

COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS



Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture



Organisation
mondiale de la Santé

F

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie - Tél: (+39) 06 57051 - Fax: (+39) 06 5705 4593 - E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.net

Point 9(b) de l'ordre du jour

CX/CF 11/5/10

Mars 2011

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

5^{ème} session

La Haye, Pays-Bas, 21 – 25 mars 2011

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR L'ARSENIC DANS LE RIZ (préparé par le groupe de travail électronique dirigé par la Chine)

GÉNÉRALITÉS

1. À sa 4^{ème} session, le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF) a décidé d'établir un groupe de travail électronique chargé d'élaborer un document de travail sur la faisabilité d'établir des niveaux maximaux (NM) pour l'arsenic dans le riz.¹ L'Iran avait auparavant soumis au CCCF une proposition de nouvelle activité sur un niveau maximal pour l'arsenic dans le riz. La préparation du présent document de travail a été dirigée par la Chine. La liste des participants du groupe de travail électronique est jointe dans l'Annexe I.
2. Le document de travail est proposé dans le but d'examiner les connaissances actuelles et de fournir le résumé des options de gestion des risques possibles y compris la faisabilité d'établir des niveaux maximaux dans le riz pour examen à la 5^{ème} session¹.
3. Comme l'objectif final des options de gestion des risques est de fournir l'information sur la réduction de l'exposition à l'arsenic contenu dans le riz, notamment l'arsenic inorganique dans le riz, le présent document mettra l'accent sur l'information relative aux options de gestion des risques disponibles pour réduire l'exposition à l'arsenic dans le riz, y compris envisager la possibilité d'établir des niveaux maximaux pour l'arsenic total et l'arsenic inorganique dans le riz, compte tenu de la disponibilité de données d'occurrence et d'exposition suffisantes, et de l'évaluation de 2010 par le comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires à sa 72^{ème} réunion (FAO/OMS). Des examens plus brefs portant sur la toxicologie, l'analyse et l'exposition relatifs à l'arsenic et à ses espèces sont également inclus.

INTRODUCTION

4. L'arsenic est décrit en tant que métalloïde parce qu'il a des propriétés intermédiaires entre celles qui sont caractéristiques des métaux et des non-métaux. Il se situe dans le groupe 15 du tableau périodique aux côtés de l'azote et du phosphore, et, par conséquent, la structure chimique de l'arsenic est similaire à de nombreux éléments de ce groupe. Ces similarités chimiques peuvent être la raison pour laquelle l'arsenic est présent à des niveaux élevés dans un grand nombre d'organismes marins, et par conséquent, dans les produits de la pêche (Francesconi et Edmonds, 1997). Par exemple, l'ion inorganique arséniate est présent dans l'eau de mer ainsi que le phosphate à structure similaire. Les algues marines semblent incapables de distinguer entre ces deux oxoanions; dans leur action visant à ingérer le phosphate essentiel, elles ingèrent involontairement l'arséniate potentiellement toxique. Le processus de détoxification commence par la méthylation qui engendre les composés organoarséniques méthylés. L'arsenobétaïne est structurellement similaire à la glycine bêtaïne $[(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COO}^-]$, une bêtaïne d'azote qui est utilisée en tant qu'osmolyte par les organismes aquatiques pour maintenir l'équilibre osmotique dans les conditions de salinité variable, à savoir

¹ ALINORM 10/33/41, Par. 106 – 107

que quand la salinité ambiante est élevée, le niveau de glycine bêtaïne dans un organisme est élevé. La similarité structurelle coïncidente entre l'arsénobêtaïne et la glycine bêtaïne pourrait expliquer pourquoi les niveaux d'arsénobêtaïne sont beaucoup plus élevés dans les animaux marins que dans ceux qui vivent en eau douce.

5. Bien que l'arsenic forme des espèces dans des conditions réductrices avec l'atome d'arsenic à l'état d'oxydation -3 et +3, les espèces d'arsenic les plus stables rencontrées dans des conditions environnementales normales contiennent l'atome d'arsenic à l'état d'oxydation +5. Par conséquent, la grande majorité des espèces d'arsenic rencontrées dans les organismes et dans les aliments contient aussi l'arsenic à l'état d'oxydation +5 (par ex., arséniate, diméthylarsinate, arsénobêtaïne, arsénosucres). Le tableau 1 résume les principales espèces d'arsenic présentes dans les aliments, et certains métabolites humains pertinents.

6. **Espèces d'arsenic dans les aliments.** La plupart des données recueillies sur l'arsenic dans les aliments décrit la teneur en arsenic total, à savoir la somme des espèces d'arsenic. Les analyses d'arsenic total qui fournissent ces données peuvent être facilement réalisées dans des laboratoires d'analyse équipés pour la détermination des microconstituants. Depuis la découverte d'arsénobêtaïne dans le homard en 1977, plus de 50 composés organoarséniques ont été signalés dans les organismes marins, parmi lesquels un grand nombre est utilisé dans l'alimentation. La plupart de ces composés ne sont cependant pas couramment signalés, ou seulement en traces. Les analyses qui fournissent l'information sur ce type d'arsenic (à savoir les espèces d'arsenic) sont beaucoup plus difficiles à réaliser, et relativement peu de laboratoires sont capables de fournir ces données. Ces données, cependant, deviennent de plus en plus importantes en raison des différents aliments qui peuvent contenir différents types d'espèces d'arsenic, et parce que ces espèces ont des toxicités très différentes.

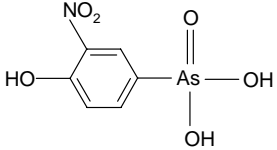
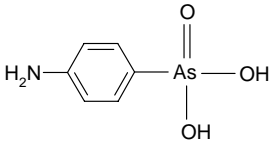
7. **Espèces d'arsenic inorganique dans les aliments.** L'arsenic inorganique dans l'environnement comprend les espèces principalement à l'état d'oxydation +3 ou +5, présentes en tant que complexes thio ou, essentiellement en tant qu'oxoanions arsénite et arséniate. Les analytes (à savoir les espèces qui sont effectivement mesurées) sont généralement l'arsénite et l'arséniate, et par conséquent, les données sont généralement enregistrées pour ces deux espèces. De même, dans les échantillons d'aliments, l'arsenic inorganique est généralement signalé en tant qu'arsénite et arséniate même s'il est vraisemblablement lié aux groupes thio des peptides ou des protéines dans l'aliment même. Parce que les produits alimentaires d'origine terrestre contiennent généralement de faibles concentrations d'arsenic total, leur teneur en arsenic inorganique est également faible. Le riz, cependant, semble faire exception car il contient des quantités significatives d'arsenic inorganique dont les concentrations se situent généralement entre 0,1 et 0,4 mg d'arsenic/kg de masse sèche et parfois considérablement plus élevées (Sun et al., 2008; Meharg et al., 2009). Bien que le poisson et les autres produits de la pêche aient une teneur en arsenic total élevée (généralement entre 2 et 60 mg d'arsenic/kg de masse sèche, SCOOP, 2004; Julshamn et al., 2004), leurs niveaux d'arsenic inorganique est généralement <0,2 mg d'arsenic/kg de masse sèche (Edmonds et Francesconi, 1993; Sloth et al., 2005; Sirot et al., 2009). Il existe cependant des exceptions notables. Par exemple, l'algue marine comestible hijiki (*Hizikia fusiforme*, aussi appelée hiziki), peut contenir de l'arsenic inorganique (présent en tant qu'arséniate) en concentrations >60 mg/kg (FSA, 2004), et la moule bleue (*Mytilus edulis*) a montré des concentrations d'arsenic inorganique allant jusqu'à 30 mg/kg de masse sèche (Sloth et Julshamn, 2008). La teneur en arsenic des divers produits alimentaires est examinée dans le détail.

8. **Espèces d'arsenic inorganique dans l'eau.** Les concentrations d'arsenic dans l'eau souterraine, principale source d'eau de boisson dans une grande partie du monde, sont généralement inférieures à 10 µg/L mais elles peuvent atteindre 5000 µg/L dans certaines régions (Smedley et Kinniburgh, 2002). Les eaux de surface sont également utilisées pour l'eau de boisson, mais elles contiennent généralement des concentrations d'arsenic plus faibles que les eaux souterraines. Essentiellement, tout l'arsenic contenu dans l'eau de boisson est présent en tant qu'arsenic inorganique. Dans des conditions d'oxygénation, comme celles observées dans la plupart des eaux de surface, l'arsenic est principalement présent en tant qu'arséniate. Dans certaines eaux souterraines, cependant, l'arsénite peut être l'espèce dominante dans certaines conditions environnementales réductrices (Postma et al., 2007).

Tableau 1: Noms, abréviations, et structures chimiques des espèces d'arsenic mentionnées dans ce rapport (tiré de l'avis scientifique de l'AESA sur l'arsenic dans les aliments)

Nom	Abréviation	Structure chimique ^(a)	Pertinence/observation
Arsenic inorganique	iAs		Somme de As(III) et As(V).
Arsénite	As(III)	$\text{As}(\text{O}^-)_3$	En traces jusqu'à des niveaux faibles dans la plupart des aliments; très toxique.
Arséniate	As(V)	$\text{O}=\text{As}(\text{O}^-)_3$	En traces jusqu'à des niveaux faibles dans la plupart des aliments; une espèce importante dans l'eau; très toxique.
Arsénobétaïne	AB	$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$	Principales espèces d'arsenic dans la plupart des produits de la pêche; non-toxiques.
Arsénosucres ^(b)			Espèces d'arsenic importantes (algues comestibles) ou significatives (mollusques) dans un grand nombre de produits de la pêche.
Arsénolipides ^(c)		e.g.	Espèces d'arsenic récemment découvertes présentes dans les huiles de poisson et les poissons gras; susceptibles d'être également présentes dans d'autres produits de la pêche.
Triméthylarsonio propionate	TMAP	$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$	Espèces d'arsenic mineures présentes dans la plupart des produits de la pêche.
Méthylarsonate	MA	$\text{CH}_3\text{AsO}(\text{O}^-)_2$	Espèces d'arsenic en traces dans certains produits de la pêche et aliments terrestres; un métabolite urinaire humain important de iAs.
Méthylarsonite	MA(III)	$\text{CH}_3\text{As}(\text{O}^-)_2$	Généralement non détecté dans les aliments, détecté dans certains échantillons d'urine humaine en tant que métabolite de iAs; espèce toxique considérée comme importante dans le mode d'action toxique de l'arsenic.
Diméthylarsinate	DMA	$(\text{CH}_3)_2\text{AsO}(\text{O}^-)$	Espèces d'arsenic mineures dans les produits de la pêche et certains aliments terrestres; le principal métabolite urinaire humain de iAs, arsénosucres et arsénolipides.
Thio-diméthylarsinate	Thio-DMA	$(\text{CH}_3)_2\text{AsS}(\text{O}^-)$	Un métabolite urinaire humain mineur de l'arsenic inorganique et des arsénosucres.

Tableau 1: suite

Nom	Abréviation	Structure chimique ^(a)	Pertinence/observation
Diméthylarsinite	DMA(III)	$(\text{CH}_3)_2\text{AsO}^-$	Non détecté dans les aliments; détecté dans certains échantillons d'urine humaine en tant que métabolique de iAs ; une espèce très instable (réactive) qui est très difficile à mesurer; espèces très toxiques considérées par certains chercheurs comme étant au centre du mode d'action toxique de l'arsenic.
Oxyde de triméthylarsine	TMAO	$(\text{CH}_3)_3\text{AsO}$	Espèces d'arsenic mineures courantes dans les produits de la pêche.
Tétraméthylarsonium ion	TETRA	$(\text{CH}_3)_4\text{As}^+$	Espèces d'arsenic mineures courantes dans les produits de la pêche
Arsénocholine	AC	$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Espèces d'arsenic en traces dans les produits de la pêche; sont facilement oxydées en arsénobétaïne dans les systèmes biologiques.
Roxarsone			Utilisées aux États-Unis d'Amérique en tant qu'additif dans les aliments pour la volaille pour favoriser la croissance; interdit en Europe; généralement pas détecté dans les aliments.
Acide arsannique			Utilisé auparavant en tant que médicament et en tant qu'additif dans les aliments pour animaux; aussi utilisé en tant que son sel de sodium (atoxyl).

- (a): Les espèces d'arsenic les plus simples sont généralement référencées sous leur forme protonée comme As(III) acide arsénieux, H_3AsO_3 ; As(V) acide arsénique, H_3AsO_4 ; MA acide méthylarsonique, $\text{CH}_3\text{AsO}(\text{OH})_2$; DMA acide diméthylarsinique $(\text{CH}_3)_2\text{AsO}(\text{OH})$; MA(III) acide méthylarsonieux $\text{CH}_3\text{As}(\text{OH})_2$; DMA(III) acide diméthylarsinieus $(\text{CH}_3)_2\text{AsOH}$.
- (b): Plus de 20 arsénosucres ont été signalés en tant que produits naturels; ils diffèrent par le fait qu'ils ont différents groupes R sur la portion aglycone de la molécule, et qu'ils remplacent l'oxygène sur l'atome d'arsenic par soit un atome de soufre ou un troisième groupe de méthyle (voir Francesconi et Edmonds (1997)). La plupart de l'arsenic présent en tant qu'arsénosucres, cependant, est contenu dans seulement quatre composés sur la base de la structure figurant ci-dessus et avec (i) $\text{R}=\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$; (ii) $\text{R}=\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OP}(\text{O})(\text{OH})\text{OCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$; (iii) $\text{R}=\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OSO}_3\text{H}$; et (iv) $\text{R}=\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2\text{SO}_3\text{H}$
- (c): Neuf arsénolipides ont été signalés jusqu'à présent (2009) en tant que produits naturels, chacun d'entre eux contenant le groupe diméthylarsinoyl $[(\text{CH}_3)_2\text{As}(\text{O})^-]$ lié à soit une ou plusieurs longues chaînes d'acides gras, ou à de longues chaînes d'hydrocarbures. Encore davantage d'arsénolipides sont présents dans les aliments – leur structure est actuellement inconnue.

TOXICOLOGIE ET EFFETS SANITAIRES LIÉS À L'ÉPIDÉMIOLOGIE

9. La toxicité de l'arsenic dépend de sa nature chimique et de sa solubilité et varie entre les espèces et les voies d'administration. Généralement, l'arsenic trivalent est plus toxique que sous sa forme pentavalente. L'administration orale de composés arsenicaux à des animaux de laboratoire produit un certain nombre d'effets, y compris des effets sur les systèmes cardiovasculaire, respiratoire, gastrointestinal, hématologique, immunitaire, reproductif et nerveux. L'administration de MMA^V aux animaux de laboratoire a montré des effets sur le tractus gastrointestinal, les reins, la thyroïde et le système reproductif, l'effet observé aux plus faibles doses étant la diarrhée. DMA^V produit des effets sur la vessie, les reins, la thyroïde et le développement fœtal.

10. L'arsenic a été évalué par le JECFA à ses 10^{ème}, 27^{ème}, 33^{ème} et 72^{ème} réunions. L'arsenic inorganique a été évalué à plusieurs reprises par le CIRC (1973, 1978, 1980, and 2004).

11. En 1973, le CIRC a conclu qu'il y avait une relation de cause à effet entre le cancer de la peau et l'exposition à l'arsenic inorganique contenu dans les médicaments, dans l'eau de boisson à teneur en arsenic élevée ou dans l'environnement professionnel et que le risque de cancer du poumon était nettement accru chez certains ouvriers métallurgistes qui inhalent des niveaux élevés de trioxyde d'arsenic. Cependant, le rôle causal de l'arsenic est incertain, vu que l'influence des autres constituants de l'air ambiant sur le lieu de travail n'a pas pu être déterminée. En 1980, le CIRC a conclu qu'il y avait suffisamment d'éléments pour conclure que l'arsenic inorganique est cancérigène de la peau et des poumons chez l'homme (Groupe 1). En 2004, le CIRC a conclu qu'il y avait suffisamment d'éléments chez les humains pour établir que l'arsenic présent dans l'eau de boisson entraîne le cancer de la vessie, des poumons et de la peau alors que les preuves de cancérogénicité chez les animaux de laboratoire étaient limitées. En 2009, le CIRC a de nouveau conclu que l'arsenic présent dans l'eau de boisson est à l'origine des cancers de la vessie, des poumons et de la peau et que les preuves étaient « limitées » concernant les cancers des reins, du foie et de la prostate.

12. À sa 27^{ème} réunion (1983), le JECFA a conclu que « sur la base des données disponibles le comité n'est parvenu à calculer qu'une estimation de 0,002 mg/kg de p.c. comme dose journalière tolérable maximale provisoire pour l'arsenic inorganique ingéré; aucune valeur n'a pu être déterminée pour les composés arsenicaux organiques dans les aliments ». Ces conclusions sont fondées sur l'observation que l'arsénicisme peut être associé aux eaux qui contiennent une concentration d'arsenic maximale de 1 mg/l ou plus et que la concentration de 0,1 mg/l peut donner naissance à des signes présumés de toxicité. En supposant une consommation journalière d'eau de 1,5 litre, le comité a conclu que des ingestions d'arsenic inorganique de 1,5 mg/jour résulteraient vraisemblablement en toxicité chronique liée à l'arsenic et qu'une ingestion journalière de 0,15 mg peut aussi être toxique à long terme chez certains individus. Le comité a noté que le programme international sur la sécurité des produits chimique (IPCS) avait estimé qu'une concentration d'arsenic de 0,2 mg/l dans l'eau de boisson entraînerait un risque à vie de cancer de la peau de 5 pour cent, mais que le cancer de la peau ne se produisait pas en l'absence des autres effets toxiques dus à l'arsenic.

13. À sa 33^{ème} réunion (1988), le JECFA a examiné l'information pertinente à l'évaluation de l'importance des composés organoarsenicaux dans le poisson. L'évaluation précédente a été confirmée par l'attribution d'une dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) de 0,015 mg/kg de p.c. pour l'arsenic inorganique, « tout en reconnaissant clairement que la marge entre la DHTP et les ingestions signalées pour leurs effets toxiques dans les études épidémiologiques était étroite ». Le comité a noté que les formes organiques de l'arsenic présent dans les produits de la pêche devraient faire l'objet d'une considération différente de l'arsenic inorganique contenu dans l'eau.

14. À sa 72^{ème} réunion (2010), le JECFA a examiné les données toxicologiques précédemment étudiées et toute l'information relative à la toxicologie et à l'épidémiologie, à l'évaluation de l'exposition, y compris les études des biomarqueurs, la méthodologie analytique, la spéciation et l'occurrence dans les aliments et l'eau de boisson, afin de réévaluer et examiner la DHTP pour l'arsenic inorganique. La documentation relative à l'arsenic est vaste, et le présent comité s'est servi de trois études récentes – réalisées par l'agence

des États-Unis pour les substances toxiques et l'enregistrement des maladies, l'autorité européenne de sécurité des aliments (AES) et le centre internationale de recherche sur le cancer (CIRC) —comme point de départ pour son évaluation et a également tenu compte des études plus récentes qui ont été jugées intéressantes pour l'évaluation. Le classement de l'arsenic en tant que cancérigène est, à l'origine, fondé sur les preuves de cancer de la peau. Les études menées à Taïwan, en Chine, et autres régions où des expositions à l'arsenic très élevées provenant de l'eau de boisson ont été observées, ont confirmé la relation. Des associations significatives entre l'exposition à des niveaux élevés d'arsenic ingéré à partir de l'eau de boisson et le cancer de la vessie ont été observées lors d'études écologiques au Chili, en Argentine, et à Taïwan, en Chine, et des études de cohortes à Taïwan, en Chine. Certaines études montrent une association seulement chez les fumeurs. Dans les études menées au Chili, en Argentine et à Taïwan, en Chine, l'exposition à l'arsenic en concentrations élevées dans l'eau de boisson a montré qu'elle était associée au cancer du poumon. De nouveau, en comparant les fumeurs et les non-fumeurs, les associations étaient plus fortes chez les fumeurs. La limite inférieure de la dose repère pour l'arsenic inorganique pour une incidence accrue du cancer du poumon de 0,5 pour cent (BMDL_{0.5}) a été déterminée à partir d'études épidémiologiques à 3,0 µg/kg de p.c. par jour (2 à 7 µg/kg de p.c. /jour sur la base de la fourchette de l'exposition alimentaire totale estimée) à l'aide d'une gamme d'hypothèses visant à estimer l'exposition alimentaire totale à l'arsenic inorganique provenant de l'eau de boisson et des aliments. Le comité a noté que la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) de 15 µg/kg de p.c. (équivalent à 2,1 µg/kg de p.c. par jour) est de l'ordre de la BMDL_{0.5} et par conséquent, elle n'est plus appropriée. À sa 72^{ème} réunion (2010), le JECFA a retiré la DHTP précédente.

15. Les études épidémiologiques menées dans différentes régions du monde ont systématiquement montré une forte association entre l'ingestion à long terme d'arsenic inorganique et les lésions cutanées, généralement sous la forme d'hyperkératose, d'hyperpigmentation ou d'hypopigmentation. L'observation de lésions cutanées suite à une exposition chronique faible a suggéré que ces changements dermiques caractéristiques sont des indications sensibles des effets toxiques de l'arsenic inorganique.

16. Les études épidémiologiques disponibles indiquent une relation positive entre les concentrations élevées d'arsenic inorganique dans l'eau de boisson et les critères sensibles de la toxicité périphérique et centrale. Il a été observé que l'exposition des enfants à l'arsenic inorganique dans les régions où les concentrations d'arsenic dans l'eau de boisson sont élevées (>50 µg/l) produit des effets sur la performance cognitive, mais les éléments de preuve ne sont pas suffisants.

17. Les principaux effets indésirables qui ont également été signalés pour leur association à l'ingestion à long terme d'arsenic inorganique chez les humains sont les effets sur le développement, les maladies cardiovasculaires, la neurotoxicité et le diabète, le cancer et les lésions cutanées.

MÉTHODES ANALYTIQUES

18. Les techniques de détection les plus courantes pour l'arsenic sont la spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS), la spectroscopie d'émission atomique couplée à un plasma inductif (ICP-AES) et la spectroscopie d'absorption atomique couplée à la génération d'hydrure (HG-AAS) ou la spectroscopie à fluorescence atomique (HG-AFS). L'ICP-AES est généralement adéquate pour déterminer l'arsenic total dans les aliments, et sa sensibilité peut être améliorée en la couplant avec la génération d'hydrure HG. L'ICP-MS a la sensibilité la plus élevée sans dérivation. La HG-AAS et la HG-AFS ont des limites de détection (LOD) de l'ordre du microgramme par kilogramme, ce qui est adéquat pour tous les aliments. Pour la spéciation à l'aide des systèmes de détection à base de génération d'hydrure, certaines espèces organoarséniques ont besoin d'être oxydées en espèces qui forment des arsines volatiles avant leur détection.

19. **Analyse de l'arsenic total** Les échantillons préparés pour la détermination de l'arsenic total sont minéralisés à l'aide des méthodes soit humide ou sèche. Le four micro-ondes est le système fermé le plus couramment utilisé pour la minéralisation humide, bien que des températures supérieures à celles qui sont atteintes dans le four micro-ondes soient nécessaires pour une dégradation complète de certaines espèces

organoarséniques. Il s'en suit une sous-estimation de l'arsenic total dans certains aliments quand les systèmes de détection à base de HG sont utilisés. Des progrès récents, comme les méthodes de combustion induite par micro-ondes, permettent de résoudre ce problème. Dans la minéralisation sèche, l'ajout d'agents de calcination est nécessaire pour éviter les pertes d'arsenic par volatilisation.

20. **Analyse de la spéciation de l'arsenic** La recherche méthodologique pendant la dernière décennie s'est concentrée sur la spéciation de l'arsenic. L'extraction quantitative des espèces d'arsenic de matrices alimentaires est l'un des principaux problèmes méthodologiques, et l'efficacité varie considérablement, selon la nature de la matrice et la méthode utilisée. Les solvants polaires assistés par des ultrasons, l'extraction accélérée par solvant ou le micro-ondes sont couramment utilisés. L'extraction de l'arsénite est particulièrement difficile à réaliser car elle se lie aux groupes thiol dans les protéines. La séparation des espèces d'arsenic est plus couramment réalisée par chromatographie liquide à haute performance (CLHP). La chromatographie multidimensionnelle (différentes colonnes et conditions) peut être nécessaire pour les échantillons contenant un grand nombre d'espèces d'arsenic. Jusqu'à 23 espèces ont été identifiées dans les algues marines et les produits de la pêche, par exemple. D'autres difficultés proviennent du fait que l'éluion peut ne pas être quantitative dans certaines conditions, et l'éluant peut changer l'état d'oxydation de l'arsenic.

21. **Analyse de l'arsenic inorganique** La majorité des travaux actuels sur la spéciation de l'arsenic a ciblé la caractérisation du profil des espèces d'arsenic dans les produits alimentaires, sans prêter d'attention particulière à l'arsenic inorganique. Il est actuellement nécessaire de développer des méthodes validées et horizontales pour l'extraction sélective et la détermination de l'arsenic inorganique et de matériaux de référence certifiés pour l'arsenic inorganique dans les aliments. Par ailleurs, il serait mieux approprié de signaler l'arsenic inorganique total au lieu de l'arsénite et l'arséniate, parce que des procédures analytiques/d'extraction différentes peuvent changer l'état d'oxydation.

22. Des méthodes validées, comme celles adoptées par l'organisation internationale de normalisation (ISO), AOAC International, ou l'organisation européenne de normalisation (CEN), sont nécessaires aux fins réglementaires. Pour l'arsenic total, y compris dans les graines céréalières et les produits à base de graines, il existe une méthode validée (méthode AOAC, EN). Il y a un besoin de méthodes validées pour l'extraction sélective et la détermination de l'arsenic inorganique dans les matrices alimentaires et de matériaux de référence certifiés pour l'arsenic inorganique.

23. Comme il n'existe pas de matériaux de référence pour l'analyse de spéciation de l'arsenic, il est nécessaire que des efforts soient faits en vue de développer un matériau de référence pour la farine de riz, contenant à la fois les espèces d'arsenic inorganique et organique. Cet échantillon naturel peut être prélevé dans les sols de rizières contaminés par l'activité minière en Chine, comme dans la province de Hunan, en Chine centrale du sud.

NIVEAU D'ARSENIC TOTAL ET INORGANIQUE DANS LES DENRÉES ALIMENTAIRES

24. En 2010, à sa 72^{ème} réunion, le JECFA a évalué les niveaux et les schémas de la contamination par l'arsenic des denrées alimentaires, y compris le riz, sur la base des données d'occurrence disponibles dans la documentation et des données soumises par l'Australie, le Brésil, la France, le Japon, la Nouvelle-Zélande et Singapour. Le nombre total des résultats analytiques (simples ou composés) évalués était de 17 498. Le tableau 2 résume les fourchettes des concentrations d'arsenic total par catégorie d'aliments, sur la base des résultats en valeurs quantifiées (du minimum au maximum). Les concentrations d'arsenic total les plus élevées ont été détectées dans les algues marines, le poisson et les produits de la pêche, les champignons, le riz et les produits à base de riz et certains produits carnés. Les niveaux dans les autres produits alimentaires ne dépassent généralement pas 1 mg/kg. Dans certains groupes d'aliments, le nombre de résultats non-détectables/non quantifiables était élevé ($n = 9081$), par ex., les produits laitiers (66 pour cent), la viande et les produits carnés (74 pour cent), les œufs et les produits à base d'œufs (65 pour cent), les produits de boulangerie (70 pour cent), les céréales autres que le riz (80 pour cent) et les légumes autres que les champignons (86 pour cent).

25. Récemment, des méthodes de détermination de l'arsenic inorganique sont devenues disponibles. Les niveaux d'arsenic inorganique ont été obtenus dans la documentation et les données soumises par le Japon, la France et Singapour (du minimum au maximum). Le nombre total de résultats analytiques (simples ou composés) évalués à la 72^{ème} réunion était de 1737 (tableau 3). Les niveaux d'arsenic inorganique dans les aliments et les boissons ne dépassent généralement pas 0,1 mg/kg, avec des valeurs moyennes généralement inférieures à 0,03 mg/kg. Cependant, les algues marines, le riz et certains poissons et produits de la pêche contiennent des niveaux supérieurs, tout comme les cultures pratiquées dans les sols contaminés par l'arsenic, qui feront l'objet d'un examen plus détaillé dans les paragraphes 26-31. Bien que l'eau de boisson soit bien connue pour contribuer de façon significative à l'exposition à l'arsenic inorganique, certaines études montrent que le riz et les produits à base de riz pourraient aussi contribuer de façon significative à l'exposition à l'arsenic inorganique. Les autres contributions possibles à l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique provenaient de poisson et des produits de la pêche, des céréales, des légumes- racines, des algues marines, des compléments alimentaires, des champignons et du thé. Comme les produits à base de riz sont fréquemment utilisés comme aliments de sevrage pour les nourrissons, l'exposition des nourrissons à l'arsenic revêt une importante capitale et devrait être évaluée.

Tableau 2 Résumé des données disponibles sur les concentrations d'arsenic total dans les produits alimentaires (JECFA 2010)

Catégories d'aliments	n	n < LOR ^a	Fourchette(mg/Kg)
Produits laitiers et similaires			
Lait et lait en poudre	284	65	0,001-0,15
Produits laitiers	92	61	0,010-0,35
Matières grasses et huiles			
39	0	0,003-0,18	
Viande et produits carnés			
Viande	4977	4124	0,004-0,78
Abats	2074	1096	0,009-0,45
Produits carnés	50	20	0,003-3,25
Œufs et produits à base d'œufs			
171	111	0,003-0,04	
Produits de confiserie			
186	61	0,002-1,13	
Édulcorants			
138	21	0,003-0,26	
Produits de boulangerie			
71	49	0,002-0,25	
Boissons			
Boissons alcoolisées (distillats à base de riz exceptés)	462	64	0,001-0,05 ^b
Distillats à base de riz	8	2	0,050-1,64 ^b
Boissons non alcoolisées	120	16	0,001-0,26 ^b
Légumes/fruits/fruits à coque/algues marines			
Fruits	966	800	0,005-2,20
Légumes (champignons exceptés)	2503	2164	0,001-1,27
Champignons	302	60	0,011-5,79
Fruits à coque et oléagineux	70	15	0,005-0,88
Algues marines séchées	953	3	0,114-236
Céréales et produits à base de céréales			
Céréales (riz excepté)	410	325	0,007-0,43
Riz	1693	0	0,002-1,83
Céréales de petit déjeuner	17	10	0,017-0,27
Pâtes alimentaires	19	9	0,003-0,18
Poisson et produits à base de poisson			
Poissons de mer	1409	0	0,10-62
Coquillages	171	0	0,090-66
Poissons d'eau douce	238	0	0,060-4,72
Aliments pour nourrissons			
75	5	0,001-4,66	

LOR, limite de notification (limite de détection ou de quantification)

^a Résultats présentés pour les valeurs détectées seulement (non détectée [ND]=0).

^b Données exprimées en mg/l.

Tableau 3. Résumé des données disponibles sur les concentrations d'arsenic inorganique dans les produits alimentaires ^a (JECFA 2010)

Produits alimentaires	n	n < LOD	Fourchette de concentration (mg/Kg)
Algues marines séchées	539	4	0,1-130
Riz	0837	0	0,01-0,51
Poisson et produits à base de poisson	325	1	0,001-1,2
Légumes	36	1	0,008-0,61

^a Résultats présentés pour les valeurs détectées seulement (ND=0).

26. Dans l'algue marine *Hizikia fusiforme*, l'arsenic inorganique représente plus de 50 pour cent de l'arsenic total, avec des niveaux généralement situés entre 30 et 130 mg/kg. Dans les autres espèces d'algues marines, l'arsenic inorganique représente moins de 15 pour cent de l'arsenic total, avec des niveaux généralement inférieurs à 2 mg/kg. La proportion d'arsenic inorganique dans le riz varie de 17 pour cent à 100 pour cent de l'arsenic total et dans les légumes, de 33 pour cent à 74 pour cent, avec des concentrations maximales entre 0,5 et 0,6 mg/kg, respectivement. La proportion d'arsenic inorganique ne dépasse généralement pas 10 pour cent de l'arsenic total dans le poisson et les produits à base de poisson, mais elle atteint 15 pour cent dans les coquillages provenant de régions ayant un certain niveau de contamination par l'arsenic.

27. Le riz (*Oryza sativa* L.) contient de grandes quantités d'arsenic mais la spéciation de l'arsenic dans le riz varie entre les différentes régions, avec une teneur en arsenic inorganique supérieure dans le riz cultivé en Asie par rapport à celui des États-Unis et de l'Union européenne, à l'exception de quelques régions contaminées au Bangladesh et au Chili.

28. La variabilité de l'arsenic total dans le riz. La concentration d'arsenic total dans le riz varie de 0,005 à 0,710 mg/kg dans 204 échantillons de riz commercial acheté pour la plupart chez des détaillants dans le nord de l'état de New York et complétés par des échantillons du Canada, de France, du Venezuela, et autres pays. Les niveaux d'arsenic total signalés dans le riz sont < 0,01–2,05 mg/kg pour le Bangladesh, 0,31–0,70 mg/kg pour la Chine et < 0,10–0,76 mg/kg pour Taïwan, Chine, 0,03–0,044 mg/kg pour l'Inde, 0,11–0,66 mg/kg pour les États-Unis, 0,03–0,47 mg/kg pour le Vietnam, et 0,08–0,38 mg/kg pour l'Italie et l'Espagne (Williams et al., 2005; Duxbury et al., 2003; Caroli et al., 2002, 2007; Pizarro et al., 2003). En associant l'ensemble des données aux valeurs citées dans la documentation, une fourchette globale « normale » de 0,08–0,20 mg/kg pour la concentration d'As dans le riz a été dérivée. Les concentrations moyennes d'arsenic total dans le riz provenant des États-Unis et d'Europe (tous les deux de 0,198 mg/kg) étaient statistiquement similaires et considérablement supérieures à celles dans le riz provenant d'Asie sans contamination (0,07 mg/kg). A partir de deux grands ensembles de données du Bangladesh, il a été observé que l'eau d'irrigation contaminée par l'arsenic, et non les sols, ont entraîné une concentration accrue d'arsenic total dans les grains. La grande variabilité enregistrée aux États-Unis entre les grains de riz était essentiellement liée aux différentes régions de culture plutôt qu'au type commercial, le riz cultivé au Texas et en Arkansas contenant des concentrations moyennes d'arsenic considérablement supérieures à celles du riz californien (0,258 et 0,190 contre 0,133 mg/kg). Le riz obtenu chez un distributeur texan avait une concentration particulièrement élevée, 75 pour cent des échantillons étant supérieurs à la fourchette globale « normale », indiquant que l'environnement de production était contaminé par l'arsenic.

29. Les niveaux d'arsenic inorganique dans le riz aux États-Unis: Schoof et al. (1999) ont utilisé les techniques d'étude du panier de la ménagère pour analyser 40 aliments qui devraient représenter 90 pour cent de l'ingestion d'arsenic inorganique. Conformément aux études préalables, les concentrations d'arsenic total étaient les plus élevées dans les produits de la pêche, allant de 0,160 mg/kg dans le poisson d'eau douce à 2,360 mg/kg dans le poisson de mer, suivies par le riz brut, allant de 0,196 mg/kg à 0,335 mg/kg. Les concentrations d'arsenic inorganique les plus élevées ont été observées dans le riz brut, à $0,074 \pm 0,010$ mg/kg. Heitkemper et al. (2009) ont analysé 60 échantillons de riz prélevés directement dans les rizières dans quatre états grands producteurs de riz aux États-Unis, et ont signalé une teneur moyenne d'arsenic total de $0,210 \pm 0,190$ mg/kg, alors que les niveaux moyens d'arsenic inorganique étaient de $0,091 \pm 0,032$ mg/kg. Les échantillons de riz américain qui ont des niveaux plus élevés d'arsenic total contiennent des niveaux plus élevés de DMA; cependant, les niveaux d'arsenic inorganique, quelque soit la teneur en arsenic total, dépassent rarement 0,15 mg/kg de poids sec.

30. Le niveau d'arsenic inorganique dans le riz dans l'Union européenne: Dans une étude menée au Royaume-Uni, les concentrations d'arsenic total dans le riz pur pour nourrissons se situaient entre 0,120 et 0,470 mg/kg avec une moyenne de 0,220 mg/kg alors que les niveaux d'arsenic inorganique allaient de 0,060 à 0,160 mg/kg, avec une moyenne de 0,110 mg/kg. Le pourcentage d'arsenic inorganique par rapport à l'arsenic total était de 33 pour cent à 68 pour cent avec une moyenne de 57 pour cent (Meharg et al., 2008).

Dans une étude suédoise, la concentration moyenne d'arsenic total dans le riz brun à long grain de 0,240 mg/kg était similaire à celle du riz blanc précuit de 0,210 mg/kg, alors que la concentration moyenne dans le riz blanc était considérablement inférieure, à 0,100 mg/kg. La concentration d'arsenic inorganique se situe à une moyenne de 0,110 mg/kg, ou 64 pour cent de l'arsenic total (Jorhem et al., 2008). La teneur en arsenic dans le riz a également fait l'objet d'une étude espagnole (Torres-Escribano et al., 2008), dans laquelle la concentration moyenne d'arsenic total dans 31 échantillons d'origine européenne était de 0,197 mg/kg. Cette valeur était proche de la valeur moyenne de 0,18 mg/kg détectée dans sept échantillons de riz européen dans une étude menée au Royaume-Uni (Williams et al., 2005). Torres-Escribano et leurs collègues ont par ailleurs évalué le niveau d'arsenic inorganique dans le riz brut originaire des pays européens ou asiatiques et ont observé qu'il se situait entre 0,027 et 0,253 mg/kg. Le pourcentage d'arsenic inorganique par rapport à l'arsenic total variait entre 27 et 93 pour cent. Williams et al. (2005) ont analysé 51 échantillons de riz brut produit en Europe, en Asie et aux États-Unis et ont observé une variation pour l'arsenic inorganique de 10 à 86 pour cent. Les deux études ont aussi signalé que la concentration moyenne d'arsenic inorganique était de 1,7 à 1,8 fois plus élevée dans le riz brun que dans le riz blanc. Certains produits alimentaires courants (le pain, le riz, le lait, la viande de porc, la viande de poulet, les choux et les pommes de terre) provenant de la République slovaque ont été recueillis et analysés pour leurs concentrations en arsenic total. Le riz contenait la concentration moyenne d'arsenic total la plus élevée, avec 0,158 mg/kg. La plus grande partie de l'arsenic dans le riz semblait être de type inorganique.

31. Le niveau d'arsenic inorganique dans le riz en Chine: Le laboratoire CDC en Chine a analysé 41 échantillons de riz provenant de 13 provinces à l'aide de la méthode LC-HG-AFS, les concentrations d'arsenic inorganique se situaient entre 0,023 et 0,142 mg/kg. Les échantillons provenant des provinces de Hunan, Guangxi et Sichuan contenaient des concentrations d'arsenic inorganique supérieures, compatibles avec la répartition de l'arsenic dans la roche-mère dans ces provinces. Dans une autre étude, 22 échantillons de riz provenant de 13 provinces chinoises ont été analysés pour leur teneur en arsenic. La concentration d'arsenic total allait de 0,065 à 0,274 mg/kg avec une valeur moyenne de 0,114 mg/kg. L'analyse de spéciation, y compris l'arsénite (As(III)), l'arséniat (As(V)), DMA et MMA, a été réalisée à l'aide de la méthode HPLC-ICPMS pour extraire l'arsenic de la poudre de riz broyé. Les espèces d'arsenic inorganique (As(III) + As(V)) étaient prédominantes, représentant approximativement 72 pour cent de l'arsenic total dans le riz, avec une concentration moyenne de 0,082 mg/kg. L'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique liée au riz a été estimée à 25 fois supérieure à l'exposition liée à l'eau de boisson, sur la base de la directive de l'OMS et de la Chine sur l'eau de boisson, de 0,01 mg/L.

EXPOSITION ALIMENTAIRE

32. Dans ce document, arsenic signifie arsenic total sauf indication contraire.

33. À sa 27^{ème} réunion, le JECFA a évalué l'exposition alimentaire à l'arsenic. Seules les valeurs relatives à l'arsenic total ont été fournies par plusieurs pays européens, les États-Unis, le Canada et la République de Corée; celles-ci sont comprises entre 10 et 200 µg/jour en provenance des aliments (0,17–3,33 µg/kg de p.c. par jour, sur la base d'un poids corporel de 60 kg). Les expositions alimentaires à l'arsenic total estimées en provenance de l'eau se situaient entre 15 et 750 µg/jour (0,25–12,5 µg/kg de p.c. par jour), en supposant une consommation de 1,5 litre d'eau par jour, ce qui implique des concentrations d'arsenic dans l'eau de 10 µg/L et de 500 µg/L. L'eau et les produits de la pêche étaient les principales sources d'arsenic total, les autres aliments contribuant de façon minimale.

34. À la 72^{ème} réunion du JECFA en 2010, l'accent a été mis sur l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique; cependant, la majorité des estimations de l'exposition alimentaire soumises pour évaluation étaient pour l'arsenic total. Un résumé des estimations nationales signalées pour l'arsenic inorganique figure au tableau 4, avec des fourchettes de valeurs tirées des études menées dans divers pays. L'exposition alimentaire moyenne signalée pour l'arsenic inorganique aux États-Unis et divers pays européens et asiatiques allait de 0,1 à 3,0 µg/kg de p.c. par jour.

Tableau 4. Résumé des estimations de l'exposition à l'arsenic inorganique (JECFA 2010)

Pays/régions	Exposition moyenne ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ de p.c. par jour)	Exposition au percentile supérieur ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ de p.c. par jour)
Europe		
Europe ^a (AESAs)	0,21-0,61 adulte 0,31-1,39 enfant 1-8 ans 0,03-1,63 nourrisson □ 12 mois	0,36-0,99 adulte (95ème) 0,61-2,66 enfant 1-8 ans (95ème) ----
Belgique ^b	0,10 tous	0,16 tous (90ème)
France EAT ^c	0,10 adulte 0,14 enfant 3-14 ans	0,27 adulte (95ème) 0,34 nourrisson 3-14 ans (95ème)
Royaume-Uni EAT ^c	0,02-0,12 adulte 0,03-0,20 enfant 1-18 ans 0,45 nourrisson □ 12 mois	0,05-0,16 adulte (97.5ème) 0,08-0,40 enfant 1-18 ans (95ème) 0,74 nourrisson (95ème)
Amérique du Nord		
Canada EAT ^c	0,29 (arsenic total) tous	
États-Unis, EAT ^{autres études} ^d	0,08-0,20 adulte 0,12-0,32 enfant 1-6 ans 0,24-1,19 nourrissons □ 12 mois	0,16-0,34 adulte (95ème) --- ----
Amérique du Sud		
Chili ^e	2,08-21,48 adulte	
Asie		
Bangladesh ^f	1,68-3,00 adulte	
Chine EAT ^c	0,24-0,76 adulte	
Chine, Province de Taïwan ^g	0,91 adulte	
Japon EAT, autre étude ^h	0,36-0,46 adulte	0,83-1,29 adulte (95ème)
Japon ⁱ	0,31 adulte (ND=0), 0,61 adulte (ND=LOQ/2)	

EAT, Étude de l'alimentation totale

^a Fiches alimentaires individuelles pour 19 pays européens, scénarios différents à l'aide de facteurs de conversion, eau de boisson comprise.^b Fiches alimentaires individuelles pour la Belgique. Ont analysé les valeurs de l'arsenic inorganique pour le poisson et les produits de la pêche seulement, eau de boisson non comprise.^c Études de l'alimentation totale; France EAT 2001-2002, 10% d'arsenic total supposé inorganique, eau de boisson comprise; Canada EAT 1985-1988, facteurs de conversion appliqués à l'arsenic total, eau de boisson non comprise; Chine EAT 2007 a analysé l'arsenic inorganique, eau de boisson comprise; Royaume-Uni EAT 2006 a analysé l'arsenic inorganique, eau de boisson comprise, non analysé lors des études EAT précédentes.^d Plusieurs études fondées sur les fiches alimentaires individuelles aux États-Unis issues de l'enquête nationale sur la consommation alimentaire de 1986-1987 ou 1994-1996, sur le complément de l'enquête permanente de 1998 sur les ingestions alimentaires par les individus (CSFII), sur le niveau de l'arsenic inorganique issu d'une enquête sur le panier de la ménagère portant sur l'arsenic inorganique dans les aliments, l'eau de boisson étant comprise dans certaines études.^e Petite communauté chilienne, eau de boisson comprise, contamination saisonnière de l'eau des rivières utilisée comme source d'eau de boisson.^f Petite communauté du Bangladesh, arsenic total enregistré, il est supposé que 70% de l'arsenic total est inorganique, eau de boisson non comprise.^g Petite communauté à Taïwan, en Chine, riz et ignames seulement inclus dans les valeurs pour l'arsenic inorganique analysé, eau de boisson non comprise.^h Deux études; Japon EAT 2000, eau de boisson comprise, facteurs de conversion appliqués à l'arsenic total; autre étude sur les femmes dans les communautés de pêche et de riziculture, arsenic inorganique analysé pour le poisson, les coquillages, les algues marines et les algues comestibles, valeurs EAT pour le Japon pour d'autres aliments, eau de boisson non comprises.ⁱ Fiches alimentaires individuelles 2008 pour le Japon, sur la base des teneurs en arsenic inorganique dans le riz cuit et deux groupes d'aliments composites pour l'enquête sur le panier alimentaire (groupe A: légumes et algues marines, groupe B: poisson, céphalopodes et coquillages). La LOQ est 0,02 mg/kg. Eau de boisson non comprise.

35. En 2009, l'AESA a identifié les sous-catégories alimentaires des grains céréaliers et des produits à base de céréales, suivies des aliments destinés à des fins alimentaires spéciales, l'eau en bouteilles, le café et la bière, les grains de riz et les produits à base de riz, le poisson et les légumes, comme apportant une contribution importante à l'exposition journalière d'arsenic inorganique dans la population générale européenne.

36. Les principaux facteurs qui affectent l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique sont l'eau, les types d'aliments consommés et les méthodes de préparation des aliments. L'eau de boisson était un contributeur important des expositions alimentaires globales à l'arsenic inorganique et, selon la concentration, peut par ailleurs être une source importante d'arsenic inorganique dans les aliments par le biais de la préparation des aliments et probablement l'irrigation des cultures, notamment le riz.

37. La proportion de l'exposition totale à l'arsenic inorganique provenant des aliments par rapport à celle qui provient de l'eau augmente quand la concentration de l'arsenic inorganique dans l'eau diminue. La quantité d'eau consommée varie selon la région, la température, l'activité physique et également les types d'aliments consommés car les aliments comme la soupe et le riz peuvent contenir soit des quantités d'eau élevées soit utiliser de grandes quantités d'eau. Il peut s'en suivre une consommation totale d'eau allant de 1,5 à 5 litres par jour. La contamination à l'arsenic de l'eau souterraine est très répandue, et dans un certain nombre de régions, la concentration en arsenic de l'eau de boisson est importante. Les régions affectées comprennent l'Asie du Sud (par ex., le Bangladesh, l'Inde), l'Asie du Sud-est et de l'Est (par ex., la Chine, Taiwan comprise, la Mongolie, le Vietnam), les Amériques (par ex., l'Argentine, le Canada, le Chili, le Mexique, les États-Unis) et l'Europe (par ex., la Finlande, la Hongrie, la Roumanie). L'eau contaminée qui est utilisée en boisson ou dans la préparation des aliments contiendrait normalement de l'arsenic en concentrations allant de 0,01 à 0,200 mg/L. Cependant, des concentrations supérieures à 0,200 mg/kg ont été signalées dans certaines régions.

38. Selon les conclusions de la 72^{ème} réunion du JECFA, les fourchettes de l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique en Amérique du Nord et en Europe sont similaires mais sont en général inférieures à celles signalées dans les pays d'Asie, avec la plus élevée au Bangladesh, pour lequel l'exposition alimentaire moyenne à l'arsenic inorganique a été estimée à jusqu'à trois fois plus élevée que dans les autres pays d'Asie. Parce que l'arsenic a été identifié dans le riz en tant qu'arsenic inorganique et DMA, les niveaux d'exposition supérieurs observés chez les Bangladais pourraient également résulter de la consommation supérieure de riz. Même la communauté bangladaise établie au Royaume-Uni a une consommation de riz de près de 30 fois supérieure à celle des caucasiens. Afin d'évaluer l'impact de cette différence dans la consommation de riz, les composés arsenicaux urinaires de 49 volontaires au Royaume-Uni (bangladais n = 37; caucasiens n = 12) ont été étudiés ainsi que leurs habitudes alimentaires. Des analyses de l'arsenic urinaire total et de la spéciation pour le DMA, MMA et l'arsenic inorganique ont été réalisées (Cascio et al., 2011). Bien qu'aucune différence significative n'ait été enregistrée pour la médiane de l'arsenic total entre le groupe bangladais (28,4 µg/L) et les caucasiens (20,6 µg/L), la somme des médianes de DMA, MA et de l'arsenic inorganique pour les bangladais (17,9 µg/L) était plus de trois fois supérieure à celle des caucasiens (3,50 µg/L). Notamment, l'arsenic inorganique urinaire était considérablement supérieur ($p < 0,001$) dans la médiane pour les bangladais du Royaume-Uni (0,630 µg/L) que dans la médiane des caucasiens (0,250 µg/L).

39. Pour les pays d'Asie et les autres pays où le riz est un aliment de base, le riz et l'eau étaient les deux principaux contributeurs aux expositions à l'arsenic inorganique total, le blé et les légumes contribuant à un moindre degré. Bien que les niveaux d'arsenic total soient plus élevés dans le poisson et les coquillages que dans les autres aliments, la consommation de poisson et de coquillage n'a pas une influence importante sur l'exposition à l'arsenic inorganique, vu que la majorité de l'arsenic dans le poisson et dans les portions comestibles des coquillages est organique. En Europe et en Amérique du Nord, où les produits à base de blé et les pommes de terre sont les aliments de base, le riz ne représentera pas une trop grande proportion de l'exposition alimentaire à l'arsenic inorganique.

EFFET ENVIRONMENTAL ET AGRICOLE

40. La culture du riz requiert de larges volumes d'eau et un emploi à long terme de nappes phréatiques contaminées à l'arsenic pour l'irrigation peut conduire à une concentration croissante d'arsenic total et inorganique dans le sol agricole et éventuellement à une accumulation dans les plants de riz. L'autre source majeure d'arsenic dans les rizières est l'exploitation et la fonte de métaux de base par le biais du débit d'eau et le dépôt par l'air. Le riz de rizière a une accumulation totale et inorganique en arsenic beaucoup plus élevée par rapport aux autres cultures de céréales, en partie à cause des conditions d'inondation dans lesquelles l'arsenic est libéré dans un sol pauvre en eau. Par conséquent, des mesures pratiques sont nécessaires de façon urgente afin de diminuer le transfert de l'arsenic du sol au grain.

41. Au Bangladesh, à la fois les puits tubulaires peu profonds (STW) et les puits tubulaires profonds (DTW) sont utilisés en grand nombre (approximativement 2,6 millions) pour irriguer environ 2,5 millions d'hectares de terre, qui contribue de façon importante à la production de grains alimentaires du pays. Environ 86 pour cent de la nappe phréatique totale renfermée est utilisée dans le secteur agricole (WRI, 2000). L'arséniate et le phosphate sont des analogues, et l'addition d'un de ces éléments au sol peut affecter l'absorption et la disponibilité de l'autre. Soutenu par le Bangladesh IRRI-PETTRA, Jahiruddin a essayé d'évaluer le statut de l'arsenic dans le système d'irrigation à l'eau des plants de riz. Les résultats des expériences en creuset démontrent que la concentration d'arsenic totale dans les grains de riz a augmenté avec l'application croissante de l'arsenic ajouté soit à travers l'eau d'irrigation ou l'addition directe au sol; toutefois, toutes les concentrations étaient en dessous de 1 ppm. De nouveau, les concentrations en arsenic dans tous les cas étaient bien plus élevées que 1 ppm. Il y avait un effet résiduel de à la fois de l'arsenic ajouté au sol et à l'eau de la deuxième récolte (T. Aman riz). Xu et al (2008) ont examiné les dynamiques de la formation d'espèces de l'arsenic dans la solution du sol dans des conditions à la fois d'inondation et en aérobiose et ont comparé l'accumulation d'arsenic dans la tige et le grain de riz lors d'une expérience en serre. L'inondation du sol conduit à une mobilisation rapide de l'arsenic, essentiellement comme l'arsénite, dans la solution au sol. Les concentrations en arsenic dans la solution au sol étaient de 7-16 et de 4-13 fois plus élevées dans des conditions d'inondation que dans des conditions en aérobiose dans le contrôle sans l'addition d'arsenic dans les traitements d'arsenic + (10 mg/kg en tant qu'arsénite ou arséniate), respectivement. L'arséniate était l'espèce principale d'arsenic dans le sol en aérobiose. L'accumulation d'arsenic dans les tiges et les grains de riz était nettement accrue dans des conditions inondées; les concentrations dans le grain de l'arsenic étaient de 10 à 15-fois plus élevées dans des conditions inondées que dans une croissance du riz en aérobiose. Avec l'augmentation des concentrations totales de l'arsenic dans le grain, la proportion d'arsénite inorganique a diminué tandis que celle du DMA a augmenté. La concentration d'arsenic inorganique était 2,6 à 2,9 fois plus élevée dans le grain issu d'un traitement d'inondation que dans celui du traitement par aérobiose. Les résultats ont démontré qu'une biodisponibilité grandement augmentée d'arsenic dans des conditions submergées est la raison principale pour une accumulation augmentée d'arsenic en cas de riz submergé, et la croissance de riz en aérobiose peut diminuer de façon radicale le transfert de l'arsenic du sol au grain.

42. Jusqu'à maintenant, la plupart des rapports publiés s'intéressaient principalement à l'absorption d'arsenic dans le plant de riz irrigué avec de l'eau contaminée à l'arsenic et le sol par le biais d'une expérience en creuset en serre. Plus de données basées sur des recherches in situ sont nécessaires.

43. En Inde, une petite étude in situ dans les 17 villages infectés par l'arsenic du bloc de Chakdaha, district de Nadia (Bengale de l'ouest) a été conduite pour examiner le transfert de l'arsenic de l'eau d'irrigation et du sol aux plants de riz. Les résultats ont montré que le niveau d'arsenic dans l'eau d'irrigation ($0,11 \pm 0,012$ et $0,76 \pm 0,014$ mg/L) excédait de façon importante la limite admise par l'OMS de 0,01 mg/L pour l'eau potable et était aussi au-dessus de la limite admissible de la FAO de 0,10 mg/L pour l'eau d'irrigation. Les rizières sont contaminées par l'eau d'irrigation et donc augmentent les conditions probables nécessaires à la bioaccumulation de l'arsenic dans les plants de riz. Les concentrations totales en arsenic du sol variaient de $1,38 \pm 0,108$ à $12,27 \pm 0,094$ mg/kg poids sec ce qui était en dessous de la limite maximale acceptable pour le sol agricole de 20 mg/kg ainsi que cela est recommandé par la Communauté

européenne. Dans le plant de riz, l'accumulation la plus élevée d'arsenic a été relevée dans les racines ($7,19 \pm 0,166$ à $18,63 \pm 0,155$ mg/kg) et la plus basse dans le grain ($0,25 \pm 0,014$ à $0,73 \pm 0,009$ mg/kg). Les résultats ont clairement montré que la teneur totale en arsenic dans les plants de riz est rattachée au degré de contamination à l'arsenic de l'eau d'irrigation et du sol. Indépendamment des sites d'échantillonnage l'accumulation d'arsenic suit l'ordre suivant : racine et > cime > enveloppe > grain. La consommation de la paille de riz contenant une quantité considérable d'arsenic ($1,17 \pm 0,014$ à $4,15 \pm 0,033$) par le cheptel pourrait conduire potentiellement à des niveaux d'arsenic augmentés dans la viande ou le lait. Parce que l'arsenic total dans le riz brut n'est pas absorbé par le corps humain à cause de sa distribution dans les racines, la cime, l'enveloppe et les parties du grain, l'attention la plus importante devrait être prêtée aux parties du grain. Bien que tout échantillon de riz de l'aire d'étude de concentration de l'arsenic total dans la partie du grain n'excède pas 1.0 mg/kg, la proportion d'arsenic inorganique devrait être clarifiée. La limite admissible maximale de l'arsenic total est de 1 mg/kg pour les fruits de mer là où l'arsenic organique comprend au-dessus de 90 pour cent des arséniques totaux. Cette limite pourrait être inférieure pour le riz étant donné qu'environ 0-80 pour cent de l'arsenic dans le grain de riz est inorganique.

EFFETS DES VARIATIONS DES GRAINS DE RIZ ET USINAGE DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS

44. Le riz est une céréale qui a tendance à accumuler l'arsenic en comparaison à d'autres cultures du grain testés à ce jour, avec le grain total (brun) du riz ayant des niveaux d'arsenic plus élevés que le riz (blanc) poli. Il a été indiqué que les issues de riz, à la fois commercialement et spécifiquement usinées pour cette étude, ont des niveaux d'arsenic inorganique, atteignant des concentrations de 1 mg/kg poids sec, autour de 10-20 fois plus élevé que les concentrations trouvées dans le grain en vrac (Sun et al, 2008). Bien que les issues de riz soient utilisées en tant que complément alimentaire pour la santé, les issues de riz solubles qui sont commercialisées en tant que super aliment et en tant que complément pour les enfants mal nourris dans les programmes d'aide peuvent constituer un objet de préoccupation plus important. Tandis que la concentration totale d'arsenic dans le riz est basse, environ 50 pour cent de celle-ci est présente en tant qu'acide inorganique. Cinq issues de riz solubles ont été testées, originaires des États-Unis d'Amérique et du Japon, et on a constaté qu'elles contenaient 0,61-1,9 mg/kg d'arsenic inorganique. Les fabricants recommandent ~20 g de portions issues de riz solubles par jour, ce qui équivaut à 0,012-0,038 mg d'absorption d'arsenic inorganique.

45. Le nettoyage initial du grain, l'usinage de toute la céréale et la transformation de différentes fractions d'usinage afin de transformer les aliments peuvent changer entièrement le niveau relatif au niveau dans la culture brute récoltée. Le lavage ou la macération du riz et l'algue et le rebut de l'eau avant la cuisson réduit les niveaux d'arsenic en particulier les formes inorganiques. Les diminutions des niveaux d'arsenic avec l'ébullition ont été décrites pour le riz, les pâtes, les algues et les produits à base de fruits de mer, à l'exception de là où l'eau utilisée est contaminée avec de l'arsenic lorsque les niveaux peuvent augmenter.

46. Le niveau de l'arsenic organique dans le riz consommé varie également, en fonction de l'industrie alimentaire et des méthodes de préparation. L'Agence pour les normes alimentaires du Royaume-Uni (FSA) a effectué une recherche récente sur les niveaux de l'arsenic présent dans le riz et les produits à base de riz ainsi que sur l'effet de la cuisson sur les concentrations d'arsenic. Le FSA a achevé une étude sur l'arsenic total et inorganique dans 60 échantillons de boissons à base de riz. L'arsenic a été détecté dans tous les échantillons de boissons à base de riz à de basses concentrations. Une concentration moyenne de 0,023 mg/kg d'arsenic total et 0,012 mg/kg d'arsenic inorganique a été détectée. Si les tout-petits et les jeunes enfants (âgés de 1 – 4,5 ans) consomment des boissons à base de riz au lieu de lait maternel, des préparations pour nourrissons ou du lait de vaches, le FSA estime que leur absorption d'arsenic inorganique pourrait être augmentée jusqu'à quatre fois si les ingestions combinées pour des niveaux élevés de consommation de boissons à base de riz à la concentration moyenne d'arsenic inorganique plus l'exposition moyenne du reste de la diète sont examinés.

47. Une expérience in situ a été conduite au Bangladesh pour rechercher l'influence des méthodes de

cuisson sur la rétention de l'arsenic dans le riz cuit. Des échantillons de riz ont été rassemblés directement d'une aire affectée sévèrement par l'arsenic et également d'une aire non affectée pour comparer les résultats. Le riz a été cuit conformément aux méthodes traditionnelles employées par la population des zones soumises. Les concentrations totales d'arsenic étaient de $0,40 \pm 0,03$ et $0,58 \pm 0,12$ mg/kg dans le riz étuvé de l'aire affectée à l'arsenic, cuite avec un excès d'eau et $1,35 \pm 0,04$ et $1,59 \pm 0,07$ mg/kg dans les gruaux pour BRRRI dhan28 et hybride BRRRI dhan1, respectivement. Dans le riz non étuvé, les concentrations totales d'arsenic étaient de $0,39 \pm 0,04$ et $0,44 \pm 0,03$ mg/kg dans le riz cuit avec un excès d'eau et $1,62 \pm 0,07$ et $1,74 \pm 0,05$ mg/kg dans les gruaux pour BRRRI dhan28 et BRRRI hybride dhan1, respectivement. La teneur totale en arsenic dans le riz, cuit avec une quantité limitée d'eau (par conséquent les gruaux étaient absorbés complètement par le riz) étaient de $0,89 \pm 0,07$ et $1,08 \pm 0,06$ mg/kg (étuvé) et $0,75 \pm 0,04$ et $1,09 \pm 0,06$ mg/kg (non-étuvé) pour BRRRI dhan28 et BRRRI hybride dhan1, respectivement. L'eau utilisée pour la cuisson du riz contenait $0,13$ et $0,01$ mg/L d'arsenic pour les zones contaminées et non contaminées respectivement. Les concentrations d'arsenic dans le riz cuit étuvé et le riz non étuvé et les gruaux de la zone non contaminée étaient nettement plus bas ($p < 0,01$) que celles de la zone contaminée. Les résultats impliquent que la cuisson du riz contaminé à l'arsenic avec de l'eau contaminée à l'arsenic augmente sa concentration dans le riz cuit.

48. Les modifications en la teneur d'arsenic total et les espèces d'arsenic peuvent avoir lieu durant la préparation de l'alimentation destinée à la consommation humaine. Les divers procédés peuvent provoquer une augmentation ou diminution considérable dans les concentrations d'arsenic dans les produits alimentaires et par conséquent dans l'exposition diététique actuelle à l'arsenic. Presque tout l'arsenic présent dans l'eau de cuisson contaminée est vraisemblablement retenu durant la cuisson du riz. Devesa et al. (2008) ont résumé récemment les effets des traitements thermiques sur les concentrations d'arsenic total et les espèces d'arsenic dans l'alimentation dans un rapport complet. Des modifications apportées à la teneur d'arsenic total de l'alimentation peuvent apparaître à cause des pertes (solubilisation) imputées au matériel de cuisson ou solution de préservation. En outre, les espèces d'arsenic peuvent être converties en d'autres arsenics durant la préparation des aliments. En général, ces modifications ne sont pas importantes mais elles peuvent être significatives après la cuisson à des températures élevées, comme cela peut être atteint sur la surface de l'alimentation durant la friture ou la grillade (Hanaoka et al., 2001; Torres-Escribano et al., 2008). Plusieurs études se sont concentrées sur le fait que la façon de cuire le riz dans l'eau contaminée affecte les teneurs d'arsenic dans le produit transformé alors que celui-ci est considéré comme étant d'une importance spéciale dans les zones d'endémicité d'arsenic où le riz joue un rôle vital en tant que source principale d'énergie et absorption de protéine pour les gens vivant là. Les résultats trouvés par Torres-Escribano et al. (2008) qui ont examiné l'effet de la cuisson sur les concentrations d'arsenic total et inorganique dans différentes marques de riz. Ils ont trouvé une concentration d'arsenic inorganique plus élevée dans le riz brun par rapport au riz blanc qui pourrait indiquer qu'une partie de l'arsenic est rattachée aux composants du son. Par conséquent, le polissage du riz brun pour obtenir du riz blanc peut conduire à une diminution substantielle dans la concentration en arsenic. Dans leur étude, le processus de cuisson imitait un des procédés normalement appliqués dans les ménages espagnols: cuisson dans l'eau avec un riz initial selon une proportion d'eau de 1:4 jusqu'à ce que tout le liquide soit évaporé. Avant la cuisson, l'eau a été fortifiée avec diverses concentrations d'arséniate variant de $0,1$ à 1 mg/L pour émuler les concentrations dans l'eau des zones d'endémicité d'arsenic. Après la cuisson, la concentration d'arsenic inorganique dans les échantillons de riz analysés a augmenté entre trois et 99 fois avec une rétention moyenne de riz de 89 ± 13 pour cent d'arsenic dans l'eau de cuisson. Des résultats comparables ont également été rapportés par Ackerman et al. (2005) qui ont détecté une absorption d'arsenic par le riz du volume total d'eau utilisé dans la cuisson entre 89 et 105 pour cent (riz en rapport d'eau 1:1 à 1:4). Tandis que les études susnommées se concentraient principalement sur la rétention d'arsenic par le riz de l'eau contaminée, d'autres investigations ont testé les effets de la cuisson du riz dans l'eau non contaminée. Sengupta et al. (2006) a testé les trois procédures majeures de cuisson du riz suivies généralement. En utilisant de l'eau avec un peu d'arsenic (arsenic $< 0,003$ mg/L), la méthode traditionnelle du subcontinent indien (lavage jusqu'à ce qu'il soit clair; cuire avec du riz selon le rapport d'eau de 1:6; se débarrasser de l'excès d'eau) retirait jusqu'à 57 pour cent de l'arsenic du riz contenant de l'arsenic à $0,20$ - $0,54$ mg/kg. Approximativement la moitié de l'arsenic qui a

été retiré a été associé avec l'eau de lavage et la moitié a été trouvée dans l'eau de rebut. Avec de l'eau en teneur basse en arsenic, la méthode contemporaine de cuisson du riz non lavé à du riz dans un rapport d'eau de 1:1.5-2.0 jusqu'à ce qu'aucune eau ne subsiste n'a pas modifié la teneur en arsenic. Un lavage préliminaire jusqu'à ce qu'il soit clair a retiré 28 pour cent de l'arsenic du riz. Les résultats n'ont pas été influencés par la source d'eau (puits tubulaire, puits ordinaire, bassin ou pluie), les instruments de cuisson (aluminium, acier, glace ou en faïence), ou le poids absolu du riz ou le volume de l'eau. Raab et al. (2009) ont examiné systématiquement l'arsenic total et l'arsenic inorganique dans différents types de riz (basmati, long-grain, poli (blanc) et grain entier (brun) qui ont subi diverses formes de cuisson dans de l'eau non contaminée. Les effets du lavage de rinçage, le volume bas d'eau (riz avec un rapport d'eau de 1:2.5) et un volume d'eau élevée (riz avec un rapport d'eau 1:6) de cuisson, ainsi que l'ébullition ont été examinés. Le lavage de rinçage était effectif dans le retrait d'environ 10 pour cent de l'arsenic total et de l'arsenic inorganique du riz basmati mais était moins effectif pour les autres types de riz. Alors que l'ébullition réduisait la teneur en arsenic total et inorganique, il ne se retrouvait pas de façon aussi systématique tous les types de riz examinés. La cuisson avec un bas volume d'eau n'a pas éliminé l'arsenic. La cuisson avec un volume élevé d'eau élimine de façon effective à la fois l'arsenic total et inorganique pour le riz long-grain et le riz basmati de 35 pour cent et de 45 pour cent pour la teneur en arsenic total et inorganique, respectivement, par rapport au riz (brut) non cuit. Cette étude indique que le lavage de rinçage et un volume élevé d'eau de cuisson non contaminée sont effectifs pour la réduction de la teneur en arsenic du riz cuit, en particulier le composant inorganique (Raab et al., 2009). La cuisson du riz avec de l'eau contaminée à l'arsenic peut actuellement contribuer même davantage à l'exposition à l'arsenic total diététique que celle du riz lui-même.

EXAMEN DE LA GESTION DES RISQUES

Contrôle pré-récolte

49. Les pratiques de prévention et de contrôle pour la gestion de la pré-récolte de la contamination à l'arsenic des grains de céréales seront débattues. Ces stratégies comprennent le timing et le taux d'application afin de contrôler l'eau irriguée et l'emploi des cultivars qui peut être bas dans l'accumulation d'arsenic. Des résultats expérimentaux ont indiqué que la croissance du riz en aérobiose réduit fortement l'accumulation d'arsenic dans le grain de riz. Le traitement en aérobiose soit avant ou après la floraison du riz peut réduire l'arsenic dans le grain de riz. Toutefois le pourcentage de l'arsenic inorganique est plus élevé dans des conditions en aérobiose (Xu et al., 2008; Li et al., 2009). L'autre option pour réduire l'arsenic dans le grain de riz est le développement de cultivars de riz bas dans le grain d'arsenic. Zhang et al. (2008) ont identifié des locus de caractères quantitatifs dans les chromosomes de riz qui sont associés aux concentrations d'arsenic dans les tiges et les grains de riz. Des études in situ récentes en Chine, Inde et au Bangladesh ont consolidé plus avant le fait que la sélection des cultivars peut être une approche efficace afin de réduire l'arsenic dans le grain de riz mais doit examiner les gènes et les interactions environnementales (Norton et al., 2009).

50. L'amendement du sol peut également être effectif dans la réduction d'absorption d'arsenic par le riz. L'expérimentation en en creuset a démontré que l'application d'engrais de silicium peut être utile dans la réduction de l'accumulation d'arsenic dans le grain de riz (Li et al., 2009). Rattachée à cela, une étude récente a montré que la mutation d'un gène contrôlant l'absorption de silicium dans le riz peut réduire de façon très importante l'absorption d'arsenic par le riz (Ma et al, 2008).

Contrôle post-récolte et décontamination

51. Ainsi que cela a été proposé antérieurement, étant donné que beaucoup d'arsenic dans le grain de riz est concentré dans les issues de riz, le broyage peut réduire de façon effective l'arsenic dans le riz. On devrait également prendre soin de la fabrication de produits à partir des issues de riz. Des données plus détaillées ont besoin d'être collectées auprès des pays membres.

Stratégies de gestion des risques dans divers pays

52. Le Codex Alimentarius a établi un certain nombre de normes pour l'arsenic total comme des concentrations acceptables pour divers produits alimentaires par exemple 0,01 mg/L pour l'eau minérale naturelle ; 0.1 mg/kg pour les matières grasses et les huiles comestibles, les matières grasses à tartiner et les mélanges de matières grasses à tartiner (y compris la margarine et la minarine), certaines graisses animales (par exemple le lard, graisse de porc fondue comestible, les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive, et 21 huiles végétales ; et 0,5 mg/kg pour le sel de qualité alimentaire.

53. Tandis que certains pays à travers le monde ont établi des niveaux maximaux (NM) pour l'arsenic total dans l'alimentation générale, la plupart se concentre sur les céréales brutes et/ou les aliments à base de céréale ainsi que les fruits de mer. Quelques pays ont également établi des niveaux maximaux (NM) pour l'arsenic inorganique. Une grande attention a été prêtée aux céréales brutes et/ou aux aliments à base de céréales ainsi qu'aux fruits de mer (Tableau 5).

Tableau 5 Niveaux maximaux pour l'arsenic total et inorganique dans le riz pour divers pays

Pays	Autorités de régulation	Niveau maximal
Australie	FSANZ	• 1 ppm pour l'arsenic total (céréales)
Chine	Ministère de la santé	• 0.2 ppm arsenic inorganique dans le riz et les produits à base de riz*
Union européenne	Commission européenne	• Appel pour une évaluation des risques d'EFSA
Inde		• 1.1 ppm pour l'arsenic total (autre aliment pas de NM spécifique de donné)
Singapour*	Autorité agro-alimentaire et vétérinaire	• 1 ppm pour l'arsenic total (pas de NM spécifique de donné)
Royaume-Uni	Agence sur les normes alimentaires	• 1 ppm pour l'arsenic total (tous les aliments, pas de NM spécifique de donné)

*

54. L'agence de la norme alimentaire de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande (FSANZ) a établi des niveaux maximaux de 1 mg/kg pour l'arsenic total dans les céréales dans des dispositions de sa norme alimentaire Codex 1.4.1 sur les contaminants et les toxiques naturels : deux niveaux maximaux de contaminants en métal dans l'alimentation. FSANZ a également établi des niveaux maximaux pour l'arsenic inorganique dans les mollusques et les algues (varechs comestibles) (1 mg/kg), ainsi que dans le poisson et les crustacées (2 mg/kg).

55. La Chine a établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans beaucoup d'aliments, y compris 0,01 mg/L pour l'eau potable, 0,5 mg/kg pour les céréales brutes et/ou les aliments à base de céréales (à l'exception du riz et des produits à base de riz), les légumes, les figues comestibles, la viande et ses produits, le sucre, les condiments, le lait en poudre, le cacao et ses produits inclus dans les chocolats et 0,1 mg/kg pour l'huile et les matières grasses ainsi que le lait brut. La Chine a aussi établi des niveaux maximaux pour l'arsenic inorganique dans le riz et les produits à base de riz (0,2 mg/kg), le poisson et les condiments à base de poisson (0,1 mg/kg), les autres fruits de mer et les condiments à base de fruits de mer (0,5 mg/kg), les préparations pour nourrissons à base de céréales (0,2 mg/kg), et les préparations pour nourrissons à base de fruits de mer (0,3 mg/kg). Le niveau maximal formellement établi pour l'arsenic organique dans le riz était de 0,15 mg/kg, mais sera modifié en 0,2 mg/kg selon le Ministère de la santé chinois et notifié dans l'Organisation mondiale du commerce (WTO) de GB2762 niveaux maximaux de contaminants dans l'alimentation en tant que G/SPS/N/CHN/312).

56. Il n'y a pas de réglementation au niveau de l'Europe entière pour l'arsenic dans l'alimentation, bien

que des conditions harmonisées aient été établies pour l'arsenic dans l'eau potable par la directive 98/83/EC² du conseil sur la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. Cette directive stipule que les États membres établissent des valeurs limites de 0,01 mg/L pour l'arsenic dans l'eau destinée à la consommation humaine. La directive 2003/40/EC du 16 mai 2003³ de la commission en établissant la liste, les limites de concentration et les exigences d'étiquetage pour les composants des eaux minérales naturelles et des conditions pour l'utilisation de l'air enrichi en ozone pour le traitement des eaux minérales naturelles et les eaux de source, a établi un niveau maximal pour l'arsenic dans l'eau minérale naturelle de 0,01 mg/L. En outre, les caractéristiques de performance pour la détermination analytique de l'arsenic sont établies à la fois dans la directive 98/83/EC² du conseil ainsi que dans la directive de la commission 2003/40/EC³.

À la requête de la Commission européenne, l'Autorité pour la sécurité alimentaire européenne (EFSA) a fourni un avis scientifique sur l'arsenic dans l'alimentation⁴ pour évaluer les risques sur la santé humaine liés à la présence d'arsenic dans les denrées alimentaires (y compris l'eau potable) concluant que la gamme globale de valeurs BMDL01 de 0,3 to 8 µg/kg p.c. par jour devrait être utilisée dans la caractérisation des risques pour l'arsenic inorganique. Sur la base de l'opinion scientifique de l'EFSA, la commission examinera des mesures de gestion des risques, y compris l'établissement de niveaux maximaux pour l'arsenic dans les denrées alimentaires. Dans l'article 5 de la réglementation (EEC) No 315/93⁵, les États membres peuvent maintenir leurs dispositions nationales, soumises à la conformité avec les dispositions du Traité, dans le cas où les dispositions communautaires n'ont pas été adoptées. Au moins neuf États membres ont fait usage de cette disposition. Les niveaux maximaux pour la gamme d'arsenic de 0,005 mg/L (établie en Allemagne) pour l'eau de table commerciale et l'eau de roche avec une revendication que ces produits soient adéquats à la préparation des aliments pour bébés jusqu'à 5 mg/kg établis principalement pour les épices, les herbes et les assaisonnements dans différents états membres.

57. En Angleterre et au Pays de Galles⁶, les niveaux d'arsenic sont réglementés par les réglementations sur l'arsenic de l'alimentation 1959 (comme amendé). Une législation équivalente s'applique en Écosse et en Irlande du Nord (Réglementations (Écosse) de l'arsenic dans l'alimentation (Écosse) 1959 (tel qu'amendé) et l'arsenic dans les réglementations alimentaires (Irlande du Nord) 1961 (tel qu'amendé)). Celle-ci indique une limite générale de 1 mg/kg pour l'arsenic total dans l'alimentation et une limite spécifique de 0,1 mg/kg pour les boissons non alcoolisées, prêtes à boire, si cela n'est pas spécifié autrement. Les réglementations du Royaume-Uni ont été établies avant que la nature cancérigène de l'arsenic inorganique soit connue. L'arsenic apparaît naturellement dans une large gamme d'aliments à des niveaux bas mais la plus grande quantité d'arsenic dans l'alimentation est présente sous une forme moins toxique, organique. Le comité sur la toxicité des produits chimiques dans l'alimentation, les produits de consommation et de l'environnement (COT), a donc conclu que l'exposition à l'arsenic organique devrait être aussi basse que cela est réalisable.

58. L'Inde a établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans beaucoup d'aliments avec des dispositions issues de la réglementation 8.1.1 (1) variant de 0,05 mg/L (ppm) pour le lait de nourrisson et l'alimentation pour nourrisson jusqu'à 5 mg/kg pour les herbes et les épices sèches, ainsi que pour le colorant de l'alimentation sèche autre que la coloration synthétique, la riboflavine. Des niveaux maximaux

² Journal officiel L 330, 5.12.1998, p. 32.

³ Journal officiel L126, 22.5.2003, p. 34-39.

⁴ Commission de l'EFSA sur les contaminants dans la chaîne alimentaire (CONTAM); Avis scientifique sur l'arsenic dans l'alimentation. Journal de l'EFSA 2009; 7(10):1351. [199 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.1351. Disponible en ligne: www.efsa.europa.eu

⁵ Régulation du Conseil (EEC) No 315/93 du 8 février 1993 établissant les procédures communautaires pour les contaminants dans l'alimentation (OJ L 37, 13.2.1993, p. 1-3)

⁶ En Angleterre et au pays de Galles les niveaux d'arsenic sont réglementés par les réglementations relatives à l'arsenic dans l'alimentation 1959 (SI 1959/831 comme amendé). Une législation équivalente s'applique en Écosse et Irlande du Nord (Réglementations de l'arsenic dans l'alimentation (Écosse) 1959 (SI 1959/928 comme amendé) et l'arsenic dans les réglementations sur l'alimentation (Irlande du Nord) 1961 (SR 1961/98 ainsi qu'amendé))

ont aussi été établis pour le lait, le vinaigre et le curcuma entier et en poudre (0.1 ppm). Le jus d'orange, le raisin, la pomme, la tomate, l'ananas et le citron, la pulpe et les produits à base de pulpe de tout fruit (0.2 ppm); l'eau gazeuse (0.25 ppm); la boisson non alcoolisée destinée à la consommation après dilution à l'exception de l'eau gazéifiée, la glace, les bâtonnets glacés et des confectons congelées similaires (0.5 ppm); confiserie au sucre durs, et sel commun fortifié au fer (1.0 ppm); les oignons déshydratés, la gélatine comestible, la pectine liquide (2.0 ppm); les conservateurs, les antioxydants, les agents émulsifiants et stabilisants et les colorants alimentaires synthétiques (à base sèche 4.0 ppm), la chicorée sèche ou rôtie (3.0 ppm). Pour tous les aliments l'alimentation non spécifiée y compris le riz et les produits à base de riz et des niveaux maximaux de 1.1 ppm ont été établis.

59. Le Japon a établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans les boissons non alcoolisées (y compris l'eau minérale) dans des dispositions sur les stipulations et les normes pour l'alimentation, les additifs alimentaires etc. sous la loi relative à l'hygiène alimentaire, 0,05 mg/L pour l'eau utilisée comme les matières premières, et "non détectées" pour le produit final lorsque analysé par la méthode spécifiée (LOD is 0.2 ppm). En outre, la limite résiduelle maximale de 1 ppm est établie pour la pomme de terre, la tomate, le concombre (y compris le cornichon), les épinards, la pulpe de citron *natsudaidai*, la pêche, la fraise et le raisin, de 3.5 ppm est établie pour les épluchures du citron *natsudaidai*, la pomme et la poire japonaise qui vient de l'arséniate de plomb utilisé en tant que pesticide.

60. La Malaisie a établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans beaucoup d'aliments dans les dispositions des réglementations alimentaires 1985 [Règlementation 360A (7)] 26^{ème} programme 0,05 mg/L pour l'eau minérale naturelle et de 1mg/kg pour certains aliments.

61. Singapour (L'Autorité agro-alimentaire et vétérinaire de Singapour) a établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans de nombreux aliments dans le 10^{ème} programme de réglementation 31(1), une échelle de 0,1 mg/L (ppm) pour les huiles et les matières grasses comestibles, les préparations pour nourrissons et l'alimentation pour bébé, le lait et les produits dérivés du lait dans l'étain jusqu'à 5 mg/kg pour certaines boissons non spécifiées, ainsi que d'autres couleurs (sur matière sèche) comprises dans le caramel. Entre eux, quelques niveaux maximaux ont été établis pour les jus de fruit et de légumes, le vin, la bière, le cidre, le cognac, le gin, le rhum, le whisky, le vin chinois, la liqueur, sirop de fruits ou cocktail alcoolisés, et autre liqueur alcoolique non déterminé (0.2 ppm); la glace, les batonnets glacés et des confectons congelées similaires, des boissons non alcoolisées concentrées à la fois utilisées dans la fabrication des boissons non alcoolisées et destinées à la consommation après dilution (0.5 ppm); le poisson, les crustacés et les mollusques, le poisson et la viande en conserve, l'extrait de viande et la protéine hydrolysée, la chicorée (sèche ou rôtie), les fèves de café, la poudre de cacao (calculée sur une substance sèche, exempte de matières grasses), poudre au curry, légumes secs et déshydratés, les œufs (conservés ou salés), les légumes et les fruits frais, les produits dérivés du fruit et les légumes dans l'étain, les cornichons, les sucres, le thé, le ketchup à la tomate et les autres sauces, les aromatisants, 1.0 ppm; les herbes et les épices sèches (y compris la moutarde), 1.5 ppm; levure chimique, crème de tartar, la gélatine comestible, la poudre, la pâte ou ma purée de tomate contenant 25 pour cent ou plus de solides totaux, 2.0 ppm. Le niveau de tous les autres aliments non spécifiés (y compris le riz et les produits dérivés du riz) est établi à 1.0 ppm.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

62. La contamination à l'arsenic du riz est un problème potentiellement local ou mondial. Les niveaux d'arsenic inorganique dans le riz varient d'année en année et de région en région selon les conditions climatiques pour la contamination du sol et les variétés de riz. Des outils sont développés pour prévoir la probabilité de contamination et/ou pour aider à contrôler le niveau de contamination à l'arsenic du sol et de l'eau. Le riz en tant qu'aliment de base peut être un contributeur alimentaire important pour l'exposition humaine à l'arsenic à cause de son taux élevé de consommation et sa préparation. La cuisson du riz avec de l'eau contaminée à l'arsenic peut actuellement augmenter la concentration dans le riz et contribuer en outre à l'exposition alimentaire à l'arsenic total. Pour l'instant une intervention pratique et les approches de contrôle pour l'arsenic dans les aliments sont limitées, à l'exception des possibilités de transformation

(JECFA, 2010).

63. Pour certaines régions du monde dans lesquelles les concentrations de l'arsenic inorganique dans l'eau potable excédaient 0,05-0,10 mg/L, certaines études épidémiologiques fournissent des preuves d'effets adverses. Il y a d'autres aires dans lesquelles les concentrations dans l'eau sont élevées (par ex au-dessus de la valeur directive de l'OMS de 0,01 mg/L), mais sont moindres que 0,05 mg/L. Les réglementations sur l'arsenic dans l'eau potable de l'OMS et dans de nombreux pays (par exemple la Chine, l'UE et les États-Unis) sont établies à 0,01 mg/L, qui sont basées sur l'hypothèse que 1 L d'eau par jour est consommé c'est-à-dire 0,01 mg d'arsenic/jour, principalement de l'arsenic inorganique de l'eau potable.

64. Le Codex n'a pas établi de limite maximale (LM) pour l'arsenic ou ses espèces dans le riz et les produits à base de riz. Les niveaux d'arsenic inorganique dans les aliments à base de riz tendent à être plus bas que ceux dans le grain brut, la réduction dépendant du produit alimentaire, du niveau de contamination et de la méthode de transformation. Le lait de riz peut être utilisé pour les nourrissons et les enfants et les données d'occurrence disponibles pour le riz et les aliments à base de riz suggèrent que ces produits peuvent contribuer à des absorptions d'arsenic inorganique élevé. Tandis que l'exposition à l'arsenic inorganique issue des produits à base de riz transformé est probablement basse, les personnes consommant du riz poli et du son en tant que partie régulière de leur diète peuvent également être exposées à des niveaux élevés d'arsenic inorganique. Une concentration moyenne d'arsenic inorganique a été trouvée dans les issues de riz et le lait de riz et les fabricants ont recommandé que pour les issues de riz solubles et le taux de consommation du lait de riz, l'absorption d'arsenic inorganique excède 0,01 mg/jour, en se souvenant que les issues de riz solubles sont ciblées chez les enfants mal nourris et que le risque actuel est basé sur l'ingestion par jour /mg/kg/. Des niveaux maximaux dans les produits à base de riz ont besoin d'être établis pour l'arsenic ou ses espèces, en particulier l'arsenic inorganique.

65. Les évaluations d'exposition à l'arsenic inorganique conduites par le JECFA en 2010 ont indiqué que la DHTP (dose hebdomadaire tolérable provisoire) de 15 µg/kg pc (équivalent à 2.1 µg/kg pc par jour) est au environ de la BMDL_{0.5} (3.0 µg/kg pc par jour pc avec une échelle de 2–7 µg/kg pc par jour) issue des études épidémiologiques sur le cancer du poumon et n'était par conséquent plus adaptée. Le comité retire la DHTP antérieure.

66. Le riz est un aliment de base pour une large proportion de la population mondiale est également un important produit alimentaire dans le commerce international. De nombreux pays ont établi des niveaux maximaux pour l'arsenic total dans le riz tandis que quelques uns ont établi des niveaux maximaux pour l'arsenic inorganique dans le riz. Les évaluations d'exposition de l'arsenic inorganique diététique sont basées sur des données limitées sur l'arsenic inorganique dans l'alimentation en fonction des concentrations d'arsenic total.

67. Les informations disponibles considérées à la lumière de la norme générale du Codex pour les contaminants et les toxines dans l'alimentation et l'alimentation animale et les critères contenus dans le paragraphe 11 de la politique du comité du Codex sur les contaminants pour l'évaluation de l'exposition des contaminants et des toxines dans les aliments ou les groupes d'aliments, suggèrent qu'il serait approprié de limiter l'établissement des niveaux maximaux au riz et à ses produits puisqu'ils peuvent contribuer de façon importante à l'exposition diététique d'arsenic inorganique.

68. Le CCCF peut souhaiter examiner, comme une option, l'élaboration de niveaux maximaux pour l'arsenic total et /ou inorganique. Selon les critères du Codex pour l'établissement de niveaux maximaux, des niveaux maximaux devraient être établis à des niveaux nécessaires à la protection du consommateur et aussi bas que cela est raisonnablement praticable mais à un niveau qui est (légèrement) plus élevé que l'échelle normale de variation dans des niveaux dans l'alimentation qui sont produits avec des méthodes technologiques actuelles adéquates afin d'éviter des perturbations excessives de la production alimentaire et du commerce. Toutefois, la variabilité dans la contamination inorganique du riz et des produits à base de riz de région à région, et les différences dans les capacités des pays à estimer et contrôler l'occurrence d'arsenic inorganique et la nature des données d'occurrence qui ont été produites a transformé en défi la détermination

d'une échelle variable de variation pour l'arsenic inorganique dans le riz et les aliments à base de riz sur une échelle globale et par conséquent d'appliquer le principe ALARA dans l'établissement des niveaux maximaux. Il est suggéré que, cette fois-ci, les niveaux maximaux proposés s'appliqueraient à deux options ; l'une est pour l'arsenic inorganique seulement, la seconde est pour l'arsenic total. L'intention originale était que les niveaux maximaux proposés soient applicables à l'arsenic total, ce qui peut induire en erreur jusqu'à des équivalents toxicologiques, parce que l'arsenic inorganique est le facteur le plus important pour les risques de cancer. Toutefois il y a un manque de données d'occurrence et une méthode analytique inter laboratoire validée pour l'arsenic inorganique en ce moment, qui suggère que ceci serait prématuré et devrait uniquement être considéré en tant que priorité pour tout travail futur. Les données disponibles actuelles suggèrent que la fréquence d'occurrence et les niveaux de l'arsenic inorganique dans le riz sont en général plus bas que pour l'arsenic total et par conséquent il pourrait être envisagé que l'exposition à l'arsenic inorganique soit contrôlé à travers l'établissement des niveaux maximaux pour l'arsenic total.

69. En élaborant des niveaux maximaux pour le riz et les produits à base de riz (par ex le lait de riz), la possibilité d'examiner des données d'occurrence pour les denrées alimentaires brutes et des facteurs de transformations appropriés a été examinée. Toutefois, vu la large variété d'aliments consommés à base de riz, les différences de niveau d'arsenic dans l'eau, la transformation des aliments et les méthodes de préparation employés partout dans le monde ainsi que la variabilité dans les résultats des études examinant les facteurs de transformation, une telle approche n'est actuellement pas praticable. Bien que beaucoup de pays aient établis des limites d'arsenic dans l'alimentation y compris le riz et les produits à base de riz, les bases sur lesquelles elles ont été établies ne sont pas connues. Plus d'informations sur la biodisponibilité de l'arsenic et les données de spéciation pour différents aliments sont nécessaires pour améliorer l'estimation d'exposition et au bout du compte l'évaluation des risques qui peut être utilisée en tant que base des niveaux maximaux appropriés pour l'arsenic dans les aliments y compris le riz. Alors que l'établissement d'un niveau maximal pour l'arsenic inorganique dans le riz est actuellement restreint à cause de l'absence de données d'occurrence, une méthode analytique inter laboratoire validée établissant un niveau maximal pour l'arsenic total dans le riz semble plus raisonnable.

70. En élaborant des niveaux maximaux, le comité devrait examiner le principe suivant stipulé dans le troisième, quatrième et huitième alinéa de l'*établissement des niveaux maximaux* dans l'annexe I de la NGCTAA

- « Des niveaux maximaux devraient être établis à des niveaux aussi bas que cela est raisonnablement praticable et aux niveaux nécessaires pour protéger le consommateur. À condition que ce soit acceptable d'un point de vue toxicologique, des niveaux maximaux devraient être établis à un niveau qui est (légèrement) plus élevé que l'échelle normale de variation dans les niveaux dans l'alimentation animale et l'alimentation animale qui sont produits avec des méthodes technologiques adéquates afin d'éviter des perturbations excessives de la production de l'alimentation à consommation humaine et animale et le commerce. Là où cela est possible, les niveaux maximaux devraient être basés sur des considérations de BPF et/ou BPA dans lesquelles les inquiétudes relatives à la santé ont été incorporées en tant que principe directif pour atteindre des niveaux de contaminant aussi bas que cela est raisonnablement praticable et nécessaire à la protection du consommateur. Les aliments qui sont contaminés de façon évidente par des situations locales ou des conditions de transformation qui peuvent être évitées par des moyens raisonnablement praticables seront exclus dans cette évaluation, à moins qu'un niveau maximal plus élevé puisse être considéré comme acceptable d'un point de vue de la santé publique et en tenant compte des aspects économiques importants qui sont en jeu.
- Des propositions pour des niveaux maximaux dans les produits devraient être fondées sur des données provenant de divers pays et diverses sources, environnant les aires principales de production /procédés de ces produits, pour autant qu'ils aient pénétré le commerce international. Lorsqu'il y a la preuve que les modèles de contamination sont suffisamment compris et seront comparables sur une échelle globale, des données plus limitées seront suffisantes.

- Les niveaux maximaux ne devraient pas être plus bas qu'un niveau qui peut être analysé avec des méthodes d'analyse qui peuvent être facilement établies et appliquées par des laboratoires de contrôle de la consommation humaine et animale, à moins que des considérations relatives à la santé publique nécessitent un niveau maximal plus bas qui peut uniquement être contrôlé par les moyens d'une méthode d'analyse plus élaborée et sensible avec une limite de détection adéquate plus basse. Dans tous les cas, une méthode validée d'analyse devrait être disponible avec laquelle un niveau maximal peut être contrôlé."

71. A la lumière des principes mentionnés ci-dessus, le comité devrait collecter les données suivantes avant l'élaboration des niveaux maximaux dans le riz:

- Des données d'occurrence naturelles de plusieurs pays et sources étant donné que la concentration d'arsenic dans le riz peut être plus élevée non seulement dans des conditions de submersion mais aussi lors de la croissance du riz sur un sol acide;
- Des méthodes analytiques pour l'arsenic inorganique dans le riz habituellement utilisées par les membres du Codex;
- Des informations pour établir avec priorité les espèces chimiques cibles pour la gestion des risques parce que des formules d'arsenic peuvent être présentes dans une variété de formules chimiques avec une toxicité variant grandement; et
- Des mesures à développer ou déjà utilisées par les membres du Codex pour contrôler l'arsenic dans le riz.

72. Le CCCF pourrait examiner les options de niveaux maximaux suivants, qui ont été proposées en se fondant sur un rapport des niveaux d'occurrence moyens (plutôt que sur un rapport des jeux de données complets, qui n'étaient pas disponibles) et de niveaux maximaux actuellement appliqués nationalement:

- a) Arsenic total dans le riz: 1 mg/kg ou moins
- b) Arsenic inorganique dans le riz: 0,2 mg/kg comme le fait la Chine
- c) Arsenic inorganique dans les aliments à base de riz pour les nourrissons (jusqu'à l'âge de 12 mois) et les jeunes enfants (12 à 36 mois): 0,2 mg/kg.

73. L'établissement et l'implantation d'un niveau maximal de 1 mg/kg d'arsenic total dans le riz en conjonction avec des bonnes pratiques agricoles comme la non utilisation d'eau contaminée à l'arsenic pour l'irrigation ou la croissance du riz en aérobiose, devrait contribuer à la réduction des niveaux d'exposition en pourcentages moyens et plus élevés d'exposition à l'arsenic en empêchant la commercialisation de grains de riz hautement contaminés pour des emplois alimentaires. Des niveaux maximaux harmonisés pour le riz non transformé devraient fournir une gouverne claire ainsi qu'une certaine transparence pour le commerce international. Toutefois en se fondant sur la forme et la manière (par ex données globales plutôt que des distributions) dans lesquelles les données d'occurrence étaient disponibles, le groupe de travail ne pouvait pas évaluer à un niveau mondial le pourcentage de riz qui excéderait les niveaux maximaux proposés.

74. L'établissement et l'implantation d'un niveau maximal de 0,2 mg/kg d'arsenic inorganique dans le riz, devraient être ouverts à la discussion. La DHTP antérieure de 15 µg/kg pc a été retirée par le JECFA en 2010 à cause de l'approche à la BMDL_{0.5}. Si une valeur de défaut de la DHTP antérieure sera utilisée et en partant d'un poids corporel de 60kg, l'exposition quotidienne est environ de 115µg d'arsenic inorganique. Et l'exposition issue de l'eau potable sera de 15µg d'inorganique basée sur la directive de l'OMS et ne prenant pas en considération les nombreuses zones qui excèdent 0,01mg/L du niveau maximal dans l'eau potable. La moitié de l'exposition quotidienne issue de l'alimentation est environ de 50µg d'arsenic inorganique. Lors de l'examen de 250 g de consommation de riz, 0,2 mg/kg de la Chine de niveau maximal pour l'arsenic inorganique, coûtera toute l'exposition restante moins celle de l'eau potable et une autre demi exposition quotidienne issue de l'alimentation. Les données de la Chine, des USA et de certains autres pays soutiennent

le fait que la valeur maximale n'excède pas 0,15µg/Kg d'arsenic inorganique dans le riz à l'exception du sol contaminé et de l'eau irriguée. Toutefois, même sur le sol non contaminé, des concentrations en arsenic inorganique dans le riz décortiqué ayant poussé au Japon ont indiqué que plus de 10 pour cent des échantillons contenaient de l'arsenic inorganique à un niveau plus élevé que 0,2 mg/kg. Les données du Japon indiquent que le projet de niveau maximal de 0,2 mg/kg pour l'arsenic inorganique dans le riz décortiqué a peu de chances d'être praticable. Les données ont besoin d'être collectées du riz décortiqué et poli.

75. Plutôt que d'examiner les niveaux maximaux cette fois-ci, le CCCF pourrait considérer qu'une collecte plus étendue de données est nécessaire et qu'un examen ultérieur des données disponibles et additionnelles est nécessaire avant que des niveaux maximaux pour l'arsenic inorganique soient élaborés dans quel cas il serait recommandé que :

- Les états membres du Codex continuent à contrôler ou à implanter la surveillance de l'arsenic et ses espèces de formules en particulier dans l'occurrence totale et inorganique dans le riz et les produits à base de riz afin de fournir une image plus complète des différences saisonnières et régionales. Il y a un besoin de méthodes validées pour l'extraction sélective et la détermination de l'arsenic inorganique dans les matrices alimentaires et pour des matériaux de référence certifiés, basés sur les recommandations du JECFA.
- Les états membres devraient continuer à être encouragés à soumettre des jeux de données complets qui comprennent des résultats d'échantillon individuels plutôt qu'uniquement des données globales.
- Le CCCF considère de requérir qu'une évaluation de l'impact sur les expositions diététiques des différents niveaux maximaux soient entreprise par le JECFA.
- Le CCCF considère de requérir que les courbes de distribution soient générées par le JECFA pour les niveaux organiques totaux et inorganiques dans le riz et les aliments dérivés du riz afin d'évaluer l'impact potentiel des niveaux maximaux proposés sur la disponibilité des ces aliments de base et pour autoriser d'envisager si les niveaux maximaux pourraient être établis en se basant sur les niveaux praticables les plus bas de l'arsenic total et inorganique sur une base globale.

References

- Agri-Food and Veterinary Authority of Singapore. Sale of Food Regulation, Tenth Schedule, Regulation 31 (1) : Maximum Amounts of Arsenic, Lead and Copper Permitted in Food (<http://statutes.agc.gov.sg>)
- Caroli S, Frazzoli C, D'Amato M, Záray Gy. Arsenic and Other Potentially Toxic Trace Elements in Rice. In *The Determination of Chemical Elements in Food: Applications for Atomic and Mass Spectrometry*; Caroli, S., Ed.; John Wiley: Rome, Italy, 2007.
- Caroli S, D'Ilio S, Alessandrelli M, Cresti R. Arsenic content of various types of rice as determined by plasma-based techniques. *Microchem. J.* 2002, 73, 195–201.
- Cascio C, Raab A, Jenkins RO, Feldmann J, Meharg AA and Haris PI. The impact of a rice based diet on urinary arsenic. *J. Environ. Monit.*, 2011, 13, 257-265
- Duxbury JM, Mayer AB, Lauren JG, Hassan N. Food chain aspects of arsenic contamination in Bangladesh: Effects on quality and productivity of rice. *J. Env. Sci. Health.* 2003, 38, 61–69.
- FSA (Food Standards Agency), 2004. Arsenic in seaweed, July 2004. Available from: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/arsenicseaweed.pdf>, p. 4.
- European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal* 2009; 7(10):1351. [199 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.1351. Available online: www.efsa.europa.eu
- Francesconi KA, Edmonds JS, 1997. Arsenic and marine organisms. In: *Advances in Inorganic Chemistry*, Vol. 44. Academic Press Inc., San Diego, CA, 147-189.

- Heitkempera D T, Kubachka K M, Halpin P R, et al. 2009 Survey of total arsenic and arsenic speciation in US-produced rice as a reference point for evaluating change and future trends. *Food Additives and Contaminants Part B*. 2(2):112-120
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1973. Arsenic and inorganic arsenic compounds. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 2. Some Inorganic and Organometallic Compounds. Lyon, France, 48-149.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1980. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Volume 23. Some Metals and Metallic Compounds, Lyon, France, 39-141.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1987. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42, Lyon, France.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 2004. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 84, pp. 526.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 2009. Arsenic. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans., pp..
- Indian Ministry of Health and Family Welfare notified draft of Food Safety and Standards Regulation, 2010 (No. 2-15015/30/2010-FSSAI), which the Food Safety and Standards Authority of India with previous approval of Central Government, proposes to make, in exercise of the powers conferred under section 92 of the Food Safety and Standards Act, 2006 (34 of 2006).
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2010) Report of the seventy-second meeting, Rome, 16–25 February 2010.
- Juhasz AL, Smith E, Weber J, Rees M, Rofe A, Kuchel T, Sansom L and Naidu R. 2006. In Vivo Assessment of Arsenic Bioavailability in Rice and Its Significance for Human Health Risk Assessment. *Environmental Health Perspectives* 114:1826–1831
- Julshamn K, Lundebye AK, Heggstad K, Berntssen MH, Boe B, 2004. Norwegian monitoring programme on the inorganic and organic contaminants in fish caught in the Barents Sea, Norwegian Sea and North Sea, 1994-2001. *Food Additives & Contaminants* 21 (4), 365-376.
- Julshamn K, Maage A, Norli HS, Grobecker KH, Jorhem L, Fecher P, 2007. Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL1 interlaboratory study. *Journal of AOAC International* 90 (3), 844-856.
- Julshamn K, Thorlacius A, Lea P, 2000. Determination of arsenic in seafood by electrothermal atomic absorption spectrometry after microwave digestion: NMKL1 collaborative study. *Journal of AOAC International* 83 (6), 1423-1428.
- Li RY, Stroud JL, McGrath SP, Zhao FJ. 2009. Mitigation of Arsenic Accumulation in Rice with Water Management and Silicon Fertilization. *Environ. Sci. Technol.* 2009, 43, 3778–3783
- Liang F, Li YL, Zhang GL, Tan MG, Lin J, Liu W, Li Y, Lu WW. 2010 Total and speciated arsenic levels in rice from China, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 27 (6): 810 - 816.
- Laparra JM, Vélez D, Barberá R, Farré R, Montoro R. 2005. Bioavailability of Inorganic Arsenic in Cooked Rice: Practical Aspects for Human Health Risk Assessments, *J. Agric. Food Chem.*, 53 (22): 8829–8833
- Juhasz AL, Smith E, Weber J, Rees M, Rofe A, Kuchel T, Sansom L, Naidu R. 2006. In Vivo Assessment of Arsenic Bioavailability in Rice and Its Significance for Human Health Risk Assessment, *Environ. Health Perspect.*, 114:1826-1831.
- Meharg AA, Sun GX, Williams PN, Adomako E, Deacon C, Zhu YG, Feldmann J, Raab A. 2008. Inorganic arsenic levels in baby rice are of concern, *Environmental Pollution*, 152(3): 746-749.
- Meharg AA, Williams PN, Adomako E, Lawgali YY, Deacon C, Villada A, Cambell RCJ, Sun G, Zhu YG, Feldmann J, Raab A, Zhao FJ, Islam R, Hossain S, Yanai J, 2009. Geographical variation in total and inorganic arsenic content of polished (white) rice. *Environmental Science & Technology* 43 (5), 1612-1617.

- Meharg AA, Lombi E, Williams PN, Scheckel KG, Feldmann J, Raab A, Zhu YG, Islam R. 2008 Speciation and Localization of Arsenic in White and Brown Rice Grains, *Environ. Sci. Technol.*, 42(4):1051–1057.
- Ma JF, Yamaji N, Mitani N, Xu XY, Su YH, McGrath SP, and Zhao FJ. Transporters of arsenite in rice and their role in arsenic accumulation in rice grain. *PNAS* 105(29):9931–9935
- Norton G, Duan G, Dasgupta T, Islam MR, Lei M, Zhu YG, Deacon C, Moran AC, Islam S, Zhao FJ, Stround JL, Magrath S, Dmann J, Orice A and Meharg DA. 2009. Environmental and Genetic Control of Arsenic Accumulation and Speciation in Rice Grain: Comparing a Range of Common Cultivars Grown in Contaminated Sites Across Bangladesh, China, and India. *Environ. Sci. Technol.* 2009, 43, 8381–8386
- Pizarro I, Gómez M. Evaluation of stability of arsenic species in rice. *Anal. Bioanal. Chem.* 2003, 376, 102–109.
- Postma D, Larsen F, Hue NTM, Duc MT, Viet PH, Nhan PQ, Jessen S, 2007. Arsenic in groundwater of the Red River floodplain, Vietnam: Controlling geochemical processes and reactive transport modeling. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, 5054-5071.
- Raab A, Baskaran C, Feldmann J and Meharg AA. 2009. Cooking rice in a high water to rice ratio reduces inorganic arsenic content, *J. Environ. Monit.* 11: 41-44
- Schoof RA, Yost LJ J. Eickhoff, et al. 1999. A Market Basket Survey of Inorganic Arsenic in Food. *Food and Chemical Toxicology.* 37: 839-846
- Sirot V, Guérin T, Volatier JL, Leblanc JC, 2009. Dietary exposure and biomarkers of arsenic in consumers of fish and shellfish from France. *Science of the Total Environment* 407 (6), 1875-1885.
- Sloth JJ, Larsen EH, Julshamn K, 2005. Survey of inorganic arsenic in marine animals and marine certified reference materials by anion exchange high-performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (15), 6011-6018.
- Sloth JJ, Julshamn K, 2008. Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis L.*) from Norwegian fiords: revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (4), 1269-1273.
- Smith M, Kempson I, Juhasz AL, Weber J, Skinner WM, Gräfe M. 2009. Localization and speciation of arsenic and trace elements in rice tissues, *Chemosphere*, 76 (4) :529-535
- Smedley PL, Kinniburgh DG, 2002. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* 17 (5), 517-568.
- Sun GX, Williams PN, Carey AM, Zhu YG, Deacon C, Raab A, Feldmann J, Islam RM, Meharg AA, 2008. Inorganic arsenic in rice bran and its products are an order of magnitude higher than in bulk grain. *Environmental Science and Technology* 42 (19), 7542-7546.
- SCOOP (Scientific Cooperation), 2004. SCOOP Report of experts participating in Task 3.2.11. March 2004. Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States. Available from: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-11_heavy_metals_report_en.pdf. pp. 125
- Torres-Escribano S, Leal M, Vélez D, Montoro R. 2008. Total and Inorganic Arsenic Concentrations in Rice Sold in Spain, Effect of Cooking, and Risk Assessments, *Environ. Sci. Technol.*, 42(10) :3867–3872.
- Williams PN, Prince AH, Raab A, Hossain, SA, Feldmann J, Meharg AA. Variation in arsenic speciation and concentration in paddy rice related to dietary exposure. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 5531–5540.
- Williams PN, Islam S, Islam R, Jahiruddin M, Adomark E, Soliaman ARM, Rahman GKMM, Lu Y, Deacon C, Zhu YG, Meharg AA. 2009. Arsenic Limits Trace Mineral Nutrition (Selenium, Zinc, and Nickel) in Bangladesh Rice Grain. *Environ. Sci. Technol.* 43, 8430–8436
- Williams PN, Sun GX, Huang Q, Lu Y, Deacon C, Meharg AA, Zhu YG. 2009. Occurrence and Partitioning of Cadmium, Arsenic and Lead in Mine Impacted Paddy Rice: Hunan, China. *Environ. Sci. Technol.* 43: 637–642
- Xu YY, McGrath SP, Meharg AA and Zhao FJ. 2008. Growing rice aerobically markedly decreases arsenic accumulation. *Environ. Sci. Technol.* 42:5574–5579
- Zavala YJ, Duxbury JM. 2008. Arsenic in Rice: I. Estimating Normal Levels of Total Arsenic in Rice Grain. *Environ. Sci. Technol.*, 42 (10):3856–3860

- Zavala YJ, Gerads R, Gürleyük H, Duxbury JM. 2008. Arsenic in Rice: II. Arsenic Speciation in USA Grain and Implications for Human Health, *Environ. Sci. Technol.*, 42 (10): 3861–3866.
- Zhang J, Zhu YG, Zeng DL, Cheng WD, Qian Q and Duan GL. 2008. Mapping quantitative trait loci associated with arsenic accumulation in rice (*Oryza sativa*). *New Phytologist* 177: 350–355
- Zhu YG & Rosen BP. 2009. Perspectives for genetic engineering for the phytoremediation of arsenic-contaminated environments: from imagination to reality? *Current Opinion in Biotechnology* 20:220–224
- Zhu YG, Sun GX, Lei M, Teng M, Liu YX, Chen NC, Wang LH, Carry AM, Deacon C, Raab A, , Meharg AA, Williams PN. 2008. High Percentage Inorganic Arsenic Content of Mining Impacted and Nonimpacted Chinese Rice. *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42, 5008–5013
- Zhu YG, Williams PN, Meharg AA. 2008. Exposure to inorganic arsenic from rice: A global health issue?, *Environmental Pollution*, 154 (2) :169-171.

Liste des participants

Président

Chine

WU Yongning
 Director and Professor
 Key Lab of Chemical Safety and Health, Chinese
 Center for Disease Control and Prevention
 National Institute of Nutrition and Food Safety
 29 Nanwei Road, Beijing 100050
 Tel 86-10-67776790 or 83132933
 Fax 86-10-67776790
 e-mail: china_cdc@yahoo.cn

ZHU Yongguang
 Professor of Environmental Biology and
 Biogeochemistry
 Director General
 Institute of Urban Environment
 Chinese Academy of Sciences
 1799 Jimei Road, Xiamen 361021
 P R China
 Tel: +86 10 592 6190997
 Fax: +86 10 592 6190977
 e-mail: ygzhu@iue.ac.cn

Participants par pays

Argentine

Punto Focal del Codex Alimentarius Argentina
 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
 Av. Paseo Colón 922 Oficina 29
 Tel.: (+54 11) 4349-2549
 Fax.: (+54 11) 4349-2244
 e-mail: codex@minagri.gob.ar

Autriche

Elke RAUSCHER-GABERNIG
 Austrian Agency for Health and Food Safety
 Spargelfeldstrasse 191
 1220 Vienna
 AUSTRIA
 e-mail: elke.rauscher-gabernig@ages.at

Daniela Hofstaedter
 Austrian Agency for Health and Food Safety
 Spargelfeldstrasse 191
 1220 Vienna
 AUSTRIA
 e-mail: daniela.hofstaedter@ages.at

Nicole Muellner
 Federal Ministry of Health
 Radetzkystrasse 2
 1031 Vienna
 AUSTRIA
 e-mail: nicole.muellner@bmg.gv.at

Australie

Leigh Henderson
 Food Standards Australia New Zealand
 E-mail: leigh.henderson@foodstandards.govt.nz and
codex.contact@daff.gov.au

Belgique

Isabel De Boosere
 Federal Public Service Health, Food Chain Safety and
 Environment
 DG Animal, Plant and Food
 Service Foodstuffs, Feed and Other Products
 Place Victor Hortaplein 40 Box 10
 1060 Brussels
 Belgium
 Telephone: + 32 2 524 73 84; FAX: + 32 2 524 73 99
 E-mail: Isabel.deboosere@health.fgov.be

Brésil

Maria Aparecida Martinelli
 Coordinator of Brazilian Codex Committee
 National Institute for Metrology, Standardization and
 Industrial Quality - INMETRO
 Ministry of Development, Industry and Trade, Brazil
 Telephone: +55 61 3340 2211
 E-mail: codexbrasil@inmetro.gov.br

Lígia Lindner Schreiner
 Expert on Regulation
 Brazilian Health Surveillance Agency
 General Office of Foods, Brazil
 Telephone: +55 61 3462 5399
 E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br and
gacta@anvisa.gov.br

Canada

Luc Pelletier
 Scientific Evaluator
 Chemical Health Hazard Assessment Division
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch, Health Canada
 2201C, Tunney's Pasture, Ottawa, ON K1A 0K9,
 Canada
 Telephone: (613) 946-9089
 E-mail: luc.pelletier@hc-sc.gc.ca

Équateur

Ing. Bolivar Aguilera
 General Director
 Ecuadorian Standard Institute- Instituto Ecuatoriano de
 Normalizaci (INEN)
 Codex Alimentarius Contact Point
 E-mail: baguilera@inen.gov.ec

Gonzalo Arteaga
 Ecuadorian Standard Institute- Instituto Ecuatoriano de
 Normalizaci (INEN)
 Codex Alimentarius Contact Point
 E-mail: garteaga@inen.gov.ec

Égypte

Noha Mohamed Attia
 Food Standard Specialist
 Egyptian Organization for Standardization and Quality
 (EOS)
 Phone: 202 22845531
 Fax: 202 22845504
 E-mail: nonaaatia@yahoo.com

Union européenne

Frank Swartenbroux
 Almut Bitterhof
 European Commission
 Health and Consumers Directorate-General
 Telephone: ++32 - 2 - 299 38 54
 E-mail: frank.swartenbroux@ec.europa.eu

European Union Codex Contact Point
 European Commission
 Health and Consumers Directorate-General
 E-mail: codex@ec.europa.eu

Finlande

Anja Hallikainen
 Research Professor
 Finnish Food Safety Authority Evira
 Mustialankatu 3, FI-00790 Helsinki,
 FINLAND
 Tel.: +358-50-3868 433
 Fax: +358-2077 24277
 Email: anja.hallikainen@evira.fi

M. Jérémy PINTE
 Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la
 pêche
 DGAL- bureau de la législation alimentaire
 251, rue de Vaugirard
 75732 PARIS CEDEX 15
 tél: +33 1 49 55 81 46
 fax: +33 1 49 55 59 48
 email: jeremy.pinte@agriculture.gouv.fr and
sgae-codex-fr@sgae.gouv.fr

Indonésie

Ir. Tetty Helfery Sihombing
 Director of Food Product Standardization
 National Agency for Food and Drug Control of
 Indonesia
 Phone: +6221 42875584
 Fax : +6221 42815180
 Email : subdit_spo@yahoo.com
tetyhelfery@yahoo.com

Iran

Mansooreh Mazaheri
 Senior Expert of Mycotoxins and Iran Secretariat of
 CCCF & CCGP
 Food Dept, Institute of Standard and Industrial
 Research of Iran (ISIRI)
 Karaj , IRAN PO,BOX: 31585-163
 Tel: 0098-9125474843 Fax: 0098-261-2808120
 Email: man2r2001@yahoo.com

Behzad Ghareyazie
 Head, New Technologies Division,
 Center for Strategic Research,
 Tehran, Iran
 Email: ghareyazie@yahoo.com

Japon

Yukiko Yamada
 Deputy Director-General
 Food Safety and Consumer Affairs Bureau
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Tokyo 100-8950 Japan
 Phone: +81 3 3502 8111 (ext. 4409), +81 3 3502 8095
 (direct)
 Fax: +81 3 3502 0389
 E-mail: yukiko_yamada@nm.maff.go.jp

Mr Naofumi HAMATANI
 Deputy Director
 Plant Products Safety Division
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950,
 Japan
 Email: naofumi_hamatani@nm.maff.go.jp

Mr Masanori AOKI
 Deputy Director
 Plant Products Safety Division
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950,
 Japan
 Email: aoki_masanori@nm.maff.go.jp

Dr Mika WATARI
 Deputy Director
 Standards and Evaluation Division Department of Food
 Safety Ministry of Health, Labour and Welfare
 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8916,
 Japan
 Phone: +81-3-3595-2341
 Fax: +81-3-3501-4868
 E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Kenya

ALICE A.OKELO ONYANGO
 International Codex Food Standard
 Kenya Bureau of Standards
 P.O.BOX 54974 00200 POPO Road of MOMBASA
 Road.
 Phone : +254 20 605490/694830
 Fax : +254 02 604031/609660
 Cell: +254 722268225
 Email : akothe@kebs.org

Malaisie

Codex Contact Point MALAYSIA
 Food Safety and Quality Division
 Ministry of Health Malaysia
 Level 4, Plot 3C4 Building,
 No. 26, Jalan Persiaran Perdana
 Presint 3, 62675 Putrajaya, MALAYSIA.
 Phone : +603 8885 0600 ext 4066
 Fax : +603 8885 0790
 Email : ccp_malaysia@moh.gov.my

Papouasie Nouvelle-Guinée

Elias Taia
 Codex Secretariat PNG
 For Ian CCP Papua New Guinea
E-mail: eliastaia@yahoo.com

Espagne

Ana Biel Canedo
 Servicio de Gestión de Contaminantes
 Subdirección General de Gestión de Riesgos
 Alimentarios, Agencia Española de Seguridad
 Alimentaria y Nutrición
 Phone: +34 91 3380017
 E-mail: contaminants@msps.es

Ana López-Santacruz Serraller
 Servicio de Gestión de Contaminantes
 Subdirección General de Gestión de Riesgos
 Alimentarios, Agencia Española de Seguridad
 Alimentaria y Nutrición
 Phone: +34 91 3380017
 E-mail: contaminants@msps.es

Ignacia Martin de la Hinojosa
 Laboratorio Arbitral Agroalimentario
 Sub. General de Laboratorios Agroalimentarios
 Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y
 Marino
 Crta. A Couña, km 10.700
 28023 Madrid ESPAÑA
 E-mail: ignacia.martin@mapa.es

Suède

Gabriela Concha
 National Food Administration
 Box 622, SE-751 26 Uppsala
 Telephone: +46 (0)18 17 53 25;
 E-Mail: gabriela.concha@slv.se

Suisse

Vincent Dudler
 Swiss Federal Office of Public Health
 Food Safety Division
 Head of Chemical Risks
 CH-3003 Berne
 Office: Schwarzenburgstrasse 165, 3097 Liebefeld,
 Switzerland
 Telephone: +41 (0)31 322 95 68;
 FAX +41 (0)31 322 95 74
 E-Mail: Vincent.dudler@bag.admin.ch

Thaïlande

Chutiwan Jatupornpong
 Standard Officer, Office of Commodity and System
 Standard,
 National Bureau of Agricultural Commodity and Food
 Standards (ACFS).
 Chatuckak, Bangkok 10900 THAILAND
 Tel: 662 561 2277
 Fax: 662 561 3373
 E-mail: chutiwan9@hotmail.com

États-Unis

Henry Kim
 Chief, Plant Products Branch
 Office of Food Safety U.S. Food and Drug
 Administration
 HFS-317 5100 Paint Branch Parkway College Park,
 MD 20740 301-436-2023 (Phone) 301-436-2632
 email: henry.kim@fda.hhs.gov

Zambie

Maimouna Abass
 Agricultural Research Officer
 Zambia Agricultural Research Institute
 Plant Quarantine and Phytosanitary Service
 P/Bag 7
 Chilanga, Zambia
 Telephone: +260 211 278141; FAX: +260 211 27130
 Telephone mobile: +260 977 547581
 E-mail: viczhane@gmail.com

Pritchard Mukuwa
 Acting Agricultural Research Officer/ Plant Health
 Inspector
 Zambia Agricultural Research Institute
 Plant Quarantine and Phytosanitary Service
 P/Bag 7
 Chilanga, Zambia
 Telephone: +260 211 278141; FAX: +260 211 27130
 Telephone mobile: +260 977 617021
 E-mail: pritchardmukuwa@yahoo.com

Participants par organisation**Confédération des industries de l'alimentation et de la boisson de l'Union européenne (CIAA)**

Lorcan O' Flaherty
 Confederation of the Food and Drink Industries of the
 EU (CIAA)
 Avenue des Arts, 43
 1040 Brussels, Belgium
 Telephone: +32 2 5008756; FAX: +32 2 5112905
 E-mail: l.oflaherty@ciaa.eu

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

Dr Annika Wennberg
FAO JECFA Secretary
Nutrition and Consumer Protection Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
Viale delle Terme di Caracalla, C- 278
00153 Rome, Italy
Telephone: + 39 06 5705 3283; FAX: + 39 06 5705 4593
E-mail: Annika.Wennberg@fao.org

Institut des technologistes de l'alimentation (IFT)

Rodney Gray
Vice President Regulatory Affairs
Martek Biosciences Corporation
6480 Dobbin Road
Columbia MD 21045, USA
Telephone: +1 443 542 2327; Fax: +1 410 740 2985
E-mail: rgray@martek.com

Rosetta Newsome
Director, Science and Policy Initiatives
Institute of Food Technologists®
525 W. Van Buren Street, Suite 1000
Chicago, IL 60607-3830
Telephone: 312-604-0228; Fax: 312-596-5628
E-mail: rnewsome@ift.org

Organisation mondiale de la santé (OMS)

Dr Angelika Tritscher
WHO Joint Secretary to JECFA and JMPR
Department of Food Safety and Zoonoses
World Health Organization
20, Avenue Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Telephone: +41 22 791 3569; FAX: +41 22 791 4807
Telephone mobile: +41 79 633 9995
E-mail: tritschera@who.int