



Canadian Food Inspection Agency
Agence canadienne d'inspection des aliments

Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires

RAPPORT

2011-2013
ÉTUDES CIBLÉES – CHIMIE

Spéciation de l'arsenic dans certains aliments

RDIMS 6967958
Tableaux de données RDIMS 5991294

Enquêtes spéciales
Évaluation chimique
Division de la salubrité des aliments
Agence canadienne d'inspection des aliments
1400, chemin Merivale
Ottawa (Ontario) K1A 0Y9
Canada

Table des matières

Sommaire	3
1. Introduction	5
1.1 Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires	5
1.2 Enquêtes ciblées	6
1.3 Lois et règlements	6
2. Détails de l'enquête	8
2.1 L'arsenic.....	8
2.2 Justification	8
2.3 Répartition des échantillons	9
2.4 Détails de la méthode	10
2.5 Limitations	12
3. Résultats et discussion	12
3.1 Aperçu des résultats de l'enquête.....	12
3.2 Résultats de l'enquête par type de produit	15
3.2.1 Les boissons	15
3.2.2 Les produits de fruits	17
3.2.3 Les produits de grains	19
3.2.4 Le riz et les produits de riz.....	22
3.2.5 Les produits d'algues	24
4. Conclusion	26
5. Références	28

Sommaire

Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires (PAASPA) vise à moderniser et à améliorer le système canadien de salubrité des aliments. Dans le cadre de l'initiative de surveillance accrue du PAASPA, des enquêtes ciblées sont effectuées afin d'analyser différentes denrées pour y déceler des dangers précis.

Les principaux objectifs de l'enquête ciblée *Spéciation de l'arsenic dans certains aliments* étaient d'obtenir des données de surveillance de base pour la surveillance des teneurs en arsenic sous différentes formes dans les boissons, les produits de fruits, les produits de grains, le riz et les produits de riz et les produits d'algues vendus sur le marché du détail au Canada et, lorsque cela est possible, de comparer ces concentrations avec les données obtenues lors d'enquêtes ciblées antérieures du PAASPA.

L'arsenic est un élément naturellement présent à l'état de trace dans la roche, le sol, l'eau et l'air. Les voies principales d'exposition humaine à l'arsenic sont la consommation d'eau et d'aliments. La présence d'arsenic dans les aliments et l'eau est une conséquence prévisible de son accumulation naturelle à partir de l'environnement. Les concentrations d'arsenic dans les denrées sont habituellement basses. Toutefois, elles sont plus élevées dans les organismes aquatiques (comme les algues, les poissons, les fruits de mer).

L'arsenic existe sous des formes organiques et inorganiques dans les aliments. Les espèces inorganiques sont généralement considérées d'avoir une plus grande importance toxicologique sur la santé humaine. La proportion d'espèces organiques et inorganiques de l'arsenic peut varier considérablement en fonction de la source de contamination et des produits dans lesquels elles sont présentes. D'une part, l'arsenic inorganique est l'espèce prédominante dans l'eau potable, les espèces organiques sont les formes principales trouvées dans les organismes aquatiques, comme les algues, le poisson et les fruits de mer. L'exposition chronique à l'arsenic inorganique peut provoquer divers effets nuisibles à la santé humaine, notamment sur le tube digestif, les reins, le foie, les poumons et la peau, et elle contribue aux risques de certains cancers.

D'avril 2011 à mars 2013, 2015 échantillons ont été collectés chez des détaillants canadiens. On les a analysés pour deux espèces inorganiques de l'arsenic et jusqu'à quatre espèces organiques. Les produits échantillonnés comprenaient les boissons (eaux embouteillées et jus), les produits de fruits (fruits en conserve, purées de fruits, fruits déshydratés et collations aux fruits), les produits de grains (son de blé, céréales pour petit-déjeuner), le riz et les produits de riz (grains, farine, son, nouilles, pâtes, papiers, craquelins et gâteaux, pouding et boissons) et les produits d'algues (algues séchées sous diverses formes). Comme prévu, la majorité des échantillons analysés (87 %) présentait une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces de l'arsenic. C'est dans les boissons que l'arsenic était le moins présent. Seulement 68 % des échantillons contenaient une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. Par contre, tous (100%) les échantillons des produits d'algues, du riz et des produits de riz contenaient une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. Au chapitre des concentrations de l'arsenic inorganique, les boissons contenaient les

concentrations moyennes les plus basses d'arsenic inorganique (3,84 ppb), alors que le riz et les produits de riz comportaient les concentrations moyennes les plus élevées d'arsenic inorganique (94,19 ppb).

La tolérance pour l'arsenic dans les jus de fruits, les nectars de fruits, les boissons prêtes-à-servir et l'eau dans des contenants scellés (autre que l'eau de source ou l'eau minérale visées à la section 15 du *Règlement sur les aliments et drogues* est dépassé et en cours de révision par Santé Canada. Santé Canada a proposé des tolérances plus basses pour le jus de pomme et l'eau embouteillée; deux échantillons de jus de pomme analysé dans le cadre de la présente enquête ciblée avaient des niveaux d'arsenic total supérieures à la nouvelle tolérance proposée pour le jus de pomme et aucun des échantillons d'eau contenaient des concentrations totales d'arsenic plus élevées que la tolérance plus faible proposée pour l'eau embouteillée. Il n'y a pas d'autres règlements canadiens pour l'arsenic dans les autres aliments analysés dans le cadre de la présent enquête, donc la conformité à une norme numérique n'a pas pu être évaluée.

Toutes les données obtenues ont été transmises au Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada aux fins de l'évaluation des risques pour la santé humaine. Les concentrations d'arsenic dans les produits analysés lors de cette enquête ne sont pas considérées comme inquiétantes pour la santé humaine. Aucun rappel d'aliments n'est justifié compte tenu de l'absence de préoccupation sur la santé.

1. Introduction

1.1 Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires

En 2007, le gouvernement du Canada a lancé une initiative quinquennale en réponse à un nombre croissant de rappels de produits et aux préoccupations concernant la salubrité des aliments. Cette initiative, appelée le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires et de consommation (PAASPAC), a pour objectif de moderniser et de renforcer le système canadien de salubrité des aliments, des produits de santé et des produits de consommation. L'initiative du PAASPAC regroupe plusieurs partenaires afin d'assurer la sécurité alimentaire des Canadiens.

Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires (PAASPA) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) s'inscrit dans le PAASPAC de plus vaste envergure du gouvernement du Canada. Le but du PAASPA est de définir et de limiter les risques dans l'approvisionnement alimentaire, d'améliorer les mesures de contrôle des aliments importés et produits au pays ainsi que d'identifier les importateurs et les fabricants. Le PAASPA vise également à assurer que l'industrie de l'alimentation applique des mesures préventives et intervienne rapidement en cas d'échec de ces mesures.

Le PAASPA comprend douze principaux secteurs d'activité, dont celui de la cartographie des risques et de la surveillance de base. Le principal objectif de ce domaine est de mieux cerner, évaluer et hiérarchiser les dangers possibles en matière de salubrité des aliments par la cartographie des risques, la collecte de renseignements et l'analyse d'aliments offerts sur le marché canadien. Les études ciblées sont l'un des outils servant à vérifier la présence et le niveau d'un danger particulier dans des aliments donnés.

Selon le cadre de réglementation actuel, certains produits (comme les produits de viande et de poisson) transigés à l'échelle internationale et interprovinciale sont réglementés par des lois particulières. Ces produits sont appelés produits agréés par le gouvernement fédéral. Toujours selon ce cadre, les produits fabriqués dans des établissements non agréés par le gouvernement fédéral comptent pour environ 70 % des aliments de provenance canadienne et importés qui sont régis exclusivement par la *Loi sur les aliments et drogues* et son règlement d'application, le *Règlement sur les aliments et drogues*. Les études ciblées portent principalement sur les produits fabriqués dans des établissements non agréés par le gouvernement fédéral.

1.2 Enquêtes ciblées

Les enquêtes ciblées sont des études pilotes dont le but est de recueillir des données sur la présence potentielle de résidus chimiques dans des produits déterminés. Ces études sont conçues de manière à répondre à des questions précises. Par conséquent, contrairement aux activités de surveillance, l'analyse d'un danger chimique particulier cible des régions géographiques ou des types de produits précis.

En raison du grand nombre de combinaisons danger chimique-produit alimentaire, il n'est pas possible, ni nécessaire, de mener des études ciblées pour déterminer et quantifier tous les dangers chimiques présents dans les aliments. Afin de déterminer les combinaisons aliment-danger qui pourraient poser le plus grand risque pour la santé, l'ACIA a recours à des articles scientifiques, à des reportages diffusés dans les médias ou à un modèle axé sur le risque élaboré par le Comité des sciences sur la salubrité des aliments (CSSA), qui est un groupe d'experts dans le domaine de la salubrité des aliments venant des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Dans le cadre du Programme national de surveillances des résidus chimiques (PNSRC) et du Projet sur les aliments destinés aux enfants (PAE), l'ACIA effectue régulièrement la surveillance de divers éléments, dont l'arsenic total, dans divers produits. Les enquêtes ciblées visent principalement les produits non surveillés dans le cadre de ces deux programmes. L'objectif de la présente enquête ciblée était de produire des données de surveillance de base sur les concentrations et les formes d'arsenic retrouvées dans des aliments produits dans des établissements non agréés par le gouvernement fédéral et qui sont vendus sur le marché de détail canadien. Dans sa portée, cette enquête complète le Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC) et le Projet sur les aliments destinés aux enfants (PAE) en intégrant des denrées additionnelles qu'ils n'étudient pas, notamment les boissons, les produits de fruits, les produits de grains, le riz, les produits du riz et les produits des algues. Elle examine également les proportions d'arsenic inorganique présente dans ces produits afin d'obtenir une meilleure évaluation des risques potentiels sur la santé posés par les concentrations d'arsenic détectées dans certaines denrées.

En 2008, le CSSA a classé l'arsenic inorganique comme contaminant alimentaire prioritaire, en particulier dans les produits des algues. D'autres aliments ont été intégrés à l'enquête, notamment le riz, les produits du riz et les produits de grains, puisque l'on a démontré que les produits de grains transformés et le riz contribuaient fortement à l'exposition globale à l'arsenic par voie alimentaire¹.

1.3 Lois et règlements

*La Loi sur l'Agence canadienne d'inspection des aliments stipule que l'ACIA est chargée d'appliquer les restrictions applicables à la production, à la vente, à la composition et au contenu des aliments et des produits alimentaires, comme le prescrivent la *Loi sur les aliments et drogues* et le *Règlement sur les aliments et drogues*.*

Santé Canada établit les normes sanitaires applicables aux concentrations de résidus chimiques et aux contaminants présents dans les denrées vendues au Canada. Certaines normes applicables aux contaminants chimiques dans les aliments sont indiquées dans le *Règlement sur les aliments et drogues* (RAD) du Canada, où elles sont désignées par le terme « tolérance ». Les tolérances sont établies à titre d'outil de gestion du risque et, en général, uniquement pour les aliments qui contribuent de façon importante à l'exposition alimentaire totale. Il existe aussi un certain nombre de limites maximales qui ne figurent pas dans le Règlement et qui sont appelées normes; elles peuvent être consultées sur le site Web de Santé Canada²

À l'heure actuelle, le tableau 1 du titre 15 du *Règlement sur les aliments et drogues* fixe une tolérance de 100 parties par milliard (ppb) pour l'arsenic total dans les jus de fruits, les nectars de fruits, les boissons prêtes à servir et l'eau dans des contenants scellés (autres que les eaux minérales ou de source). Toutefois, cette tolérance est en cours de révision par Santé Canada. En 2014, Santé Canada a tenu une consultation publique sur une proposition de resserrer les tolérances pour la teneur en arsenic des jus de pommes et de l'eau embouteillée³. À ce titre, des nouvelles tolérances plus basses ont été proposées pour la concentration d'arsenic total, soit 10 ppb, pour le jus de pommes et la portion de jus de pommes de tout mélange de jus ou boisson aux fruits, ainsi que pour l'eau embouteillée (incluant les eaux minérales et de source). Bien que ces amendements à la réglementation aient été proposés après l'échantillonnage et l'analyse des échantillons de la présente enquête ciblée, ils sont signalés ici pour apporter un contexte et une perspective à cette publication des concentrations d'arsenic.

Santé Canada a présenté des tolérances plus basses pour l'arsenic total qui visent à protéger davantage la santé humaine que les tolérances en vigueur. La toxicité varie en fonction des différentes espèces d'arsenic, les formes inorganiques étant considérées comme étant plus toxiques pour la santé humaine que les composés organiques de l'arsenic⁵. En soutien aux modifications réglementaires continues apportées par Santé Canada qui visent l'arsenic dans les aliments, l'ACIA a quantifié diverses espèces d'arsenic, notamment l'arsenic inorganique. Santé Canada a considéré ces données en mettant à jour les règlements relatifs à l'arsenic dans les aliments qui visent à protéger la santé humaine.

Toutes les denrées vendues au Canada doivent être conformes aux exigences de l'alinéa 4(1)a), partie I, de la *Loi sur les aliments et drogues*, qui stipule qu'il est interdit de vendre un aliment qui, selon le cas, contient une substance toxique ou délétère, ou en est recouvert. En l'absence de tolérance ou de norme canadienne applicable, Santé Canada peut évaluer, au cas par cas, les concentrations élevées d'arsenic dans certains aliments en s'appuyant sur les données scientifiques disponibles les plus récentes afin d'établir s'il existe des préoccupations potentielles relatives à la santé humaine. Des mesures de suivi sont prises de manière à tenir compte du degré de préoccupation pour la santé. Elles comprennent notamment d'autres analyses, la notification du producteur ou de l'importateur, des inspections de suivi, d'autres échantillonnages dirigés et le rappel des produits en cause.

2. Détails de l'enquête

2.1 L'arsenic

L'arsenic est un élément naturel présent dans la croûte terrestre. Il peut être libéré dans l'air, l'eau ou le sol par l'érosion ou le lessivage naturel ou par des activités humaines. Dans le passé, l'arsenic a été utilisé dans des produits pharmaceutiques, des produits de protection du bois, des produits agrochimiques, ainsi que par les industries minière, métallurgique, verrière et de fabrication de semi-conducteurs⁴. L'arsenic se combine habituellement avec d'autres éléments ou substances et forme différents composés. Les composés d'arsenic peuvent être classés en forme inorganiques et organiques. Les espèces inorganiques de l'arsenic sont considérées d'avoir une plus grande importance toxicologique sur la santé humaine que les formes organiques et elles sont associées à des effets à long terme sur la santé⁵. L'exposition à l'arsenic inorganique sur une longue durée a été démontré d'affecter le tube digestif, les reins, le foie, les poumons et la peau⁶. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)⁴ a classé les composés arsenicaux inorganiques, ainsi que l'acide diméthylarsinique (ADMA) et l'acide monoéthylarsinique (AMMA), des composés organiques arsenicaux, parmi les produits potentiellement cancérigènes chez l'humain.

La consommation d'aliments et d'eau constitue la principale voie d'exposition de la population générale à l'arsenic⁵. L'absorption moyenne par les Canadiens d'arsenic total dans l'alimentation varie de 0,51 à 0,97 µg/kg (masse corporelle)/jour⁷. Il est estimé que l'arsenic inorganique constituait de 20 à 40 % de l'apport alimentaire en arsenic chez le Nord-Américain moyen⁸.

La quantité et les formes d'arsenic présentes dans les aliments dépendent de certains facteurs, notamment du type d'aliment, des conditions de croissance et des techniques de transformation. L'arsenic est prévu d'être présent en très faibles concentrations dans les aliments à cause de l'accumulation naturelle à partir de l'environnement. Les formes organiques et inorganiques de l'arsenic peuvent être présentes dans les denrées. Les produits de la mer (poissons, crustacés et algues) ont été démontré de contenir de fortes concentrations d'arsenic⁵, mais que les principales formes d'arsenic présentes sont des espèces organiques considérées comme étant moins préoccupantes pour la santé humaine⁶. Un rapport scientifique de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) mentionne que les produits de grains transformés sont les contributeurs principaux à l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique, les autres sources importantes étant le riz, le lait et les produits laitiers, et l'eau potable¹.

2.2 Justification

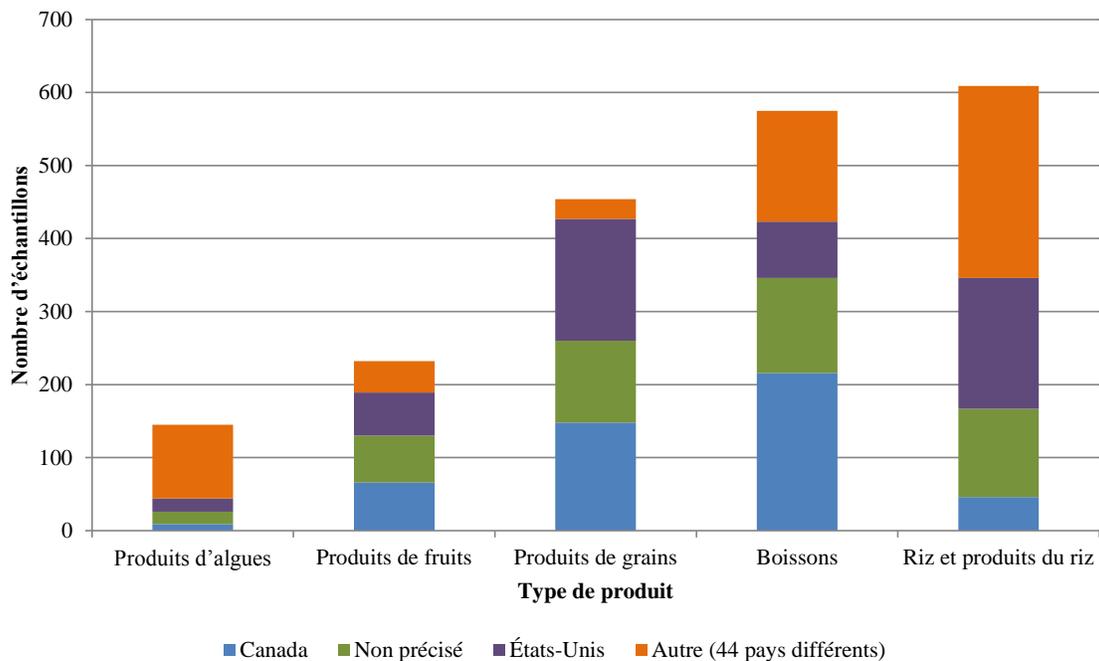
En 2014, Santé Canada a proposé des révisions aux tolérances pour l'arsenic total dans les jus, nectars et boissons de fruits prêts à être consommés et l'eau dans des contenants scellés³. Ces révisions servent à aligner les normes fondées sur la sécurité avec les

concentrations les plus basses qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, tout en considérant les Recommandations actuelles pour la qualité de l'eau potable au Canada et servent à harmoniser les normes sur l'arsenic dans le jus de pommes avec le nouveau seuil d'intervention pour l'arsenic dans le jus de pommes fixés par la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis⁹. Les activités régulières de surveillance ne ciblent pas l'arsenic inorganique. Le Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC) examine les denrées agréées (comme la viande, le lait ainsi que les fruits et légumes frais), mais n'examine pas l'arsenic par espèce, pas plus qu'il a examiné les types de denrées transformées dans le cadre de présente enquête. Le projet sur les aliments destinés aux enfants (PAE) a étudié les concentrations d'arsenic total (mais non par espèces) dans certains types de denrées transformées produites pour les bébés et les enfants. Les produits examinés par le CFP comprennent les produits transformés du riz et les produits transformés des fruits et des légumes. Ainsi, il est nécessaire de disposer de données de surveillance sur la présence et sur les concentrations d'arsenic total, et de diverses formes d'arsenic, notamment sur les concentrations d'arsenic inorganique dans les produits de grains, le riz, les produits du riz, les produits des fruits, l'eau embouteillée et les produits des algues élaborés au Canada où à l'étranger. Le Bureau d'innocuité des produits chimiques (BIPC) de Santé Canada pourrait utiliser ces renseignements lors d'évaluations futures des risques pour la santé découlant de l'exposition à l'arsenic, et en soutien aux changements proposés aux tolérances visant l'arsenic.

2.3 Répartition des échantillons

Dans le cadre de cette enquête, 2015 échantillons ont été collectés entre avril 2011 et mars 2013 dans des épiceries et des magasins spécialisés dans onze villes canadiennes. Les 2015 échantillons prélevés se divisent en 485 produits canadiens, 1086 produits importés et 444 produits d'origine non précisée, c'est-à-dire ceux dont le pays d'origine n'a pas pu être confirmé à partir des renseignements consignés au moment de l'échantillonnage. Il est important de noter que les produits échantillonnés étaient souvent accompagnés des énoncés : « emballé dans le pays X », « importé pour l'entreprise A dans le pays Y » ou « fabriqué pour l'entreprise B dans le pays Z », et que leur étiquette, bien qu'elle respectât les normes réglementaires, ne précisait pas l'origine réelle des ingrédients des produits. Seuls les produits dont l'étiquette comportait un énoncé clair du type « Produit du/de », « Préparé en/au », « Fabriqué en/au », « Transformé en/au » ou « Fabriqué par » furent considérés comme des produits pour lesquelles le pays d'origine était connu.

Pour avoir une idée générale de l'origine des produits échantillonnés, consulter la figure 1 qui donne la répartition des échantillons selon le pays d'origine (tel que consigné par l'échantillonneur ou indiqué par l'étiquette).



La catégorie « non précisé » désigne les échantillons pour lesquels les renseignements sur l'étiquette ou les données d'échantillonnage ne permettaient pas de déterminer le pays d'origine.

Figure 1 — Répartition des échantillons par pays d'origine

2.4 Détails de la méthode

Les échantillons de l'enquête ont été analysés par un laboratoire de l'ACIA accrédité conforme à la norme ISO17025 pour les essais sur les aliments. Celui-ci a utilisé une méthode qui quantifie les formes inorganiques (valences As^{+3} et As^{+5}) et organiques (l'arsénobétaïne ou AsB, l'arsénocholine ou AsC, l'acide monoéthylarsinique ou AMMA, et l'acide diméthylarsinique ou ADMA) dans les aliments par chromatographie en phase liquide haute performance-spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (tableau 1).

Tableau 1 — Espèces chimiques de l'arsenic considérées par l'enquête ciblée

Espèce	Forme	Synonymes	Formule chimique	Toxicité
As⁺³	inorganique	Acide arsénieux, arsénite	As(OH) ₃	cancérogène pour les humains (Groupe 1)
As⁺⁵	inorganique	Acide arsénique, arséniate	H ₃ AsO ₄	cancérogène pour les humains (Groupe 1)
AsC	organique	Arsénocholine	C ₅ H ₁₄ AsBr O	inclassable quant à leur cancérogénicité pour les humains (group 3)
AsB	organique	Arsénobétaïne	C ₅ H ₁₁ AsO ₂	inclassable quant à leur cancérogénicité pour les humains (group 3)
AMMA	organique	Acide monoéthylarsonique	CH ₃ AsO ₃ Na	cancérogène possible pour les humains (Groupe 2B)
ADMA	organique	Acide diméthylarsinique, acide cacodylique	C ₂ H ₇ AsO ₂	cancérogène possible pour les humains (Groupe 2B)

*Les données toxicologiques disponibles suggère que l' arsénocholine et l'arsénobétaïne ne sont pas aussi toxiques pour la santé humaine que l'arsenic inorganique

Tous les résultats sont donnés ici sous la forme d'arsenic élémentaire plutôt que par espèce organique (p. ex., pour l'arsénobétaïne, C₅H₁₁AsO₂, seule la concentration d'atomes d'arsenic est signalée). Le tableau 2 précise la limite de détection (LDD) de chaque type de produit analysé. Noter bien que d'autres espèces d'arsenic pourraient exister dans l'échantillon mais cette méthode ne s'applique qu'aux espèces susmentionnées. En outre, noter que dans le cas des produits des algues, compte tenu des limitations de la méthode, il a été possible de quantifier que quatre des six espèces énumérées au tableau 1.2.

Tableau 2 — Limites de détection (LD) des espèces de l'arsenic dans la présente enquête ciblée

Espèces chimiques de l'arsenic	LD pour le riz, les produits du riz, et les produits de grains (en ppb)	LD dans les produits de fruits (ppb)	LD dans les boissons (ppb)	LD dans les produits des algues (ppb)
AsC	0,39	0,52	0,06	S.O.
AsB	0,41	0,23	0,08	S.O.
ADMA	0,70	0,36	0,04	5,0
AMMA	0,98	0,58	0,09	13,0
As⁺³	0,68	0,66	0,08	10,0
As⁺⁵	4,80	2,67	0,13	10,0

S.O. : ces espèces ne sont pas actuellement détectables par la méthode utilisée de spéciation de l'arsenic.

2.5 Limitations

La présente enquête ciblée a été conçue pour obtenir un aperçu des teneurs d'arsenic par espèce dans certaines denrées vendues au Canada. Elle permet d'attirer l'attention sur les produits qui mériteraient une enquête plus approfondie. L'enquête ne permet pas de différencier entre l'arsenic provenant de sources naturelles et celui causé par la contamination de l'environnement. À cause de sa taille limitée, l'échantillon ne représente qu'une fraction des produits disponibles aux consommateurs canadiens. Par conséquent, les résultats doivent être interprétés et extrapolés avec prudence. Comme précisé ci-haut, puisque la méthode d'analyse utilisée dans l'enquête ne peut quantifier que les six ou moins des espèces d'arsenic mentionnées plus haut et pourrait ne pas quantifier toutes les formes d'arsenic présentes, il serait imprudent de comparer ces données avec les concentrations d'arsenic dérivées à l'aide d'autres méthodologies analytiques. La présente enquête n'a pas tenu compte des différences régionales, des effets de la durée de conservation sur le produit, de l'emballage et des conditions d'entreposage, ni du coût du produit sur le libre marché.

3. Résultats et discussion

3.1 Aperçu des résultats de l'enquête

L'arsenic est un élément naturellement présent dans des quantités infimes dans la roche, le sol, l'eau et l'air. La présence de l'arsenic dans les aliments et l'eau est prévue à la suite de l'accumulation naturelle de l'environnement. Les niveaux d'arsenic dans les aliments sont généralement faibles; cependant, les niveaux sont généralement plus élevés dans les organismes aquatiques (comme les algues, les poissons et les fruits de mer).

Dans le cas de l'enquête *Spécification de l'arsenic dans certains aliments* de 2011-2013, des échantillons ont été collectés dans les commerces de détail au Canada et soumis à l'analyse pour y détecter de l'arsenic. La figure 2 présente la distribution des échantillons par type de produit et par nombre d'échantillons présentant une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces de l'arsenic. Les plus grandes occurrences de l'arsenic se trouvaient dans les produits des algues, le riz et les produits du riz. En effet, tous (100%) les échantillons comportent une teneur détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. Les produits de grains, les produits des fruits et les boissons de fruits présentent les occurrences les plus faibles : 96 %, 72 % et 68 % d'entre eux, respectivement, contenaient une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic.

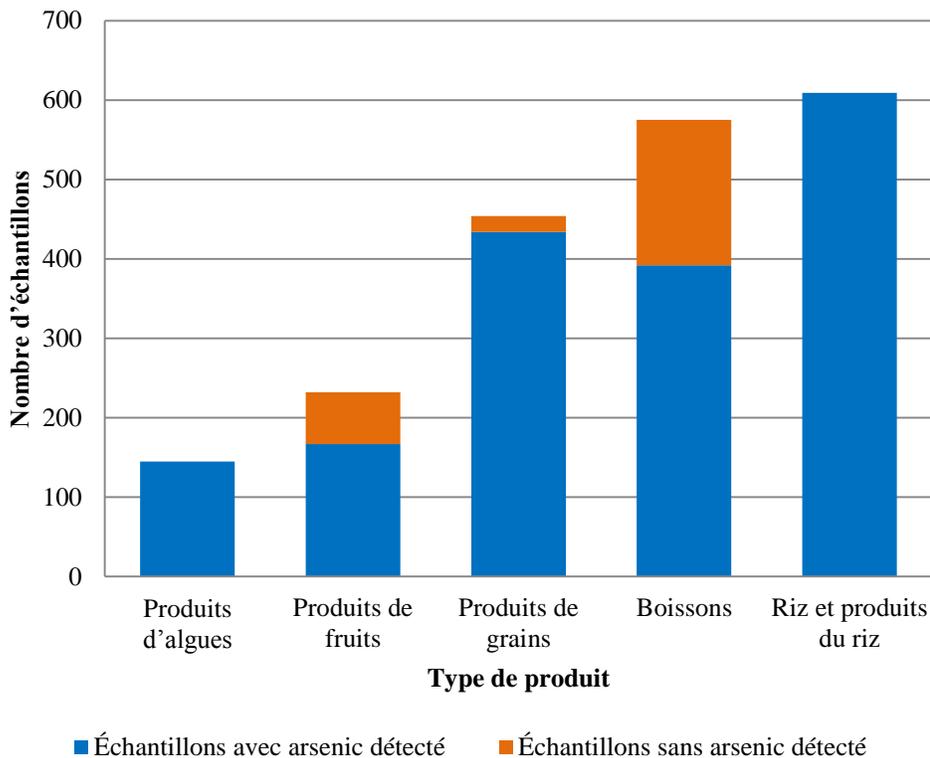


Figure 2 — Répartition des échantillons selon le type de produit

Globalement, 87 % des échantillons testés contenaient une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces de l'arsenic. Les concentrations de l'arsenic total calculées (la somme des espèces de l'arsenic analysées), quantifiées dans chaque échantillon variaient de 0,08 partie par milliard (ppb), dans les céréales pour enfants, à 1815,3 ppb, dans les algues séchées. La figure 3 montre l'étendue des concentrations de l'arsenic total et de l'arsenic inorganique (calculé comme la somme des deux espèces inorganiques, As^{+3} et As^{+5}) détectées dans les échantillons collectés pour l'enquête. Seuls les échantillons ayant une concentration détectable d'une espèce ou plus sont montrés.

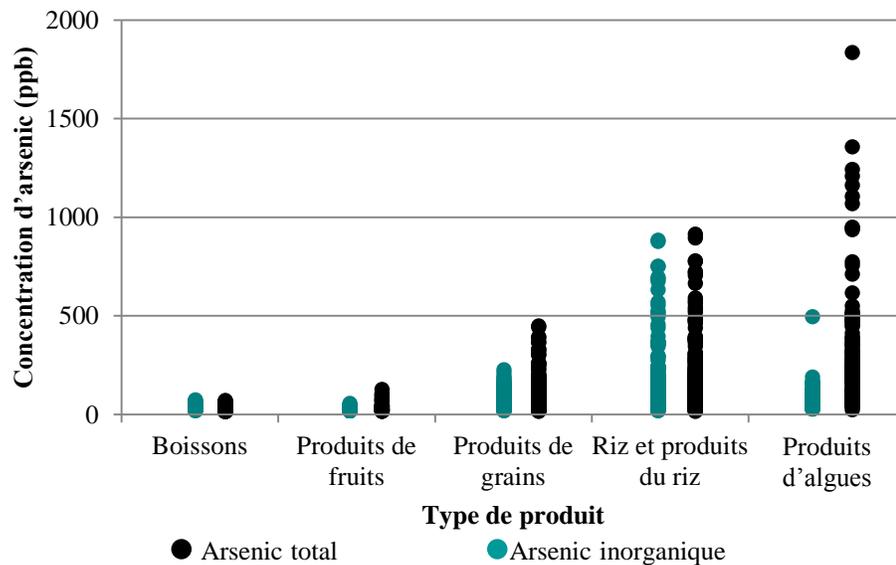


Figure 3 – Concentrations de l’arsenic total et de l’arsenic inorganique dans les échantillons, par type de produit

Note : seuls les échantillons ayant une concentration détectable d’au moins une espèce d’arsenic sont inclus. Aux fins de cette enquête, l’« arsenic total » désigne la somme des concentrations des six espèces d’arsenic (quatre pour les produits des algues) et « arsenic inorganique » désigne la somme des deux espèces d’arsenic inorganique analysées par les méthodes exposées dans la partie 2.4.

Globalement, les boissons présentaient les concentrations maximales et moyennes d’arsenic total les plus basses, alors que les produits des algues avaient les concentrations maximales et moyennes les plus élevées d’arsenic total. Noter bien que les concentrations moyennes ont été calculées à l’aide des seuls échantillons dans lesquels furent détectées une ou de plusieurs espèces d’arsenic (moyennes des résultats positifs). En considérant seulement les seules espèces inorganiques d’arsenic, le riz, les produits du riz présentaient les concentrations moyennes d’arsenic inorganiques les plus élevées, alors que les boissons avaient les concentrations moyennes d’arsenic inorganiques les plus basses.

Tableau 3 — Concentrations moyennes d’arsenic total et d’arsenic inorganique détectées dans les échantillons de nourriture (en ordre de concentration moyenne croissante d’arsenic inorganique)

Type de produit	Nombre d'échantillons	Échantillons avec arsenic détecté	Échantillons sans arsenic détecté	Arsenic total moyen* (ppb)	Arsenic inorganique moyen* (ppb)
Boissons	575	392	183	3,97	3,84
Produits de fruits	232	167	65	10,68	6,53
Produits d’algues	145	145	0	271,53**	37,19
Produits de grains	454	434	20	69,44	48,37
Riz et produits de riz	609	609	0	116,17	94,19

* Moyenne des seuls résultats positifs seulement

** N’inclut que seulement deux des quatre espèces d’arsenic organiques possibles (ADMA et SMMA), compte tenu des limites de la méthode d’analyse.

Les données du tableau 3 montrent que la majorité des espèces d’arsenic mesurées dans les algues pour cette enquête était de nature organique. Dans les autres types de produits, les espèces inorganiques constituaient entre 79 et 93 % de l’arsenic détecté.

3.2 Résultats de l’enquête par type de produit

Les analyses détaillées des résultats pour chaque type de produit sont présentées plus bas. Les concentrations d’arsenic total sont calculées comme la somme des six espèces d’arsenic étudiées par la méthode d’analyse présentée à la partie 2.4, sauf pour les produits d’algues pour lesquels la concentration totale d’arsenic publiée ici représente la somme de quatre espèces d’arsenic. Noter bien que les concentrations moyennes d’arsenic ont été calculées en utilisant seulement les résultats positifs.

3.2.1 Les boissons

Dans le cadre de la présente enquête ciblée, 575 boissons ont été échantillonnées et analysés pour leur teneur en arsenic. Les types de boissons comprenaient l’eau embouteillée, les boissons aromatisées, les jus et nectars (de pomme, d’orange, d’ananas, de fruits mélangés, de raisin, de canneberge, de cassis, de bleuet, de carotte, de cerise, de noix de coco, de pamplemousse, de goyave, de citron ou lime ou de leur mélange, de limonade, de mangue, de pêche, de poire, de grenade, de pruneau, de coing et de framboise) et le jus de pomme brut. De toutes les boissons analysées, 32 % ne présentaient pas une concentration détectable d’une espèce d’arsenic. Des 392 échantillons restants qui présentaient une concentration détectable d’une ou de plusieurs espèces d’arsenic, ce sont les eaux non minérales ou de source qui avaient les teneurs les plus basses d’arsenic total et d’arsenic inorganique. Le jus de canneberge (ce qui pourrait inclure des cocktails de canneberge) présente les plus hautes concentrations maximales d’arsenic total et des espèces inorganiques d’arsenic, alors que les jus de fruits se caractérisaient par les plus hautes concentrations moyennes d’arsenic total et d’arsenic inorganique.

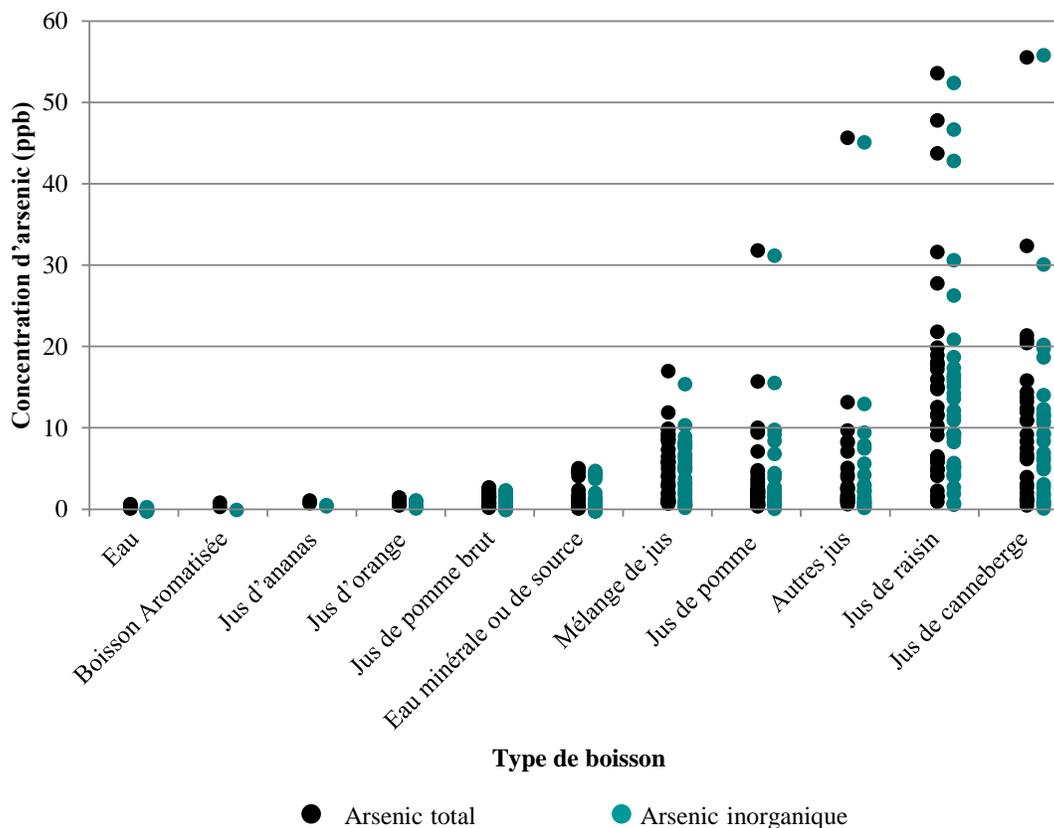


Figure 4 — Concentrations de l'arsenic total et de l'arsenic inorganique dans les échantillons, par type de boisson

La figure 4 montre la plage de variation des concentrations d'arsenic total et d'arsenic inorganique pour différents types de boissons. Pour chaque type de boisson pris individuellement, il existe peu de différences entre les plages de variation de l'arsenic total et de l'arsenic inorganique, ce qui indique que la plus grande partie de l'arsenic détecté était inorganique. Toutefois, de tous les types de produits testés, dans les boissons que les plus faibles teneurs en arsenic total ont été observés. Le Bureau d'innocuité des produits chimiques est d'avis que les concentrations d'arsenic dans ces échantillons ne devraient pas constituer une préoccupation pour la santé. Deux des 39 échantillons de jus de pomme analysé pour la présente enquête présentaient une teneur en arsenic dépassant la nouvelle tolérance proposée de 10 ppb pour le jus de pomme. Aucun des échantillons d'eau analysés ne contenait de concentrations d'arsenic total dépassant la tolérance proposée de 10 ppb pour l'eau embouteillée.

Une enquête ciblée antérieure du PAASPA a porté sur une variété de boissons. En 2009-2010, trente-quatre échantillons de jus et de nectar de poire ont été analysés pour y détecter les six mêmes espèces d'arsenic étudiées dans la présente étude. Dans 23 échantillons (68 %), une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces de l'arsenic a été détectée. Les concentrations trouvées des espèces d'arsenic inorganique tombaient dans une gamme de 4,15 ppb à 9,01 ppb. En 2010-2011, 229 échantillons de jus, de boisson, de nectar et de thé ont été analysés pour y détecter les six mêmes espèces

d'arsenic étudiées dans la présente étude. C'est à remarquer que l'enquête de 2010-2011 visait particulièrement les boissons à la poire. De tous les échantillons de boisson analysés, 168 d'entre eux (73 %) présentaient une teneur détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic étudiées.

Les concentrations d'arsenic inorganique dans les boissons observées dans les diverses enquêtes menées par l'ACIA sont conformes au fil des ans. Voir la figure 5 pour une description des plages de l'arsenic inorganique dans les boissons au cours des enquêtes annuelles.

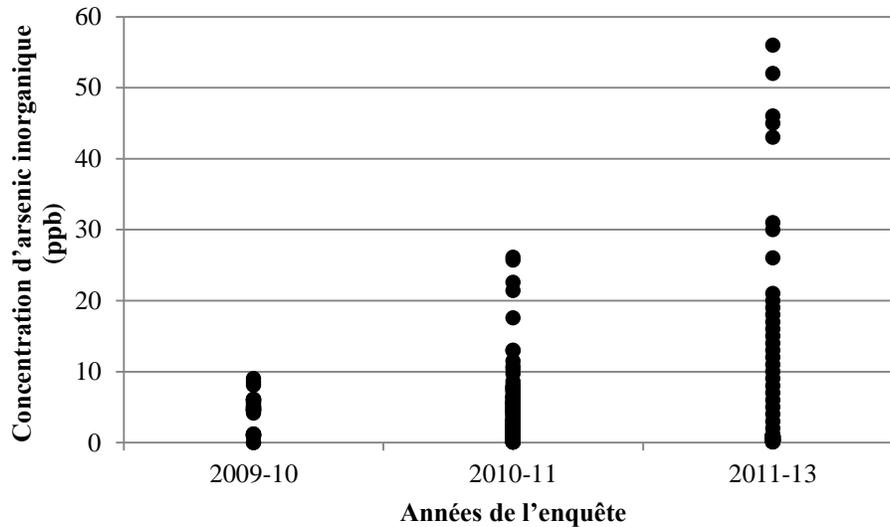


Figure 5 – Distribution des concentrations d'arsenic inorganique dans les boissons par enquête annuelle

3.2.2 Les produits de fruits

Pour la présente enquête, 232 produits de fruits ont été échantillonnés. Les échantillons ont été repartis en purées de fruits (comme les compotes de pomme, de canneberge, de fruits, etc.), en fruits déshydratés (p. expommes, abricots, canneberge, dates, mangues, ananas, plantains, pruneaux, raisins et fraises), en collations aux fruits (comme les pâtes de fruits, gommes aux fruits et autres gâteries à base de fruits) ou en conserves de fruits (fruits en coupe ou en conserve baignant dans l'eau ou un sirop). Des 232 produits de fruits analysés, 65 (28 %) ne contenaient pas une teneur détectable des espèces d'arsenic analysées. Des 167 échantillons restants contenant une ou de plusieurs espèces d'arsenic, ce sont les conserves de fruits qui contenaient les plus basses teneurs en arsenic total et arsenic inorganique, alors que les collations aux fruits présentaient les teneurs les plus hautes en arsenic total et arsenic inorganique.

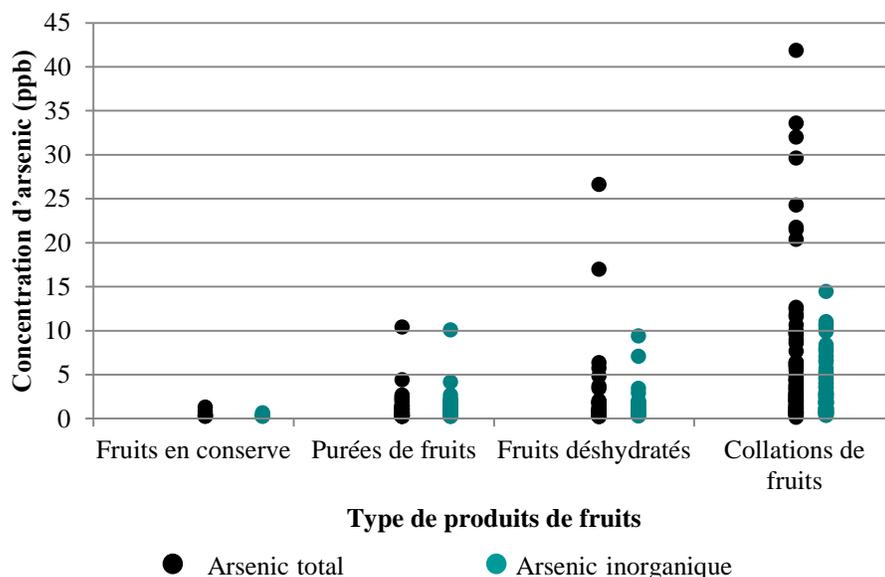


Figure 6 — Concentrations d’arsenic total et d’arsenic inorganique dans les échantillons selon le type de produit de fruits

La figure 6 montre la plage des concentrations d’arsenic total et d’arsenic inorganique observé chez les différents produits de fruits analysés. Les fruits déshydratés et les collations aux fruits présentent les plus basses proportions moyennes d’arsenic inorganique (70 % et 78 % respectivement) par rapport à l’arsenic total. Les conserves de fruits et les purées de fruits montrent les proportions les plus élevées d’arsenic inorganique par rapport à l’arsenic total, mais la teneur en arsenic inorganique observée dans ces denrées était très basse et il n’est pas prévu qu’elle suscite de préoccupations pour la santé.

L’étude ciblée de 2009-2010 a analysé les espèces d’arsenic dans les aliments à la poire pour bébés (purées) et les collations aux fruits contenant des poires. À l’instar des résultats de présente enquête, la teneur en arsenic inorganique des collations aux fruits était plus élevée que celle des purées. La figure 7 montre la plage des concentrations d’arsenic inorganique détectées dans les purées aux fruits et les collations aux fruits par les trois enquêtes annuelles.

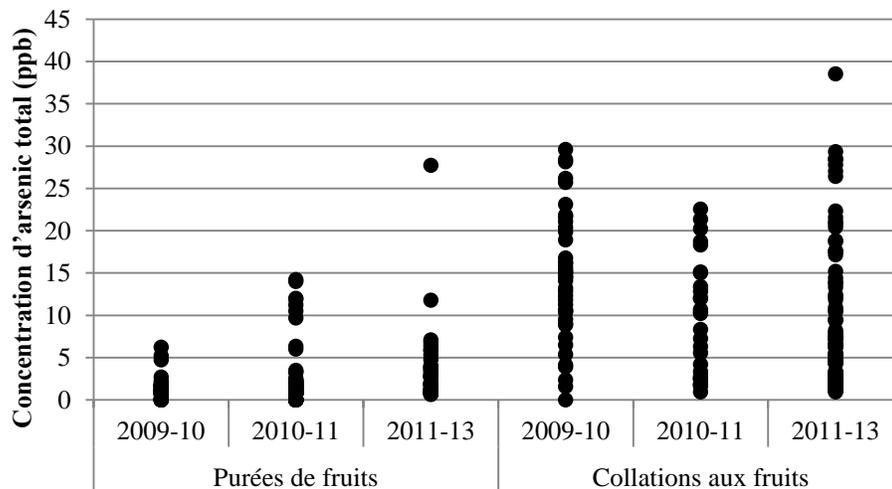


Figure 7 — Concentrations d'arsenic inorganique dans les échantillons en fonction du type de produit et de l'enquête annuelle

L'enquête 2009-2010 a trouvé une concentration moyenne d'arsenic inorganique de 1,73 ppb. Les échantillons analysés étaient exclusivement des aliments pour bébés à base de poire. Les concentrations d'arsenic inorganique moyennes relevées par les enquêtes 2010-2011 et 2011-2013 étaient respectivement de 3,21 ppb et 3,337 ppb. L'échantillonnage lors ces deux dernières études comprenait une plus grande variété de purées de fruits, ce qui pourrait expliquer les différences dans la concentration moyenne. Des conserves de poires ont été échantillonnées pour l'enquête 2010-2011 et a démontré une faible prévalence d'arsenic inorganique : un seul échantillon sur 19 soumis à l'analyse présentait une concentration détectable d'arsenic inorganique (1,49 ppb). Au cours de la présente enquête, six produits de fruits en conserve ou en coupe ont été analysés et une plus grande teneur d'arsenic inorganique a été trouvée, mais également observé une concentration moyenne aussi basse d'arsenic inorganique (1,04 ppb).

3.2.3 Les produits de grains

Dans le cadre de la présente enquête ciblée, 454 produits de grains ont été analysés. Les échantillons de produits de grains étaient constitués de céréales pour petit-déjeuner préparées pour les adultes, les enfants ou les nourrissons, ainsi que de son de blé. Seuls 20 échantillons (4 %) ne présentaient pas une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. C'est dans le son de blé que les plus basses teneurs en arsenic total et en arsenic inorganique ont été détectées. Les concentrations moyennes d'arsenic total et d'arsenic inorganique étaient très semblables parmi les types de produit et montraient des concentrations similaires d'arsenic relativement au principal ingrédient céréalier. Les céréales de riz ou les céréales multigrains présentaient les plus fortes concentrations d'arsenic. Santé Canada a déterminé que les concentrations de l'arsenic dans les produits céréaliers ne devraient pas poser une préoccupation pour la salubrité.

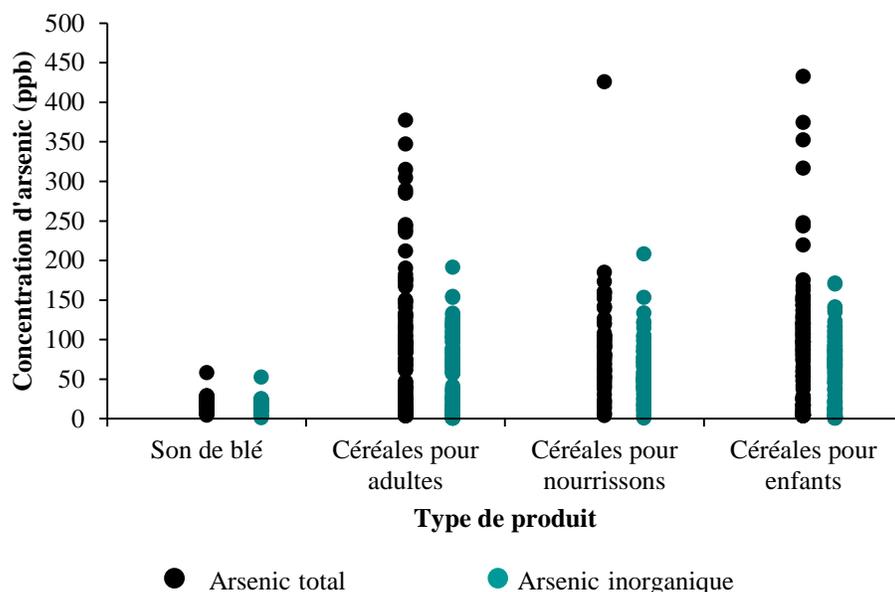
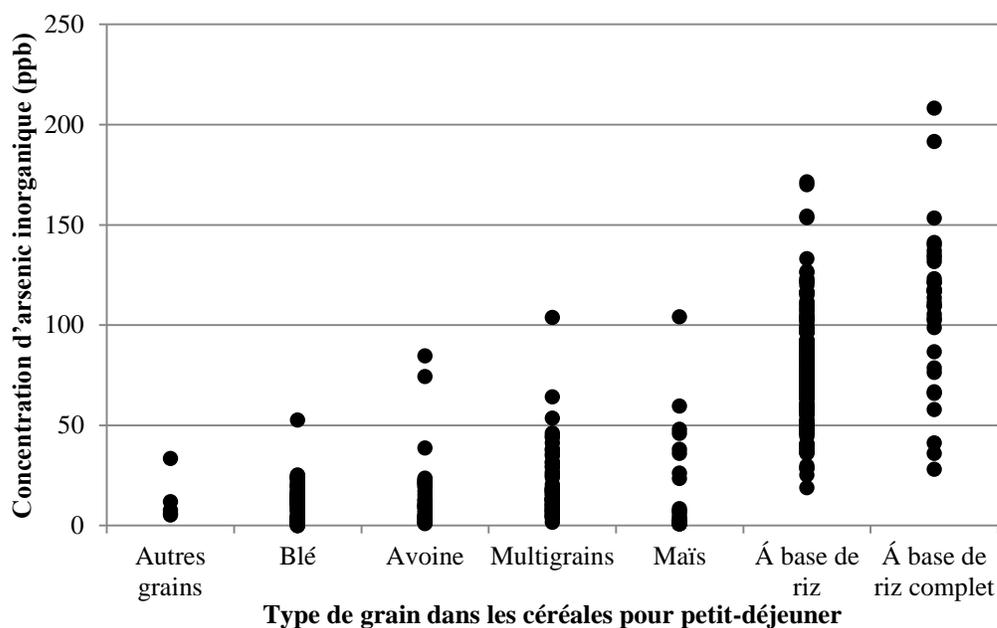


Figure 8 — Concentrations d’arsenic total et d’arsenic inorganique dans les échantillons, par type de produit de grains

La figure 8 illustre la gamme des concentrations d’arsenic total et d’arsenic inorganique observées dans différents types de produits de grains analysés. Les échantillons de céréales pour petit-déjeuner montraient une proportion plus basse d’arsenic inorganique que le son de blé. C’est observable par la plage plus étroite pour ces denrées, visible à la figure 8. Les plages des concentrations d’arsenic inorganique sont globalement uniformes parmi les différentes catégories de céréales pour le petit-déjeuner.

Afin d’examiner l’effet du type de grain sur la teneur en arsenic inorganique des céréales pour petit-déjeuner, les échantillons ont été catégorisés en fonction du type de grain prédominant dans leur composition (c’est-à-dire le premier grain apparaissant dans la liste des ingrédients). Ce sont les céréales de riz qui présentent les plus hautes concentrations d’arsenic inorganique, alors les céréales pour petit-déjeuner comportant du millet, de l’épeautre, du kamut et du quinoa (sous la rubrique « autres grains » de la figure 9) présentaient les plus basses teneurs en arsenic inorganique observées.



* Les autres grains sont les céréales de millet, d'épeautre, de kamut et de quinoa.

Figure 9 – Concentrations d'arsenic inorganique dans des échantillons, par type de grain utilisé dans les céréales pour petit-déjeuner

Dans le cadre de l'enquête ciblée de 2010-2011, les céréales pour petit-déjeuner ont été analysées pour l'arsenic inorganique. La figure 10 montre que les gammes de valeurs pour la concentration d'arsenic inorganique observé au cours des enquêtes sont très uniformes d'une année à l'autre. Les céréales de riz contenaient les plus fortes teneurs en arsenic inorganique lors de l'enquête 2010-2011 et la présente enquête.

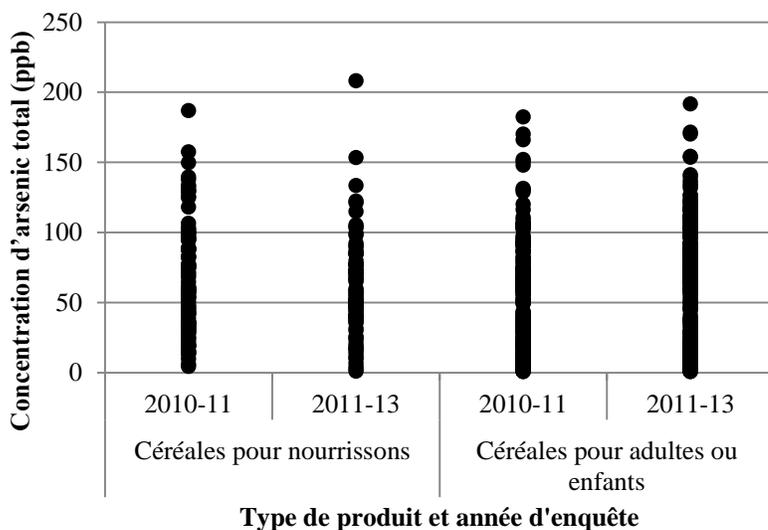


Figure 10 – Concentrations d'arsenic inorganique dans les échantillons de céréales pour petit-déjeuner en fonction de l'enquête.

3.2.4 Le riz et les produits de riz

Dans le cadre de la présente enquête ciblée, 609 échantillons de riz et de produits de riz ont été collectés. Parmi les types d'échantillons, se trouve des boissons de riz, de la farine de riz, des grains de riz, du son de riz et des produits de riz transformés (c.-à-d. des nouilles ou des pâtes, du papier ou des emballages, des craquelins, des gâteaux ou des croustilles, du vinaigre, des poudings et de la chapelure). Tous les échantillons analysés contenaient des concentrations détectables d'au moins une espèce d'arsenic. Ce sont les échantillons de boissons au riz qui contenaient les plus faibles concentrations d'arsenic total et d'arsenic inorganique, alors que le son de riz contenait la plus forte teneur en arsenic total et en arsenic inorganique (figure 11). Il semble y avoir peu de différence entre la plage de concentration de l'arsenic total et celle de l'arsenic inorganique pour chaque type de produit, ce qui indique que, dans le riz et les produits du riz, la majorité de l'arsenic est par nature inorganique.

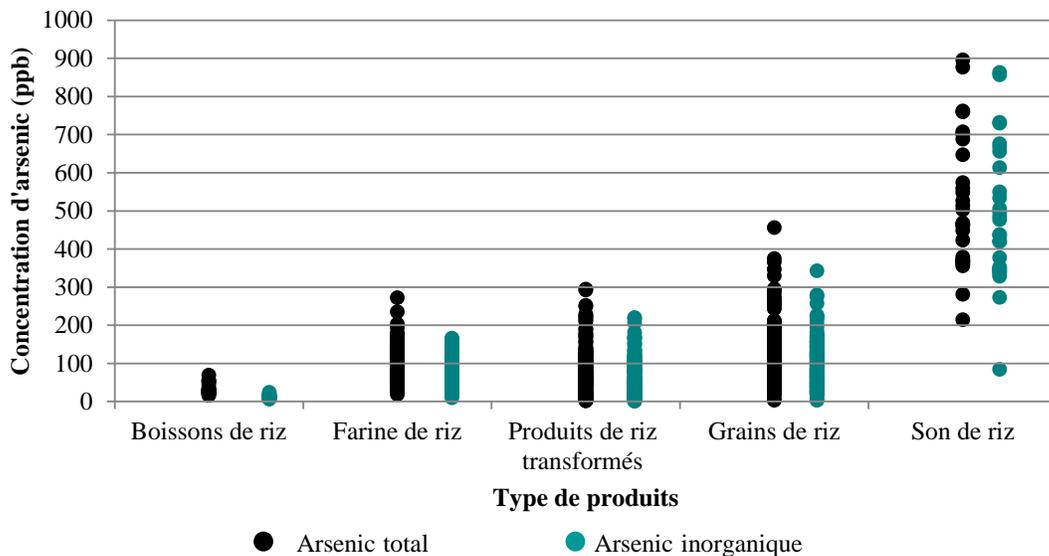


Figure 11 — Concentrations d'arsenic total et d'arsenic inorganique dans les échantillons par type de produits du riz

Il a été démontré que le son du riz accumulait de plus fortes concentrations d'arsenic que toute autre portion du grain et, puisque le riz complet n'est pas décortiqué (il contient encore le germe et le son), il s'ensuit que le riz complet présente des concentrations plus élevées d'arsenic. La comparaison entre les teneurs en arsenic inorganique des grains de riz étiquetés riz complet (ou riz brun), par rapport aux autres variétés de riz (riz blanc, riz au jasmin, riz calrose, riz basmati, etc.) illustre bien ce fait (figure 12). Les concentrations moyennes d'arsenic total et d'arsenic inorganique dans les échantillons étiquetés riz complet (ou riz brun) étaient environ 1,7 fois la concentration dans les grains des autres variétés de riz. Toutefois, il n'est pas prévu que les concentrations d'arsenic inorganique détectées dans le riz et les produits du riz suscitent de préoccupations pour la santé.

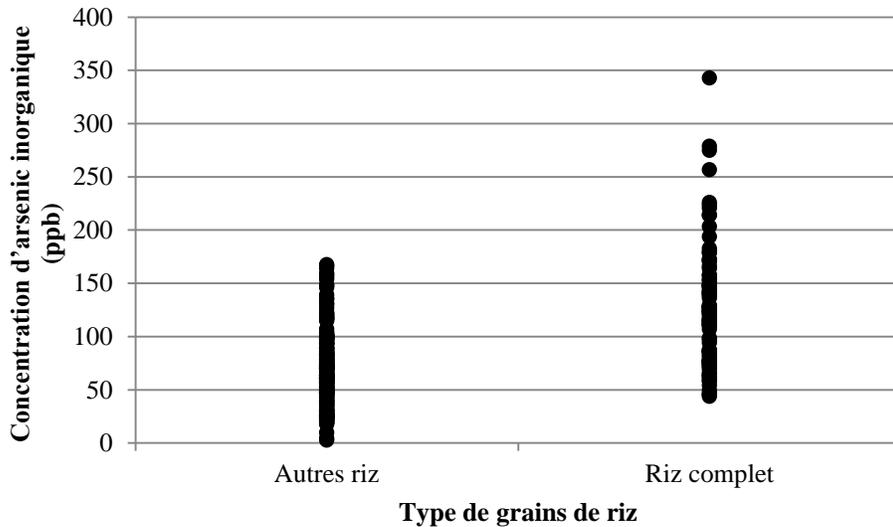


Figure 12 — Concentrations d'arsenic inorganique dans les grains de riz

Dans le cadre des enquêtes des années précédentes, on a échantillonné divers grains de riz et produits du riz. La figure 13 permet de comparer les plages de concentration de l'arsenic organique détecté dans les différents types de produits du riz analysés. Les plages des concentrations sont généralement très uniformes d'une enquête à l'autre.

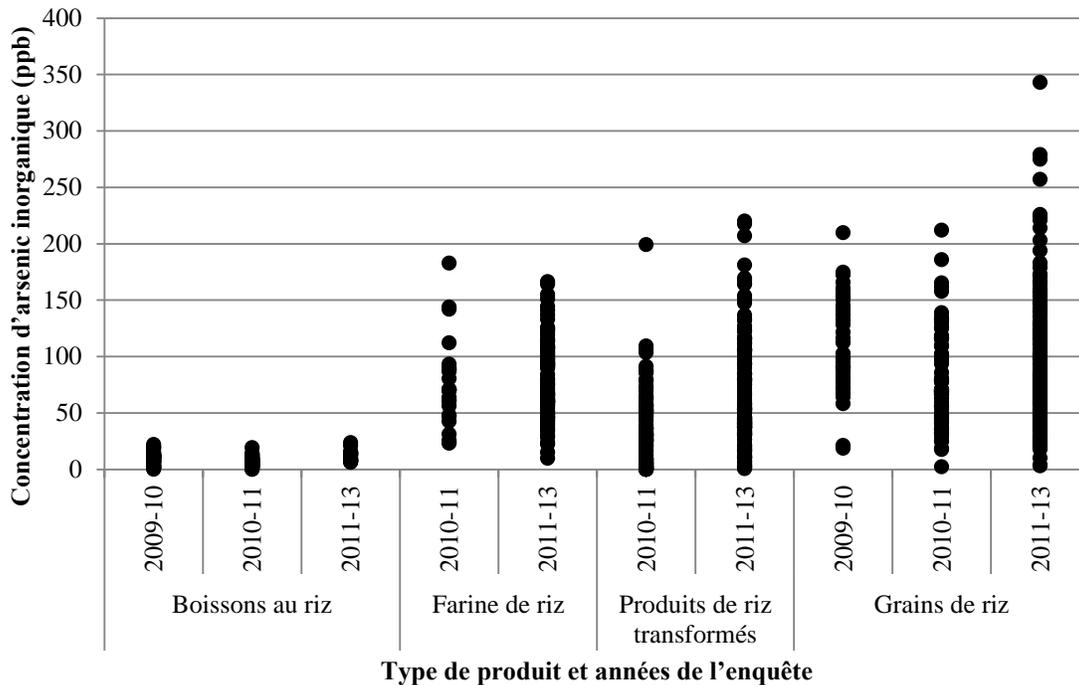


Figure 13 – Concentrations d'arsenic inorganique dans le riz et les produits du riz en fonction de l'enquête

Les concentrations moyennes d'arsenic inorganique dans le riz et les produits du riz apparaissent au tableau 4. Les teneurs moyennes en arsenic inorganique sont plutôt

uniformes, en dépit de légères variations dans la gamme de concentration d'arsenic inorganique détecté, sauf pour les produits de riz transformés. Cette disparité pourrait partiellement découler de la variation dans les types et les proportions des différents produits du riz transformés d'une enquête annuelle à l'autre.

Tableau 4 – Sommaire des concentrations minimum, maximum et moyenne d'arsenic inorganique dans le riz et les produits du riz, selon les enquêtes

Denrée	Années de l'enquête	Nombre d'échantillons	Minimum (ppb)	Maximum (ppb)	Concentration moyenne (ppb)
Grains de riz	2009-2010	55	18,83	209,67	108,88
	2010-2011	72	2,33	212,1	79,85
	2011-2013	324	2,59	342,8	83,59
Farine de riz	2010-2011	25	23,1	182,9	75,00
	2011-2013	84	9,69	166,46	80,74
Produits du riz transformés	2010-2011	90	1,47	199,3	38,75
	2011-2013	154	0,73	220,1	62,25
Boissons de riz	2009-2010	40	1,16	22,16	9,65
	2010-2011	72	1,22	19,25	6,22
	2011-2013	19	6,14	23,7	11,98

3.2.5 Les produits d'algues

Dans le cadre de la présente étude ciblée, 145 produits d'algues ont été analysés. Les échantillons d'algues consistaient en feuilles nori séchées (algues rouges, habituellement utilisées pour préparer des sushis), petit goémon, porphyre, fougère de mer (wakamé), laminaire (kombu) et d'autres variétés d'algues séchées. Comme mentionné ci-haut, il est notable que dans le cas des produits d'algues, la méthode est limitée à la quantification de seulement quatre des six espèces d'arsenic énumérées au tableau 1. Tous les échantillons analysés présentaient une teneur détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. Les produits d'algues présentaient la concentration moyenne la plus forte (296 ppb) et la concentration maximum la plus élevée (1815 ppb) d'arsenic total détectée lors de la présente enquête. La figure 14 montre les plages de concentration de l'arsenic total et de l'arsenic inorganique dans les produits d'algues.

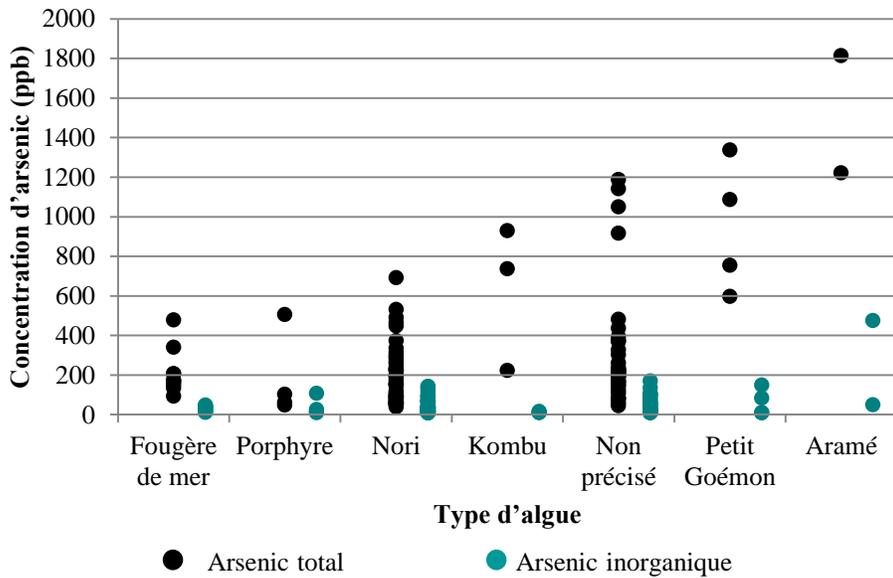


Figure 14 — Concentrations d’arsenic total et d’arsenic inorganique dans les échantillons en fonction du type de produit d’algues

Noter bien, à la figure 14, la disparité entre les plages de concentration de l’arsenic total et de l’arsenic inorganique. Puisque seulement quatre espèces d’arsenic ont été considérées dans le calcul de l’arsenic total, il est prévu que la disparité serait encore plus prononcée si toutes les espèces organiques pourraient être quantifiées. Ces différences renforcent la notion qu’en majorité les espèces d’arsenic dans les algues sont organiques par nature¹⁰.

Les produits d’algues ont aussi été ciblés dans l’enquête 2010-2011 sur l’arsenic inorganique. À l’exception d’une unique valeur élevée tirée d’un échantillon d’algue séchée obtenue au cours de la présente enquête, les plages de concentrations d’arsenic organique détecté dans les produits d’algues sont mutuellement en bon accord (figure 15).

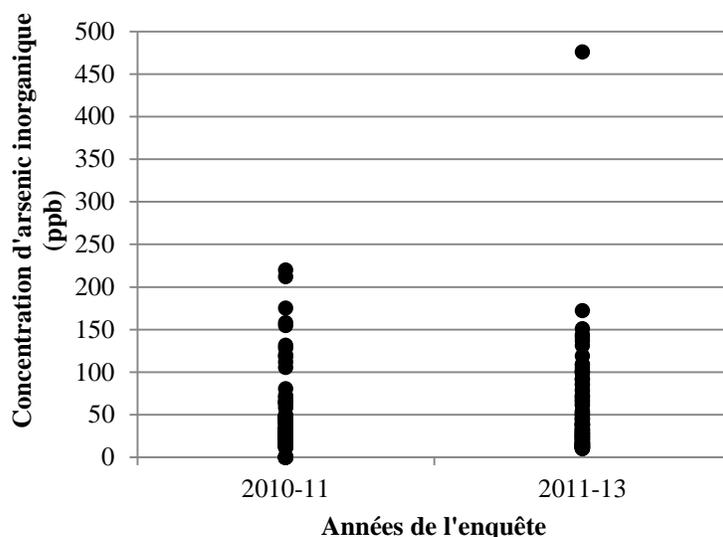


Figure 15 – Concentrations d'arsenic inorganique dans les échantillons d'algues en fonction de l'enquête

4. Conclusion

La présente enquête ciblée a permis de collecter des données de surveillance de base sur les concentrations de différentes formes d'arsenic dans les denrées produites au Canada ou importées qui sont vendues sur le marché de détail canadien.

Au total, 87 % des échantillons testés contenaient une concentration détectable d'une ou de plusieurs espèces d'arsenic. Les concentrations d'arsenic moyennes les plus basses ont été trouvées dans les échantillons de boisson et les plus élevées dans des produits d'algues. En considérant seulement les concentrations des espèces inorganiques (considérées d'avoir une plus grande importance toxicologique sur la santé humaine que les autres formes d'arsenic), les boissons avaient les concentrations les plus faibles, alors que le riz et les produits du riz comportaient les plus fortes concentrations moyennes d'arsenic inorganique. Les proportions d'arsenic organique variaient en fonction des types de denrées analysées lors de la présente enquête. Les produits d'algues contenaient les plus faibles proportions d'arsenic inorganique alors que le riz et les produits du riz contenaient les plus fortes proportions d'arsenic inorganique.

Les résultats de la présente enquête ont été comparés avec ceux d'enquêtes antérieures sur les espèces de l'arsenic réalisées en 2009-2010 et en 2010-2011. Les résultats des différentes enquêtes sur les concentrations d'arsenic inorganique pour des produits de type similaire étaient constamment en accord.

Le titre 15 du *Règlement sur les aliments et drogues* fixe une tolérance pour l'arsenic dans les jus, les nectars, les boissons prêts à servir, et l'eau (autre que les eaux de source ou les eaux minérales) dans des contenants scellés. Cette tolérance est considérée comme dépassée et est en train d'être revue par Santé Canada. Santé Canada a proposé de resserrer

les tolérances s'appliquant au jus de pomme et à l'eau embouteillée. Lors de la présente enquête, deux échantillons de jus avaient une concentration d'arsenic total supérieure à la nouvelle tolérance proposée pour le jus de pomme. Aucun échantillon d'eau ne présentait une concentration d'arsenic total dépassant la tolérance proposée pour l'eau embouteillée. Puisqu'il n'existe pas d'autre réglementation canadienne visant la concentration d'arsenic dans les autres aliments analysés au cours de la présente enquête, la conformité relativement à une norme chiffrée n'a pas pu être évaluée pour ces produits. Toutes les données obtenues ont été communiquées à Santé Canada pour servir à la réalisation d'évaluations des risques pour la santé humaine. Les concentrations détectées ne posent pas de préoccupation pour la santé humaine. Aucun rappel de produit n'a été justifié compte tenu de l'absence de préoccupations pour la santé.

5. Références

- ¹ Autorité européenne de sécurité des aliments. « Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population ». *The EFSA Journal* [online] 2014; vol. 12, n° 10, p. 3597. Consulté en octobre 2014. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3597.pdf>
- ² Santé Canada. *Normes canadiennes (concentrations maximales) établies à l'égard de divers contaminants chimiques dans les aliments* [en ligne]. Dernière modification : 28 juin 2012. Consulté en octobre 2014. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/contaminants-guidelines-directives-fra.php>
- ³ Santé Canada. *Modifications proposées aux seuils de tolérance pour l'arsenic et le plomb dans le jus de fruits, le nectar de fruits, les boissons, lorsque prêtes à servir, et les eaux vendues dans des contenants scellés* [en ligne]. 19 juin 2014. Consulté en octobre 2014. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/consult/2014-beverages-lead-arsenic-plomb-boissons/document-consultation-fra.php>.
- ⁴ Centre International de Recherche sur le Cancer. *Monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Arsenic and arsenic compounds* [en ligne]. Volume 100c (2012). Consulté en octobre 2014. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf> (en anglais seulement).
- ⁵ Organization mondiale de la santé. *Arsenic*. Aide mémoire N° 372. [en ligne]. Consulté en octobre 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/fr/>.
- ⁶ Santé Canada. *Arsenic*. [En ligne]. Dernière modification : 3 novembre 2008. Consulté en octobre 2014. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/environ/arsenic-fra.php>.
- ⁷ Santé Canada. *Apports alimentaires moyens (µg/kg poids corporel/jour) de microéléments chez les Canadiens de différents groupes d'âge-sexe selon l'Étude sur l'alimentation totale menée en 2007* [en ligne]. Dernière modification : 19 janvier 2011. Consulté en octobre 2014. http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/chem_age-sex_chim_2007-fra.php
- ⁸ Yost L.J., Schoof R.A. et Aucoin R. « Intake of Inorganic Arsenic in the North American Diet ». *Human and Ecological Risk Assessment*, vol. 4, n° 1, p. 137-152 (1998). [Document imprimé].
- ⁹ U.S Food and Drug Administration. *Arsenic in Apple Juice* [en ligne]. Dernière modification : 6 novembre 2014. Consulté en octobre 2014. <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm280209.htm>
- ¹⁰ Rose, M., Lewis J., Langford N. et coll. « Arsenic in Seaweed – Forms, Concentration and Dietary Exposure ». *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 45, n° 7, p. 1263-1267. (2007). Consulté en ligne, en octobre 2014. http://ac.els-cdn.com/S0278691507000257/1-s2.0-S0278691507000257-main.pdf?_tid=44cb2d82-53a7-11e4-8932-0000aabb0f02&acdnat=1413294040_33fbb2f7fe2f0bb0554c95ee0e624f31