiane	8,59E-09	8,59E-06	8,59E-03	Médiane	1,57E-05	1,57E-02	1,57E+01
P95	1,42E-07	1,42E-04	1,42E-01	P95	1,91E-04	1,91E-01	1,91E+02

Tableau 13 : exposition aux ETM et à l'iode via les sushis aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,47E-07	1,47E-04	1,47E-01	Moyenne	2,36E-05	2,36E-02	2,36E+01
Ecart type	4,94E-07	4,94E-04	4,94E-01	Ecart type	6,57E-05	6,57E-02	6,57E+01
Médiane	1,91E-08	1,91E-05	1,91E-02	Médiane	3,54E-06	3,54E-03	3,54E+00
P95	6,32E-07	6,32E-04	6,32E-01	P95	1,06E-04	1,06E-01	1,06E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,43E-07	1,43E-04	1,43E-01	Moyenne	2,31E-05	2,31E-02	2,31E+01
Ecart type	4,44E-07	4,44E-04	4,44E-01	Ecart type	5,79E-05	5,79E-02	5,79E+01
Médiane	1,93E-08	1,93E-05	1,93E-02	Médiane	3,39E-06	3,39E-03	3,39E+00
P95	6,46E-07	6,46E-04	6,46E-01	P95	1,03E-04	1,03E-01	1,03E+02
<i>Plomb</i>				<i>Arsenic minéral</i>			
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	7,03E-07	7,03E-04	7,03E-01	Moyenne	3,72E-07	3,72E-04	3,72E-01
Ecart type	1,95E-06	1,95E-03	1,95E+00	Ecart type	1,27E-06	1,27E-03	1,27E+00
Médiane	1,06E-07	1,06E-04	1,06E-01	Médiane	4,58E-08	4,58E-05	4,58E-02
P95	3,12E-06	3,12E-03	3,12E+00	P95	1,61E-06	1,61E-03	1,61E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	7,04E-07	7,04E-04	7,04E-01	Moyenne	3,96E-07	3,96E-04	3,96E-01
Ecart type	1,95E-06	1,95E-03	1,95E+00	Ecart type	1,45E-06	1,45E-03	1,45E+00
Médiane	1,09E-07	1,09E-04	1,09E-01	Médiane	4,89E-08	4,89E-05	4,89E-02
P95	3,13E-06	3,13E-03	3,13E+00	P95	1,70E-06	1,70E-03	1,70E+00
<i>Arsenic organique</i>				<i>Etain</i>			
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Mercuré</i>				<i>Iode</i>			
Mercuré	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,38E-08	1,38E-05	1,38E-02	Moyenne	3,53E-05	3,53E-02	3,53E+01
Ecart type	5,08E-08	5,08E-05	5,08E-02	Ecart type	9,12E-05	9,12E-02	9,12E+01
Médiane	1,08E-09	1,08E-06	1,08E-03	Médiane	5,55E-06	5,55E-03	5,55E+00
P95	6,41E-08	6,41E-05	6,41E-02	P95	1,59E-04	1,59E-01	1,59E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,51E-08	2,51E-05	2,51E-02	Moyenne	3,64E-05	3,64E-02	3,64E+01
Ecart type	8,10E-08	8,10E-05	8,10E-02	Ecart type	1,04E-04	1,04E-01	1,04E+02
Médiane	2,86E-09	2,86E-06	2,86E-03	Médiane	5,19E-06	5,19E-03	5,19E+00
P95	1,14E-07	1,14E-04	1,14E-01	P95	1,60E-04	1,60E-01	1,60E+02

Tableau 14 : exposition aux ETM et à l'iode via sushis aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.2 Les soupes, bouillons aux algues



La soupe ou le bouillon aux algues est plus connu sous le nom de « soupe miso ». La soupe miso est une soupe de la cuisine japonaise, composée d'un bouillon et de miso (soja fermenté). D'autres ingrédients, tels que des légumes, des algues, du tofu, de la viande ou des fruits de mer peuvent y être ajoutés.

2.2.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

8 références de soupes aux algues ont été retrouvées dans le commerce. 7 d'entre elles sont des soupes inspirées de la cuisine asiatique ou plus communément appelées soupe miso (références 1 à 6 et référence 8). La septième référence est une soupe d'inspiration européenne. Toutes les références sont des préparations en poudre ; une dose de préparation équivaut à une portion de soupe.

Les 7 références d'inspiration asiatique contiennent du wakamé. La référence d'inspiration européenne est composée de nori et de dulse. L'algue peut représenter entre 1,4% et 22,2% du produit fini ; ce qui représente une quantité d'algue consommée comprise entre 0,25g et 4,58g par portion de soupe, avec une quantité moyenne d'algues égale à 1.81 g par portion (en effet, un sachet de soupe déshydratée équivaut à une portion de soupe).

Soupe, bouillon aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - Nom scientifique	Algue 2 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit	Poids d'un sachet (g)	Quantité d'algues (g) dans un sachet
Référence 1	2	1	wakame		6					9,8	0,59
Référence 2	1	1	wakame		NM					20,3	NM
Référence 3	1	1	wakame		22,2					19,3	4,28
Référence 4	1	1	wakame		1,9					20,3	0,39
Référence 5	1	1	wakame		19					21,6	4,10
Référence 6	1	1	wakame		21,2					21,6	4,58
Référence 7	2	2	nori			dulse			3	8,5	0,26
Référence 8	1	1	wakame		1,4					18	0,25

Tableau 15 : soupes aux algues retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

2.2.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les soupes aux algues (wakamé, nori et dulse) ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
wakame	Undaria pinnatifida
nori	Porphyra sp
dulse	Palmaria palmata

2.2.2.1 Undaria pinnatifida

Undaria pinnatifida

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	23,08	23,08	0,00	0,05			0,00	0,12	0,00	0,29	0,00	0,01	0,00	0,50	7,90	7,90
Maximum	85,22	85,22	0,60	0,60			0,71	0,71	2,00	2,00	0,02	0,02	0,00	0,50	586,90	586,90
Moyenne	53,16	53,16	0,08	0,19			0,26	0,29	0,52	0,98	0,01	0,01	0,00	0,50	231,18	231,18
Ecart type	27,98	27,98	0,08	0,13			0,16	0,13	0,52	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	483,88	483,88
Médiane	52,16	52,16	0,06	0,16			0,27	0,26	0,36	1,08	0,00	0,02	0,00	0,50	158,93	158,93
P95			0,24	0,43				0,53	1,56						614,38	614,38
Effectif	4	4	18	18	0	0	26	26	14	14	13	13	3	3	25	25
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique
Nombre de données censurées	0	0	13	13			4	4	7	7	8	8	3	3	0	0
Taux de censure (%)	0	0	72	72			15	15	50	50	62	62	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			8	8	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.2.2 *Palmaria palmata*

Palmaria palmata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,00	1,00	0,00	0,05	6,80	6,80	0,00	0,03	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,50	5,90	5,90
Maximum	22,00	22,00	1,30	1,30	21,82	21,82	59,00	59,00	3,20	3,20	0,13	0,13	0,50	1,00	802,00	802,00
Moyenne	12,09	12,09	0,24	0,27	11,91	11,91	1,00	1,01	0,31	1,06	0,01	0,07	0,10	0,70	88,39	88,39
Ecart type	6,34	6,34	0,24	0,30	3,27	3,27	7,03	7,03	0,31	0,35	0,01	0,04	0,22	0,27	89,59	89,59
Médiane	10,88	10,88	0,17	0,19	11,49	11,49	0,14	0,15	0,21	1,01	0,01	0,10	0,00	0,50	62,08	62,08
P95	22,74	22,74	0,72	0,79	17,90	17,90			0,94	1,68	0,04				247,4	247,4
Effectif	23	23	44	44	19	19	70	70	33	33	38	38	5	5	62	62
Ajustement à une distribution théorique	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	15	15	0	0	6	6	26	26	30	30	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	34	34	0	0	9	9	79	79	79	79	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0

2.2.2.3 Porphyra sp

Porphyra sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des soupes et bouillons aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=374).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,171
2 fois / an	0,005	0,305
1 fois / mois	0,033	0,294
2 fois / mois	0,067	0,158
1 fois / semaine	0,143	0,051
> 1 fois / semaine	0,286	0,021

Tableau 16 : distribution de fréquence de consommation des soupes et bouillons aux algues au cours des 12 derniers mois (jour⁻¹)

2.2.4 Quantité par prise alimentaire

Toutes les références retrouvées dans le commerce sont des préparations déshydratées sous forme de poudre. Le consommateur ajoute de l'eau chaude pour reconstituer la soupe ou le bouillon aux algues juste avant consommation. La soupe se présente sous la forme d'un sachet individuel, une dose de préparation équivalant à une portion de soupe. Comme la part d'algues présentes dans le produit (%) ainsi que le poids d'une portion individuelle est indiqué sur le sachet, la quantité d'algues présentes dans un sachet et donc consommées par portion de soupe a été calculée. La quantité d'algues consommée est comprise entre 0,13g et 4,58g. Les données brutes de quantité ne peuvent pas être ajustées à une distribution.

	Algue retrouvée	Quantité d'algues (g) dans un sachet
Référence 1	wakame	0,59
Référence 2	wakame	NM
Référence 3	wakame	4,28
Référence 4	wakame	0,39
Référence 5	wakame	4,10
Référence 6	wakame	4,58
Référence 7	nori	0,13
Référence 7	dulse	0,13
Référence 8	wakame	0,25

Tableau 17 : quantité d'algues présentes dans une portion individuelle de soupe ou de bouillon

Pour le cas des soupes aux algues, il a été choisi de ne pas utiliser les données de quantité obtenues dans INCA3. En effet, ces données sont issues de 10 actes de consommation, avec des quantités de soupe aux algues obtenues après la réhydratation du concentré par ajout de l'eau. Il est dans ce cas impossible de remonter à la quantité d'algues consommées via ce type de données.

Données INCA3	Estimation de la quantité consommée (g)
soupe miso	209,2
soupe miso	663,7
soupe miso	505,0
soupe miso	216,4
soupe miso	631,2
soupe miso	81,2
soupe miso	81,2
soupe miso	398,2
soupe miso	378,8
soupe miso	373,3

Tableau 18 : quantité de soupe miso consommée par occasion après réhydratation avec de l'eau (g/prise). Données issues de l'enquête INCA3.

Il a ainsi été choisi d'utiliser, pour les calculs d'exposition, les données de quantité d'algues présentes par portion de soupe, en faisant l'hypothèse que le consommateur consomme une portion de soupe par acte de consommation. Comme les données ne s'ajustant pas à une distribution mathématique, la valeur moyenne (1,81g) a été utilisée pour les calculs d'exposition.

2.2.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les soupes et bouillons aux algues

L'exposition aux différentes substances a été calculée :

1) Pour chacune des 3 espèces d'algues retrouvées dans les soupes et bouillons aux algues en suivant la formule suivante :

$$\text{Exposition (mg / kg pc / jour)} = \frac{[\text{substance}] / 1000 \times \text{fréquence} \times \text{quantité d'algues dans une portion de soupe}}{\text{poids corporel}}$$

Où :

- **[substance]** : concentration de la substance dans l'algue (arsenic, cadmium, mercure, plomb, étain ou iode) ; exprimée en mg/kg MS
La concentration en substance est divisée par 1000 afin d'être exprimée en mg/g MS
- **Fréquence** : fréquence de consommation de la denrée alimentaire ; exprimée en jour⁻¹
- Quantité d'algues dans une portion de soupe ; exprimée en g
- **Poids corporel** : masse corporelle ; exprimée en kg pc (kg de poids corporel). Une masse de 70 kg est utilisée, selon les recommandations de l'Efsa (Efsa, 2012).

2) Puis, une somme pondérée de cette exposition obtenue par espèce a été effectuée en fonction de l'occurrence de chacune des 3 algues dans les soupes aux algues. Ainsi, un poids de 7/8 a été appliqué pour la distribution d'exposition liée à *Undaria pinnatifida*. Un poids de 1/16 a été appliqué pour les distributions d'expositions liées aux 2 autres espèces d'algues qui étaient présentes dans une même référence de soupe.

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique	Nombre de références où l'algue est retrouvée dans la soupe	Pondération
wakame	Undaria pinnatifida	7	7/8
nori	Porphyra sp	1	1/16
dulse	Palmaria palmata	1	1/16

Tableau 19 : algues retrouvées dans les soupes et bouillons aux algues et pondération correspondante

Il est ainsi obtenu une distribution d'exposition aux ETM et à l'iode dans les soupes et bouillons aux algues, selon l'approche LB et UB. Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence ou du trop faible nombre de données de concentration disponibles.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,76E-07	2,76E-04	2,76E-01	Moyenne	4,42E-05	4,42E-02	4,42E+01
Ecart type	3,20E-07	3,20E-04	3,20E-01	Ecart type	5,83E-05	5,83E-02	5,83E+01
Médiane	2,05E-07	2,05E-04	2,05E-01	Médiane	3,99E-05	3,99E-02	3,99E+01
P95	8,73E-07	8,73E-04	8,73E-01	P95	1,73E-04	1,73E-01	1,73E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,51E-07	2,51E-04	2,51E-01	Moyenne	4,56E-05	4,56E-02	4,56E+01
Ecart type	3,65E-07	3,65E-04	3,65E-01	Ecart type	6,02E-05	6,02E-02	6,02E+01
Médiane	1,32E-07	1,32E-04	1,32E-01	Médiane	4,00E-05	4,00E-02	4,00E+01
P95	8,96E-07	8,96E-04	8,96E-01	P95	1,73E-04	1,73E-01	1,73E+02
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	4,52E-07	4,52E-04	4,52E-01	Moyenne	1,16E-07	1,16E-04	1,16E-01
Ecart type	9,28E-07	9,28E-04	9,28E-01	Ecart type	1,69E-07	1,69E-04	1,69E-01
Médiane	1,51E-07	1,51E-04	1,51E-01	Médiane	6,46E-08	6,46E-05	6,46E-02
P95	1,76E-06	1,76E-03	1,76E+00	P95	3,80E-07	3,80E-04	3,80E-01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	8,84E-07	8,84E-04	8,84E-01	Moyenne	2,04E-07	2,04E-04	2,04E-01
Ecart type	1,09E-06	1,09E-03	1,09E+00	Ecart type	2,87E-07	2,87E-04	2,87E-01
Médiane	7,44E-07	7,44E-04	7,44E-01	Médiane	1,18E-07	1,18E-04	1,18E-01
P95	3,23E-06	3,23E-03	3,23E+00	P95	6,69E-07	6,69E-04	6,69E-01
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	6,60E-09	6,60E-06	6,60E-03	Moyenne	1,90E-04	1,90E-01	1,90E+02
Ecart type	7,25E-09	7,25E-06	7,25E-03	Ecart type	4,28E-04	4,28E-01	4,28E+02
Médiane	4,62E-09	4,62E-06	4,62E-03	Médiane	6,57E-05	6,57E-02	6,57E+01
P95	1,97E-08	1,97E-05	1,97E-02	P95	7,24E-04	7,24E-01	7,24E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,76E-08	1,76E-05	1,76E-02	Moyenne	1,94E-04	1,94E-01	1,94E+02
Ecart type	1,75E-08	1,75E-05	1,75E-02	Ecart type	4,67E-04	4,67E-01	4,67E+02
Médiane	1,25E-08	1,25E-05	1,25E-02	Médiane	6,45E-05	6,45E-02	6,45E+01
P95	4,97E-08	4,97E-05	4,97E-02	P95	7,25E-04	7,25E-01	7,25E+02

Tableau 20 : exposition aux ETM et à l'iode via les soupes et bouillons aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,35E-07	1,35E-04	1,35E-01	Moyenne	2,19E-05	2,19E-02	2,19E+01
Ecart type	2,65E-07	2,65E-04	2,65E-01	Ecart type	4,74E-05	4,74E-02	4,74E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	5,39E-07	5,39E-04	5,39E-01	P95	8,48E-05	8,48E-02	8,48E+01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,22E-07	1,22E-04	1,22E-01	Moyenne	2,17E-05	2,17E-02	2,17E+01
Ecart type	2,79E-07	2,79E-04	2,79E-01	Ecart type	4,63E-05	4,63E-02	4,63E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	5,83E-07	5,83E-04	5,83E-01	P95	8,47E-05	8,47E-02	8,47E+01
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,29E-07	2,29E-04	2,29E-01	Moyenne	5,54E-08	5,54E-05	5,54E-02
Ecart type	7,30E-07	7,30E-04	7,30E-01	Ecart type	1,22E-07	1,22E-04	1,22E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,13E-06	1,13E-03	1,13E+00	P95	2,58E-07	2,58E-04	2,58E-01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	4,52E-07	4,52E-04	4,52E-01	Moyenne	9,90E-08	9,90E-05	9,90E-02
Ecart type	9,49E-07	9,49E-04	9,49E-01	Ecart type	2,34E-07	2,34E-04	2,34E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,69E-06	1,69E-03	1,69E+00	P95	4,28E-07	4,28E-04	4,28E-01
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	3,17E-09	3,17E-06	3,17E-03	Moyenne	8,72E-05	8,72E-02	8,72E+01
Ecart type	6,06E-09	6,06E-06	6,06E-03	Ecart type	2,65E-04	2,65E-01	2,65E+02
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,37E-08	1,37E-05	1,37E-02	P95	4,18E-04	4,18E-01	4,18E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	8,50E-09	8,50E-06	8,50E-03	Moyenne	9,42E-05	9,42E-02	9,42E+01
Ecart type	1,51E-08	1,51E-05	1,51E-02	Ecart type	3,10E-04	3,10E-01	3,10E+02
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,48E-08	3,48E-05	3,48E-02	P95	4,31E-04	4,31E-01	4,31E+02

Tableau 21 : exposition aux ETM et à l'iode via les soupes et bouillons aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.3 Les tartares aux algues

Les tartares de la mer peuvent être définis comme des produits à base d'algues crues, assaisonnées et marinées.



2.3.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

45 références de tartares aux algues ont été retrouvées dans le commerce. L'ensemble des produits comportait le nom des algues sur l'étiquette. La part des algues présentes dans le tartare (c'est-à-dire le pourcentage d'algues dans le produit fini) était indiquée sur 43 des 45 références. Ainsi, les deux références incomplètes ont été écartées des calculs. Les 43 autres références ont été incluses pour le calcul de la part de l'algue dans le tartare.

Jusqu'à 5 algues différentes ont été retrouvées dans le produit fini. 12 tartares contenaient 1 algue (soit 28%), 2 tartares en contenaient 2 (soit 5%), 24 tartares en contenaient 3 (56%), 4 tartares en contenaient 4 (soit 9%) et 1 tartare en contenaient 5 (2%). Les algues retrouvées dans les tartares sont la laitue de mer (n=33), la dulse (n=31), le haricot de mer (n=18), le wakamé (n=14), la nori (n=8), le spaghetti de mer (n=3) et le kombu royal (n=2).

Tartares aux algues	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 3 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 3 - % présence dans le produit	Algue 4 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 4 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 4 - % présence dans le produit	Algue 5 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 5 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 5 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit
Référence 1	3	haricot de mer	Himantalia élongata		laitue de mer	Ulva lactuca		dulce	Palmaria palmata								34
Référence 2	3	laitue de mer	Ulva sp		wakamé			dulce	Palmaria palmata								33
Référence 3	3	laitue de mer			wakamé			dulce									33
Référence 4	3	laitue de mer	Ulva sp		dulce	Palmaria palmata		haricots de mer	Himantalia élongata								32
Référence 5	4	spaghetti de mer			wakame			laitue de mer			dulce						50
Référence 6	4	spaghetti de mer			dulce			laitue de mer			wakame						30
Référence 7	3	dulce			laitue de mer			wakame									30
Référence 8	1	spaghetti de mer		36													
Référence 9	1	nori		37													
Référence 10	3	dulce			nori			laitue de mer									60
Référence 11	5	haricot de mer			wakame			laitue de mer			dulce			nori			41
Référence 12	2	haricot de mer	Himantalia élongata		wakamé	Undaria pinnatifida											45
Référence 13	1	wakame		NM													
Référence 14	3	wakame			ulve			dulce									NM
Référence 15	1	wakame	Undaria pinnatifida	2,3													
Référence 16	3	dulce			nori			kombu royal									60
Référence 17	3	dulce			nori			laitue de mer									60
Référence 18	3	dulce			nori			laitue de mer									60
Référence 19	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								58
Référence 20	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								32
Référence 21	1	laitue de mer	Ulva sp	32,5													
Référence 22	3	dulce			laitue			haricot de mer									36
Référence 23	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								34
Référence 24	4	nori	Porphyra sp		wakame	Undaria pinnatifida		dulce	Palmaria palmata		laitue de mer	Ulva lactuca					37
Référence 25	4	dulce			wakame			laitue de mer			haricot de mer						58
Référence 26	1	dulce		37,5													
Référence 27	1	haricot de mer		32													
Référence 28	1	laitue de mer		28,5													
Référence 29	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								37,4
Référence 30	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								28,1
Référence 31	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								35,9
Référence 32	3	laitue de mer			dulce			haricot de mer									32
Référence 33	1	wakame		1,07													
Référence 34	1	laitue de mer		1,64													
Référence 35	1	kombu royal	Saccharina latissima	10,6													
Référence 36	1	laitue de mer	Ulva sp	51,3													
Référence 37	1	haricot de mer	Himantalia élongata	27													
Référence 38	2	dulce	Palmaria palmata	31,6	laitue de mer	Ulva	10,5										
Référence 39	3	dulce			nori			laitue de mer									1
Référence 40	3	dulce			laitue de mer			wakame									40
Référence 41	3	dulce			laitue de mer			haricot de mer									30
Référence 42	3	laitue de mer			wakame			dulce									31
Référence 43	3	wakame			dulce			laitue de mer									33
Référence 44	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								32
Référence 45	3	laitue de mer	Ulva		dulce	Palmaria palmata		haricot de mer	Himantalia élongata								58

Tableau 22 : références de tartares aux algues retrouvées dans le commerce

La part totale des algues dans le tartare est comprise entre 1 et 60% avec une valeur moyenne égale à 35% ($\pm 16\%$) et une valeur médiane égale à 34%.

	Part de(s) algue(s) dans le tartare (%)
minimum	1
maximum	60
moyenne	35
ecart type	16
mediane	34
effectif	43

La part de chacune des algues présentes dans un mélange n'est pas connue. Par exemple, la référence 1 de tartare est constituée de 3 algues : le haricot de mer, la laitue de mer et la dulce. Le mélange de ces 3 algues représente 34% du tartare. La part de chacune des 3 algues dans le tartare n'est pas mentionnée sur l'étiquette. Pour les calculs, il a été choisi d'attribuer une part de présence égale pour chacune des algues constituant un mélange. Dans l'exemple précédent, une part de 11,3% a été attribuée à chacune des 3 algues du mélange. La part de chacune des algues dans le produit fini est du même ordre de grandeur, indépendamment de l'espèce. Elle se situe entre $10\% \pm 5\%$ pour le wakamé et $17\% \pm 11\%$ pour la nori. L'ensemble des données (n=109) a été ajustée à une distribution loglogistique.

	Part de l'algue dans le tartare (%)				
	laitue de mer	dulce	haricot de mer	wakame	nori
Moyenne	14	14	15	10	17
Ecart type	9	7	7	5	11
Médiane	11	11	12	11	20
N	33	31	18	14	8

Algue	Part dans le produit fini (%)
Ajustement	Loglogistique
Moyenne	14,82
Ecart type	11,78
Médiane	12,3
P95	32,52

Tableau 23 : part de l'algue (%) dans le tartare

2.3.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les tartares ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
laitue de mer	Ulva sp
dulse	Palmaria palmata
haricot de mer	Himanthalia elongata
wakame	Undaria pinnatifida
nori	Porphyra sp
spaghetti de mer	Himanthalia elongata
kombu royal	Saccharina latissima

2.3.2.1 Ulva sp

Ulva sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,45	1,45	0,00	0,02			0,00	0,03	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,50	13,10	13,10
Maximum	8,80	8,80	2,30	2,30			0,70	0,70	13,40	13,40	1,00	1,00	0,51	1,00	300,00	300,00
Moyenne	5,92	5,92	0,53	0,61			0,16	0,17	2,38	2,49	0,06	0,07	0,10	0,60	81,81	81,81
Ecart type	2,00	2,00	0,53	0,95			0,16	0,12	2,83	2,40	0,17	0,17	0,23	0,22	63,89	63,89
Médiane	6,28	6,28	0,37	0,33			0,11	0,14	1,65	1,79	0,04	0,04	0,00	0,50	64,48	64,48
P95			1,58	2,05			0,48	0,40	7,12	6,8					200,61	200,61
Effectif	11	11	38	38	0	0	61	61	40	40	32	32	5	5	50	50
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	11	11			5	5	5	5	11	11	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	29	29			8	8	13	13	34	34	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	4	4	2	2	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			2	2	10	10	6	6	0	0	0	0

2.3.2.2 *Palmaria palmata*

Palmaria palmata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,00	1,00	0,00	0,05	6,80	6,80	0,00	0,03	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,50	5,90	5,90
Maximum	22,00	22,00	1,30	1,30	21,82	21,82	59,00	59,00	3,20	3,20	0,13	0,13	0,50	1,00	802,00	802,00
Moyenne	12,09	12,09	0,24	0,27	11,91	11,91	1,00	1,01	0,31	1,06	0,01	0,07	0,10	0,70	88,39	88,39
Ecart type	6,34	6,34	0,24	0,30	3,27	3,27	7,03	7,03	0,31	0,35	0,01	0,04	0,22	0,27	89,59	89,59
Médiane	10,88	10,88	0,17	0,19	11,49	11,49	0,14	0,15	0,21	1,01	0,01	0,10	0,00	0,50	62,08	62,08
P95	22,74	22,74	0,72	0,79	17,90	17,90			0,94	1,68	0,04				247,4	247,4
Effectif	23	23	44	44	19	19	70	70	33	33	38	38	5	5	62	62
Ajustement à une distribution théorique	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	15	15	0	0	6	6	26	26	30	30	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	34	34	0	0	9	9	79	79	79	79	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0

2.3.2.3 Himanthalia elongata

Himanthalia elongata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	18,88	18,88	0,00	0,05			0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,50	0,00	0,50
Maximum	55,27	55,27	0,39	0,39			1,30	1,30	3,60	3,60	0,03	0,03	0,00	0,50	112,00	112,00
Moyenne	34,54	34,54	0,10	0,21			0,45	0,45	0,76	1,30	0,00	0,01	0,00	0,50	50,82	50,84
Ecart type	15,16	15,16	0,10	0,15			0,31	0,31	0,76	1,55	0,01	0,01	0,00	0,00	32,38	32,35
Médiane	32,00	32,00	0,07	0,18			0,33	0,37	0,53	0,99	0,00	0,02	0,00	0,50	52,60	52,60
P95			0,29	0,46				1,04	2,29	3,2						
Effectif	4	4	23	23	0	0	29	29	18	18	14	14	2	2	23	23
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	14	14			1	1	9	9	10	10	2	2	1	1
Taux de censure (%)	0	0	61	61			3	3	50	50	71	71	100	100	4	4
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			9	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			31	31	0	0	0	0	0	0	0	0

2.3.2.4 Undaria pinnatifida

Undaria pinnatifida

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	23,08	23,08	0,00	0,05			0,00	0,12	0,00	0,29	0,00	0,01	0,00	0,50	7,90	7,90
Maximum	85,22	85,22	0,60	0,60			0,71	0,71	2,00	2,00	0,02	0,02	0,00	0,50	586,90	586,90
Moyenne	53,16	53,16	0,08	0,19			0,26	0,29	0,52	0,98	0,01	0,01	0,00	0,50	231,18	231,18
Ecart type	27,98	27,98	0,08	0,13			0,16	0,13	0,52	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	483,88	483,88
Médiane	52,16	52,16	0,06	0,16			0,27	0,26	0,36	1,08	0,00	0,02	0,00	0,50	158,93	158,93
P95			0,24	0,43				0,53	1,56						614,38	614,38
Effectif	4	4	18	18	0	0	26	26	14	14	13	13	3	3	25	25
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique
Nombre de données censurées	0	0	13	13			4	4	7	7	8	8	3	3	0	0
Taux de censure (%)	0	0	72	72			15	15	50	50	62	62	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			8	8	0	0	0	0	0	0	0	0

2.3.2.5 Porphyra sp

Porphyra sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

2.3.2.6 Saccharina latissima

Saccharina latissima

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,65	25,65	0,00	0,05			0,00	0,10	0,00	0,45	0,00	0,02			113,50	113,50
Maximum	74,74	74,74	49,50	49,50			0,70	0,70	2,00	2,00	0,17	0,17			8051,50	8051,50
Moyenne	44,70	44,70	2,00	2,08			0,26	0,27	0,44	0,99	0,04	0,04			3389,35	3389,35
Ecart type	26,32	26,32	7,96	7,94			0,15	0,13	0,44	0,36	0,04	0,04			2359,85	2359,85
Médiane	33,72	33,72	0,00	0,20			0,23	0,24	0,31	1,10	0,03	0,03			3414,00	3414,00
P95								0,51	1,33		0,11	0,11				
Effectif	3	3	39	39	0	0	39	39	18	18	18	18	0	0	39	39
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Non	Non			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	20	20			3	3	9	9	8	8			0	0
Taux de censure (%)	0	0	51	51			8	8	50	50	44	44			0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	4	4	/	/	4	4	0	0	1	1			27	27
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	10	10	/	/	10	10	0	0	6	6			69	69

2.3.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des tartares aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=326).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,310
2 fois / an	0,005	0,350
1 fois / mois	0,033	0,172
2 fois / mois	0,067	0,104
1 fois / semaine	0,143	0,037
> 1 fois / semaine	0,286	0,027

Tableau 24 distribution de fréquence de consommation des tartares aux algues au cours des 12 derniers mois (journal)

2.3.4 Quantité par prise alimentaire

Les actes de consommations sont issus de l'enquête INCA3 réalisée par l'ANSES entre février 2014 et septembre 2015 sur 4 114 individus (256301 actes de consommation au total). Les données de consommation ont été recueillies à l'aide de carnets durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015).

Les tartares végétaux ne font pas partie des aliments ou des groupes d'aliment INCA3. Seulement 16 actes de consommation relatifs aux algues (groupe 21 : légumes, code 15 : algue / laitue de mer) sont disponibles et parmi eux, 4 actes concernent des tartares d'algues. Ces 4 actes concernent seulement 2 individus. 1 individu a déclaré 3 actes de consommations de tartares d'algues : 2 actes au déjeuner (64,3g + 12,9g = 77,2g) et un acte dans l'après-midi (21,9g). Ce nombre de donnée est jugé trop faible pour représenter la quantité de tartare d'algue ingérée par prise alimentaire.

Libellé du/des aliment(s) tel que déclaré dans l'occasion de consommation	Estimation de la quantité consommée (g)	
salade verte+tomate (1petite)+graine germée	1,6	
crudité (concombre/tomate/salade roquette/graines germée/jus de citron/vinaigre de cidre et balsamique/sauce de soja/ artichaut + vinaigre (meme préparation que pour le déjeuner)	1,0	
riz aux algues	8,6	
tofu aux algues	1,8	
salade verte	18,2	
laitue	32,1	
pavé de veau + algue marine + carotte	2,1	
galette de riz (+ tartare d'algues)	4,7	
biscotte + tartare d algue	64,3	} 1 seul individu
biscotte + tartare d algue	21,9	
tartine + tartare d algue	12,9	
toast + caviar d'algue	25,7	
algue	83,1	
algue	8,4	
yaourt nature + algues	10,1	

Tableau 25 : aliments tels que déclarés et relatifs aux algues dans INCA3

Les tartares végétaux pouvant être facilement consommés « en tartinable » sur du pain, des biscottes, des blinis etc... (comme retrouvé pour les 4 actes de consommation INCA3), il a été décidé d'attribuer les données de quantité des rillettes de la mer, également consommées « en tartinables », aux tartares végétaux.

60 données de quantité de rillettes de la mer ont ainsi été obtenues via INCA3 (Cf partie 3, « les rillettes de la mer aux algues » pour plus de détails). Ces données ont été ajustées à une distribution lognormale.

Quantité de rillettes de la mer par prise alimentaire (g)	
Ajustement	Lognormale
Moyenne	39,72
Ecart type	48,61
Médiane	25,13
P95	121,25

Tableau 26 : quantité de rillettes consommées par occasion (g/prise)

2.3.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les tartares

1) L'exposition aux différentes substances a été calculée pour chacune des 43 références de tartare afin de prendre en compte les différentes associations d'algues retrouvées dans le produit fini en termes de nombre et d'espèce.

Exemple :

Tartare 1 : 1 algue, le spaghetti de mer

Tartare 13 : 2 algues, le haricot de mer et le wakamé

Tartare 15 : 3 algues, le haricot de mer, la laitue de mer et la dulse

Lorsque plusieurs algues étaient présentes dans le tartare, le calcul d'exposition à la substance correspondait à la somme des expositions à cette substance *via* chacune des algues présentes dans le produit

Exemple :

Exposition substance via tartare 1 = exposition substance dans le spaghetti de mer

Exposition substance via tartare 13 = exposition substance dans le haricot de mer + exposition substance dans le wakamé

Exposition substance via tartare 15 = exposition substance dans le haricot de mer + exposition substance dans la laitue de mer + exposition substance dans la dulse

2) Puis, une moyenne des 43 distributions d'exposition (correspondant aux 43 références de tartares) a été effectuée.

Il est ainsi obtenu une distribution d'exposition aux ETM et à l'iode dans les tartares aux algues, selon l'approche LB et UB. Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence ou du trop faible nombre de données de concentration disponibles.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,79E-06	2,79E-03	2,79E+00	Moyenne	1,36E-04	1,36E-01	1,36E+02
Ecart type	1,75E-06	1,75E-03	1,75E+00	Ecart type	8,30E-05	8,30E-02	8,30E+01
Médiane	2,39E-06	2,39E-03	2,39E+00	Médiane	1,16E-04	1,16E-01	1,16E+02
P95	5,71E-06	5,71E-03	5,71E+00	P95	2,77E-04	2,77E-01	2,77E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,85E-06	2,85E-03	2,85E+00	Moyenne	1,36E-04	1,36E-01	1,36E+02
Ecart type	1,83E-06	1,83E-03	1,83E+00	Ecart type	8,23E-05	8,23E-02	8,23E+01
Médiane	2,43E-06	2,43E-03	2,43E+00	Médiane	1,16E-04	1,16E-01	1,16E+02
P95	5,90E-06	5,90E-03	5,90E+00	P95	2,78E-04	2,78E-01	2,78E+02
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	6,26E-06	6,26E-03	6,26E+00	Moyenne	2,02E-06	2,02E-03	2,02E+00
Ecart type	5,05E-06	5,05E-03	5,05E+00	Ecart type	1,63E-06	1,63E-03	1,63E+00
Médiane	5,02E-06	5,02E-03	5,02E+00	Médiane	1,63E-06	1,63E-03	1,63E+00
P95	1,42E-05	1,42E-02	1,42E+01	P95	4,52E-06	4,52E-03	4,52E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	9,04E-06	9,04E-03	9,04E+00	Moyenne	2,43E-06	2,43E-03	2,43E+00
Ecart type	6,60E-06	6,60E-03	6,60E+00	Ecart type	1,96E-06	1,96E-03	1,96E+00
Médiane	7,54E-06	7,54E-03	7,54E+00	Médiane	1,97E-06	1,97E-03	1,97E+00
P95	1,91E-05	1,91E-02	1,91E+01	P95	5,39E-06	5,39E-03	5,39E+00
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,55E-07	1,55E-04	1,55E-01	Moyenne	9,23E-04	9,23E-01	9,23E+02
Ecart type	1,01E-07	1,01E-04	1,01E-01	Ecart type	1,08E-03	1,08E+00	1,08E+03
Médiane	1,31E-07	1,31E-04	1,31E-01	Médiane	6,59E-04	6,59E-01	6,59E+02
P95	3,24E-07	3,24E-04	3,24E-01	P95	2,28E-03	2,28E+00	2,28E+03
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,87E-07	2,87E-04	2,87E-01	Moyenne	9,23E-04	9,23E-01	9,23E+02
Ecart type	1,76E-07	1,76E-04	1,76E-01	Ecart type	1,07E-03	1,07E+00	1,07E+03
Médiane	2,45E-07	2,45E-04	2,45E-01	Médiane	6,56E-04	6,56E-01	6,56E+02
P95	6,00E-07	6,00E-04	6,00E-01	P95	2,28E-03	2,28E+00	2,28E+03

Tableau 27 : exposition aux ETM et à l'iode via les tartares aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,21E-06	1,21E-03	1,21E+00	Moyenne	5,90E-05	5,90E-02	5,90E+01
Ecart type	1,82E-06	1,82E-03	1,82E+00	Ecart type	8,90E-05	8,90E-02	8,90E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	4,55E-06	4,55E-03	4,55E+00	P95	2,22E-04	2,22E-01	2,22E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,24E-06	1,24E-03	1,24E+00	Moyenne	5,90E-05	5,90E-02	5,90E+01
Ecart type	1,88E-06	1,88E-03	1,88E+00	Ecart type	8,92E-05	8,92E-02	8,92E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	4,68E-06	4,68E-03	4,68E+00	P95	2,22E-04	2,22E-01	2,22E+02
<i>Plomb</i>				<i>Arsenic minéral</i>			
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,73E-06	2,73E-03	2,73E+00	Moyenne	8,55E-07	8,55E-04	8,55E-01
Ecart type	5,58E-06	5,58E-03	5,58E+00	Ecart type	1,34E-06	1,34E-03	1,34E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,04E-05	1,04E-02	1,04E+01	P95	3,37E-06	3,37E-03	3,37E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	3,88E-06	3,88E-03	3,88E+00	Moyenne	1,05E-06	1,05E-03	1,05E+00
Ecart type	6,34E-06	6,34E-03	6,34E+00	Ecart type	1,69E-06	1,69E-03	1,69E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,44E-05	1,44E-02	1,44E+01	P95	4,13E-06	4,13E-03	4,13E+00
<i>Arsenic organique</i>				<i>Etain</i>			
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Mercuré</i>				<i>Iode</i>			
Mercuré	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	6,71E-08	6,71E-05	6,71E-02	Moyenne	4,04E-04	4,04E-01	4,04E+02
Ecart type	1,03E-07	1,03E-04	1,03E-01	Ecart type	8,41E-04	8,41E-01	8,41E+02
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	2,50E-07	2,50E-04	2,50E-01	P95	1,55E-03	1,55E+00	1,55E+03
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,24E-07	1,24E-04	1,24E-01	Moyenne	4,04E-04	4,04E-01	4,04E+02
Ecart type	1,88E-07	1,88E-04	1,88E-01	Ecart type	8,51E-04	8,51E-01	8,51E+02
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	4,68E-07	4,68E-04	4,68E-01	P95	1,55E-03	1,55E+00	1,55E+03

Tableau 28 : exposition aux ETM et à l'iode via les tartares aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.4 Les rillettes de la mer aux algues



Les rillettes de la mer aux algues sont définies comme des rillettes à base de poissons (sardine, maquereau, thon, saumon...), de fruits de mer (orveau, saint j Jacques) ou de crustacé (langoustine) et contenant des algues.

2.4.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

16 rillettes de la mer aux algues ont été retrouvées dans le commerce. Parmi elles, 9 ont d'indiqué sur l'étiquette le nom de l'algue présente et la part de celle-ci (en pourcentage) dans le produit commercialisé. Pour les 7 autres produits commercialisés, le nom de l'algue présente (n=6) ou la part de l'algue dans le produit fini (n=1) n'étaient pas indiqué sur l'étiquette. Par conséquent, seules les références contenant le nom de l'algue et sa part de présence dans le produit ainsi ont été inclus (n=9). Les 6 autres références ont été écartées.

Les algues retrouvées dans les rillettes de la mer sont le wakamé (n=4), le spaghetti de mer (n=1), la nori (n=1), la laitue de mer (n=1), la dulse (n=1) et le kombu royal (n=1). Pour les 9 références répertoriées, une seule algue était présente dans le produit fini. L'algue pouvait représenter entre 0,1% et 26% du produit fini. Les 9 données ont été ajustées à une distribution de type lognormale.

Rillettes de la mer aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 3 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit
Référence 1	1	1	wakame		0,3							
Référence 2	1	1	spaghetti de mer		2							
Référence 3	NM "algues"	NM "algues"										0,6
Référence 4	NM "algues"	NM "algues"										0,6
Référence 5	NM "algues"	NM "algues"										0,6
Référence 6	3	3	laitue de mer			dulse			nori			NM
Référence 7	1	1	wakame	Undaria pinnatifida	25							
Référence 8	NM "algues réhydratées"	NM "algues réhydratées"										4
Référence 9	1	1	wakame		5,6							
Référence 10	1	1	nori	Porphyra umbilicalis	0,5							
Référence 11	1	1	laitue de mer	Ulva sp	0,4							
Référence 12	1	1	dulse	Palmaria palmata	0,4							
Référence 13	1	1	kombu royal		26							
Référence 14	NM "algues séchées"	NM "algues séchées"			0,1							
Référence 15	NM "algues"	NM "algues"			0,1							
Référence 16	1	1	wakame		0,1							

Tableau 29 : références de rillettes de la mer aux algues retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

Algue	Part dans le produit fini (%)
wakame	0,3
spaghetti de mer	2
wakame	25
wakame	5,6
nori	0,5
laitue de mer	0,4
dulse	0,4
kombu royal	26
wakame	0,1

Tableau 30 : algues retrouvées dans les rillettes de la mer

Algue	Part dans le produit fini (%)
Ajustement	Lognormale
Moyenne	8,33
Ecart type	49,75
Médiane	1,37
P95	31,19

Tableau 31 : part de l'algue (%) dans les rillettes de la mer

2.4.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les rillettes de la mer (wakamé, spaghetti de mer, nori, laitue de mer, dulse et kombu royal) ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
wakame	Undaria pinnatifida
spaghetti de mer	Himanthalia elongata
nori	Porphyra sp
laitue de mer	Ulva sp
dulse	Palmaria palmata
kombu royal	Saccharina latissima

2.4.2.1 Undaria pinnatifida

Undaria pinnatifida

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	23,08	23,08	0,00	0,05			0,00	0,12	0,00	0,29	0,00	0,01	0,00	0,50	7,90	7,90
Maximum	85,22	85,22	0,60	0,60			0,71	0,71	2,00	2,00	0,02	0,02	0,00	0,50	586,90	586,90
Moyenne	53,16	53,16	0,08	0,19			0,26	0,29	0,52	0,98	0,01	0,01	0,00	0,50	231,18	231,18
Ecart type	27,98	27,98	0,08	0,13			0,16	0,13	0,52	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	483,88	483,88
Médiane	52,16	52,16	0,06	0,16			0,27	0,26	0,36	1,08	0,00	0,02	0,00	0,50	158,93	158,93
P95			0,24	0,43				0,53	1,56						614,38	614,38
Effectif	4	4	18	18	0	0	26	26	14	14	13	13	3	3	25	25
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique
Nombre de données censurées	0	0	13	13			4	4	7	7	8	8	3	3	0	0
Taux de censure (%)	0	0	72	72			15	15	50	50	62	62	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			8	8	0	0	0	0	0	0	0	0

2.4.2.2 Himanthalia elongata

Himanthalia elongata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	18,88	18,88	0,00	0,05			0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,50	0,00	0,50
Maximum	55,27	55,27	0,39	0,39			1,30	1,30	3,60	3,60	0,03	0,03	0,00	0,50	112,00	112,00
Moyenne	34,54	34,54	0,10	0,21			0,45	0,45	0,76	1,30	0,00	0,01	0,00	0,50	50,82	50,84
Ecart type	15,16	15,16	0,10	0,15			0,31	0,31	0,76	1,55	0,01	0,01	0,00	0,00	32,38	32,35
Médiane	32,00	32,00	0,07	0,18			0,33	0,37	0,53	0,99	0,00	0,02	0,00	0,50	52,60	52,60
P95			0,29	0,46				1,04	2,29	3,2						
Effectif	4	4	23	23	0	0	29	29	18	18	14	14	2	2	23	23
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	14	14			1	1	9	9	10	10	2	2	1	1
Taux de censure (%)	0	0	61	61			3	3	50	50	71	71	100	100	4	4
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			9	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			31	31	0	0	0	0	0	0	0	0

2.4.2.3 Porphyra sp

Porphyra sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

2.4.2.4 Ulva sp

Ulva sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,45	1,45	0,00	0,02			0,00	0,03	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,50	13,10	13,10
Maximum	8,80	8,80	2,30	2,30			0,70	0,70	13,40	13,40	1,00	1,00	0,51	1,00	300,00	300,00
Moyenne	5,92	5,92	0,53	0,61			0,16	0,17	2,38	2,49	0,06	0,07	0,10	0,60	81,81	81,81
Ecart type	2,00	2,00	0,53	0,95			0,16	0,12	2,83	2,40	0,17	0,17	0,23	0,22	63,89	63,89
Médiane	6,28	6,28	0,37	0,33			0,11	0,14	1,65	1,79	0,04	0,04	0,00	0,50	64,48	64,48
P95			1,58	2,05			0,48	0,40	7,12	6,8					200,61	200,61
Effectif	11	11	38	38	0	0	61	61	40	40	32	32	5	5	50	50
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	11	11			5	5	5	5	11	11	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	29	29			8	8	13	13	34	34	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	4	4	2	2	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			2	2	10	10	6	6	0	0	0	0

2.4.2.5 *Palmaria palmata*

Palmaria palmata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,00	1,00	0,00	0,05	6,80	6,80	0,00	0,03	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,50	5,90	5,90
Maximum	22,00	22,00	1,30	1,30	21,82	21,82	59,00	59,00	3,20	3,20	0,13	0,13	0,50	1,00	802,00	802,00
Moyenne	12,09	12,09	0,24	0,27	11,91	11,91	1,00	1,01	0,31	1,06	0,01	0,07	0,10	0,70	88,39	88,39
Ecart type	6,34	6,34	0,24	0,30	3,27	3,27	7,03	7,03	0,31	0,35	0,01	0,04	0,22	0,27	89,59	89,59
Médiane	10,88	10,88	0,17	0,19	11,49	11,49	0,14	0,15	0,21	1,01	0,01	0,10	0,00	0,50	62,08	62,08
P95	22,74	22,74	0,72	0,79	17,90	17,90			0,94	1,68	0,04				247,4	247,4
Effectif	23	23	44	44	19	19	70	70	33	33	38	38	5	5	62	62
Ajustement à une distribution théorique	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	15	15	0	0	6	6	26	26	30	30	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	34	34	0	0	9	9	79	79	79	79	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0

2.4.2.6 Saccharina latissima

Saccharina latissima

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,65	25,65	0,00	0,05			0,00	0,10	0,00	0,45	0,00	0,02			113,50	113,50
Maximum	74,74	74,74	49,50	49,50			0,70	0,70	2,00	2,00	0,17	0,17			8051,50	8051,50
Moyenne	44,70	44,70	2,00	2,08			0,26	0,27	0,44	0,99	0,04	0,04			3389,35	3389,35
Ecart type	26,32	26,32	7,96	7,94			0,15	0,13	0,44	0,36	0,04	0,04			2359,85	2359,85
Médiane	33,72	33,72	0,00	0,20			0,23	0,24	0,31	1,10	0,03	0,03			3414,00	3414,00
P95								0,51	1,33		0,11	0,11				
Effectif	3	3	39	39	0	0	39	39	18	18	18	18	0	0	39	39
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Non	Non			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	20	20			3	3	9	9	8	8			0	0
Taux de censure (%)	0	0	51	51			8	8	50	50	44	44			0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	4	4	/	/	4	4	0	0	1	1			27	27
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	10	10	/	/	10	10	0	0	6	6			69	69

2.4.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des rillettes de la mer a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=329).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,386
2 fois / an	0,005	0,398
1 fois / mois	0,033	0,143
2 fois / mois	0,067	0,061
1 fois / semaine	0,143	0,006
> 1 fois /semaine	0,286	0,006

Tableau 32 : distribution de fréquence de consommation de rillettes de la mer au cours des 12 derniers mois (jour¹)

2.4.4 Quantité par prise alimentaire

Les actes de consommations sont issus de l'enquête INCA3 réalisée par l'ANSES entre février 2014 et septembre 2015 sur 4 114 individus (256301 actes de consommation au total). Les données de consommation ont été recueillies à l'aide de carnets durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015).

60 actes de consommations de rillettes de la mer ont été obtenus auprès de 56 individus différents ; sachant qu'un individu peut manger des rillettes de la mer sur plusieurs repas dans une même journée ; et des rillettes différentes au cours d'un même repas). Les individus ont principalement consommés des rillettes de thon et de saumon (n=13). Ces données ont été ajustées à une distribution lognormale.

Quantité de rillettes de la mer par prise alimentaire (g)	
Ajustement	Lognormale
Moyenne	39,72
Ecart type	48,61
Médiane	25,13
P95	121,25

Tableau 33 : quantité de rillettes consommées par occasion (g/prise)

2.4.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les rillettes de la mer

L'exposition aux différentes substances a été calculée :

- 1) Pour chacune des 6 espèces d'algues retrouvées dans les rillettes de la mer
- 2) Puis, une somme pondérée de cette exposition obtenue par espèce a été effectuée en fonction de l'occurrence chacune des 6 algues dans les rillettes de la mer. Ainsi, un poids de 4/9 a été appliqué pour la distribution d'exposition liée à *Undaria pinnatifida*. Un poids de 1/9 a été appliqué pour les distributions d'expositions liées aux 5 autres espèces d'algues. Cette pondération a pu être réajustée dans le cas où une absence de données de concentration a été observée pour certaines espèces algues.

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique	Nombre de fois où l'algue est retrouvée dans des rillettes de la mer	Pondération
wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>	4	4/9
spaghetti de mer	<i>Himantalia elongata</i>	1	1/9
nori	<i>Porphyra sp</i>	1	1/9
laitue de mer	<i>Ulva sp</i>	1	1/9
dulse	<i>Palmaria palmata</i>	1	1/9
kombu royal	<i>Saccharina latissima</i>	1	1/9

Tableau 34 : algues retrouvées dans les rillettes de la mer et pondération correspondante

Il est ainsi obtenu une distribution d'exposition aux ETM et à l'iode dans les rillettes de la mer, selon l'approche LB et UB. Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence ou du trop faible nombre de données de concentration disponibles.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,16E-07	2,16E-04	2,16E-01	Moyenne	3,14E-05	3,14E-02	3,14E+01
Ecart type	9,90E-07	9,90E-04	9,90E-01	Ecart type	3,83E-04	3,83E-01	3,83E+02
Médiane	4,98E-08	4,98E-05	4,98E-02	Médiane	4,62E-06	4,62E-03	4,62E+00
P95	7,48E-07	7,48E-04	7,48E-01	P95	8,22E-05	8,22E-02	8,22E+01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,27E-07	2,27E-04	2,27E-01	Moyenne	2,41E-05	2,41E-02	2,41E+01
Ecart type	9,80E-07	9,80E-04	9,80E-01	Ecart type	1,36E-04	1,36E-01	1,36E+02
Médiane	5,01E-08	5,01E-05	5,01E-02	Médiane	4,56E-06	4,56E-03	4,56E+00
P95	7,54E-07	7,54E-04	7,54E-01	P95	8,32E-05	8,32E-02	8,32E+01
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	6,19E-07	6,19E-04	6,19E-01	Moyenne	3,12E-07	3,12E-04	3,12E-01
Ecart type	1,54E-05	1,54E-02	1,54E+01	Ecart type	4,57E-06	4,57E-03	4,57E+00
Médiane	8,03E-08	8,03E-05	8,03E-02	Médiane	4,83E-08	4,83E-05	4,83E-02
P95	1,52E-06	1,52E-03	1,52E+00	P95	9,10E-07	9,10E-04	9,10E-01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	8,87E-07	8,87E-04	8,87E-01	Moyenne	3,37E-07	3,37E-04	3,37E-01
Ecart type	9,77E-06	9,77E-03	9,77E+00	Ecart type	3,26E-06	3,26E-03	3,26E+00
Médiane	1,59E-07	1,59E-04	1,59E-01	Médiane	3,26E-08	3,26E-05	3,26E-02
P95	2,59E-06	2,59E-03	2,59E+00	P95	1,11E-06	1,11E-03	1,11E+00
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,13E-08	1,13E-05	1,13E-02	Moyenne	3,38E-04	3,38E-01	3,38E+02
Ecart type	4,43E-08	4,43E-05	4,43E-02	Ecart type	2,64E-03	2,64E+00	2,64E+03
Médiane	2,26E-09	2,26E-06	2,26E-03	Médiane	4,16E-05	4,16E-02	4,16E+01
P95	4,02E-08	4,02E-05	4,02E-02	P95	9,27E-04	9,27E-01	9,27E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,02E-08	2,02E-05	2,02E-02	Moyenne	3,56E-04	3,56E-01	3,56E+02
Ecart type	1,37E-07	1,37E-04	1,37E-01	Ecart type	6,35E-03	6,35E+00	6,35E+03
Médiane	4,32E-09	4,32E-06	4,32E-03	Médiane	4,16E-05	4,16E-02	4,16E+01
P95	6,39E-08	6,39E-05	6,39E-02	P95	9,73E-04	9,73E-01	9,73E+02

Tableau 35 : exposition aux ETM et à l'iode via les rillettes de la mer aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,06E-07	1,06E-04	1,06E-01	Moyenne	1,04E-05	1,04E-02	1,04E+01
Ecart type	1,06E-06	1,06E-03	1,06E+00	Ecart type	7,89E-05	7,89E-02	7,89E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,10E-07	3,10E-04	3,10E-01	P95	3,37E-05	3,37E-02	3,37E+01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,00E-07	1,00E-04	1,00E-01	Moyenne	1,36E-05	1,36E-02	1,36E+01
Ecart type	1,93E-06	1,93E-03	1,93E+00	Ecart type	3,78E-04	3,78E-01	3,78E+02
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,03E-07	3,03E-04	3,03E-01	P95	3,27E-05	3,27E-02	3,27E+01
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,77E-07	1,77E-04	1,77E-01	Moyenne	1,16E-07	1,16E-04	1,16E-01
Ecart type	1,37E-06	1,37E-03	1,37E+00	Ecart type	9,34E-07	9,34E-04	9,34E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	5,89E-07	5,89E-04	5,89E-01	P95	3,75E-07	3,75E-04	3,75E-01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,95E-07	2,95E-04	2,95E-01	Moyenne	1,21E-07	1,21E-04	1,21E-01
Ecart type	1,79E-06	1,79E-03	1,79E+00	Ecart type	8,22E-07	8,22E-04	8,22E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,10E-06	1,10E-03	1,10E+00	P95	4,24E-07	4,24E-04	4,24E-01
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	4,87E-09	4,87E-06	4,87E-03	Moyenne	1,28E-04	1,28E-01	1,28E+02
Ecart type	3,97E-08	3,97E-05	3,97E-02	Ecart type	1,92E-03	1,92E+00	1,92E+03
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,67E-08	1,67E-05	1,67E-02	P95	3,59E-04	3,59E-01	3,59E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	8,79E-09	8,79E-06	8,79E-03	Moyenne	1,30E-04	1,30E-01	1,30E+02
Ecart type	7,37E-08	7,37E-05	7,37E-02	Ecart type	1,54E-03	1,54E+00	1,54E+03
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,03E-08	3,03E-05	3,03E-02	P95	3,46E-04	3,46E-01	3,46E+02

Tableau 36 : exposition aux ETM et à l'iode via les rillettes de la mer aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.5 Les algues consommées en accompagnement d'un plat



Les algues peuvent être consommées entières ou en morceaux, en accompagnement d'un plat comme des légumes, apportant du goût et de la texture (sur la photo ci-dessus : lotte à l'algue wakamé).

2.5.1 Algues retrouvées dans le commerce

Les algues retrouvées dans le commerce et pouvant être consommées en accompagnement d'un plat sont présentées dans le tableau ci-dessous. Sur les 15 références collectées, le haricot de mer est l'algue la plus retrouvée (3 références sur 15 soit 20%), suivi de la laitue de mer (2 références), du wakamé (2 références), de la nori (2 références), de la dulse (2 références), du kombu (2 références), du spaghetti de mer (1 référence) et du kombu royal (1 référence).

La majorité des algues sont conditionnées fraîches (11 références soit 73%). Les autres sont conditionnées sous forme séchée (4 références soit 27%).

Algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit
Référence 1	1	1	haricots de mer		100
Référence 2	1	1	laitue de mer	Ulva lactuca	100
Référence 3	1	1	wakame		100
Référence 4	1	1	haricots de mer	Himanthalia élongata	100
Référence 5	1	1	nori	Porphyra sp	100
Référence 6	1	1	wakame	Undaria pinnatifida	100
Référence 7	1	1	spaghetti de mer	Himanthalia elongata	100
Référence 8	1	1	kombu royal	Saccharina latissima	100
Référence 9	1	1	dulse	Palmaria Palmata	100
Référence 10	1	1	laitue de mer	Ulva sp	100
Référence 11	1	1	haricots de mer	Himanthalia élongata	100
Référence 12	1	1	dulse	Palmaria Palmata	100
Référence 13	1	1	nori	Porphyra sp	100
Référence 14	1	1	kombu		NM
Référence 15	1	1	kombu		NM

Tableau 37 : Références d'algues retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

2.5.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans le commerce ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

2.5.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). 307 personnes ont déclaré avoir consommé des algues en accompagnement d'un plat, avec une fréquence de consommation moyenne égale à 1,3 fois par mois et une consommation médiane égale à 0,2 fois par mois.

Cependant, aucune information sur l'espèce d'algue consommée n'a été collectée durant cette enquête.

Fréquence (nombre de fois par mois) Algues

Moyenne	1,3
Ecart type	1,9
Médiane	0,2
P95	7,0
Effectif	307

Tableau 38 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs

L'histogramme de fréquence correspondant est présenté ci-dessous.

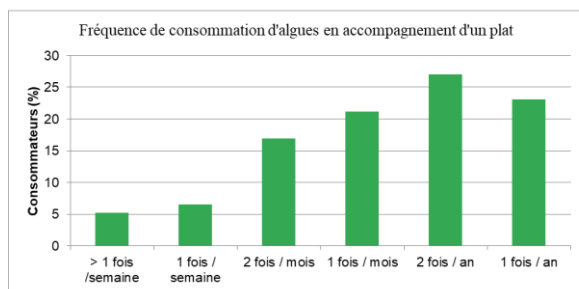


Figure 12 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs

2.5.4 Quantité par prise alimentaire

Seulement 3 données de quantités d'algues consommées en accompagnement d'un plat sont disponibles dans INCA3 (32,1g, 83,1g et 8,4g par prise). Ces trois données font référence à une consommation de laitue de mer (32,1g) et à deux consommations « d'algues » (83,1g et 8,4g), sans précision de l'espèce consommée.

Le faible nombre de données ne permet pas un traitement statistique de celles-ci.

2.5.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les algues consommées en accompagnement d'un plat

Les données disponibles sur les algues consommées en accompagnement d'un plat sont très limitées :

- La part de consommateurs et la fréquence de consommation d'algues a été estimée *via* l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg. Cependant, aucune information n'est disponible par espèce d'algue.
- Seulement trois données de quantités d'algues consommées sont disponibles dans INCA3, avec peu de précision sur l'espèce consommée.

En l'absence de données robustes de consommation, l'exposition aux algues consommées en accompagnement n'a pas pu être évaluée.

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaires devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation et la quantité consommée.

2.6 Le sel aux algues



Le sel aux algues peut être utilisé, tel un sel classique, pour l'assaisonnement des plats.

2.6.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

9 références de sel aux algues ont été retrouvées dans le commerce. L'ensemble des produits comportait le nom des algues sur l'étiquette. La part des algues présentes dans le sel (c'est-à-dire le pourcentage d'algues dans le produit fini) était indiquée sur 6 des 9 références. Ainsi, les trois références incomplètes ont été écartées des calculs. Les 6 autres références ont été incluses pour le calcul de la part de l'algue dans le sel.

Jusqu'à 4 algues différentes ont été retrouvées dans le produit fini. 2 références de sel contiennent 1 algue (soit 22%), 1 référence en contient 2 (soit 11%), 5 références en contiennent 3 (56%) et 1 référence en contient 4 (soit 11%). Les algues retrouvées dans les sels aux algues sont la dulse (n=7), la laitue de mer (n=7), la nori (n=4), le fucus (n=3) et le wakamé (n=2).

Sel aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 3 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 3 - % présence dans le produit	Algue 4 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 4 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 4 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit
Référence 1	3	3	dulse	palmaria palmata		laitue de mer	ulva lactuca		Nori	porphyra umbilicalis					6
Référence 2	3	3	dulse			wakamé			ulve						NM
Référence 3	1	1	wakame		NM										
Référence 4	2	2	ulve			dulse									NM
Référence 5	3	3	fucus			ulve			dulse						10
Référence 6	1	1	fucus		7										
Référence 7	4	4	fucus			laitue			dulse			nori			3
Référence 8	3	3	dulse			laitue de mer			nori						6
Référence 9	3	3	dulse	palmaria palmata	3,6	laitue de mer	ulva	1,2	nori	porphyra umbilicalis	1,2				

Tableau 39 : références de sels aux algues retrouvés dans le commerce

NM : non mentionné

La part totale des algues dans le sel est comprise entre 3 et 10% avec une valeur moyenne égale à 6% ($\pm 2\%$) et une valeur médiane égale à 6%.

	Part de(s) algue(s) dans le sel
minimum	3
maximum	10
moyenne	6
ecart type	2
mediane	6
effectif	6

La part de chacune des algues présentes dans un mélange peut ne pas être connue. Par exemple, la référence 1 de sel est constituée de 3 algues : la dulse, la laitue de mer et la nori. Le mélange de ces 3 algues représente 6% du sel. La part de chacune des 3 algues dans le sel n'est pas mentionnée sur l'étiquette. Pour les calculs, il a été choisi d'attribuer une part de présence égale pour chacune des algues constituant un mélange. Dans l'exemple précédent, une part de 2% a été attribuée à chacune des 3 algues du mélange. L'ensemble des données (n=17) a été ajustée à une distribution loglogistique.

Algue	Part dans le produit fini (%)
Ajustement	Lognormale
Moyenne	2,22
Ecart type	1,58
Médiane	1,82
P95	5,19

Tableau 40 : part de l'algue (%) dans le sel

2.6.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les sels aux algues ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
dulse	Palmaria palmata
laitue de mer	Ulva sp
nori	Porphyra sp
fucus	Fucus sp
wakame	Undaria pinnatifida

2.6.2.1 *Palmaria palmata*

Palmaria palmata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode		
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	
Minimum	1,00	1,00	0,00	0,05	6,80	6,80	0,00	0,03	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,50	5,90	5,90	
Maximum	22,00	22,00	1,30	1,30	21,82	21,82	59,00	59,00	3,20	3,20	0,13	0,13	0,50	1,00	802,00	802,00	
Moyenne	12,09	12,09	0,24	0,27	11,91	11,91	1,00	1,01	0,31	1,06	0,01	0,07	0,10	0,70	88,39	88,39	
Ecart type	6,34	6,34	0,24	0,30	3,27	3,27	7,03	7,03	0,31	0,35	0,01	0,04	0,22	0,27	89,59	89,59	
Médiane	10,88	10,88	0,17	0,19	11,49	11,49	0,14	0,15	0,21	1,01	0,01	0,10	0,00	0,50	62,08	62,08	
P95	22,74	22,74	0,72	0,79	17,90	17,90			0,94	1,68	0,04				247,4	247,4	
Effectif	23	23	44	44	19	19	70	70	33	33	38	38	5	5	62	62	
Ajustement à une distribution théorique	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Oui, lognormale	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	15	15	0	0	6	6	26	26	30	30	4	4	0	0	
Taux de censure (%)	0	0	34	34	0	0	9	9	79	79	79	79	80	80	0	0	
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0	/	/	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0	

2.6.2.2 Ulva sp

Ulva sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,45	1,45	0,00	0,02			0,00	0,03	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,50	13,10	13,10
Maximum	8,80	8,80	2,30	2,30			0,70	0,70	13,40	13,40	1,00	1,00	0,51	1,00	300,00	300,00
Moyenne	5,92	5,92	0,53	0,61			0,16	0,17	2,38	2,49	0,06	0,07	0,10	0,60	81,81	81,81
Ecart type	2,00	2,00	0,53	0,95			0,16	0,12	2,83	2,40	0,17	0,17	0,23	0,22	63,89	63,89
Médiane	6,28	6,28	0,37	0,33			0,11	0,14	1,65	1,79	0,04	0,04	0,00	0,50	64,48	64,48
P95			1,58	2,05			0,48	0,40	7,12	6,8					200,61	200,61
Effectif	11	11	38	38	0	0	61	61	40	40	32	32	5	5	50	50
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	11	11			5	5	5	5	11	11	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	29	29			8	8	13	13	34	34	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	4	4	2	2	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			2	2	10	10	6	6	0	0	0	0

2.6.2.3 Porphyra sp

Porphyra sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

2.6.2.4 Fucus sp

Fucus sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	49,00	49,00					0,44	0,44	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,50	259,00	259,00
Maximum	81,00	81,00					0,82	0,82	1,40	1,40	0,01	0,10	0,67	1,00	635,00	635,00
Moyenne	66,56	66,56					0,60	0,60	0,60	0,95	0,00	0,03	0,16	0,56	426,98	426,98
Ecart type	8,30	8,30					0,08	0,08	0,60	1,01	0,00	0,04	0,28	0,13	96,98	96,98
Médiane	66,05	66,05					0,59	0,59	0,42	0,65	0,00	0,01	0,00	0,50	416,37	416,37
P95	81,02	81,02					0,74	0,74	1,8	2,72					602,14	602,14
Effectif	40	40	0	0	0	0	50	50	27	27	25	25	15	15	48	48
Ajustement à une distribution théorique	Oui, lognormale	Oui, lognormale					Oui, lognormale	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0					0	0	8	8	16	16	11	11	0	0
Taux de censure (%)	0	0					0	0	30	30	64	64	73	73	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/					44	44	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/					88	88	0	0	0	0	0	0	0	0

2.6.2.5 Undaria pinnatifida

Undaria pinnatifida

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	23,08	23,08	0,00	0,05			0,00	0,12	0,00	0,29	0,00	0,01	0,00	0,50	7,90	7,90
Maximum	85,22	85,22	0,60	0,60			0,71	0,71	2,00	2,00	0,02	0,02	0,00	0,50	586,90	586,90
Moyenne	53,16	53,16	0,08	0,19			0,26	0,29	0,52	0,98	0,01	0,01	0,00	0,50	231,18	231,18
Ecart type	27,98	27,98	0,08	0,13			0,16	0,13	0,52	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	483,88	483,88
Médiane	52,16	52,16	0,06	0,16			0,27	0,26	0,36	1,08	0,00	0,02	0,00	0,50	158,93	158,93
P95			0,24	0,43				0,53	1,56						614,38	614,38
Effectif	4	4	18	18	0	0	26	26	14	14	13	13	3	3	25	25
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique
Nombre de données censurées	0	0	13	13			4	4	7	7	8	8	3	3	0	0
Taux de censure (%)	0	0	72	72			15	15	50	50	62	62	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			8	8	0	0	0	0	0	0	0	0

2.6.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des sels aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=241).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,357
2 fois / an	0,005	0,257
1 fois / mois	0,033	0,137
2 fois / mois	0,067	0,112
1 fois / semaine	0,143	0,062
> 1 fois /semaine	0,286	0,075

Tableau 41 : distribution de fréquence de consommation de sel aux algues au cours des 12 derniers mois (jour⁻¹)

2.6.4 Quantité par prise alimentaire

Les actes de consommations sont issus de l'enquête INCA3 réalisée par l'ANSES entre février 2014 et septembre 2015 sur 4 114 individus (256301 actes de consommation au total). Les données de consommation ont été recueillies à l'aide de carnets durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015).

2443 actes de consommations de sel blanc iodé ont été obtenus auprès de 1338 individus différents. Ces données ont été ajustées à une distribution lognormale.

Quantité de sel par prise alimentaire (g)	
Ajustement	Lognormale
Moyenne	1,27
Ecart type	0,77
Médiane	1,09
P95	2,72

Tableau 42 : quantité de sel consommé par occasion (g/prise)

2.6.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans le sel aux algues

1) L'exposition aux différentes substances a été calculée pour chacune des 9 références de sel aux algues afin de prendre en compte les différentes associations d'algues retrouvées dans le produit fini en termes de nombre et d'espèce.

Exemple :

Sel 3 : 1 algue, le wakamé

Sel 4 : 2 algues, l'ulva et la dulse

Sel 2 : 3 algues, la dulse, le wakamé et l'ulva

Lorsque plusieurs algues étaient présentes dans le sel, le calcul d'exposition à la substance correspondait à la somme des expositions à cette substance *via* chacune des algues présentes dans le produit

Exemple :

Exposition à une substance via le sel 3 = exposition à la substance via le wakamé

Exposition à une substance via le sel 4 = exposition à la substance via l'ulva + exposition à la substance via la dulse.

Exposition à une substance via le sel 2 = exposition à la substance via la dulse + exposition à la substance via le wakamé + exposition à la substance via l'ulva

2) Puis, une moyenne des 9 distributions d'exposition (correspondant aux 9 références de sel aux algues) a été effectuée.

Il est ainsi obtenu une distribution d'exposition aux ETM et à l'iode dans les sels aux algues, selon l'approche LB et UB. Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic minéral, l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence ou du trop faible nombre de données de concentration disponibles.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,90E-09	2,90E-06	2,90E-03	Moyenne	1,21E-06	1,21E-03	1,21E+00
Ecart type	2,02E-08	2,02E-05	2,02E-02	Ecart type	1,04E-06	1,04E-03	1,04E+00
Médiane	1,72E-08	1,72E-05	1,72E-02	Médiane	9,19E-07	9,19E-04	9,19E-01
P95	6,14E-08	6,14E-05	6,14E-02	P95	3,21E-06	3,21E-03	3,21E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,32E-08	2,32E-05	2,32E-02	Moyenne	1,21E-06	1,21E-03	1,21E+00
Ecart type	2,03E-08	2,03E-05	2,03E-02	Ecart type	1,04E-06	1,04E-03	1,04E+00
Médiane	1,75E-08	1,75E-05	1,75E-02	Médiane	9,22E-07	9,22E-04	9,22E-01
P95	6,21E-08	6,21E-05	6,21E-02	P95	3,21E-06	3,21E-03	3,21E+00
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	4,45E-08	4,45E-05	4,45E-02	Moyenne			
Ecart type	5,03E-08	5,03E-05	5,03E-02	Ecart type			
Médiane	2,92E-08	2,92E-05	2,92E-02	Médiane			
P95	1,34E-07	1,34E-04	1,34E-01	P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	6,46E-08	6,46E-05	6,46E-02	Moyenne			
Ecart type	6,69E-08	6,69E-05	6,69E-02	Ecart type			
Médiane	4,57E-08	4,57E-05	4,57E-02	Médiane			
P95	1,81E-07	1,81E-04	1,81E-01	P95			
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,24E-09	1,24E-06	1,24E-03	Moyenne	6,39E-06	6,39E-03	6,39E+00
Ecart type	1,14E-09	1,14E-06	1,14E-03	Ecart type	6,49E-06	6,49E-03	6,49E+00
Médiane	9,09E-10	9,09E-07	9,09E-04	Médiane	4,49E-06	4,49E-03	4,49E+00
P95	3,46E-09	3,46E-06	3,46E-03	P95	1,78E-05	1,78E-02	1,78E+01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,50E-09	2,50E-06	2,50E-03	Moyenne	6,44E-06	6,44E-03	6,44E+00
Ecart type	2,23E-09	2,23E-06	2,23E-03	Ecart type	6,99E-06	6,99E-03	6,99E+00
Médiane	1,88E-09	1,88E-06	1,88E-03	Médiane	4,52E-06	4,52E-03	4,52E+00
P95	6,68E-09	6,68E-06	6,68E-03	P95	1,78E-05	1,78E-02	1,78E+01

Tableau 43 : exposition aux ETM et à l'iode via le sel aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	6,99E-09	6,99E-06	6,99E-03	Moyenne	3,73E-07	3,73E-04	3,73E-01
Ecart type	1,53E-08	1,53E-05	1,53E-02	Ecart type	8,05E-07	8,05E-04	8,05E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,81E-08	3,81E-05	3,81E-02	P95	1,99E-06	1,99E-03	1,99E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	7,11E-09	7,11E-06	7,11E-03	Moyenne	3,74E-07	3,74E-04	3,74E-01
Ecart type	1,56E-08	1,56E-05	1,56E-02	Ecart type	8,12E-07	8,12E-04	8,12E-01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,84E-08	3,84E-05	3,84E-02	P95	1,99E-06	1,99E-03	1,99E+00
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,42E-08	1,42E-05	1,42E-02	Moyenne			
Ecart type	3,85E-08	3,85E-05	3,85E-02	Ecart type			
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane			
P95	7,47E-08	7,47E-05	7,47E-02	P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,04E-08	2,04E-05	2,04E-02	Moyenne			
Ecart type	4,81E-08	4,81E-05	4,81E-02	Ecart type			
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane			
P95	1,09E-07	1,09E-04	1,09E-01	P95			
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	3,87E-10	3,87E-07	3,87E-04	Moyenne	2,01E-06	2,01E-03	2,01E+00
Ecart type	8,53E-10	8,53E-07	8,53E-04	Ecart type	4,74E-06	4,74E-03	4,74E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	2,15E-09	2,15E-06	2,15E-03	P95	1,07E-05	1,07E-02	1,07E+01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	7,77E-10	7,77E-07	7,77E-04	Moyenne	2,03E-06	2,03E-03	2,03E+00
Ecart type	1,69E-09	1,69E-06	1,69E-03	Ecart type	5,16E-06	5,16E-03	5,16E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	4,20E-09	4,20E-06	4,20E-03	P95	1,08E-05	1,08E-02	1,08E+01

Tableau 44 : exposition aux ETM et à l'iode via le sel aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.7 La salade composée à base d'algues



Les algues peuvent être consommées dans des salades composées, telles des crudités (sur la photo ci-dessus : salade aux algues dulse).

2.7.1 Algues retrouvées dans le commerce

Les algues retrouvées dans le commerce et pouvant être consommées dans une salade sont présentées dans le tableau ci-dessous (même références que les algues consommées en accompagnement d'un plat). Sur les 15 références collectées, le haricot de mer est l'algue la plus retrouvée (3 références sur 15 soit 20%), suivi de la laitue de mer (2 références), du wakamé (2 références), de la nori (2 références), de la dulse (2 références), du kombu (2 références), du spaghetti de mer (1 référence) et du kombu royal (1 référence).

La majorité des algues sont conditionnées fraîches (11 références soit 73%). Les autres sont conditionnées sous forme séchée (4 références soit 27%).

Algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit
Référence 1	1	1	haricots de mer		100
Référence 2	1	1	laitue de mer	Ulva lactuca	100
Référence 3	1	1	wakame		100
Référence 4	1	1	haricots de mer	Himanthalia élongata	100
Référence 5	1	1	nori	Porphyra sp	100
Référence 6	1	1	wakame	Undaria pinnatifida	100
Référence 7	1	1	spaghetti de mer	Himanthalia elongata	100
Référence 8	1	1	kombu royal	Saccharina latissima	100
Référence 9	1	1	dulse	Palmaria Palmata	100
Référence 10	1	1	laitue de mer	Ulva sp	100
Référence 11	1	1	haricots de mer	Himanthalia élongata	100
Référence 12	1	1	dulse	Palmaria Palmata	100
Référence 13	1	1	nori	Porphyra sp	100
Référence 14	1	1	kombu		NM
Référence 15	1	1	kombu		NM

Tableau 45 : références d'algues conditionnées entières, retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

2.7.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans le commerce ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

2.7.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation de salade composée aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). 204 personnes ont déclaré avoir consommé des algues dans une salade composée, avec une fréquence de consommation moyenne égale à 0,9 fois par mois et une consommation médiane égale à 0,2 fois par mois.

Cependant, aucune information sur l'espèce d'algue consommée n'a été collectée durant cette enquête.

Fréquence (nombre de fois par mois)	Salade composée
Moyenne	0,9
Ecart type	1,6
Médiane	0,2
P95	4,0
Effectif	204

Tableau 46 : fréquence de consommation d'algues dans une salade composée chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois⁻¹)

L'histogramme de fréquence correspondant est présenté ci-dessous.

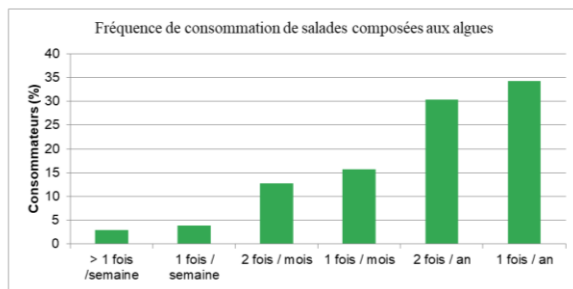


Figure 13 : fréquence de consommation d'algues comme accompagnement chez les consommateurs

2.7.4 Quantité par prise alimentaire

Aucune donnée de quantité d'algues consommée dans une salade composée n'est disponible dans INCA3, et dans la littérature en général.

2.7.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les algues consommées dans une salade composée

Les données disponibles sur les algues consommées dans une salade composée sont très limitées :

- La part de consommateurs et la fréquence de consommation d'algues en salade a été estimée *via* l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg. Cependant, aucune information n'est disponible par espèce d'algue.
- Aucune donnée de quantité par prise alimentaire n'est disponible dans INCA3, et dans la littérature en général.

En l'absence de données de consommation, l'exposition aux algues consommées dans une salade composée n'a pas pu être évaluée.

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

2.8 Les chips aux algues



Les chips aux algues peuvent être commercialisés A) sous la forme de chips/gâteaux apéritifs classiques et contenant une petite part d'algues ou B) de chips d'algues séchées et salées

2.8.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

10 références de chips ou de gâteaux apéritifs aux algues ont été retrouvées dans le commerce. L'ensemble des produits comportait le nom de l'algue sur l'étiquette. La part de l'algue présente dans le produit fini (c'est-à-dire le pourcentage d'algues dans le produit fini) était indiquée sur 9 des 10 références.

Les algues retrouvées dans les chips ou les gâteaux apéritifs sont la nori (n=4), la laitue de mer (n=3), le haricot de mer (n=1), le wakamé (n=1) et le kombu royal (n=1). Pour les 10 références répertoriées, une seule algue était présente dans le produit fini. L'algue pouvait représenter entre 7% et 61% du produit fini. Les 9 données ne s'ajustant pas correctement à une distribution mathématique (figure) ; la valeur moyenne a été utilisée pour les calculs d'exposition, soit 47,9%.

Chips aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit
Référence 1	1	1	nori	porphyra yezoensis	59,8
Référence 2	1	1	nori	porphyra yezoensis	57,8
Référence 3	1	1	haricot de mer		68
Référence 4	1	1	wakame	undaria pinnatifida	65
Référence 5	1	1	ulva lactuca		NM
Référence 6	1	1	laitue de mer		28
Référence 7	1	1	laitue de mer		23,1
Référence 8	1	1	kombu royal		7
Référence 9	1	1	nori		61
Référence 10	1	1	porphyra		61

Tableau 47 : références de chips aux algues retrouvées dans le commerce

Algue	Part dans le produit fini
Moyenne	47,9
Ecart type	22,3
Médiane	59,8

Tableau 48 : Part de l'algue (%) dans les chips

2.8.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les chips aux algues ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
nori	Porphyra sp
laitue de mer	Ulva sp
haricot de mer	Himanthalia elongata
wakame	Undaria pinnatifida
kombu royal	Saccharina latissima

2.8.2.1 Porphyra sp

Porphyra sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,00	25,00	0,22	0,22			0,04	0,04	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	1,00	27,00	27,00
Maximum	55,00	55,00	1,81	1,81			0,60	0,60	1,14	1,14	0,05	0,10	0,00	1,00	205,10	205,10
Moyenne	38,00	38,00	0,62	0,62			0,25	0,25	0,38	0,88	0,02	0,04	0,00	1,00	59,23	59,23
Ecart type	12,49	12,49	0,48	0,48			0,19	0,19	0,54	0,25	0,02	0,03	0,00	0,00	55,89	55,89
Médiane	36,01	36,01	0,52	0,52			0,21	0,21	0,00	1,00	0,02	0,03	0,00	1,00	38,00	38,00
P95			1,35	1,35			0,55	0,55			0,07	0,11				
Effectif	4	4	10	10	0	0	18	18	5	5	12	12	2	2	9	9
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique			Oui, loglogistique	Oui, loglogistique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	0	0			0	0	3	3	4	4	2	2	0	0
Taux de censure (%)	0	0	0	0			0	0	60	60	33	33	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			6	6	0	0	0	0	0	0	0	0

2.8.2.2 Ulva sp

Ulva sp

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	1,45	1,45	0,00	0,02			0,00	0,03	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,50	13,10	13,10
Maximum	8,80	8,80	2,30	2,30			0,70	0,70	13,40	13,40	1,00	1,00	0,51	1,00	300,00	300,00
Moyenne	5,92	5,92	0,53	0,61			0,16	0,17	2,38	2,49	0,06	0,07	0,10	0,60	81,81	81,81
Ecart type	2,00	2,00	0,53	0,95			0,16	0,12	2,83	2,40	0,17	0,17	0,23	0,22	63,89	63,89
Médiane	6,28	6,28	0,37	0,33			0,11	0,14	1,65	1,79	0,04	0,04	0,00	0,50	64,48	64,48
P95			1,58	2,05			0,48	0,40	7,12	6,8					200,61	200,61
Effectif	11	11	38	38	0	0	61	61	40	40	32	32	5	5	50	50
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, lognormale	Non	Non	Non	Non	Oui, lognormale	Oui, lognormale
Nombre de données censurées	0	0	11	11			5	5	5	5	11	11	4	4	0	0
Taux de censure (%)	0	0	29	29			8	8	13	13	34	34	80	80	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			1	1	4	4	2	2	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			2	2	10	10	6	6	0	0	0	0

2.8.2.3 Himanthalia elongata

Himanthalia elongata

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	18,88	18,88	0,00	0,05			0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,50	0,00	0,50
Maximum	55,27	55,27	0,39	0,39			1,30	1,30	3,60	3,60	0,03	0,03	0,00	0,50	112,00	112,00
Moyenne	34,54	34,54	0,10	0,21			0,45	0,45	0,76	1,30	0,00	0,01	0,00	0,50	50,82	50,84
Ecart type	15,16	15,16	0,10	0,15			0,31	0,31	0,76	1,55	0,01	0,01	0,00	0,00	32,38	32,35
Médiane	32,00	32,00	0,07	0,18			0,33	0,37	0,53	0,99	0,00	0,02	0,00	0,50	52,60	52,60
P95			0,29	0,46				1,04	2,29	3,2						
Effectif	4	4	23	23	0	0	29	29	18	18	14	14	2	2	23	23
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Oui, loglogistique	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	14	14			1	1	9	9	10	10	2	2	1	1
Taux de censure (%)	0	0	61	61			3	3	50	50	71	71	100	100	4	4
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			9	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			31	31	0	0	0	0	0	0	0	0

2.8.2.4 Undaria pinnatifida

Undaria pinnatifida

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	23,08	23,08	0,00	0,05			0,00	0,12	0,00	0,29	0,00	0,01	0,00	0,50	7,90	7,90
Maximum	85,22	85,22	0,60	0,60			0,71	0,71	2,00	2,00	0,02	0,02	0,00	0,50	586,90	586,90
Moyenne	53,16	53,16	0,08	0,19			0,26	0,29	0,52	0,98	0,01	0,01	0,00	0,50	231,18	231,18
Ecart type	27,98	27,98	0,08	0,13			0,16	0,13	0,52	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	483,88	483,88
Médiane	52,16	52,16	0,06	0,16			0,27	0,26	0,36	1,08	0,00	0,02	0,00	0,50	158,93	158,93
P95			0,24	0,43				0,53	1,56						614,38	614,38
Effectif	4	4	18	18	0	0	26	26	14	14	13	13	3	3	25	25
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, loglogistique	Oui, loglogistique
Nombre de données censurées	0	0	13	13			4	4	7	7	8	8	3	3	0	0
Taux de censure (%)	0	0	72	72			15	15	50	50	62	62	100	100	0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	0	0			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	0	0			8	8	0	0	0	0	0	0	0	0

2.8.2.5 Saccharina latissima

Saccharina latissima

Contamination exprimée en mg/kg de MS

	Arsenic total		Arsenic minéral		Arsenic organique		Cadmium		Plomb		Mercure		Etain		Iode	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Minimum	25,65	25,65	0,00	0,05			0,00	0,10	0,00	0,45	0,00	0,02			113,50	113,50
Maximum	74,74	74,74	49,50	49,50			0,70	0,70	2,00	2,00	0,17	0,17			8051,50	8051,50
Moyenne	44,70	44,70	2,00	2,08			0,26	0,27	0,44	0,99	0,04	0,04			3389,35	3389,35
Ecart type	26,32	26,32	7,96	7,94			0,15	0,13	0,44	0,36	0,04	0,04			2359,85	2359,85
Médiane	33,72	33,72	0,00	0,20			0,23	0,24	0,31	1,10	0,03	0,03			3414,00	3414,00
P95								0,51	1,33		0,11	0,11				
Effectif	3	3	39	39	0	0	39	39	18	18	18	18	0	0	39	39
Ajustement à une distribution théorique	Non	Non	Non	Non			Non	Oui, lognormale	Oui, exponentielle	Non	Oui, exponentielle	Oui, lognormale			Non	Non
Nombre de données censurées	0	0	20	20			3	3	9	9	8	8			0	0
Taux de censure (%)	0	0	51	51			8	8	50	50	44	44			0	0
Nombre de valeurs > au taux maximal autorisé en France	/	/	4	4	/	/	4	4	0	0	1	1			27	27
Taux de valeurs > au seuil maximal autorisé en France (%)	/	/	10	10	/	/	10	10	0	0	6	6			69	69

2.8.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation des chips aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). La fréquence journalière de consommation a été ajustée à une distribution de type discrète. Seules les données de fréquence obtenues pour les consommateurs ont été utilisées (n=187).

Fréquence proposée	Fréquence journalière	Probabilité
1 fois / an	0,003	0,551
2 fois / an	0,005	0,262
1 fois / mois	0,033	0,075
2 fois / mois	0,067	0,096
1 fois / semaine	0,143	0,016
> 1 fois /semaine	0,286	0,000

Tableau 49 : distribution de fréquence de consommation des chips aux algues au cours des 12 derniers mois (jour¹)

2.8.4 Quantité par prise alimentaire

Les actes de consommations sont issus de l'enquête INCA3 réalisée par l'ANSES entre février 2014 et septembre 2015 sur 4 114 individus (256301 actes de consommation au total). Les données de consommation ont été recueillies à l'aide de carnets durant les 2 ou 3 jours de rappels de 24 heures. Chaque ligne de consommation comporte notamment une estimation de la quantité consommée, l'occasion et le lieu de l'acte de consommation, ainsi que la composition nutritionnelle associée à l'aliment déclaré. La quantité consommée a été estimée en suivant le système normalisé de classification et de description des aliments européen appelé FoodEx2 (Efsa, 2015).

638 actes de consommations de chips et de gâteaux apéritifs ont été obtenus auprès de 549 individus différents (sachant qu'un individu peut manger des chips à plusieurs moments de la journée ; et peut être enquêté sur plusieurs jours).

Quantité de chips par prise alimentaire (g)	
Ajustement	Loglogistique
Moyenne	31,5
Ecart type	44,4
Médiane	23,1
P95	79,7

Tableau 50 : quantité de chips et gâteaux apéritifs consommés d'après les carnets de consommation INCA3 (g/prise)

2.8.5 Exposition aux ETM et à l'iode dans les chips aux algues

L'exposition aux différentes substances a été calculée :

1) Pour chacune des 5 espèces d'algues retrouvées dans les chips

2) Puis, une somme pondérée de cette exposition obtenue par espèce a été effectuée en fonction de l'occurrence chacune des 5 algues dans les chips. Ainsi, un poids de 4/10 a été appliqué pour la distribution d'exposition liée à *Porphyra* sp. Un poids de 3/10 a été appliqué à la distribution d'exposition liée à *Ulva* sp et un poids de 1/10 a été appliqué pour les distributions d'expositions liées aux 3 autres espèces d'algues. Cette pondération a pu être réajustée dans le cas où une absence de données de concentration a été observée pour certaines espèces algues. Par exemple, aucune donnée de concentration d'étain n'était disponible pour *Saccharina latissima*. Un poids de 4/9 a ainsi été appliqué pour la distribution d'exposition liée à *Porphyra* sp, un poids de 3/9 a été attribué à la distribution liée à *ulva* sp et un poids de 1/9 a été appliqué pour les distributions d'expositions liées aux 2 autres espèces d'algues.

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique	Nombre de fois où l'algue est retrouvée dans des chips	Pondération
nori	<i>Porphyra</i> sp	4	4/10
laitue de mer	<i>Ulva</i> sp	3	3/10
haricot de mer	<i>Himantalia elongata</i>	1	1/10
wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>	1	1/10
kombu royal	<i>Saccharina latissima</i>	1	1/10

Tableau 51 : algues retrouvées dans les chips et pondération correspondante

Il est ainsi obtenu une distribution d'exposition aux ETM et à l'iode dans les chips aux algues, selon l'approche LB et UB.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	7,29E-07	7,29E-04	7,29E-01	Moyenne	9,29E-05	9,29E-02	9,29E+01
Ecart type	1,21E-06	1,21E-03	1,21E+00	Ecart type	1,62E-04	1,62E-01	1,62E+02
Médiane	3,70E-07	3,70E-04	3,70E-01	Médiane	4,64E-05	4,64E-02	4,64E+01
P95	2,49E-06	2,49E-03	2,49E+00	P95	3,11E-04	3,11E-01	3,11E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	7,73E-07	7,73E-04	7,73E-01	Moyenne	9,52E-05	9,52E-02	9,52E+01
Ecart type	1,36E-06	1,36E-03	1,36E+00	Ecart type	1,70E-04	1,70E-01	1,70E+02
Médiane	3,86E-07	3,86E-04	3,86E-01	Médiane	4,78E-05	4,78E-02	4,78E+01
P95	2,55E-06	2,55E-03	2,55E+00	P95	3,26E-04	3,26E-01	3,26E+02
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	3,39E-06	3,39E-03	3,39E+00	Moyenne	1,82E-06	1,82E-03	1,82E+00
Ecart type	1,64E-05	1,64E-02	1,64E+01	Ecart type	3,34E-06	3,34E-03	3,34E+00
Médiane	1,12E-06	1,12E-03	1,12E+00	Médiane	7,34E-07	7,34E-04	7,34E-01
P95	1,16E-05	1,16E-02	1,16E+01	P95	6,71E-06	6,71E-03	6,71E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	4,36E-06	4,36E-03	4,36E+00	Moyenne	3,12E-06	3,12E-03	3,12E+00
Ecart type	1,06E-05	1,06E-02	1,06E+01	Ecart type	4,72E-06	4,72E-03	4,72E+00
Médiane	1,96E-06	1,96E-03	1,96E+00	Médiane	8,79E-07	8,79E-04	8,79E-01
P95	1,48E-05	1,48E-02	1,48E+01	P95	7,17E-06	7,17E-03	7,17E+00
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne	1,01E-07	1,01E-04	1,01E-01
Ecart type				Ecart type	5,10E-08	5,10E-05	5,10E-02
Médiane				Médiane	2,27E-08	2,27E-05	2,27E-02
P95				P95	4,97E-07	4,97E-04	4,97E-01
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne	2,05E-06	2,05E-03	2,05E+00
Ecart type				Ecart type	3,67E-06	3,67E-03	3,67E+00
Médiane				Médiane	8,59E-07	8,59E-04	8,59E-01
P95				P95	7,38E-06	7,38E-03	7,38E+00
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	9,89E-08	9,89E-05	9,89E-02	Moyenne	1,33E-03	1,33E+00	1,33E+03
Ecart type	2,22E-07	2,22E-04	2,22E-01	Ecart type	3,46E-03	3,46E+00	3,46E+03
Médiane	3,53E-08	3,53E-05	3,53E-02	Médiane	4,38E-04	4,38E-01	4,38E+02
P95	3,82E-07	3,82E-04	3,82E-01	P95	5,42E-03	5,42E+00	5,42E+03
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,36E-07	1,36E-04	1,36E-01	Moyenne	1,24E-03	1,24E+00	1,24E+03
Ecart type	3,17E-07	3,17E-04	3,17E-01	Ecart type	2,84E-03	2,84E+00	2,84E+03
Médiane	5,20E-08	5,20E-05	5,20E-02	Médiane	4,25E-04	4,25E-01	4,25E+02
P95	5,10E-07	5,10E-04	5,10E-01	P95	5,22E-03	5,22E+00	5,22E+03

Tableau 52 : exposition aux ETM et à l'iode via les chips aux algues chez les consommateurs uniquement

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,61E-07	1,61E-04	1,61E-01	Moyenne	2,09E-05	2,09E-02	2,09E+01
Ecart type	5,80E-07	5,80E-04	5,80E-01	Ecart type	8,13E-05	8,13E-02	8,13E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	8,93E-07	8,93E-04	8,93E-01	P95	1,10E-04	1,10E-01	1,10E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,85E-07	1,85E-04	1,85E-01	Moyenne	2,20E-05	2,20E-02	2,20E+01
Ecart type	8,56E-07	8,56E-04	8,56E-01	Ecart type	9,38E-05	9,38E-02	9,38E+01
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	9,59E-07	9,59E-04	9,59E-01	P95	1,18E-04	1,18E-01	1,18E+02
Plomb				Arsenic minéral			
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	7,01E-07	7,01E-04	7,01E-01	Moyenne	4,62E-07	4,62E-04	4,62E-01
Ecart type	3,72E-06	3,72E-03	3,72E+00	Ecart type	2,45E-06	2,45E-03	2,45E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	3,08E-06	3,08E-03	3,08E+00	P95	2,42E-06	2,42E-03	2,42E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,13E-06	1,13E-03	1,13E+00	Moyenne	4,96E-07	4,96E-04	4,96E-01
Ecart type	1,86E-05	1,86E-02	1,86E+01	Ecart type	2,21E-06	2,21E-03	2,21E+00
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	4,76E-06	4,76E-03	4,76E+00	P95	2,70E-06	2,70E-03	2,70E+00
Arsenic organique				Etain			
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne	2,56E-08	2,56E-05	2,56E-02
Ecart type				Ecart type	1,58E-07	1,58E-04	1,58E-01
Médiane				Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95				P95	8,41E-08	8,41E-05	8,41E-02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne	5,22E-07	5,22E-04	5,22E-01
Ecart type				Ecart type	2,42E-06	2,42E-03	2,42E+00
Médiane				Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95				P95	2,87E-06	2,87E-03	2,87E+00
Mercur				Iode			
Mercur	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	2,38E-08	2,38E-05	2,38E-02	Moyenne	2,86E-04	2,86E-01	2,86E+02
Ecart type	1,21E-07	1,21E-04	1,21E-01	Ecart type	1,38E-03	1,38E+00	1,38E+03
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,17E-07	1,17E-04	1,17E-01	P95	1,20E-03	1,20E+00	1,20E+03
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	3,03E-08	3,03E-05	3,03E-02	Moyenne	3,04E-04	3,04E-01	3,04E+02
Ecart type	1,39E-07	1,39E-04	1,39E-01	Ecart type	1,52E-03	1,52E+00	1,52E+03
Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	Médiane	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P95	1,59E-07	1,59E-04	1,59E-01	P95	1,26E-03	1,26E+00	1,26E+03

Tableau 53 : exposition aux ETM et à l'iode via les chips aux algues pour l'ensemble de la population (consommateurs et non consommateurs)

2.9 Les boissons aux algues

2.9.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

Les boissons aux algues sont peu présentes sur le marché. Seulement 3 références de bières aux algues ont été repérées dans les commerces, avec des imprécisions soit sur l'espèce d'algue retrouvée dans la bière, soit sur le pourcentage d'algue présente dans le produit, soit sur ces deux paramètres. 15 références de thé, rooibos et tisane ont été répertoriées ; cependant elles sont toutes de même composition car appartiennent à une même marque.

Boissons aux algues	Type de boissons	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 3 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 3 - % présence dans le produit	Algue 4 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 4 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 4 - % présence dans le produit	Algue 5 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 5 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 5 - % présence dans le produit	Algue 6 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 6 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 6 - % présence dans le produit	Mélange % présence dans le produit	
Référence 1	Bière	1	1	wakame		NM																	
Référence 2	Bière	1	1	wakame		NM																	
Référence 3	Bière	1	1	"algue"		NM																	
Référence 4	Rooibos	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori						5	
Référence 5	Rooibos	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							4
Référence 6	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							5
Référence 7	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							3
Référence 8	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							4
Référence 9	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 10	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 11	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 12	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							5
Référence 13	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 14	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							5
Référence 15	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 16	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							NM
Référence 17	Thé	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							5
Référence 18	Tisane	6	6	fucus			dulse			laitue de mer			wakame			nori							5

Tableau 54 : références de boissons aux algues retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

2.9.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les boissons ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

2.9.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation de boissons aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). 142 personnes ont déclaré avoir consommé une boisson aux algues, avec une fréquence de consommation moyenne égale à 0,6 fois par mois et une consommation médiane égale à 0,1 fois par mois. L'histogramme de fréquence correspondant est présenté ci-dessous.

Cependant, aucune information sur le type de boisson consommée (thé, tisane, bière etc...) n'a été collectée durant cette enquête.

Fréquence (nombre de fois par mois) Boisson

Moyenne	0,6
Ecart type	1,5
Médiane	0,1
P95	2,0
Effectif	142

Tableau 55 : fréquence de consommation de boissons aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois⁻¹)

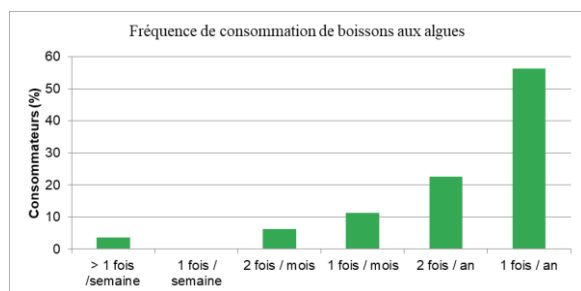


Figure 14 : fréquence de consommation de boissons aux algues chez les consommateurs

2.9.4 Exposition aux ETM et à l'iode dans les boissons aux algues

Les données disponibles sur les boissons aux algues sont très limitées :

- Les boissons aux algues étant très peu présentes sur le marché, il est très difficile d'établir une liste des types de produits concernés (thé ou bière par exemple), des espèces algues présentes dans ces produits ainsi que leur concentration.
- La part de consommateurs et la fréquence de consommation de boissons aux algues a été estimée *via* l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg. Cependant, aucune information n'est disponible par type de boissons (thé ou bière par exemple).

En l'absence de données robustes de consommation, l'exposition aux algues consommées dans des boissons n'a pas pu être évaluée.

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

2.10 Le fromage aux algues

Aucun fromage aux algues n'a été retrouvé dans les points de ventes visités.

En l'absence de données de consommation, l'exposition aux algues consommées dans des fromages n'a pas pu être évaluée.

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

2.11 La moutarde aux algues

2.11.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

5 références de moutarde aux algues ont été retrouvées dans le commerce. 2 références contenaient 3 espèces d'algues, 2 références contenaient 2 espèces d'algues et 1 référence contenait une espèce d'algue. Toutes mentionnaient les noms des algues présentes dans le produit fini. Les algues retrouvées étaient la dulse (n=3), la laitue de mer (n=3), le kombu royal (n=1), le wakamé (n=1), le kombu (n=1), la nori (n=1) et le haricot de mer (n=1).

La part totale des algues dans le produit fini était indiquée sur 4 des 5 références. Elle pouvait représenter entre 5% et 29% du produit fini, avec une valeur moyenne égale à 22%. La part de chacune des algues présentes dans le produit fini n'est pas connue. Par exemple, la référence 1 de moutarde est constituée de 3 algues : la dulse, la laitue de mer et la nori. Le mélange de ces 3 algues représente 5% de la moutarde. La part de chacune des 3 algues dans la moutarde n'est pas mentionnée sur l'étiquette.

Moutarde aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - Nom scientifique	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 3 - Nom scientifique	Algue 3 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit
Référence 1	3	3	dulse			laitue de mer			nori			5
Référence 2	2	2	dulse			laitue de mer						25
Référence 3	3	3	kombu royal			dulse			laitue de mer			29
Référence 4	1	1	wakame		NM							
Référence 5	2	2	kombu			haricot de mer						29

Tableau 56 : références de moutarde aux algues retrouvées dans le commerce

NM : non mentionné

2.11.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les moutardes aux algues ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

Algue (nom mentionné sur le produit fini)	Nom scientifique
dulse	Palmaria palmata
laitue de mer	Ulva sp
kombu royal	Saccharina latissima
wakame	Undaria pinnatifida
kombu	Laminaria digitata
nori	Porphyra sp
haricot de mer	Himanthalia elongata

2.11.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation de moutarde aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). 102 personnes ont déclaré avoir consommé de la moutarde aux algues, avec une fréquence de consommation moyenne égale à 0,9 fois par mois et une consommation médiane égale à 0,2 fois par mois. L'histogramme de fréquence correspondant est présenté ci-dessous.

Fréquence (nombre de fois par mois)	Moutarde
Moyenne	0,9
Ecart type	1,8
Médiane	0,2
P95	4,0
Effectif	102

Tableau 57 : fréquence de consommation de moutarde aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois⁻¹)

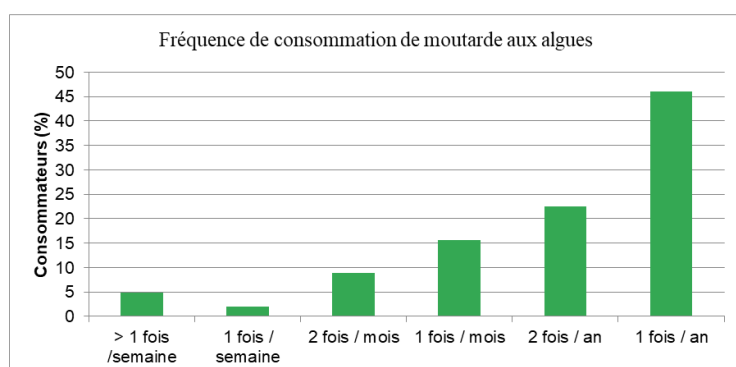


Figure 15 : fréquence de consommation de moutarde aux algues chez les consommateurs

2.11.4 Exposition aux ETM et à l'iode dans la moutarde aux algues

Les moutardes aux algues sont très peu présentes dans le commerce. Seulement 5 références ont été répertoriées. L'une d'entre elles ne renseigne pas la part de l'algue dans la moutarde (référence 4) et deux autres (références 2 et 3) sont issues de la même marque, avec une similarité concernant les espèces retrouvées dans le produit et la part d'algues correspondante. ***L'échantillon de moutarde aux algues est ainsi trop faible en nombre et en diversité pour évaluer correctement l'exposition associée.***

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

2.12 Le pain aux algues

Aucun pain aux algues n'a été retrouvé dans les points de ventes visités.

En l'absence de données de consommation, l'exposition aux algues consommées dans des pains aux algues n'a pas pu être évaluée.

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

2.13 Les pâtes aux algues

2.13.1 Algues retrouvées dans les produits commercialisés

5 références de pâtes aux algues ont été retrouvées dans le commerce. 2 références contenaient 3 espèces d'algues, 1 référence contenait 2 espèces d'algues et 2 références contenaient 1 espèce d'algue. Toutes mentionnaient les noms des algues présentes dans le produit fini. Les algues retrouvées étaient la dulse (n=3), la laitue de mer (n=3), la nori (n=2), le wakamé (n=1) et le haricot de mer (n=1).

La part totale des algues dans le produit fini était indiquée sur toutes références. Elle pouvait représenter entre 3% et 15% du produit fini, avec une valeur moyenne égale à 8%. La part de chacune des algues présentes dans le produit fini était connue pour les références 1 et 2, mais pas pour la référence 5. Par exemple, la référence 5 de pâtes est constituée de 3 algues : la dulse, la nori et le haricot de mer. Le mélange de ces 3 algues représente 3% du produit fini. La part de chacune des 3 algues dans les pâtes n'est pas mentionnée sur l'étiquette.

Pâtes aux algues	Nombre d'algues dans le produit	Nombre de macroalgues dans le produit	Algue 1 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 1 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 1 - % présence dans le produit	Algue 2 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 2 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 2 - % présence dans le produit	Algue 3 - nom mentionné sur l'étiquette	Algue 3 - Nom scientifique (tel que renseigné sur l'étiquette)	Algue 3 - % présence dans le produit	Mélange - % présence dans le produit
Référence 1	4	3	wakamé		1	laitue de mer	<i>ulva lactuca</i>	1	nori		1	
Référence 2	2	2	laitue de mer		3	dulse		3				
Référence 3	1	1	laitue de mer		15							
Référence 4	1	1	dulse	<i>palmaria palmata</i>	15							
Référence 5	3	3	dulse			nori			haricot de mer			3

Tableau 58 : pâtes aux algues retrouvées dans le commerce

2.13.2 Concentration en ETM et en iode

Les concentrations en ETM et en iode rapportées pour les algues retrouvées dans les pâtes ont été analysées et si possible ajustées à des distributions mathématiques (cf rapport sur les données de concentrations pour plus de détails, notamment sur les lieux et années de récolte de l'algue, les sources de données, les graphiques d'ajustement mathématiques).

2.13.3 Fréquence de consommation

En l'absence de données disponibles, la fréquence de consommation de pâtes aux algues a été obtenue via l'enquête réalisée dans le cadre de Qualit'Alg sur 780 personnes (voir partie 2 ci-dessus). 127 personnes ont déclaré avoir consommé des pâtes aux algues, avec une fréquence de consommation moyenne égale à 0,5 fois par mois et une consommation médiane égale à 0,1 fois par mois. L'histogramme de fréquence correspondant est présenté ci-dessous.

Fréquence (nombre de fois par mois)	Pâtes
Moyenne	0,5
Ecart type	0,8
Médiane	0,1
P95	2,0
Effectif	127

Tableau 59 : fréquence de consommation de pâtes aux algues chez les consommateurs au cours des 12 derniers mois (mois⁻¹)

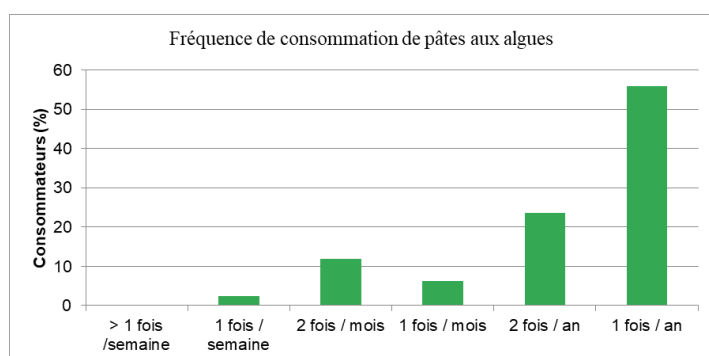


Figure 16 : fréquence de consommation de pâtes aux algues chez les consommateurs

2.13.4 Exposition aux ETM et à l'iode dans les pâtes aux algues

Les pâtes aux algues sont très peu présentes dans le commerce. De plus, sur les 5 références répertoriées, 3 appartiennent à la même marque (références 2 à 4), et présentent une similarité concernant les espèces retrouvées dans le produit et la part d'algues correspondante. *L'échantillon de pâtes aux algues est ainsi trop faible en nombre et en diversité pour évaluer correctement l'exposition associée.*

Perspectives : Une étude nationale de consommation spécifique aux algues alimentaire devrait être menée, incluant les aliments aux algues ou les algues consommées, le mode de consommation, la fréquence de consommation, la quantité consommée.

3 Exposition totale via les denrées aux algues

L'exposition aux différentes substances via l'ensemble des denrées aux algues a été calculée selon l'approche LB et UB en suivant la formule présentée en section 1 de la partie 3.

- Pour le cadmium, le plomb, l'arsenic total, le mercure et l'iode : les 6 denrées aux algues suivantes pour lesquelles une distribution d'exposition avait été calculée ont été intégrées dans le calcul d'exposition totale : les sushis, les soupes, les tartares, les rillettes de la mer, les sels et les chips.
- Pour l'arsenic minéral : les 5 denrées aux algues suivantes pour lesquelles une distribution d'exposition avait été calculée ont été intégrées dans le calcul d'exposition totale : les sushis, les soupes, les tartares, les rillettes de la mer et les chips. Le sel aux algues n'a pas été intégré aux calculs en raison de l'absence de distribution d'exposition à l'arsenic minéral dans cet aliment.
- Les calculs n'ont pas été effectués pour l'arsenic organique et pour l'étain en raison de l'absence de distribution d'exposition pour certains (étain) ou pour l'ensemble (arsenic organique) des aliments aux algues.

Cadmium	Exposition			Arsenic total	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,81E-06	1,81E-03	1,81E+00	Moyenne	1,36E-04	1,36E-01	1,36E+02
Ecart type	2,22E-06	2,22E-03	2,22E+00	Ecart type	1,64E-04	1,64E-01	1,64E+02
Médiane	1,06E-06	1,06E-03	1,06E+00	Médiane	9,76E-05	9,76E-02	9,76E+01
P95	5,49E-06	5,49E-03	5,49E+00	P95	3,95E-04	3,95E-01	3,95E+02
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	1,80E-06	1,80E-03	1,80E+00	Moyenne	1,38E-04	1,38E-01	1,38E+02
Ecart type	2,34E-06	2,34E-03	2,34E+00	Ecart type	3,19E-04	3,19E-01	3,19E+02
Médiane	9,67E-07	9,67E-04	9,67E-01	Médiane	9,95E-05	9,95E-02	9,95E+01
P95	5,68E-06	5,68E-03	5,68E+00	P95	3,87E-04	3,87E-01	3,87E+02
Plomb	Exposition			Arsenic minéral	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	4,57E-06	4,57E-03	4,57E+00	Moyenne	1,89E-06	1,89E-03	1,89E+00
Ecart type	7,27E-06	7,27E-03	7,27E+00	Ecart type	4,60E-06	4,60E-03	4,60E+00
Médiane	2,79E-06	2,79E-03	2,79E+00	Médiane	1,16E-06	1,16E-03	1,16E+00
P95	1,45E-05	1,45E-02	1,45E+01	P95	5,84E-06	5,84E-03	5,84E+00
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	6,52E-06	6,52E-03	6,52E+00	Moyenne	2,19E-06	2,19E-03	2,19E+00
Ecart type	1,01E-05	1,01E-02	1,01E+01	Ecart type	3,33E-06	3,33E-03	3,33E+00
Médiane	4,04E-06	4,04E-03	4,04E+00	Médiane	1,37E-06	1,37E-03	1,37E+00
P95	1,92E-05	1,92E-02	1,92E+01	P95	7,08E-06	7,08E-03	7,08E+00
Arsenic organique	Exposition			Etain	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne				Moyenne			
Ecart type				Ecart type			
Médiane				Médiane			
P95				P95			
Mercure	Exposition			Iode	Exposition		
	mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j		mg/kg pc/j	µg/kg pc/j	ng/kg pc/j
<i>Approche LB</i>				<i>Approche LB</i>			
Moyenne	1,16E-07	1,16E-04	1,16E-01	Moyenne	9,62E-04	9,62E-01	9,62E+02
Ecart type	1,88E-07	1,88E-04	1,88E-01	Ecart type	2,26E-03	2,26E+00	2,26E+03
Médiane	6,93E-08	6,93E-05	6,93E-02	Médiane	4,93E-04	4,93E-01	4,93E+02
P95	3,63E-07	3,63E-04	3,63E-01	P95	3,28E-03	3,28E+00	3,28E+03
<i>Approche UB</i>				<i>Approche UB</i>			
Moyenne	2,00E-07	2,00E-04	2,00E-01	Moyenne	1,03E-03	1,03E+00	1,03E+03
Ecart type	2,75E-07	2,75E-04	2,75E-01	Ecart type	4,55E-03	4,55E+00	4,55E+03
Médiane	1,23E-07	1,23E-04	1,23E-01	Médiane	4,87E-04	4,87E-01	4,87E+02
P95	6,15E-07	6,15E-04	6,15E-01	P95	3,28E-03	3,28E+00	3,28E+03

Tableau 60 : exposition aux ETM et à l'iode via l'ensemble des denrées alimentaires aux algues pour la population générale (consommateurs et non consommateurs)

4 Analyse des incertitudes

Des incertitudes ont été répertoriées dans ce travail. Leurs impacts sur l'estimation de l'exposition de la population Française aux substances d'intérêt dans les denrées aux algues ont été qualifiées.

Sources d'incertitude		Description	Prise en compte	Impact sur l'évaluation de l'exposition
Classe	Localisation			
Contexte				
Reformulation de la question	Ambiguïté du terme "algues alimentaires"	Le terme "algue alimentaire" regroupe une liste positive de macroalgues et de microalgues pouvant être utilisées dans l'alimentation humaine.	<p>Dans le cadre du projet Qualit'Alg, les algues étudiées sont les macroalgues.</p> <p>Les macroalgues sont directement utilisées dans l'alimentation humaine, soit sous forme brute (sushis, soupes, algues consommées comme légumes, tartares) soit sous forme d'extraits (carraghénanes et alginates).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les macroalgues sont retrouvées dans l'alimentation humaine. Comme leur consommation est faible par rapport à d'autres aliments, celle-ci est largement sous-évaluée dans l'INCA3. - Les extraits d'algues (carraghénanes et alginates) sont retrouvés dans de nombreux aliments (crème glacée, fromage fondu, confitures, charcuteries, crème pâtissière...) pour leurs propriétés de texturants, épaississants, gélifiants, stabilisants d'émulsions ou de suspensions. Ces aliments contenant des extraits d'algues sont pris en compte dans les dosages des aliments EAT2. L'exposition aux ETM et à l'iode via les extraits d'algues et donc de fait incluse dans les résultats d'exposition de l'EAT2. <p>Les microalgues comme la spiruline sont très peu retrouvées dans les denrées alimentaires humaines. Elles sont cependant retrouvées dans les compléments alimentaires (CA). Dans l'enquête INCA3, des informations ont été collectées sur les CA consommés par la population Française (fréquence de consommation et nombre d'unités de CA consommées par jour) indépendamment de la présence de microalgues.</p>	sans objet
Méthode				
Sélection des données	Espèces d'algues et concentrations en ETM et iode associées	La concentration en substances dans les algues dépend de nombreux paramètres dont le lieu de récolte. Les denrées aux algues peuvent être produites avec des algues locales, récoltées en Bretagne (notamment les produits locaux comme les algues consommées en légume, les tartares, les rillettes ou encore le sel) ou avec des algues importées (notamment les produits d'inspiration asiatiques comme les sushis et les soupes).	Les résultats des enquêtes réalisées en points de vente montrent que la majorité des denrées aux algues commercialisées sont fabriquées avec des algues Françaises, avec pour la plupart l'appellation "produit en Bretagne". Les denrées d'inspiration asiatiques comme les sushis ou les soupes miso sont fabriquées avec des algues importées d'Asie notamment. Par conséquent, seules les données de concentrations issues d'algues Françaises ont été utilisées dans le cadre de ce projet.	+ ou -
	Données de concentration	Les limites de détection ne sont pas précisées. Seules les limites de quantification sont mentionnées lorsque le résultat du dosage est inférieur à celle-ci.	Les limites de quantifications sont utilisées pour l'approche UB (upper bound), et la valeur nulle est utilisée pour l'approche LB (lower bound).	+
Qualité des données	Echantillonnage réalisé pour l'enquête de consommation	L'échantillonnage réalisé pour l'enquête de consommation était non représentatif de la population Française. Le questionnaire de consommation a été diffusé via différents réseaux professionnels et personnels, notamment la liste de mails du personnel de UBO, la liste de mails du personnel du CHRU de Brest, LinkedIn, Anses, CEVA, CSAVM, Facebook ... Toute personne ayant complété entièrement le questionnaire a été incluse dans l'échantillon.	L'échantillon de 780 personnes était majoritairement constitué de personnes vivant en Bretagne (59%), et donc a priori plus initiées aux algues alimentaires. L'échantillon était également principalement constitué de personnes de profession et catégorie socio-professionnelle supérieure (46% de cadres). Les denrées aux algues étant principalement retrouvées dans les magasins d'agriculture biologique, dans les épiceries fines ou au rayon traiteur des grandes et moyennes surfaces, elles ont un certain coût. Une population PCS+ serait donc plus susceptible d'en consommer par rapport à une population PCS-. Une sur-évaluation de la consommation de denrées aux algues dans cet échantillon était donc supposée par rapport à la consommation de denrées aux algues dans la population générale. L'analyse des données de consommation en fonction de la région d'habitation (Bretagne versus autres régions) et de la PCS (cadres versus autres PCS) a confirmé l'hypothèse de départ que cet échantillon, certes non représentatif de la population Française, comportait plus de consommateurs de denrées aux algues qu'un échantillon représentatif de la population Française. En l'absence de données de consommation représentatives de la population Française, utiliser ces données de consommations dans un cadre d'évaluation des expositions et des risques liés à l'ingestion d'ETM et d'iode via les algues est une approche maximisante et donc protectrice pour le consommateur.	+
Exploitation de données	Absence de données de consommation	Certaines denrées très peu consommées comme le pain aux algues, le fromage aux algues ou la moutarde aux algues n'ont pas (pain aux algues, fromage aux algues) ou peu (moutarde aux algues) été retrouvées en points de vente. L'exposition aux ETM et à l'iode via ces denrées n'a pu être évaluée.	La non prise en compte de ces aliments aux algues entraîne une sous-évaluation de l'exposition et des risques associés. Cependant, les fréquences de consommation et la part d'algues dans ces produits sont tellement faibles que l'exposition associée est quasiment négligeable par rapport aux autres éléments pris en compte. Par exemple, la fréquence médiane de consommation du fromage aux algues et de la moutarde aux algues est égale à 0,2 fois par mois. La fréquence médiane de consommation du pain aux algues est égale à 0,1 fois par mois.	-
Exploitation de données	Faible nombre de données de consommation et/ou de concentration	Pour certaines denrées peu consommées, le nombre de données de consommation peut être faible. Pour certaines substances, le nombre de données de concentration par espèce d'algues peut être faible.	Lorsque le nombre de données et la répartition de celles-ci le permettait, les données ont été ajustées à des distributions de probabilité. Lorsque le nombre de données et/ou la répartition de celles-ci ne permettait pas un ajustement mathématique, la valeur moyenne a été utilisée dans les calculs d'exposition. En cas de calcul déterministe, l'utilisation d'une valeur moyenne est plus protectrice que l'utilisation d'une valeur médiane.	+

Tableau 61 : sources d'incertitudes et impacts sur l'évaluation des expositions

5 Evaluation des risques

5.1 Le cadmium

5.1.1 Caractérisation des dangers

Le profil toxicologique du cadmium est disponible sur le drive de Qualit'Alg. L'ensemble des VTR établies par les agences de santé publiques y sont répertoriées. Parmi les VTR existantes pour le cadmium, celle retenue ici est une dose journalière tolérable (DJT) orale de 0,35 µg /kg pc/jour établie par l'ANSES en 2019 (Anses, 2019). Les effets osseux sont retenus comme les effets critiques les plus pertinents.

5.1.2 Evaluation de l'exposition alimentaire et caractérisation du risque

L'exposition au cadmium *via* l'ensemble des denrées aux algues est en moyenne égale à 0,0018 µg/kg pc/jour chez l'adulte, avec une valeur d'exposition au 95^{ème} centile égale à 0,00568 µg/kg pc/jour. La valeur d'exposition au 95^{ème} centile calculée selon l'approche UB est largement inférieure à la valeur de la DJT établie par l'ANSES. Cette valeur d'exposition représente 1,6% de la VTR orale.

D'après les résultats de la deuxième Etude Alimentaire Totale (EAT2) réalisée par l'ANSES et publiée en 2011, l'exposition orale de la population française adulte au cadmium est estimée à 0,16 µg/kg pc/jour en moyenne. Au 95^{ème} centile, cette exposition est estimée à 0,27 µg/kg pc/jour. Les contributeurs majoritaires à l'exposition au cadmium chez l'adulte sont les pains et les produits de panification sèche (22 %) ainsi que les pommes de terre et apparentés (12 %) et les légumes hors pommes de terres (10%) (Anses, 2011).

Groupe d'aliments	Cd		
	Moy (MB)	P95 (MB)	Contrib (MB)
Pain et panification sèche	0,0350	0,0827	22
Céréales pour petit déjeuner	0,0003	0,0076	0
Pâtes	0,0088	0,0280	6
Riz et blé dur ou concassé	0,0026	0,0117	2
Viennoiseries	0,0020	0,0153	1
Biscuits sucrés ou salés et barres	0,0030	0,0195	2
Pâtisseries et gâteaux	0,0032	0,0121	2
Lait	0,0015	0,0092	1
Ultra-frais laitier	0,0020	0,0079	1
Fromages	0,0010	0,0029	1
Œufs et dérivés	0,0002	0,0010	0
Beurre	0,0001	0,0004	0
Huile	0,0001	0,0002	0
Margarine	0,0001	0,0006	0
Viande	0,0008	0,0023	0
Volaille et gibier	0,0004	0,0015	0
Abats	0,0010	0,0265	1
Charcuterie	0,0019	0,0069	1
Poissons	0,0012	0,0077	1
Crustacés et mollusques	0,0086	0,1286	5
Légumes (hors pomme de terre)	0,0161	0,0510	10
Pommes de terre et apparentés	0,0186	0,0479	12
Légumes secs	0,0010	0,0139	1
Fruits	0,0037	0,0150	2
Fruits secs et graines oléagineuses	0,0008	0,0112	1
Glaces et desserts glacés	0,0010	0,0088	1
Chocolat	0,0021	0,0159	1
Sucres et dérivés	0,0052	0,0239	3
Eaux	0,0042	0,0122	3
Boissons fraîches sans alcool	0,0011	0,0073	1
Boissons alcoolisées	0,0015	0,0067	1
Café	0,0027	0,0112	2
Autres boissons chaudes	0,0013	0,0087	1
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	0,0033	0,0213	2
Sandwiches, casse-croûte	0,0018	0,0172	1
Soupes et bouillons	0,0055	0,0309	3
Plats composés	0,0079	0,0430	5
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	0,0025	0,0196	2
Compotes et fruits cuits	0,0011	0,0131	1
Condiments et sauces	0,0019	0,0098	1
Aliments particuliers	0,0000	0,0363	0
TOTAL	0,1571	0,2652	100

Tableau 62 : estimation de l'exposition moyenne et au 95^{ème} centile de la population Française au cadmium *via* l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).

Dans l'étude EAT2, 212 types d'aliments répartis en 41 groupes ont été étudiés. Des dosages en cadmium ont été réalisés dans les différents groupes d'aliments. L'échantillonnage alimentaire de l'étude EAT2 couvre environ 90% de la consommation alimentaire en France. Les 10% restant correspondent à des aliments peu consommés par la population générale (par exemple les quenelles, la viande de cheval ou les chaussons aux pommes), et qui n'apparaissent pas susceptibles de contribuer de façon importante aux apports ou à l'exposition de la population générale aux substances ciblées, car les aliments à forte contribution ont été inclus dans le plan d'échantillonnage.

Les aliments aux algues étant peu consommés par la population générale, ils n'ont pas été intégrés dans cette étude. Autrement dit, les valeurs d'exposition calculées pour le cadmium dans le cadre de l'EAT2 ne tiennent pas compte des aliments aux algues.

Dans ce cadre, l'exposition au cadmium *via* les algues alimentaires chez l'adulte évaluée dans Qualit'Alg (0,0018 $\mu\text{g Cd}/\text{kg pc}/\text{jour}$ en moyenne) ajoutée à celle de l'alimentation totale de l'EAT 2 (0,16 $\mu\text{g Cd}/\text{kg pc}/\text{jour}$ en moyenne) serait en moyenne égale à 0,1618 $\mu\text{g Cd}/\text{kg pc}/\text{jour}$. L'apport en cadmium *via* les **algues alimentaires contribuerait ainsi à 1,1% de l'apport en cadmium *via* l'alimentation totale** ce qui fait des algues un **aliment très peu contributeur** à l'exposition alimentaire en cadmium.

5.2 L'arsenic

5.2.1 Caractérisation des dangers

Le profil toxicologique de l'arsenic, sous formes organiques et inorganiques, est disponible sur le drive de Qualit'Alg. L'ensemble des VTR établies pour l'arsenic inorganique par les agences de santé publiques y sont répertoriées. Concernant l'arsenic organique, les données toxicologiques sont insuffisantes pour établir une VTR. Sur la base des données relatives au cancer du poumon chez l'homme, l'EFSA a conclu qu'une fourchette de 0,3 à 8 µg/kg pc/j (BMDL₀₁) devait être utilisée à la place d'un unique point de référence dans la caractérisation du risque pour l'arsenic inorganique (EFSA, 2009). Cependant, aucune marge d'exposition n'a été mentionnée. Cette fourchette de points de références a été utilisée ici.

5.2.2 Evaluation de l'exposition alimentaire et caractérisation du risque

L'exposition à l'arsenic inorganique *via* l'ensemble des denrées aux algues est en moyenne égale à 0,00219 µg/kg pc/jour chez l'adulte, avec une valeur d'exposition au 95^{ème} centile égale à 0,00708 µg/kg pc/jour. La valeur d'exposition au 95^{ème} centile calculée selon l'approche UB (0,00708 µg As i/kg pc/jour) est inférieure aux valeurs repères proposées par l'Efsa. La valeur d'exposition au P95 représente 2,4% de la valeur repère de 0,3 µg/kg pc/jour et 0,1% de la valeur repère de 8 µg/kg pc/jour. La marge d'exposition (valeur repère/valeur d'exposition au P95) est égale à 42 dans le cas où la valeur repère est égale à 0,3 ; et est égale à 1130 dans le cas où la valeur repère est égale à 8.

BMDL ₀₁ (µg/kg pc/jour)	Exposition (µg/kg pc/jour)	
	Moyenne (UB)	95 ^{ème} centile (UB)
0,3	137	42
8	3653	1130

Tableau 63 : marges d'exposition (MOE) pour l'arsenic inorganique retrouvé dans les denrées aux algues

D'après les résultats de la deuxième Etude Alimentaire Totale (EAT2) réalisée par l'ANSES et publiée en 2011, l'exposition orale de la population française adulte à l'arsenic inorganique sous l'hypothèse haute est estimée à 0,28 µg/kg pc/jour. Au 95^{ème} centile, cette exposition est estimée à 0,51 µg/kg pc/jour. Les contributeurs majoritaires à l'exposition en arsenic inorganique chez l'adulte sont les eaux (27% sous l'hypothèse haute), le café (16% sous l'hypothèse haute) et les boissons alcoolisées (6%) (Anses, 2011).

Groupe d'aliments	Asi					
	Moy (HB)*	Moy (HH)*	P95 (HB)*	P95 (HH)*	Contrib (HB)*	Contrib (HH)*
Pain et panification sèche	0,008	0,008	0,018	0,018	3	3
Céréales pour petit déjeuner	0,000	0,000	0,002	0,002	0	0
Pâtes	0,001	0,001	0,004	0,004	0	0
Riz et blé dur ou concassé	0,002	0,002	0,007	0,007	1	1
Viennoiseries	0,001	0,001	0,005	0,005	0	0
Biscuits sucrés ou salés et barres	0,001	0,001	0,005	0,005	0	0
Pâtisseries et gâteaux	0,001	0,001	0,005	0,005	1	0
Lait	0,007	0,014	0,043	0,085	3	5
Ultra-frais laitier	0,006	0,012	0,021	0,042	3	4
Fromages	0,003	0,007	0,011	0,021	1	2
Œufs et dérivés	0,000	0,000	0,001	0,001	0	0
Beurre	0,002	0,003	0,006	0,009	1	1
Huile	0,001	0,002	0,003	0,006	0	1
Margarine	0,001	0,001	0,005	0,009	0	0
Viande	0,000	0,001	0,001	0,004	0	0
Volaille et gibier	0,000	0,002	0,000	0,009	0	1
Abats	0,000	0,000	0,000	0,001	0	0
Charcuterie	0,001	0,002	0,002	0,006	0	1
Poissons	0,002	0,002	0,009	0,009	1	1
Crustacés et mollusques	0,002	0,002	0,024	0,024	1	1
Légumes (hors pomme de terre)	0,011	0,012	0,026	0,030	4	4
Pommes de terre et apparentés	0,002	0,006	0,007	0,016	1	2
Légumes secs	0,001	0,001	0,010	0,011	0	0
Fruits	0,009	0,010	0,032	0,038	4	4
Fruits secs et graines oléagineuses	0,000	0,000	0,001	0,001	0	0
Glaces et desserts glacés	0,001	0,003	0,013	0,025	1	1
Chocolat	0,001	0,001	0,008	0,012	0	0
Sucres et dérivés	0,001	0,001	0,003	0,004	0	0
Eaux	0,066	0,066	0,231	0,231	27	24
Boissons fraîches sans alcool	0,012	0,012	0,067	0,067	5	4
Boissons alcoolisées	0,015	0,015	0,069	0,069	6	5
Café	0,038	0,038	0,161	0,161	16	14
Autres boissons chaudes	0,013	0,013	0,089	0,089	5	5
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	0,002	0,002	0,012	0,012	1	1
Sandwiches, casse-croûte	0,001	0,001	0,012	0,012	0	0
Soupes et bouillons	0,008	0,009	0,060	0,068	3	3
Plats composés	0,013	0,013	0,127	0,127	5	5
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	0,003	0,006	0,025	0,049	1	2
Compotes et fruits cuits	0,001	0,001	0,005	0,006	0	0
Condiments et sauces	0,006	0,006	0,020	0,020	2	2
Aliments particuliers	0,000	0,000	0,026	0,026	0	0
TOTAL	0,242	0,278	0,456	0,509	100	100

Tableau 64 : estimation de l'exposition moyenne et au 95^{ème} centile de la population Française à l'arsenic inorganique *via* l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$) selon les hypothèses basse (HB) et haute (HH). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).

Dans l'étude EAT2, 212 types d'aliments ont été étudiés. Des dosages en arsenic ont été réalisés ont été réalisés dans les différents groupes d'aliments. L'échantillonnage alimentaire de l'étude EAT2 couvre environ 90% de la consommation alimentaire en France. Les 10% restant correspondent à des aliments peu consommés par la population générale (par exemple les quenelles, la viande de cheval ou les chaussons aux pommes), et qui n'apparaissent pas susceptibles de contribuer de façon importante aux apports ou à l'exposition de la population générale aux substances ciblées, car les aliments à forte contribution ont été inclus dans le plan d'échantillonnage.

Les aliments aux algues étant peu consommés par la population générale, ils n'ont pas été intégrés dans cette étude. Autrement dit, les valeurs d'exposition calculées pour l'arsenic inorganique dans le cadre de l'EAT2 ne tiennent pas compte des aliments aux algues.

Dans ce cadre, l'exposition à l'arsenic inorganique *via* les algues alimentaires chez l'adulte dans Qualit'Alg selon l'hypothèse haute (0,00219 µg/kg pc/jour en moyenne) ajoutée à celle de l'alimentation totale de l'EAT 2 (0,278 µg/kg pc/jour en moyenne) serait en moyenne égale à 0,28019 µg/kg pc/jour. L'apport en arsenic inorganique *via* les **algues alimentaires contribuerait ainsi à 0,8% de l'apport en arsenic inorganique via l'alimentation totale** ce qui fait des algues un **aliment qui contribue très peu** à l'exposition alimentaire en arsenic inorganique.

5.3 Le mercure

5.3.1 Caractérisation des dangers

Le profil toxicologique du mercure sous formes organiques et inorganiques est disponible sur le drive de Qualit'Alg. L'ensemble des VTR établies par les agences de santé publiques y sont répertoriées.

Les analyses de contamination en mercure dans les algues ont été réalisées pour le mercure total. Or, les VTR existantes ont été élaborées pour le mercure sous forme organique et pour le mercure sous forme inorganique. Les données de spéciation du mercure dans les algues étant manquantes (Anses, 2020), l'hypothèse que 100% du mercure dosé dans les algues était sous la forme de méthylmercure, a été retenue. En effet, il a été démontré que 100% du mercure était présent sous forme de méthylmercure dans les produits de la mer (poissons, mollusques, crustacés) dans l'étude Calipso (Sirost et al., 2008). De plus, le méthylmercure est la forme la plus toxique du mercure.

Parmi les VTR existantes pour le méthylmercure, la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) de 1,3 µg/kg pc/sem (soit 0,19 µg/kg pc/jour) élaboré sur la base d'une toxicité neurodéveloppementale a été retenue (EFSA, 2012).

5.3.2 Evaluation de l'exposition alimentaire et caractérisation du risque

L'exposition au mercure total *via* l'ensemble des denrées aux algues est en moyenne égale à 0,0002 µg/kg pc/jour chez l'adulte, avec une valeur d'exposition au 95^{ème} centile égale à 0,000615 µg/kg pc/jour. La valeur d'exposition au 95^{ème} centile calculée selon l'approche UB est largement inférieure à la valeur de la DJT établie par l'Efsa pour le méthylmercure. Cette valeur d'exposition représente 0,3% de la VTR orale (en considérant que 100% du mercure dosé dans les algues serait sous la forme de méthylmercure).

Dans l'EAT2, seul le mercure total a été dosé. Étant donné que la quasi-totalité de l'exposition au méthylmercure par voie alimentaire provient des produits de la mer, l'exposition au méthylmercure a été estimée par l'exposition au mercure *via* les produits de la mer (poissons, mollusques et crustacés) (Anses, 2011). L'exposition moyenne de la population française au mercure organique (MeHg) est égale à 0,017 µg/kg pc/jour chez l'adulte quelle que soit l'hypothèse (haute ou basse). Au 95^{ème} centile, cette exposition est estimée à 0,061 µg/kg pc/jour chez l'adulte.

En considérant que le mercure soit entièrement sous la forme de méthylmercure, l'exposition au mercure *via* les algues alimentaires chez l'adulte évaluée dans Qualit'Alg (0,0002 µg /kg pc/jour en moyenne) ajoutée à celle estimée dans l'EAT 2 *via* les produits de la mer (0,017 µg /kg pc/jour en moyenne) serait en moyenne égale à 0,0172 µg /kg pc/jour. L'apport en mercure *via* les **algues alimentaires contribuerait ainsi à 1,2% de l'apport en mercure *via* les produits de la mer** ce qui fait des algues un **aliment très peu contributeur** à l'exposition alimentaire en méthylmercure.

5.4 Le plomb

5.4.1 Caractérisation des dangers

Le profil toxicologique du plomb est disponible sur le drive de Qualit'Alg. L'ensemble des VTR établies par les agences de santé publiques y sont répertoriées.

Une BMDL₁₀ basée sur des effets néphrotoxiques observés chez l'adulte et égale à 0,63 µg/kg pc/jour a été retenue dans cette étude. Le risque associé peut être considéré comme négligeable lorsque la marge de sécurité est supérieure à 10 (Efsa, 2013).

5.4.2 Evaluation de l'exposition alimentaire et caractérisation du risque

L'exposition au plomb *via* l'ensemble des denrées aux algues est en moyenne égale à 0,00652 µg/kg pc/jour chez l'adulte, avec une valeur d'exposition au 95^{ème} centile égale à 0,0192 µg/kg pc/jour. La valeur d'exposition au 95^{ème} centile calculée selon l'approche UB correspond à 3% de la valeur de la BMDL₁₀ établie par l'Efsa. Les marges de sécurité sont respectivement égales à 97 et à 33 pour des expositions moyenne et au 95^{ème} centile.

D'après les résultats de la deuxième Etude Alimentaire Totale (EAT2) réalisée par l'ANSES et publiée en 2011, l'exposition orale de la population française adulte au plomb est estimée à 0,201 µg/kg pc/jour en moyenne (marge de sécurité égale à 3,1). Au 95^{ème} centile, cette exposition est estimée à 0,348 µg/kg pc/jour (marge de sécurité égale à 1,8). Les contributeurs majoritaires à l'exposition au plomb chez l'adulte sont les boissons alcoolisées (14%), les pains et les produits de panification sèche (13 %) ainsi que les eaux (11 %) (Anses, 2011).

Groupe d'aliments	Pb		
	Moy (MB)	P95 (MB)	Contrib (MB)
Pain et panification sèche	0,027	0,067	13
Céréales pour petit déjeuner	0,000	0,009	0
Pâtes	0,001	0,004	1
Riz et blé dur ou concassé	0,001	0,004	0
Viennoiseries	0,002	0,011	1
Biscuits sucrés ou salés et barres	0,001	0,012	1
Pâtisseries et gâteaux	0,002	0,010	1
Lait	0,007	0,062	4
Ultra-frais laitier	0,004	0,017	2
Fromages	0,003	0,008	1
Oufs et dérivés	0,001	0,004	0
Beurre	0,001	0,004	1
Huile	0,000	0,002	0
Margarine	0,001	0,006	0
Viande	0,006	0,023	3
Volaille et gibier	0,002	0,011	1
Abats	0,000	0,012	0
Charcuterie	0,005	0,015	2
Poissons	0,001	0,004	0
Crustacés et mollusques	0,005	0,061	3
Légumes (hors pomme de terre)	0,014	0,037	7
Pommes de terre et apparentés	0,004	0,016	2
Légumes secs	0,001	0,028	1
Fruits	0,009	0,032	4
Fruits secs et graines oléagineuses	0,001	0,009	0
Glaces et desserts glacés	0,001	0,009	1
Chocolat	0,002	0,013	1
Sucres et dérivés	0,002	0,006	1
Eaux	0,022	0,062	11
Boissons fraîches sans alcool	0,009	0,044	4
Boissons alcoolisées	0,028	0,133	14
Café	0,010	0,040	5
Autres boissons chaudes	0,006	0,047	3
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	0,002	0,011	1
Sandwiches, casse-croûte	0,001	0,013	1
Soupes et bouillons	0,007	0,047	3
Plats composés	0,005	0,024	2
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	0,002	0,012	1
Compotes et fruits cuits	0,003	0,027	1
Condiments et sauces	0,002	0,009	1
Aliments particuliers	0,000	0,032	0
TOTAL	0,201	0,348	100

Tableau 65 : estimation de l'exposition moyenne et au 95^{ème} centile de la population Française au plomb *via* l'alimentation ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$). Ces données sont issues de l'EAT2 (Anses).

Dans l'étude EAT2, 212 types d'aliments répartis en 41 groupes ont été étudiés. Des dosages en plomb ont été réalisés dans les différents groupes d'aliments. L'échantillonnage alimentaire de l'étude EAT2 couvre environ 90% de la consommation alimentaire en France. Les 10% restant correspondent à des aliments peu consommés par la population générale (par exemple les quenelles, la viande de cheval ou les chaussons aux pommes), et qui n'apparaissent pas susceptibles de contribuer de façon importante aux apports ou à l'exposition de la population générale aux substances ciblées, car les aliments à forte contribution ont été inclus dans le plan d'échantillonnage.

Les aliments aux algues étant peu consommés par la population générale, ils n'ont pas été intégrés dans cette étude. Autrement dit, les valeurs d'exposition calculées pour le plomb dans le cadre de l'EAT2 ne tiennent pas compte des aliments aux algues.

Dans ce cadre, l'exposition au plomb *via* les algues alimentaires chez l'adulte évaluée dans Qualit'Alg (0,00652 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$ en moyenne) ajoutée à celle de l'alimentation totale de l'EAT 2 (0,201 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$ en moyenne) serait en moyenne égale à 0,20752 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{jour}$. L'apport en plomb *via* les **algues alimentaires contribuerait ainsi à 3,1% de l'apport en plomb *via* l'alimentation totale** ce qui fait des algues un **aliment peu contributeur** à l'exposition alimentaire en plomb.

5.5 L'iode

5.5.1 Caractérisation des dangers

Le profil toxicologique de l'iode est disponible sur le drive de Qualit'Alg. L'ensemble des VTR établies par les agences de santé publiques y sont répertoriées.

Parmi les VTR existantes, L'EFSA (2006) a établi une limite supérieure de sécurité égale à 600 µg/jour chez l'adulte exposé à l'iode par voie orale (soit 8,5 µg/kg pc/jour pour un adulte de 70 kilos). Cette limite correspond à la quantité maximale d'iode qu'un individu peut ingérer de manière chronique sans apparition d'effets indésirables sur la thyroïde.

5.5.2 Evaluation de l'exposition alimentaire et caractérisation du risque

L'exposition à l'iode *via* l'ensemble des denrées aux algues est en moyenne égale à 1,03 µg/kg pc/jour chez l'adulte, avec une valeur d'exposition au 95^{ème} centile égale à 3,28 µg/kg pc/jour.

L'étude INCA3 a montré que l'apport en iode *via* l'alimentation était en moyenne égal à 148 µg/jour chez l'adulte, soit égal à 2,1 µg/kg pc/jour (Anses, 2017).

Le groupe des viandes-poissons-œufs et produits à base de viandes-poissons-œufs contribueraient à 22% des apports en iode chez les adultes (dont 9,2% pour les poissons) et les produits laitiers (hors boissons chaudes) à 20%. Les autres vecteurs d'iode sont les fruits et légumes et produits à base de fruits et légumes (12%, dont 6,9% pour les soupes et bouillons), les produits céréaliers (12%, dont 6,4% pour les pains et produits de panification sèche), les boissons chaudes (7,7%) et les condiments, herbes, épices et sauces (6,8%).

Dans ce cadre, l'exposition à l'iode *via* les algues alimentaires chez l'adulte évaluée dans Qualit'Alg (1,03 µg/kg pc/jour en moyenne) ajoutée à celle de l'alimentation totale issue de l'INCA3 (2,1 µg/kg pc/jour en moyenne) serait en moyenne égale à 3,13 µg /kg pc/jour. L'apport en iode *via* les **algues alimentaires contribuerait ainsi à 33% de l'apport en iode via l'alimentation totale** ce qui ferait des algues l'**aliment contributeur majeur** à l'exposition alimentaire en iode.

L'apport en iode *via* les algues alimentaire (3,28 µg/kg pc/jour au P95) ajoutée à celle de l'alimentation totale (2,1 µg/kg pc/jour en moyenne, donnée au P95 non disponible) resterait sous le seuil de la limite de sécurité de 8,5 µg/kg pc/jour élaborée par l'Efsa. Ainsi, le risque lié à l'iode dans l'alimentation, algues incluses, pourrait être écarté.

Tableau 61. Apports journaliers moyens en vitamines et minéraux, chez les adultes de 18 à 79 ans (n=2 121)

		Moyenne	Ecart-type	Médiane
MINÉRAUX	Sodium (mg/j)	3181,4	1346,2	3011,0
	Sel (g/j)	8,0	3,4	7,6
	Magnésium (mg/j)	341,2	118,2	328,7
	Phosphore (mg/j)	1240,5	447,2	1186,9
	Potassium (mg/j)	3108,7	1066,0	2969,9
	Calcium (mg/j)	929,4	407,9	863,6
	Manganèse (mg/j)	3,1	1,3	2,9
	Fer (mg/j)	10,5	4,4	9,8
	Cuivre (mg/j)	1,7	1,0	1,5
	Zinc (mg/j)	9,5	4,2	8,7
	Sélénium (µg/j)	125,1	48,4	116,0
	Iode (µg/j)	148,0	63,2	139,1
VITAMINES	Rétinol (µg/j)	470,7	709,7	297,9
	Béta-carotène (µg/j)	2690,5	2643,4	2106,5
	Vitamine B1 (mg/j)	1,2	0,5	1,2
	Vitamine B2 (mg/j)	1,8	0,8	1,7
	Vitamine B3 (mg/j) ¹	20,5	8,8	19,2
	Vitamine B5 (mg/j)	5,7	2,2	5,3
	Vitamine B6 (mg/j)	1,7	0,7	1,6
	Vitamine B9 (µg/j)	305,1	114,5	293,8
	Vitamine B12 (µg/j)	5,4	4,4	4,2
	Vitamine C (mg/j)	90,5	56,2	80,2
	Vitamine D (µg/j)	3,1	2,0	2,7
	Vitamine E (mg/j)	9,8	4,4	9,0
	Vitamine K2 (µg/j)	13,1	10,4	10,6

¹ Comme recommandé par l'EFSA, la vitamine B3 est exprimée en équivalent niacine, cf. p 151

Source : Etude INCA3 (2014-2015), traitement Anses

6 Comparaisons avec les données d'exposition calculées par l'Anses

Les données d'exposition aux ETM via l'ensemble des denrées aux algues ont été comparées à celles calculées par l'Anses (Anses, 2020). Les valeurs présentées sont les données d'exposition au 95^{ème} centile, calculées selon l'approche UB.

Les expositions alimentaires en ETM rapportées dans les travaux de l'Anses (2020) sont supérieures à celles calculées dans Qualit'Alg, avec un facteur égal à 9 pour le plomb, 28 pour le mercure, 39 pour le cadmium et 70 pour l'arsenic inorganique.

	Exposition (µg/kg pc/jour)			Ratio
	Qualit'Alg	Anses		Anses / Qualit'Alg
Cadmium	0,00568	0,22	EAT2 Exposition	Facteur 39
Arsenic inorganique	0,00708	0,493	EAT2 alimentaire +	Facteur 70
Mercure	0,000615	0,017	EAT2 compléments	Facteur 28
Plomb	0,0192	0,176	EAT2 alimentaires	Facteur 9

Tableau 66 : comparaison des valeurs d'expositions aux ETM obtenues dans Qualit'Alg à générées par l'Anses

Ces différences peuvent notamment s'expliquer par des différences de méthodologie, dont les principales sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Points méthodologiques	Qualit'Alg	Anses	
Algues	Types d'algues étudiées Espèces retrouvées dans les denrées	Macroalgues étudiées Prise en compte des différentes espèces d'algues présentes dans chaque denrée et attribution des concentrations en ETM et en iode correspondantes	Pool macroalgues + microalgues + plantes halophytes (qui ne sont pas des algues) Non prise en compte des espèces présentes dans chaque denrée aux algues. Pool de toutes les données de concentration, indépendamment de l'espèce d'algue retrouvée dans chaque denrée
Denrées étudiées		Sushis aux algues (makis et california rolls) Soupe aux algues tartares aux algues Rillettes de la mer Algues Sel aux algues Salade composée aux algues Chips aux algues Boissons aux algues fromage aux algues Pain aux algues Pâtes aux algues Moutarde aux algues	Sushis aux algues (makis et california rolls) Algues et salicorne Compléments alimentaires
Données de consommation	Enquête de consommation Echantillonnage Recueil des données de consommation	Spécifique aux denrées aux algues Non représentatif de la population Française Adulte - Enquêtes en points de vente : Denrées aux algues commercialisées, espèces d'algues dans les denrées et % d'algues dans le produit fini (172 denrées répertoriées) - Enquêtes en ligne : taux de consommateurs par denrée aux algues et fréquence de consommation (780 adultes participants) - Prise en compte des données de quantité de denrée par prise issues de INCA3	Enquête INCA3 : enquête d'alimentation générale (90% des aliments les plus consommés sont intégrés à INCA3). Enquête de référence en France. Représentatif de la population Française Adulte + enfant - Actes de consommations d'algues alimentaires issus de INCA3 (10 adultes pour les algues et salicorne, 33 adultes pour les sushis aux algues). - Pas de donnée de fréquence de consommation - Quantités d'algues estimées - Part de l'algue dans la denrée non connue

Tableau 67 : Comparaison des méthodologies employées

PARTIE 4 : Concentration en ETM et en iode dans les extraits d'algues

Les alginates et les carraghénanes sont des polysaccharides extraits d'algues employés comme additifs par l'industrie alimentaire pour leurs propriétés épaississantes et gélifiantes. Les alginates sont retrouvés dans les puddings, les mousses, les confitures, les crèmes glacées, les mayonnaises, les yaourts, les soupes ou encore les sauces. Les carraghénanes sont utilisés dans la production de la bière, des pâtés, des viandes industrielles et des friandises aux fruits.

Dans l'EAT2, 445 substances dont les ETM ont été recherchées dans les aliments les plus consommés par la population Française et dans les aliments peu consommés mais susceptibles d'être fortement contaminés. En tout, 212 types d'aliments différents ont été sélectionnés. L'échantillonnage alimentaire de l'étude couvre ainsi environ 90% de la consommation alimentaire en France. Les 10% restant correspondent à des aliments peu consommés par la population générale et qui n'apparaissent pas susceptibles de contribuer de façon importante aux apports ou à l'exposition de la population générale aux substances (Anses, 2011).

Les denrées contenant des alginates et carraghénanes sont couramment consommées par la population française. L'apport en ETM *via* la consommation d'additifs extraits d'algues est donc pris en compte dans l'EAT2.

Références

Anses, 2011. Avis et rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatifs à l'Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2). Tome 1 : Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes.

Anses, 2017. Avis et rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatifs à l'Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3)

Anses, 2019. Avis et rapports de l'Anses relatifs à l'exposition au cadmium (CAS n°7440-43-9) – Propositions de valeurs toxicologiques de référence (VTR) par ingestion, de valeurs sanitaires repères dans les milieux biologiques (sang, urine, ...) et de niveaux en cadmium dans les matières fertilisantes et supports de culture permettant de maîtriser la pollution des sols agricoles et la contamination des productions végétales. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Maisons-Alfort.

Anses, 2020. Avis et rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatifs à la teneur maximale en cadmium pour les algues destinées à la consommation humaine.

Bouga M, Combet E. 2015. Emergence of Seaweed and Seaweed-Containing Foods in the UK: Focus on Labeling, Iodine Content, Toxicity and Nutrition. *Foods* 4, 240-253.

CEVA, 2019. Macroalgues et microalgues alimentaires - Statut réglementaire en France et en Europe. Dernière mise à jour le 19/03/2020.

EFSA, 2006. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals.

EFSA, 2009. Scientific Opinion of the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain on Arsenic in Food. *EFSA journal*, 7 : 1351.

EFSA, 2012. Guidance on Default assumptions used by the EFSA Scientific Panels and Committee, and EFSA Units in the absence of actual measured data. *EFSA Journal*, 10:2579 .

EFSA, 2013. Scientific Opinion of EFSA panel on Contaminants in the Food Chain on lead in Food. *EFSA journal*, 8: 1570.

EFSA, 2015. The food classification and description system FoodEx2 (revision 2). *EFSA Supporting publication* 2015:EN-804.

EFSA, 2019. Analysis and risk assessment of seaweed. *EFSA journal*, 17; e170915.

FAO, 2018. The Global Status of Seaweed Production, Trade and Utilization . Volume 124

Le Bras, Ritter L, FASQUEL D, LESUEUR M, LUCAS S, GOUIN S. 2014a. Etude de la consommation des algues alimentaires en France. Programme IDEALG Phase 1. Etude nationale. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°35, 72 p.

Le Bras, Ritter L, FASQUEL D, LESUEUR M, LUCAS S, GOUIN S. 2014b. Etude de la consommation des algues alimentaires en France : comportements et motivations du consommateur. Programme IDEALG Phase 1. Etude nationale. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°32, 28 p.

Sirot V, Guerin T, Volatier JL, Leblanc JC, 2009. Dietary exposure and biomarkers of arsenic in consumers of fish and shellfish from France. *Sci Total Environ* 407, 1875-1885.

US EPA, 2001. Using probabilistic analysis in Human health assessment (Chapter 3) In:US EPA (Ed.), *Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment*. US EnvironmentProtection Agency. ed, Washington, USA

WHO, 2009 (ref livre jaune à ajouter)

Zava T and Zava D, 2011. Assessment of Japanese iodine intake based on seaweed consumption in Japan: A literature- based analysis. *Thyroid Research* 2011, 4 : 14, 7 p.