

## COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS



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



Organisation  
mondiale de la Santé

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

Point 13 de l'ordre du jour

CX/CF 14/8/13(Rév.)  
février 2014

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

Huitième session

La Haye, Pays-Bas, 31 mars -4 avril 2014

**DOCUMENT DE DISCUSSION SUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA  
RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'ARSENIC DU RIZ**

(Préparé par le groupe de travail électronique présidé par la Chine et co-présidé par le Japon)

**GÉNÉRALITÉS**

1. Le Comité sur les Contaminants dans les aliments (CCCC), lors de sa 7<sup>ème</sup> session (CCCC) (avril 2013) a débattu des possibilités de développer un Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination par l'arsenic du riz basé sur certains points de discussion dans le paragraphe 105 du document de travail présenté à cette session (CX/CF 13/7/14).
2. Tandis que le CCCC a soutenu globalement le développement d'un Code d'usages il n'a pas pu atteindre d'accord sur le développement d'un Code d'usages à ce stade. Le CCCC a noté que davantage d'informations sur les mesures de gestion facilement disponibles qui pourraient être globalement implantées par les pays à travers les régions, ont besoin d'être identifiées avant de procéder au développement d'un code d'usages. Afin de faciliter le développement du document, les membres ont été encouragés à mener une recherche et des études sur le terrain et de fournir des informations.
3. Le CCCC est convenu de rétablir un groupe de travail électronique (GTE) dirigé par la Chine et co-présidé par le Japon afin de développer plus avant le document de travail et afin d'examiner les pratiques de gestion identifiées dans le document de travail afin de déterminer quelles mesures de gestion des risques étaient facilement disponibles dans la mesure où elles pourraient fournir une base au développement préliminaire d'un Code d'usages et si cela en est le cas, d'un avant-projet de Code d'usages pour examen lors de la 8<sup>ème</sup> session du CCCC (REP13/CF, par. 104-107).
4. Le document de travail a été développé en utilisant des données/informations fournies par l'Australie, le Brésil, le Canada, la Chine, l'Indonésie, le Japon, le Kenya, les Philippines, Singapour, la Thaïlande, les États-Unis et FoodDrinkEurope, et prenant en considération les observations formulées par l'Australie, le Canada, l'Indonésie, les Philippines, le Royaume-Uni, les États-Unis et FoodDrinkEurope. Les informations à l'appui sont contenues dans l'Annexe IV et une liste des participants du groupe de travail électronique est présentée dans l'Annexe VI.
5. Les mandats (TORs) du groupe de travail électronique sont:
  - A) De collecter des informations en rapport avec les pratiques de gestion identifiées dans le par. 104 dans CX/CF 13/7/14;
  - B) De déterminer quelles mesures de gestion des risques sont facilement disponibles dans la mesure où elles peuvent fournir la base au développement préliminaire d'un Code d'usages; et
  - C) De joindre un avant-projet de Code d'usages pour examen par la 8<sup>ème</sup> session du CCCC; si possible.
6. Dans le par. 33 de CX/CF 13/7/14, quatre mesures de suivi ont été identifiées en tant qu'éléments qui peuvent être inclus dans le champ d'application du code d'usages. Puisque le document de travail a ciblé ses discussions sur les trois premières mesures, le « contrôle de l'efficacité des mesures » n'a pas été inclus dans le corps du texte de ce document de travail. Toutefois, afin de satisfaire au mandat de référence (TOR) C) le groupe de travail électronique a inclus le texte relié à « Suivi de l'efficacité des mesures » dans l'avant-projet du Code d'usages qui est rattaché en tant qu'Annexe III:
  - Mesures prises à la source;
  - Pratiques agricoles;
  - Pratiques de transformation et de cuisson
  - Suivi de l'efficacité des mesures

7. Le Comité est invité à examiner les conclusions et les recommandations dans l'Annexe I afin de décider d'une nouvelle activité sur le développement d'un Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination par l'arsenic du riz. Lors de l'examen des conclusions et des recommandations, le Comité est invité à prendre en considération les informations contenues dans l'Annexe II.

## ANNEXE I

**DÉVELOPPEMENT D'UN CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'ARSENIC DANS LE RIZ****CONCLUSIONS**

1. En se basant sur toutes les données et les informations disponibles, les mesures prises à la source ainsi que les mesures sur les pratiques de transformation et de cuisson ont été identifiées comme étant des mesures de gestion des risques aisément disponibles pour la prévention et la réduction de la concentration en arsenic dans le riz.
2. Pour les mesures agricoles, différentes données ont soutenu le fait que les mesures relatives au contrôle de l'eau d'irrigation et à la sélection des cultivars sont des mesures de gestion des risques aisément disponibles pour la prévention et la réduction de la concentration en arsenic dans le riz. Toutefois en ce qui concerne les mesures relatives à l'emploi des amendements de sol et des engrais, il y avait insuffisamment de données et d'informations disponibles afin de soutenir l'effet de l'emploi de ces matériaux. Des études ultérieures sont nécessaires dans ce domaine afin de les inclure dans un Code d'usages.
3. A cet égard, le groupe de travail électronique a conclu qu'il existe des mesures de gestion des risques qui sont facilement disponibles dans la mesure où elles peuvent fournir la base au développement préliminaire d'un Code d'usages;
4. Par conséquent, le groupe de travail électronique a développé un projet de Code d'usages tel qu'attaché (Annexe III) pour examen par la 8<sup>me</sup> session du Comité.
5. Le groupe de travail électronique a noté que les résultats des recherches et études en cours ou ultérieures sur l'effet des mesures afin de prévenir et de réduire la concentration d'arsenic total dans le riz devraient être introduites dans le Code d'usages si le temps le permet et a noté que la recherche et les études suivantes peuvent favoriser le développement d'un meilleur code d'usages.
  - Les effets des amendements du sol et des engrais (par exemple, silicates, phosphates et matériels organiques) sur la concentration en arsenic dans le riz, là où possible, avec l'application de différentes quantités de matériaux ou en appliquant les matériaux dans différents calendriers et fréquence (par exemple emploi à effet unique ou répété dans chaque saison);
  - Durée des effets des amendements du sol et des engrais sur la concentration en arsenic du riz lors de leur application pour une fois ou de multiples fois au sol.
  - Effets secondaires (par ex. changement de rendement, concentration en cadmium dans le riz) de l'implantation des mesures afin de réduire la concentration en arsenic dans le riz;
  - Effet de l'application des conditions d'inondation/d'aérobic avec différents calendriers et durée dans la période de la croissance du riz;
  - Estimation de la concentration en arsenic dans le riz et/ou autres facteurs affectant la concentration en arsenic dans le riz (par exemple fer, silicates, phosphates etc.) avant la culture; et
  - Efficacité et coût du retrait de l'arsenic dans le sol en utilisant des cultures agricoles autres que le riz qui absorbent et accumulent l'arsenic grandement du sol et des composés chimiques qui absorbent l'arsenic grandement et sont facilement séparés à partir du sol.

**RECOMMANDATIONS**

6. En se basant sur les conclusions ci-dessus, le groupe de travail électronique a recommandé que le CCCF devrait:
  - (a) soumettre un descriptif de projet pour le développement d'un Code d'usages pour la prévention et la réduction de l'arsenic dans le riz en tant que proposition comme nouvelle activité;
  - (b) utiliser le projet joint (Annexe I) comprenant des mesures identifiées dans le document de travail en tant que base au Code d'usages;
  - (c) encourager les membres à conduire des études et des recherches ultérieures sur l'effet des mesures afin d'empêcher et de réduire la concentration en arsenic dans le riz. Et également encourager à partager les résultats de cette recherche et des études parmi les membres;
  - (d) noter que la recherche et les études dans le paragraphe 5 étaient identifiées par le groupe de travail électronique en tant que support au développement d'un meilleur code d'usages; et
  - (e) si le temps le permet, essayer d'examiner et d'inclure les résultats de la recherche durant le développement du code d'usages.

## ANNEXE II

**MESURES DE GESTION POUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'ARSENIC DANS LE RIZ****CHAMP D'APPLICATION****Mesures de gestion**

1. Conformément au mandat les trois types suivants de mesures de gestion décrites dans CX/CF 13/7/14 seront examinées dans ce document:

- A) Mesures prises à la source;
- B) Pratiques agricoles (utilisation de matériaux agricoles, contrôle de l'eau d'irrigation et sélection des cultivars); et
- C) Mesures relatives à la transformation et à la cuisson

2. Les données/informations fournies en réponse aux premiers et aux deuxièmes appels de données/informations et la dernière connaissance scientifique sont résumées dans l'Annexe IV et utilisées en tant que base à la discussion.

**Formes d'arsenic**

3. Le Code d'usages du Codex est destiné à fournir une directive aux membres sur la prévention et la réduction de l'arsenic inorganique (iAs) dans le riz. L'arsenic inorganique est catégorisé comme un cancérigène humain connu auprès de l'IARC<sup>1</sup>. Il peut être utile de contrôler l'arsenic total (tAs) dans le riz en tant qu'outil de contrôle pour l'arsenic inorganique parce que l'analyse de l'arsenic total est plus facile que celle de l'arsenic inorganique et dans la plupart des cas la réduction de l'arsenic total correspond à la réduction de l'arsenic inorganique (voir tableaux 2:1-2, 3:1-5 et 3:7 dans l'Annexe IV).

4. Bien que le Code d'usages devrait se concentrer sur l'arsenic inorganique dans le riz, les effets des interventions sur l'arsenic total et autres formes d'arsenic (MMA et DMA) peuvent également être examinées à cause des questions telles que les suivantes:

- À la fois pour l'arsenic inorganique et organique et quatre espèces d'arsenic (par exemple l'arsénite, l'arséniate, MMA et DMA), les aspects cinétiques et biochimiques de l'absorption, la transformation, la translocation et l'accumulation dans l'air, le sol, l'eau et le plant de riz sont révélés dans une certaine mesure mais nécessitent des études supplémentaires; et
- des méthodes analytiques validées (de préférence internationales) pour les quatre espèces d'arsenic dans le sol et le plant de riz sont essentielles pour l'estimation des risques à partir de l'arsenic inorganique dans l'alimentation et le contrôle de l'efficacité des mesures prises. Tandis que certaines méthodes analytiques ont été internationalement validées à travers des études réalisées en collaboration pour ces composés d'arsenic dans le riz, des méthodes pour le même objectif ont été validées dans le sol et le plant de riz.

**DÉFINITIONS**

5. Dans ce document, les définitions suivantes ont été utilisées:

**Le grain de riz** (paddy rice) est un riz qui a conservé sa balle après battage (GC0649<sup>2</sup>Error! Bookmark not defined.).

**Le riz décortiqué** (riz brun, riz cargo ou riz complet) est un riz paddy dont la seule balle a été éliminée. Le décortiquage et la manutention peuvent entraîner quelques pertes de péricarpe (CM 0649<sup>2</sup>).

**Riz poli** (riz blanchi ou riz blanc) est un riz décortiqué dont tout ou une partie du son et germe ont été retirés par broyage (CM 1205<sup>2</sup>).

**Les conditions de submersion** signifient que des rizières sont remplies ou couvertes d'eau.

**La condition en aérobiose** signifie que la condition qu'une rizière est davantage en aérobiose qu'en condition de submersion.

**Les flaques d'eau intermittentes** signifient des conditions selon lesquelles les rizières sont alternativement dans des conditions de submersion et en aérobiose.

<sup>1</sup> <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol23/volume23.pdf>

<sup>2</sup> Classification des aliments de consommation humaine et animale (CAC/MISC 4-1993)

## **POINTS DE DISCUSSION**

### Mesures prises à la source:

6. L'arsenic est un élément à l'occurrence naturelle et se trouve partout dans le monde. L'arsenic peut être émis et libéré dans l'air, l'eau et sur terre. L'arsenic est contenu naturellement dans le sol des rizières. L'arsenic s'infiltré dans les rizières principalement à partir de l'eau d'irrigation, de la pluie, de l'air et de l'emploi des amendements de sol et des engrais<sup>3</sup> contenant de l'arsenic. L'arsenic sera absorbé à partir des eaux interstitielles dans les rizières et accumulées dans le riz. Par conséquent, comme l'environnement (c'est-à-dire l'air, le sol, l'eau) constitue la source d'arsenic dans le riz, des mesures afin de contrôler la source d'approvisionnement d'arsenic dans les rizières contribueraient à réduire l'arsenic dans le riz.

7. Les mesures prises à la source pour la prévention et/ou réduction de l'arsenic dans le riz peuvent inclure le contrôle et/ou régulation de l'arsenic dans l'air (air ambiant et gaz d'échappement), l'eau (eau nature, déchet liquide et eau d'irrigation) et sol (sol de la terre agricole). En addition, la régulation de la production, la vente, l'emploi et l'élimination des matériaux utilisés dans l'agriculture et la production de bétail qui peuvent contenir de l'arsenic (par ex. pesticide, médicaments vétérinaires, additif de consommation animale, amendement de sol et engrais, production de bois /déchet, autre déchet) peuvent être des mesures prises directement à la source.

8. Les mesures mentionnées ci-dessus font partie du champ du *Code d'usages pour les mesures orientées vers les sources afin de réduire la contamination de l'alimentation de consommation humaine et animale avec des produits chimiques* (CAC/RCP 49-2001). En particulier, les mesures générales suivantes dans CAC/RCP 49-2001 sont potentiellement appropriées pour la prévention/réduction de l'arsenic dans le riz:

- A) contrôler les émissions de polluants par l'industrie, par ex., industries chimiques, d'extraction minière, métallurgiques et de fabrication du papier;
- B) contrôler les émissions dues à la production d'énergie (y compris les centrales nucléaires) et aux moyens de transport;
- C) contrôler l'évacuation des déchets domestiques et industriels, solides et liquides, y compris les décharges terrestres, l'évacuation des eaux d'égout et l'incinération des ordures municipales;
- D) contrôler la production, la vente, et l'utilisation et l'évacuation de certaines substances toxiques rémanentes au niveau environnemental;
- E) si possible, remplacer les substances toxiques rémanentes au niveau environnemental par des produits plus acceptables du point de vue sanitaire et écologique; et
- F) Établir la liste noire des zones concernées, à savoir, interdire la vente des denrées alimentaires de consommation humaine et animale provenant des zones polluées quand les terres agricoles sont fortement polluées par les émissions locales., et /ou remédier à cette pollution.

9. Les mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source sont implantées dans l'ensemble des huit pays membres qui n'ont pas fourni d'information à ce groupe de travail électronique. L'ensemble des huit pays a établi des LM ou des LD (limites directives) de l'arsenic total pour un, deux ou tous issus de l'air, l'eau, et le sol (voir Tableau 1:1 dans l'Annexe IV). Six d'entre eux ont implanté certaines mesures en rapport aux matériaux utilisés dans l'agriculture et la production de bétail, et tous ont établi des LM et des LD pour l'arsenic total dans les amendements de sol et les engrais (voir Tableau 1:2) dans l'Annexe IV. Certains membres ont fourni des raisons pour l'implantation des mesures. Aucune information n'était disponible qui justifierait la non implantation des mesures.

10. Lors de la 7<sup>ème</sup> session du CCCF, un membre a partagé son expérience dans l'implantation des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source qui est d'ajouter du fer ferrique pour l'établissement de citernes ou canaux ou la croissance de plants d'accumulateur dans les bacs de décantation ainsi qu'indiqué dans CF/7 CRD13.

11. Si un pays a un éventail large de sa terre et/ou eau contaminée avec de l'arsenic, il peut avoir des inquiétudes sur les faisabilités de la sécurité alimentaire pour l'implantation de mesures prises directement à la source. Les informations fournies sur les mesures prises directement à la source indiquent que les membres choisissent des mesures réalisables et pratiques applicables principalement à l'air, l'eau, le sol et/ou les matériaux utilisés dans l'agriculture et la production de bétail.

12. Les mesures contenues dans CAC/RCP 49-2001 peuvent généralement être utilisées en tant que mesures prises directement à la source pour la prévention et/ou la réduction de l'arsenic dans le riz. Toutefois comme certains membres utilisent davantage de mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source, CAC/RCP 49-2001 peut être trop général pour être utilisé pour la prévention/réduction d'arsenic dans le riz et dans l'environnement environnant. Un Code d'usages comprenant les mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source fournirait une directive plus utile et efficace pour les gouvernements.

13. Puisque certains membres de différentes régions implantent des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source conformément aux conditions environnementales, aux mesures de gestion de risques afin de contrôler et régulariser l'air, l'eau, le sol et les matériaux utilisés dans l'agriculture et la production de bétail qui sont aisément disponibles dans la mesure qui pourrait fournir la base au développement préliminaire d'un code d'usages.

<sup>3</sup> « Amendements de sol et engrais » incluent des boues d'épuration, ci-après similaire.

14. En réponse à la question concernant l'inclusion de mesures prises directement à la source dans un code d'usages, cinq des six membres ont répondu soutenir l'inclusion de mesures prises directement à la source dans un code d'usages. Un membre était d'avis que les mesures prises directement à la source n'étaient pas pertinentes pour la réduction directe de l'arsenic dans le riz. Un autre membre était d'avis que l'effet des mesures prises directement à la source a besoin d'être soutenu par des données validées.

15. En réponse à la question si le CCCF devrait réviser CAC/RCP 49-2001 ou développer un code d'usages spécifique relatif à l'arsenic afin d'inclure des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source, tous les six membres ont répondu soutenir la dernière option.

16. En conclusion, afin de fournir des directives plus utiles sur des mesures prises directement à la source concernant l'arsenic, le groupe de travail électronique a décidé de recommander au CCCF d'inclure des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source dans un code d'usages. Le groupe de travail électronique a noté que CAC/RCP 49-2001 est essentiel à la colonne vertébrale du développement des mesures mentionnées mais devrait être conservé en tant que document général de code d'usages pour tous les produits chimiques.

#### Mesures agricoles

17. La plupart des discussions lors de la dernière session du CCF étaient basées sur les résultats d'études en pot et des expériences de cadre concrets. Toutefois, afin de déterminer quelles mesures agricoles sont disponibles en pratique dans le champ, il a été demandé au groupe de travail électronique par le CCCF de fonder sa discussion sur une recherche soutenue par des études sur le terrain (voir para. 105 de REP13/CF). À cet effet, le groupe de travail électronique a ciblé sa discussion sur les données et l'information obtenues à partir des études sur le terrain.

#### A) Pour les mesures relatives à « l'emploi des amendements de sol et les engrais »

18. Des informations sur les études de terrain ont été collectées sur l'emploi des amendements de sol et les engrais indiqués dans CX/CF 13/7/14 (ceux-indiqués ci-dessous) et les autres qui peuvent affecter la concentration en arsenic dans le riz.

- Matériaux contenant du fer
- Phosphates;
- Silicates; et
- Matériaux organiques

19. Deux études sur le terrain étaient disponibles sur l'emploi des matériaux contenant du fer. Conformément à ces études, les matériaux utilisant du fer réduisaient la concentration d'arsenic dans le riz jusqu'à 40% (voir Tableau 2:1 dans l'Annexe IV).

20. Une étude sur le terrain a montré que l'application d'un sorbant non réductible (alum) pourrait réduire la solubilisation d'arsenic et l'ingestion par le riz. Toutefois, suite aux coûts élevés de l'aluminium un amendement de sol de afin de réduire l'ingestion d'arsenic par le riz ne constituerait pas un bon rapport coût-efficacité.

21. En addition, un membre a reporté qu'il y avait des études actuellement en cours pour trouver:

- Les effets de différentes concentrations en nutriments du sol sur les concentrations organiques /inorganiques dans le sol, le grain et la paille;
- Les modifications dans la chimie des sols, en conséquence de pratiques de gestion organiques ou conventionnelles relatives à l'accumulation en arsenic dans le riz; et
- comment différents taux et des amendements relatifs aux engrais organiques ont un impact sur la chimie du sol et la concentration en arsenic dans le riz.

22. Certains pays font des études sur les effets de l'emploi des phosphates, des silicates et des matériaux organiques sur les terrains. Toutefois, aucune information ou données concernant les effets de l'application de ces matériaux sur le terrain est disponible pour inclusion dans ce document.

#### B) Pour les mesures relatives au « contrôle de l'eau d'irrigation »

23. Les données suivantes et les informations issues des expériences de terrain ont été utilisées en tant que base pour la discussion dans cette Section:

- données fournies par un membre après le 7<sup>ème</sup> CCCF;
- documents scientifiques récemment publiés en addition à CX/CF 13/7/14; et
- ceux indiqués dans CX/CF 13/7/14.

24. Les résultats de toutes les études mentionnées ci-dessus ont montré que la concentration en arsenic a augmenté la condition de submersion et a diminué la condition d'aérobiose du sol ainsi des conditions intermittentes que des conditions intermittentes de flaque d'eau. Les résultats montrant la même tendance ont été obtenus à partir des études conduites dans les pays producteurs de riz dans différentes régions utilisant le riz *japonica* et/ou le riz *indica* (voir Tableau 2:2 dans l'Annexe IV).

25. À la dernière session, des inquiétudes ont été soulevées concernant les conditions qui influent négativement sur le potentiel rendement en riz. Le riz qui croit dans des conditions d'aérobie tend à contenir des concentrations plus basses en arsenic. Toutefois, en même temps, il est dit que le rendement du riz diminue lorsque des conditions d'aérobie sont appliquées pour une longue période durant une période de croissance du riz. Par exemple, une étude a montré une réduction forte du rendement parallèlement à la réduction dans le grain de l'arsenic total (voir Tableau 2:2 dans l'Annexe IV). Par ailleurs, conformément à d'autres études, en appliquant des conditions d'aérobie pour une durée appropriée et en contrôlant la teneur en eau du sol sur le terrain, le rendement en riz peut être maintenu ou même augmenté avec une concentration plus basse en arsenic total dans le riz en comparaison aux taux dans le riz poussant dans des conditions de submersion.(voir Tableau 2:2 dans l'Annexe IV).

26. Lorsque la rizière est potentiellement contaminée avec à la fois de l'arsenic du Cadmium (cd) il est important de noter qu'une attention particulière doit être accordée au contrôle de l'eau d'irrigation. Le riz croissant dans des conditions d'aérobie constitue une mesure effective dans la réduction de la concentration en arsenic du riz. Toutefois les conditions d'aérobie contribuent à l'augmentation de la concentration en Cadmium (Cd) dans le riz (voir Tableau 2/2 dans l'Annexe IV). Ceci prouve que les mesures fondées sur le contrôle de l'eau d'irrigation seul sont incapables de réduire les concentrations à la fois de l'arsenic et du cadmium dans le riz en même temps. Afin de résoudre le problème, des études ont été conduites au Japon sur les cultivars du riz. Les cultivars de riz identifiés (1, 2), qui lorsque transplantés dans un sol hautement contaminé par le Cad, n'incorporent pas le cadmium dans des conditions d'aérobie. Ces études montrent le potentiel pour l'identification de cultivars qui n'incorporent pas le cadmium lors d'une croissance dans des conditions d'aérobiose.

#### C) pour les mesures relatives à la « sélection de cultivars »

27. Afin de voir si différents cultivars de riz contiennent différentes concentrations d'arsenic dans le grain, les résultats des études sur le terrain utilisant différents cultivars dans CX/CF 13/7/14 et ceux fournis par un membre sont compilés dans le Tableau 2/3 dans l'Annexe IV.

28. Les informations compilées indiquent la même conclusion que ce qui est décrit dans CX/CF 13/7/14. Il existe une diversité génétique importante dans l'ingestion d'arsenic par les plants de riz et dans la translocation de l'arsenic dans le grain de riz. Cependant, d'autres facteurs comme l'environnement, le site, la gestion des submersions, et l'interaction entre le génotype et l'environnement peuvent influencer de façon significative l'accumulation d'arsenic dans le grain de riz.

29. Dans certaines régions il existe certains cultivars qui contiennent un niveau d'arsenic plus bas dans le grain que d'autres dans des conditions agricoles spécifiques. Ces cultivars peuvent être sélectionnés en utilisant des documents scientifiques pour des conditions agricoles similaires que celles indiquées dans le Tableau 2:;3 de l'Annexe IV.

30. En conclusion pour A) à C) au-dessus, il existe suffisamment d'informations pour que les mesures aisément disponibles relatives au « contrôle de l'eau d'irrigation » et à « la sélection des cultivars » soient incluses dans le Code d'usages. En réponse à la question concernant l'inclusion de ces mesures agricoles dans un code d'usages, tous les membres qui ont fourni des observations soutiennent cette conclusion.

31. Puisqu'il peut être difficile pour les fermiers de sélectionner des cultivars de riz qui produisent des grains de riz contenant de l'arsenic à des concentrations basses, le Code d'usages peut inclure des conseils aux gouvernements afin d'encourager les instituts de recherche publics et/ou concepteurs privés afin de développer des cultivars de riz qui produisent du grain avec un taux bas d'arsenic bas comme une des options que le gouvernement peut choisir. Un membre était d'avis que cette recommandation ne devrait pas être introduite dans un Code d'usages en tant que mesure agricole mais peut être placée dans la section d'introduction du Code d'usages.

#### Mesures relatives à la transformation et à la cuisson

32. A la fois les concentrations en arsenic total et en arsenic inorganique diminuent par broyage du riz décortiqué. Basé sur plus de 8000 points de données fournis par les membres, la moyenne en arsenic total et les concentrations en arsenic inorganique ont été calculées pour le riz poli et pour le riz décortiqué. La concentration moyenne d'arsenic total dans le riz poli était approximativement 40 pour cent plus faible que celle dans le riz décortiqué à la fois dans *indica* et dans *Japonica*. et la concentration moyenne en arsenic inorganique dans le riz poli était approximativement de 50 pour cent plus basse que celle dans le riz décortiqué dans *indica* et 40 pour cent dans *japonica* (voir Tableau 1 en dessous et Tableau 3:1 dans l'Annexe IV).

**Tableau 1 Comparaison des concentrations moyennes de l'arsenic total et inorganique**

	Riz décortiqué (mg/kg)		Riz poli (mg/kg)		Réduction (%)	
	Arsenic total	Arsenic inorganique	Arsenic total	Arsenic inorganique	Arsenic total	Arsenic inorganique
<i>indica</i>	0,23	0,17	0,14	0,09	39	48
<i>japonica</i>	0,20	0,17	0,13	0,11	35	35

33. Trois études étaient disponibles pour l'investigation de la réduction de la concentration en arsenic du riz obtenu du même lot par broyage. Dans ces études, à la fois les concentrations en arsenic total et en arsenic inorganique ont diminué d'approximativement 40 pour cent par broyage du riz décortiqué (voir Tableau 3:2 dans l'Annexe IV). Une étude montre que plus le riz décortiqué est poli, plus les concentrations d'arsenic total et d'arsenic inorganique diminuent (voir Tableau 3:3 dans l'Annexe IV).

34. Certaines études montrent que le lavage/rinçage est un autre processus effectif de diminution d'arsenic dans le riz. Deux études montrent que la concentration en arsenic a été réduite par le lavage du riz décortiqué et du riz poli avec de l'eau (voir Tableau 3:4 dans l'Annexe IV). Le riz habituel est lavé en utilisant de l'eau propre avant la cuisson pour retirer le son sur la surface du riz. Dans un certain nombre de pays, avec un certain nombre de techniques, le son à la surface est complètement retiré afin de rendre le riz « exempt de lavage » ou « prêt à la cuisson » sans lavage. Puisque ce type de riz ne contient pas de son du tout et que le taux de broyage (87-88 pour cent du riz décortiqué) est légèrement plus important que dans le broyage conventionnel (environ 90 pour cent du riz décortiqué), la concentration en arsenic est également plus basse que celle conventionnellement dans le riz poli (Tableau 3:3).

35. Pour l'effet de cuisson sur la concentration d'arsenic dans l'eau, quatre études sont disponibles. Ces études montrent que la diminution de la concentration d'arsenic dépend fortement de la concentration d'arsenic de l'eau utilisée pour la cuisson. Lorsque le riz est cuit avec une large quantité d'eau propre (c'est-à-dire non contaminée avec de l'arsenic), suivi par le rejet d'excès d'eau de cuisson, la concentration en arsenic du riz cuit diminue par rapport à celle du riz cuit. Lorsque l'eau contaminée par l'arsenic est utilisée pour la cuisson, les concentrations d'arsenic du riz cuit augmentent (voir Tableau 3:4, 3:5 et 3:6 dans l'Annexe IV). Le riz cuit dans une quantité excessive d'eau contaminée augmente plus avant le contenu d'arsenic du riz même lorsque l'excès d'eau est déversé (3).

36. Pour à la fois le processus de la cuisson et du lavage, l'utilisation d'une grande quantité d'eau non contaminée et l'évacuation minutieuse de l'excédent d'eau ont prouvé être effectifs dans la réduction des concentrations en arsenic inorganique et en arsenic total dans le riz cuit. Lors du lavage et de la cuisson du riz, l'emploi d'eau qui est hautement contaminée avec de l'arsenic doit être évitée.

37. Le riz décortiqué constitue une source de nutriments tels que le fer, le magnésium, le sélénium, les vitamines B et les fibres alimentaires. L'ingestion du riz décortiqué peut réduire le risque de telles conditions comme les maladies cardiovasculaires, l'obésité et diabète de type 2 (USDA/HHS, 2010). Par conséquent alors qu'il est important de noter que de choisir du riz poli contribuerait à l'ingestion d'arsenic, le choix du riz poli résulterait en la perte des nutriments mentionnés ci-dessus.

38. En conclusion, les diverses données soutenues par le broyage, et le lavage et la cuisson avec de l'eau non contaminée sont des mesures de gestion des risques aisément disponibles pour une réduction effective des concentrations d'arsenic dans le riz transformé et cuit. En réponse à la question concernant l'inclusion de mesures sur la transformation et la cuisson dans un code d'usages, tous les membres ont fourni des observations qui soutiennent cette conclusion.

39. Comme les actions mentionnées ci-dessus seront principalement prises par les transformateurs et les consommateurs, partageant des informations sur ces mesures de gestion de risque identifiées de même que les risques et les bénéfices de riz poli ou décortiqué parmi les parties prenantes sont considérés comme étant des mesures de gestion des risques éventuelles à inclure dans le Code d'usages.



**CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'ARSENIC DANS LE RIZ****(Projet de plan proposé)****INTRODUCTION**

1. 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. Conformément à l'évaluation du JECFA pour l'arsenic inorganique dans l'alimentation 1) 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<sub>0,5</sub>) 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) et 2) 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.

2. L'arsenic est contenu naturellement dans le sol des rizières. L'arsenic peut également être émis et libéré dans l'air, l'eau et la terre et se retrouve dans les rizières à partir de l'eau d'irrigation, la pluie, l'air ainsi que l'emploi et l'élimination des matériaux utilisés dans la production agricole et du bétail contenant de l'arsenic. Les plants de riz absorbent l'arsenic du sol en particulier dans des conditions réductrices et accumulent l'arsenic dans les grains et les pailles. Les formes d'arsenic dans le riz sont l'arsenic inorganique (arsénite et arséniate) et l'arsenic organique (acide monométhylarsonique et acide diméthylarsinique).

3. Bien que les meilleures pratiques pour la prévention et la réduction de la contamination par l'arsenic du riz devraient se concentrer sur l'arsenic inorganique, il pourrait être utile de contrôler l'arsenic total (tAs) dans le riz en tant qu'outil de contrôle pour l'arsenic inorganique parce que l'analyse de l'arsenic total est plus facile que celle de l'arsenic inorganique et dans la plupart des cas la réduction de l'arsenic total correspond à la réduction de l'arsenic inorganique.

4. Les sources d'arsenic dans l'environnement sont: 1) une action volcanique, la volatilisation à basse température. L'élué du sol ou du sédiment comme le sédiment Holocène ainsi que l'origine atmosphérique géogénique soit en raison de la formation du sol à partir de la roche-mère locale, ou à partir des sédiments provenant de l'amont. comme ressources naturelles; et 2) l'élimination du bois d'œuvre traité en tant qu'arséniate de cuivre et de chrome, l'emploi de pesticides à base d'arsenic, l'émission issues des industries notamment pour l'extraction et la fusion des métaux non ferreux et le brûlage des combustibles fossiles ainsi qu'un centre de population important en tant que pollution industrielle/urbaine de source non ponctuelle en tant que sources anthropiques. Dans l'environnement du paddy, l'emploi des amendements de sol et des engrais contaminés avec l'arsenic sont également des sources d'arsenic<sup>1</sup>.

5. La concentration en arsenic dans le riz devrait être aussi basse que cela est raisonnablement praticable grâce aux meilleures pratiques comme les mesures prises directement à la source, les bonnes pratiques agricoles, les bonnes pratiques de fabrication et autres pratiques pertinentes.

6. Lors de l'application d'un Code pour le riz, les mesures devraient être choisies avec soin d'un point de vue et la praticabilité, des bénéfices, de l'efficacité et de la sécurité sanitaire. Notamment pour les mesures agricoles, puisque les effets des mesures agricoles afin de réduire la concentration en arsenic dans le riz sont largement influencés par les conditions environnementales (par exemple condition du sol, température) et la combinaison à d'autres mesures, son efficacité et praticabilité devraient être testés par des études sur le terrain avant l'implantation des mesures.

7. L'efficacité de l'application de mesures pour la prévention et la réduction de la contamination par l'arsenic du riz devrait être contrôlée par des moyens appropriés. Si les terres agricoles ou les eaux souterraines sont largement contaminées par des sources naturelles, des sources diffuses ou des activités passées, le contrôle des concentrations d'arsenic dans le sol ou l'eau d'irrigation est nécessaire.

8. Les résultats des recherches et études en cours ou ultérieures sur l'effet des mesures afin de prévenir et de réduire la contamination par l'arsenic du riz devraient être examinés afin de développer et améliorer le Code d'usages. En particulier, l'emploi des amendements de sol et des engrais a un effet potentiel afin de réduire /augmenter l'arsenic dans le riz à partir des résultats de différentes expériences en pot. Les études sur le terrain relatives aux mesures agricoles comprenant les effets sur les amendements du sol et les engrais sont conduites dans les régions.

9. Ce code d'usages devrait être révisé périodiquement en prenant en compte le statut d'implantation dans chaque pays, l'effet des mesures pour la prévention et la réduction de la concentration en arsenic du riz ainsi que les résultats des recherches et études en cours ou ultérieures sur l'effet des mesures afin de prévenir et de réduire la contamination par l'arsenic du riz.

**CHAMP D'APPLICATION**

10. Ce Code d'usages vise à fournir aux autorités nationales et locales, aux producteurs, aux fabricants et autres organismes pertinents tout l'encadrement possible afin d'empêcher et réduire la contamination du riz par l'arsenic. L'encadrement couvre trois stratégies (pour lesquelles des données et des informations sont disponibles) et le contrôle de l'efficacité des mesures.

---

<sup>1</sup> Un grand nombre d'engrais peut contenir des traces d'arsenic. Contaminé ne doit pas être interprété comme équivalent de traces d'arsenic.

- i. Mesures prises à la source;
- ii. Mesures agricoles
- iii. Mesures de transformation et de cuisson; et
- iv. Contrôle.

11. Les mesures relatives aux pratiques agricoles consistent dans « le contrôle de l'eau d'irrigation » et « la sélection de cultivars » à cause de la disponibilité des données/information. Les mesures sur « l'emploi des amendements du sol et des engrais seront ajoutés dans ce document si les données/information pour soutenir le développement des mesures sont disponibles dans le futur.

### **DÉFINITIONS**

12. Dans ce document, les définitions suivantes ont été utilisées:

**Le grain de riz (paddy rice)** est un riz qui a conservé sa balle après battage (GC0649<sup>2</sup>).

**Le riz décortiqué** (riz brun, riz cargo ou riz complet) est un riz paddy dont la seule balle a été éliminée. Le décorticage et la manutention peuvent entraîner quelques pertes de péricarpe (CM 0649<sup>2</sup>).

**Riz poli** (riz blanchi ou riz blanc) est un riz décortiqué dont tout ou une partie du son et germe ont été retirés par broyage (CM 1205<sup>2</sup>).

**Les conditions de submersion** signifient que des rizières sont remplies ou couvertes d'eau.

**Les conditions en aérobiose** signifient que la condition qu'une rizière est davantage en aérobie qu'en condition de submersion.

**Les flaques d'eau intermittentes** signifient des conditions selon lesquelles les rizières sont alternativement dans des conditions de submersion et en aérobie.

### **APERÇU DES PRATIQUES RECOMMANDÉES**

#### Mesures prises à la source:

Note: Le texte devrait être développé sur la base des paragraphes 9-11 dans l'Annexe II comprenant le texte suivant.

[13. La réduction des sources d'arsenic est importante pour une diminution supplémentaire de la contamination dans les environnements agricoles y compris les rizières. Les sources de l'arsenic ne sont pas uniquement d'origine naturelle mais aussi dues à des activités anthropogéniques. Afin de réduire la contamination par l'arsenic de l'environnement, les autorités nationales de l'alimentation devraient envisager d'établir des recommandations aux autorités responsables de l'environnement, des déchets et des matériaux agricoles comme suit:

- Eau d'irrigation;
  - Identification de l'eau d'irrigation avec un taux de concentration important en arsenic
  - Élimination de l'arsenic provenant de l'eau d'irrigation avec un taux de concentration important en arsenic
  - Éviter d'utiliser de l'eau d'irrigation avec un taux de concentration important en arsenic pour la production de riz
- Sol:
  - Identification des rizières dans lesquelles la concentration en arsenic dans le sol est élevée et/ou le riz produit avec une concentration élevée d'arsenic inorganique
- Gaz d'échappement et eau de drainage provenant des industries;
- Matériel utilisé dans l'agriculture et la production de bétail comme les pesticides, les médicaments vétérinaires, les additifs de consommation animale, les amendements de sol et les engrais; et
- les déchets contenant de l'arsenic tels que le bois traité avec de l'arséniate de cuivre et de chrome.

14. Les fermiers devraient éviter l'emploi d'eau contaminée à l'arsenic en tant qu'eau d'irrigation.

### **BONNES PRATIQUES AGRICOLES**

[15. Vu qu'il existe de grandes incertitudes sur la mesure dans laquelle les fermiers implantent des mesures, l'éducation des fermiers est une mesure importante à aborder.]

#### Contrôle de l'eau d'irrigation

Note: Le texte devrait être développé sur la base des paragraphes 24-26 dans l'Annexe II comprenant le texte suivant.

<sup>2</sup> Classification des aliments de consommation humaine et animale (CAC/MISC 4-1993)

[16. Les gouvernements devraient encourager les fermiers à éviter des conditions de submersion permanente durant la culture du riz en prenant en compte le rendement du riz.]

#### Sélection des cultivars

**Note:** Le texte devrait être développé sur la base des paragraphes 28-31 dans l'Annexe II comprenant le texte suivant.

[17. Les gouvernements devraient encourager les instituts de recherche publique et/ou les concepteurs privés à développer des cultivars de riz qui produisent du grain avec un taux bas d'arsenic bas.]

#### PRATIQUES DE TRANSFORMATION ET DE CUISSON et DU [CONSOMMATEUR]

**Note:** Le texte devrait être développé sur la base des paragraphes 32-39 dans l'Annexe II comprenant le texte suivant.

[18. Les gouvernements devraient partager les informations sur les risques et les bénéfices de la consommation de riz poli ou décortiqué parmi les parties prenantes à la lumière des concentrations d'arsenic et des éléments nutritifs.]

#### CONTRÔLE

**Note:** Le texte devrait être développé sur la base des paragraphes 97-103 de CX/CF 13/7/14 comprenant le texte suivant.

[19. La concentration en arsenic dans les rizières contaminées et dans le riz et ses produits dérivés devrait être contrôlée avant et après la mise en œuvre des contre-mesures. Si les terres agricoles ou les eaux souterraines sont largement contaminées par des sources naturelles, des sources diffuses ou des activités passées, le contrôle des concentrations d'arsenic dans le sol ou l'eau d'irrigation est nécessaire.

20. L'efficacité des mesures prises directement à la source et des mesures agricoles devrait être contrôlée par les concentrations en arsenic dans le riz.]

#### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES POUR UN EXAMEN ULTÉRIEUR DES MESURES

**Note:** Le texte devrait être développé sur la base du paragraphe 5 dans l'Annexe comprenant le texte suivant:

[21. Les résultats des recherches et études en cours ou ultérieures sur l'effet des mesures afin de prévenir et de réduire la concentration d'arsenic total dans le riz devrait être examinés afin de développer le Code d'usages et la recherche et les études suivantes peuvent favoriser le développement d'un meilleur code d'usages.

- Les effets des amendements du sol et des engrais (par exemple silicates, phosphates et matériels organiques) sur la concentration en arsenic dans le riz, là ou possible, avec l'application de différentes quantités de matériaux ou appliquant les matériaux dans différents calendriers et fréquence (par exemple emploi à effet unique ou répété dans chaque saison);
 

Durée des effets des amendements du sol et des engrais sur la concentration en arsenic du riz lors de leur application pour une fois ou de multiples fois au sol.
- Effets secondaires (par exemple changement de rendement, concentration en cadmium dans le riz) de l'implantation des mesures afin de réduire les concentrations en arsenic dans le riz;
- Effet de l'application des conditions d'inondation/d'aéobiose avec différents calendriers et durée dans la période de la croissance du riz;
- L'estimation de la concentration en arsenic dans le riz à partir de la concentration en arsenic dans le sol et/ou autres facteurs affectant la concentration en arsenic dans le riz (par exemple le fer, les silicates, les phosphates etc.) avant la culture; et
- Efficience et cout du retrait de l'arsenic dans le sol en utilisant des cultures agricoles autres que le riz qui absorbe et accumule l'arsenic grandement du sol et des composés chimiques qui absorbent l'arsenic grandement et sont facilement séparés à partir du sol.

**COMPLÉMENTS D'INFORMATION****EXAMEN DES MESURES PRISES DIRECTEMENT À LA SOURCE**

1. Les pays membres implantant des mesures directes relatives à l'arsenic prises à la source

En réponse à l'appel d'information, des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source ont été fournies par le Brésil, la Chine, le Japon, l'Indonésie, les Philippines, Singapour, la Thaïlande et les États-Unis.

Tableau 1:1: membres implantant des mesures relatives à l'arsenic prises directement à la source dans l'air, l'eau et le sol.

Cible		Critères environnementaux	Obligations légales d'une émission à partir de l'industrie et/ou génération d'énergie	Autre gestion
Air	Air ambiant	Chine, Japon		
	Gaz d'échappement	Chine, Philippines, USA,	Singapour, Thaïlande	
Eau	Eau naturelle	Brésil, Chine, Japon, Philippines, Singapour		Inde
	Déchets liquides	Chine, Indonésie, Philippines	Brésil, Japon, Singapour, Thaïlande	
	Eau d'irrigation	Brésil, Chine, Indonésie, Japon, Philippines, Singapour, Thaïlande		
Sol de terres agricoles		Brésil, Chine, Japon, Thaïlande		

Table 1:2 Membres régulant la production, la vente, l'emploi et élimination des matériaux utilisés dans l'agriculture et la production du bétail

Cible	Établissement de LM/LD	Gestion autre
Pesticide		USA
médicaments vétérinaires, Médicament vétérinaire avec une fonction médicale	Brésil, Chine	USA
Food additive sans fonction médicale		
Aliments pour animaux	Chine, Japon	
Amendement de sol et engrais*	Brésil, Chine, Indonésie, Japon, Thaïlande, USA	
Bois		Chine (Bois usage), Japon (élimination du bois), USA (emploi de bois)
Déchet autre que du bois	Japon	
Autres		

\* y compris les boues d'épuration.

Mesures prises directement à la source indiquées dans CAC/RCP 49-2001 qui sont pertinentes pour les mesures prises directement à la source indiquées pour l'Arsenic total implantées par les membres (c'est-à-dire mesures fournies dans le Tableau 1:1 et 1:2).

Tableau 1:3: mesures indiquées dans CAC/RCP 49-2001 et cibles des mesures prises directement à la source spécifiques à l'Arsenic total

Mesures indiquées dans CAC/RCP 49-2001	Cibles de mesures prises directement à la source spécifiques à l'arsenic
Contrôler les émissions des polluants de l'industrie par exemple les produits chimiques, industries minières, du métal et du papier	air, eau, sol
Contrôler les émissions issues de la génération d'énergie. (y compris centrales nucléaires) et moyens de transport	air, eau
Contrôlez l'élimination des déchets solides ou liquides domestiques et industriels y compris son dépôt sur la terre, élimination des boues d'épuration et incinération des déchets municipaux	Bois, déchets autre que le bois
Contrôlez la production, la vente et l'emploi ainsi que l'élimination de certaines substances toxiques, persistantes dans l'environnement.	pesticide, médicament vétérinaire avec une fonction médicale, additif alimentaire sans fonction médicale, consommation alimentaire, amendement de sol et engrais, autres
Remplacez les substances toxiques persistantes dans l'environnement par des produits qui sont plus acceptables d'un point de vue sanitaire et environnemental.	pesticide, médicament vétérinaire avec une fonction médicale, additif alimentaire sans fonction médicale, consommation alimentaire, amendement de sol et engrais, bois, autres,
Établissement de listes noires des zones concernées, c'est-à-dire assainir la pollution du sol et/ou interdire la vente des aliments de consommation humaine et animale dérivés de ces zones polluées, là où la terre agricole est fortement polluée par les émissions locales.	sol, eau

#### EXAMEN DES MESURES AGRICOLES

##### A) Emploi de l'amendement de sol et engrais

Il y avait trois études sur le terrain et expérimentales conduites en Chine, au Japon et aux États-Unis, montrant l'effet de la réduction en concentration d'arsenic dans le riz en utilisant des matériaux contenant du fer et de l'aluminium.

Table 2:1: Effet des amendements du sol et engrais dans la réduction de la concentration en Arsenic dans le riz.

Pays	Sous-espèces	Gestion de l'eau	Amendements de sol et engrais		Concentration en arsenic dans le grain		Réf
			Variété	Entrée	Total (mg/kg)	Inorganique (mg/kg)	
Chine	<i>japonica</i>	Submersion	Aucune entrée	0	0,647		Z. M. Xie et al.(1998)(4)
			FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	25 (mg-Fe/kg-sol)	0,595		
		Assèchement humidification	Aucune entrée	0	0,492		
			FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	25 (mg-Fe/kg-sol)	0,474		

Pays	Sous-espèces	Gestion de l'eau	Amendements de sol et engrais		Concentration en arsenic dans le grain		Réf
			Variété	Entrée	Total (mg/kg)	Inorganique (mg/kg)	
Japon	<i>japonica</i>	Durant chaque trois semaine avant et après la floraison, condition de submersion.	Aucune entrée	0	0,39	0,31	Données non publiées
			Oxyde de fer avec	5,0 (t-Fe/ha)	0,35	0,26	
			hydroxyde de fer	5,0 (t-Fe/ha)	0,29	0,26	
			fer zéro valent	5,0 (t-Fe/ha)	0,24	0,20	
USA	<i>japonica</i>	Condition de submersion permanente	Alum	0 (kg/ha)	0,179 (Poli)		Données non publiées
				560 (kg/ha)	0,169 (poli)		
				1120 (kg/ha)	0,169 (poli)		
				2240 (kg/ha)	0,138 (poli)		

## B) Contrôle de l'eau d'irrigation

Les données de six études expérimentales sur le terrain conduites en Inde, Chine, États-Unis, Bangladesh et au Japon étaient disponibles. Ces études ont recherché l'effet du contrôle de l'eau d'irrigation en diminuant la concentration en Arsenic dans le riz, et le changement de rendement et de concentration en cadmium dans le riz.

Tableau 2:2: effet du contrôle de l'eau d'irrigation en diminuant la concentration en Arsenic dans le riz, et le changement de rendement et de concentration en cadmium dans le riz.

Pays	Sous-espèces	Cheminement de l'eau d'irrigation	Concentration en arsenic total dans le grain (mg/kg)	Concentration en arsenic Inorganique dans le riz (mg/kg)	Rendement (t/ha)	Concentration en cadmium dans le grain (mg/kg)	Référence
Inde	inconnu	(15-45 jours après transplantation) Flaques d'eau permanente	0,56		4,69	-	S. Sarkar <i>et al.</i> (2012)(5)
		Flaques d'eau intermittente	0,42		4,33		
		Saturation de flaques d'eau	0,53		3,92		
		Conditions d'aérobic	0,46		3,65		

Pays	Sous-espèces	Cheminement de l'eau d'irrigation	Concentration en arsenic total dans le grain (mg/kg)	Concentration en arsenic Inorganique dans le riz (mg/kg)	Rendement (t/ha)	Concentration en cadmium dans le grain (mg/kg)	Référence
Chine	<i>japonica</i>	Inondée	0,48		7,9	0,04	P. Hu <i>et al.</i> (2013)(6)
		Inondée et intermittente	0,30		10,2	0,12	
		Intermittent	0,22		10,0	0,76	
		Aérobie	0,24		8,4	1,12	
	<i>japonica</i>	Inondée	0,30		9,1	0,08	
		Inondée et intermittente	0,27		9,8	0,20	
		Intermittent	0,15		9,7	1,32	
		Aérobie	0,18		8,5	1,56	
USA	<i>indica</i>	Inondée	0,70 (moyenne)		-	-	G.J. Norton <i>et al.</i> (2012)(7)
		Non Inondée	0,045 (moyenne)		-		
	<i>japonica</i>	Inondée	0,50 (moyenne)		-		
		Non Inondée	0,040 (moyenne)		-		
Bangladesh	<i>indica</i>	Inondée dans 11,6 mg/kg- En tant que sol	0,54		8,9	-	J. M. Duxbury <i>et al.</i> (2007)(8)
		inondée dans 26,3 mg/kg-En tant que sol	0,53		8,1		
		Aérobie (sur des lits surélevés) dans 11,6 mg/kg-En tant que sol	0,26		7,8		
		Aérobie (sur des lits surélevés) dans 26,3 mg/kg-En tant que sol	0,28		8,2		

Pays	Sous-espèces	Cheminement de l'eau d'irrigation	Concentration en arsenic total dans le grain (mg/kg)	Concentration en arsenic Inorganique dans le riz (mg/kg)	Rendement (t/ha)	Concentration en cadmium dans le grain (mg/kg)	Référence
Japon	<i>japonica</i>	(Durant la période de trois semaines avant et après la floraison) all) inondée durant toute la période	0,24	0.19	-	-	Données non publiées
		<i>Avant la crue, après aérobie</i>	0,19	0.18	-	-	
		<i>Avant aérobie, après la crue</i>	0,19	0.17	-	-	
		<i>aérobie durant toute la période</i>	0,15	0.14	-	-	
USA		Inondation	0,236 a*		18,4 (kL/ha)	0,019 c	Anders <i>et al.</i> (2013)(9)
		AWD/60	0,177 b		17,2	0,042 b	
		AWD/40-Inondation	0,164 bc		17,8	0,049 b	
		AWD/40	0,138 c		16,6	0,058 ab	
		Row/60	0,039 d		12,7	0,067 a	
		Row/40	0,025 d		12,1	0,066 a	

Les figures ont été estimées à partir de graphiques à barre dans les documents.

\* Les Moyennes suivies par la même lettre ne sont pas très différentes (<0,05) selon les examens à gamme multiple de Duncan

Une autre étude a été menée en Italie pour contrôler l'eau d'irrigation. Dans cette étude, le sol était saturé avec de l'eau utilisant l'aspersion sprinkler (ci-après désigné par « condition saturée »). En conséquence, les concentrations en arsenic ont largement diminué dans des conditions saturées (0,001-0,005 mg/kg) par rapport aux conditions d'inondation ((0,095-0,23 mg/kg). Ce résultat a été observé indépendamment des sous-espèces de riz (*japonica et indica*)(10).



## C) Sélection des cultivars

Information et données des essais en plein champ concernant la sélection des cultivars inclus dans CX/CF 13/7/14 et ceux fournis par les États-Unis sont compilés dans le Tableau 2.3.

Tableau 2.3: Variations des concentrations en arsenic dans les cultivars de riz

Pays	Cultivar		Gestion de l'eau	En tant qu'analyte (Total ou Inorganique)	Décortiqué/ Poli	Concentration dans le grain (mg/kg)			Réf.
	Sous-espèces	Nombre de cultivars testés				Minimale	Moyenne ?	Maximale	
USA (Californie)	<i>japonica</i>	16		Total	Décortiqué	0,02	0,12	0,26	Données soumises par les USA
		6			Poli	0,05	0,08	0,15	
		16		Inorganique	Décortiqué	0,01	0,09	0,19	
		6			Poli	0,01	0,06	0,11	
USA (Arkansas)	<i>japonica</i>	1		Total	Décortiqué	0,10	0,20	0,38	
		—			Poli	—	—	—	
		1		Inorganique	Décortiqué	0,09	0,14	0,23	
		—			Poli	—	—	—	
USA (Texas)	<i>japonica</i>	1		Total	Décortiqué	0,20	0,55	1,03	
		1			Poli	0,22	0,41	0,51	
		1		Inorganique	Décortiqué	0,10	0,21	0,24	
		1			Poli	0,08	0,08	0,16	
Bangladesh		5	3-4 cm d'eau à partir du niveau du sol a été maintenue à travers la période de croissance.	Total	Décortiqué	0,24	0,28	0,31	•M. Azizur Rahman <i>et al.</i> (2007)(11)
		5			Poli	0,14	0,18	0,23	
		5		Total	Décortiqué	0,31	0,51	0,53	
					Poli	0,28	0,33	0,42	
		5		Total	Décortiqué	0,38	0,61	0,67	
					Poli	0,32	0,49	0,58	
		5		Total	Décortiqué	0,47	0,59	0,75	
					Poli	0,43	0,54	0,65	
Japon	<i>japonica</i>	10*	Irrigation complète qui a été appliquée jusqu'à ce que la récolte du grain soit appliquée après le	Total	Décortiqué	0,11	0,14	0,17	•M. Kuramata <i>et al.</i>
				Inorganique		0,08	0,11	0,13	

Pays	Cultivar		Gestion de l'eau	En tant qu'analyte (Total ou Inorganique)	Décortiqué/ Poli	Concentration dans le grain (mg/kg)			Réf.
	Sous-espèces	Nombre de cultivars testés				Minimale	Moyenne ?	Maximale	
			drainage de la mi- saison.						(2011)(12)
Japon	<i>japonica</i>	10'	Irrigation totale appliquée jusqu'à la récolte du grain	Total	Décortiqué	1,9	2,5	3,1	• G. J.Norton <i>et al.</i> (2009) (13, 14)
				Inorganique		0,14	0,20	0,24	
Faridpur (Bangladesh)		72	Condition de submersion permanente	Total	Décortiqué	0,16	0,39	0,74	
Sonargaon (Bangladesh)		76	Cycles alternatifs de mouillage et de séchage	Total	Décortiqué	0,07	0,17	0,28	
De Ganga (Inde)		80	Condition de submersion permanente	Total	Décortiqué	0,11	0,36	0,84	
Nonaghata (Inde)		79	Condition de submersion permanente	Total	Décortiqué	0,05	0,27	0,73	
Chenzhou (Chine)		80		Total	Décortiqué	0,27	0,41	0,75	
Qiyang (Chine)		77		Total	Décortiqué	0,37	0,57	0,85	
Chine		6	Condition de submersion (une couche d'eau d'environ 2-3 cm au-dessus de la surface du sol)	Inorganique	Décortiqué	0,15	0,22	0,35	
				Total	Décortiqué	0,32	0,35	0,69	
USA	<i>japonica indica</i>	3	Condition saturée (Conservant l'humidité du sol à ou au-dessus de la capacité du champ)	Total	Décortiqué	0,28**	0,40**	0,56**	• B. Hua <i>et al.</i> (2011) (16)
USA	<i>japonica indica</i>	3	Condition de submersion environ du stade de cinq feuilles jusqu'à la maturité complète.	Total	Décortiqué	0,46**	1,32**	1,48**	

Pays	Cultivar		Gestion de l'eau	En tant qu'analyte (Total ou Inorganique)	Décortiqué/ Poli	Concentration dans le grain (mg/kg)			Réf.
	Sous-espèces	Nombre de cultivars testés				Minimale	Moyenne ?	Maximale	
USA	<i>japonica indica</i>	3	Condition saturée (Conservant l'humidité du sol à ou au-dessus de la capacité du champ)	Total	Décortiqué	0,10**	0,16**	0,18**	
USA	<i>japonica indica</i>	3	Condition de submersion environ du stade de cinq feuilles jusqu'à la maturité complète.	Total	Décortiqué	0,36**	0,44**	0,54**	
Japon	<i>japonica indica</i>	58	Condition de submersion à l'exception du drainage du milieu de l'été au début juillet.	Total	Décortiqué				• M Kuramata <i>et al.</i> (2013)(17)
				2009		0,08	0,19	0,33	
				2008		0,03	0,10	0,18	
				2007		0,08	0,18	0,30	
				Inorganique	Décortiqué				
				2009		0,06	0,15	0,27	
				2008		0,01	0,05	0,16	
				2007		0,05	0,11	0,24	
Chine	<i>japonica indica</i>	8		Total	Poli	0,24	0,48	0,55	• X-L. Ren <i>et al.</i> (2006)(18)
USA	<i>japonica(8) indica(13)</i>	21	Condition de submersion jusqu'à une semaine avant la récolte	Total	Poli				• T. R. Pillai <i>et al.</i> (2010)(19)
				2005		0,27	0,48	1,83	
				2004		0,19	0,42	0,86	
USA	<i>japonica(3) indica(7)</i>	10	Condition de submersion jusqu'à une semaine avant la récolte	Total	Poli				
				2007		0,27	0,38	0,63	
				2004		0,27	0,46	0,60	
				Inorganique					
				2007		0,09	0,13	0,15	
				2004		0,09	0,12	0,15	

Pays	Cultivar		Gestion de l'eau	En tant qu'analyte (Total ou Inorganique)	Décortiqué/ Poli	Concentration dans le grain (mg/kg)			Réf.
	Sous-espèces	Nombre de cultivars testés				Minimale	Moyenne ?	Maximale	
Bangladesh	<i>japonica indica</i>	312	Condition de submersion jusqu'à la floraison d'une majorité de cultivars et puis le champ était sec jusqu'à la récolte.		Poli	0,19	0,44	0,90	• G. J. Norton et al. (2012) (7)
Chine	<i>japonica indica</i>	295	Condition de submersion jusqu'à la floraison d'une majorité de cultivars et puis le champ était sec jusqu'à la récolte		Décortiqué	0,36	0,66	1,27	
Arkansas(USA)	<i>japonica indica</i>	352	Une inondation a été effectuée au stade des cinq feuilles et drainée 15-20 jours après que tous les cultivars ont fleuri. Alors le champ a été sec jusqu'à la récolte.	2007	Décortiqué	0,03	0,21	1,04	
		346		2006		0,10	0,36	0,99	
Texas(USA)	<i>japonica indica</i>	377	Irrigation d'arrosage jusqu'à ce que les plantes ont atteint une moyenne de 18cm de hauteur et des conditions d'inondation.		Décortiqué	0,17	0,62	1,68	
Texas(USA)	<i>japonica indica</i>	374	Irrigation d'arrosage a été poursuivie afin de conserver l'humidification de la vie mais pas saturée.		Décortiqué	0,01	0,04	0,13	

\* Neuf cultivars non gluants et un cultivar glutinant

\*\* Les figures ont été recueillies à partir diagrammes à barres de bar dans la Figure 1 dans le document.

#### EXAMEN DES MESURES SUR LA TRANSFORMATION ET LA CUISSON

##### 1. Transformation (broyage)

###### (1) Comparaison des concentrations moyennes en arsenic dans le riz décortiqué et poli

Parmi les données fournies par l'Australie, la Chine, l'Indonésie, le Japon, le Kenya, Singapour, la Thaïlande et les États-Unis en réponse à l'appel de données, un total de 8066 points de données a identifié des échantillons avec des sous-espèces (*indica* ou *japonica*) et le type de riz (décortiqué ou poli) qui sont utilisés en tant que base pour le calcul. Les concentrations en arsenic dans le riz décortiqué et le riz poli étaient comparées en utilisant le test Mann-Whitney U pour chaque combinaison de sous-espèces de riz (*indica*, *japonica*)/types d'arsenic (tAs, iAs). Dans toutes les combinaisons de sous-espèces de riz /types d'arsenic les résultats ont montré des différences statistiques entre le riz décortiqué et le riz poli à 5 pour cent de seuil de signification.

Table 3:1 Comparaison de la concentration moyenne en arsenic du riz décortiqué et du riz poli.

	Riz décortiqué				Riz poli				Taux de concentration (moyenne de la concentration en arsenic dans le riz poli / décortiqué)	
	Total As		Inorganique As		Total As		Inorganique As		Total As (%)	Inorganique As (%)
	n	Concentration moyenne. (mg/kg)	n	Concentration moyenne. (mg/kg)	n	Concentration moyenne. (mg/kg)	n	Concentration moyenne. (mg/kg)		
<i>indica</i>	716	0,23	655	0,17	1127	0,14	912	0,09	61	52
<i>japonica</i>	1477	0,20	1470	0,17	889	0,13	820	0,11	65	65

## (2) Réduction de la concentration en arsenic par broyage

Trois études menées par la Chine et le Japon, montrant le pourcentage de concentration d'arsenic réduit par broyage. Dans ces études, les échantillons d'un même lot ont été utilisés et des concentrations en arsenic ont été » déterminées à la fois pour le riz décortiqué et le riz poli. Comme cela a été mentionné dans une dernière section, puisque la concentration d'arsenic dans le riz diffère selon le degré de polissage (DP)\*, nous avons uniquement utilisé les données avec 90 de DP% pour les données japonaises dans cette section. (Lorsque nous disons le riz poli au Japon, le DP% est habituellement de 90.)

\* DP% est un pourcentage en grain restant après le broyage. Par exemple, si le DP% est 90, 90 pour cent du grain reste après le broyage, et 10 pour cent des couches extérieures sont polies.

Tableau 3:2: Réduction de la concentration en arsenic par broyage

Pays	Sous-espèces	Riz décortiqué		Riz poli		Taux de concentration (poli / décortiqué)		Ref.
		Total As (mg/kg)	Inorganique As (mg/kg)	Total As (mg/kg)	Inorganique As (mg/kg)	Total As (%)	Inorganique As (%)	
Chine	<i>japonica</i>	0,083-0,739 0,255(moyenne)	0,071-0,567 0,209(moyenne)	0,033-0,437 0,143(moyenne)	0,028-0,217 0,108(moyenne)	37-98 64(moyenne)	36-97 52(moyenne)	Xie K. <i>et al.</i> (2013)(20)
Japon	<i>japonica</i>	0,487	0,431	0,296	0,221	61	51	Données non publiées
		0,223	0,208	0,147	0,132	66	63	
		0,040	0,044	0,025	0,031	64	71	
Japon	<i>japonica</i>	0,173	0,156	0,107	0,097	62	62	Narukawa <i>et al.</i> (2011)(21)

## (3) Relation entre DP% et réduction de la concentration en As

Une étude conduite au Japon a montré la relation entre DP% et la concentration en arsenic dans le riz. La concentration en arsenic total et inorganique des trois échantillons provenant des mêmes lots ont été déterminés pour le riz décortiqué., 95DP% de riz poli, 90DP% de riz poli, et pour un échantillon 87DP% de riz poli.

Table 3:3 Relation entre DP% et réduction de la concentration en arsenic

	Riz décortiqué	Riz poli (Taux de concentration du poli/décortiqué)		
DP%	100	95	90	87*
Total As (mg/kg)	0,487	0,411 (84%)	0,296 (61%)	
	0,223	0,179 (80%)	0,147 (66%)	0,125 (55%)
	0,040	0,033 (84%)	0,025 (64%)	
Inorganique As (mg/kg)	0,431	0,325 (75%)	0,221 (51%)	
	0,208	0,156 (75%)	0,132 (63%)	0,119 (58%)
	0,044	0,039 (88%)	0,031 (71%)	

\* Le son de riz complètement retiré est appelé « riz exempt de rinçage » au Japon. L'échantillon de riz avec 87pour cent de DP est un exemple de « riz exempt de rinçage. » (habituellement le riz décortiqué est poli à environ 90pour cent de DP% pour être appelé « riz poli. »)

## 2. Préparation (lavage) et cuisson

## (1) Réduction de la concentration en arsenic par rinçage

Trois études indiquant une modification dans la concentration en arsenic par le lavage ont été fournies par l'Inde, le Japon et le Royaume-Uni. Les trois études utilisaient de l'eau non contaminée pour laver le riz et une concentration d'As a été déterminée avant et après le rinçage.

Tableau 3:4 Réduction de la concentration en Arsenic grâce à un rinçage utilisant de l'eau non contaminée

Pays	Sous-espèces	Riz non cuit			Riz rincé				Taux de concentration (rincé/ non cuit)		Réf.
		Type	Total As (mg/kg)	Inorganique As (mg/kg)	Nombre de fois	Concentration en eau (mg/L)	Total As (mg/kg)	Inorganique As (mg/kg)	Total As (%)	Inorganique As (%)	
Japon	<i>japonica</i>	Poli	0,298 0,147	0,231 0,138	3	(<0.01) (DDW)	0,242 0,123	0,163 0,114	81 84	71 83	Données non publiées
UK	<i>indica</i> (basmati)	Poli	0,162	0,093	2	DDW*	0,141	0,086	87	92	Raab <i>et al.</i> (2008)(22)
		Décortiqué	0,131	0,089			0,111	0,080	85	90	
	<i>indica</i> (long grain)	Poli	0,229	0,138			0,222	0,131	97	95	
		Décortiqué	0,314	0,183			0,311	0,157	99	86	
Inde	<i>indica</i>	Poli	0,204- 0,540		5-6	<0.003			77		M.K.Sengupta <i>et al.</i> (2006)(23)

\*DDW moyennes « eau doublement d'ionisée distillée. »

## (2) Changement de concentration en arsenic dans le processus de cuisson

Trois types d'études ont été conduites dans ce domaine. Un type est l'étude utilisant de l'eau non contaminée et qui détermine la concentration en arsenic inorganique et en arsenic total avant et après la cuisson (Tableau 3:5 par l'Inde et le Royaume-Uni). Un autre type utilise de l'eau contaminée à l'arsenic et détermine une concentration en arsenic inorganique avant et après la cuisson (Tableau 3:6 par l'Espagne). Et pour finir, détermine la concentration en arsenic total et inorganique pour le riz cuit, avec de l'eau contaminée en arsenic et de l'eau non contaminée (le Tableau 3:7 par les États-Unis). Aux États-Unis, une étude relatée au changement de concentration en Arsenic Durant la transformation et la cuisson en addition à ces trois études est actuellement en cours.

Tableau 3:5 Changement en concentration d'arsenic total dans le processus de cuisson et de rinçage en utilisant de l'eau non contaminée (Étude conduite par l'Inde et le RU)

Pays	Sous-espèces	Analyte	Riz non cuit		Riz rincé		Riz cuit			Taux de concentration		Réf.	
			Type	As (mg/kg)	Nombre de fois	Concentration en eau. (mg/L)	Riz/ Taux d'eau	Concentration en eau. (mg/L)	As (mg/kg)	As (%)			
										rincé/ non cuit	cuit/ non cuit		
Inde	<i>indica</i>	Total	Poli	0,204-0,540	5-6	<0.003	1:5 - 1:6 jeter l'eau	<0,003		77	42-45	M.K.Sengupta <i>et al.</i> (2006)(23)	
			Poli	0,204-0,540	5-6	<0.003	1:1.5 – 1:2	<0,003			70-74		
			Poli	0,204-0,540	0	<0.003	1:1.5 – 1:2	<0,003					99-101
UK	<i>indica</i> (basmati)	Total	Poli	0,162	2	DDW*	1:2.5	DDW*	0,141	87	87	A Raab <i>et al.</i> (2008)(22)	
							1:6 jeter l'eau						0,103
		Inorganique		0,093				1:2.5		0,090	92		92
								1:6 jeter l'eau					
		Total	Décortiqué	0,131				1:2.5		0,119	85		85
								1:6 jeter l'eau					
		Inorganique		0,089				1:2.5		0,082	90		90
								1:6 jeter l'eau					
	<i>indica</i> (long grain)	Total	Poli	0,229	2	DDW*	1:2.5	DDW*	0,238	97	97		
							1:6 jeter l'eau					0,165	97
		Inorganique		0,138				1:2.5		0,144	95	95	
								1:6 jeter l'eau					0,070
		Total	Décortiqué	0,314				1:2.5		0,324	99	99	
								1:6 jeter l'eau					0,219
Inorganique			0,183				1:2.5		0,157	86	86		
							1:6 jeter l'eau					0,149	86



Tableau 3:6 Changement en concentration d'arsenic inorganique dans le processus de cuisson en utilisant de l'eau contaminée par l'arsenic (Étude conduite par l'Espagne)

Sous-espèces	Riz non cuit		Riz cuit			Taux de concentration (cuit/ non cuit)	Ref.
	Type	Inorganique As (mg/kg)	Riz/ Taux d'eau	Concentration en eau. (mg/L)	Inorganique As (mg/kg)	Inorganique As (%)	
<i>Inconnu</i> (long blanc)	Poli	0,15	1:4	0,1 0,3 0,6	0,40 1,30 2,85	270 870 1900	Torres <i>et al.</i> (2008)(24)
<i>Inconnu</i> (court brun)	Décortiqué	0,20	1:4	0,2 0,4 0,6	0,80 1,45 2,30	400 730 1200	
<i>Inconnu</i> (long brun)	Décortiqué	0,15	1:4	0,2 0,4 0,6	0,85 1,70 2,10	570 1100 1400	
<i>Inconnu</i> (blanc Thai)	Poli	0,10	1:4	0,2 0,4 0,7	0,70 1,50 3,25	700 1500 3300	

Tableau 3:7 Comparaison de la concentration en arsenic total du riz cuit utilisant de l'eau contaminée en arsenic et de l'eau non contaminée par l'arsenic (Étude conduite par les États-Unis)

Sous-espèces	Type	Riz/ Taux d'eau	Concentration en eau. (mg/L)	Concentration riz (mg/kg)		Ref.
				Total As	Inorganique As	
<i>Inconnu</i> (grain court)	Décortiqué	De 1:1 à 1:4	0 21,9 (As(V))	0,119 0,178	0,108 0,166	Ackerman <i>et al.</i> (2005)(25)
<i>Inconnu</i> (grain court)	Poli	De 1:1 à 1:4	0 21,9 (As(V))	0,099 0,162	0,084 0,128	
<i>Inconnu</i> (grain long)	Poli	De 1:1 à 1:4	0 21,9 (As(V))	0,236 0,310	0,083 0,143	

### Références

1. Ishikawa, S., Ishimaru, Y., Igura, M., Kuramata, M., Abe, T., *et al.*, *Ion-beam irradiation, gene identification, and marker-assisted breeding in the development of low-cadmium rice*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. **109**(47): p. 19166-19171.
2. Ueno, D., Yamaji, N., Kono, I., Huang, C.F., Ando, T., *et al.*, *Gene limiting cadmium accumulation in rice*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010. **107**(38): p. 16500-16505.
3. Bae, M., Watanabe, C., Inaoka, T., Sekiyama, M., Sudo, N., *et al.*, *Arsenic in cooked rice in Bangladesh*. The Lancet, 2002. **360**(9348): p. 1839-1840.
4. Xie, Z.M. and Huang, C.Y., *Control of arsenic toxicity in rice plants grown on an arsenic-polluted paddy soil*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1998. **29**(15-16): p. 2471-2477.
5. Sarkar, S., Basu, B., Kundu, C.K. and Patra, P.K., *Deficit irrigation: An option to mitigate arsenic load of rice grain in West Bengal, India*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2012. **146**(1): p. 147-152.
6. Hu, P., Li, Z., Yuan, C., Ouyang, Y., Zhou, L., *et al.*, *Effect of water management on cadmium and arsenic accumulation by rice (Oryza sativa L.) with different metal accumulation capacities*. Journal of Soils and Sediments, 2013. **13**(5): p. 916-924.
7. Norton, G.J., Pinson, S.R.M., Alexander, J., McKay, S., Hansen, H., *et al.*, *Variation in grain arsenic assessed in a diverse panel of rice (Oryza sativa) grown in multiple sites*. New Phytologist, 2012. **193**(3): p. 650-664.
8. Duxbury, J. and Panaullah, G., *Remediation of Arsenic for agriculture sustainability, food security and health in Bangladesh (Working paper)*. Cornell University and Bangladesh joint publication, FAOWater, FAO, Rome, 2007.
9. Anders *et al.*, *Effect of Water Management on Brown Rice Yield, and Total As and Cd Concentrations*, in *Proc. International Plant Nutrition Colloquium*, 2013: Istanbul, Turkey.
10. Spanu, A., Daga, L., Orlandoni, A.M. and Sanna, G., *The Role of Irrigation Techniques in Arsenic Bioaccumulation in Rice (Oryza sativa L.)*. Environmental Science & Technology, 2012. **46**(15): p. 8333-8340.
11. Rahman, M.A., Hasegawa, H., Rahman, M.M., Islam, M.N., Miah, M.A.M., *et al.*, *Arsenic accumulation in rice (Oryza sativa L.) varieties of Bangladesh: A glass house study*. Water Air and Soil Pollution, 2007. **185**(1-4): p. 53-61.
12. Kuramata, M., Abe, T., Matsumoto, S. and Ishikawa, S., *Arsenic accumulation and speciation in Japanese paddy rice cultivars*. Soil Science and Plant Nutrition, 2011. **57**(2): p. 248-258.
13. Norton, G.J., Duan, G., Dasgupta, T., Islam, M.R., Lei, M., *et al.*, *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*. Environmental Science & Technology, 2009. **43**(21): p. 8381-8386.
14. Norton, G.J., Islam, M.R., Deacon, C.M., Zhao, F.-J., Stroud, J.L., *et al.*, *Identification of Low Inorganic and Total Grain Arsenic Rice Cultivars from Bangladesh*. Environmental Science & Technology, 2009. **43**(15): p. 6070-6075.
15. Liu, W.J., Zhu, Y.G., Hu, Y., Williams, P.N., Gault, A.G., *et al.*, *Arsenic sequestration in iron plaque, its accumulation and speciation in mature rice plants (Oryza sativa L.)*. Environmental Science & Technology, 2006. **40**(18): p. 5730-5736.
16. Hua, B., Yan, W.G., Wang, J.M., Deng, B.L. and Yang, J., *Arsenic Accumulation in Rice Grains: Effects of Cultivars and Water Management Practices*. Environmental Engineering Science, 2011. **28**(8): p. 591-596.
17. Kuramata, M., Abe, T., Kawasaki, A., Ebana, K., Shibaya, T., *et al.*, *Genetic diversity of arsenic accumulation in rice and QTL analysis of methylated arsenic in rice grains*. Rice, 2013. **6**(1): p. 3.
18. Ren, X.L., Liu, Q.L., Wu, D.X. and Shu, Q.Y., *Variations in concentration and distribution of health-related elements affected by environmental and genotypic differences in rice grains*. Rice Sci, 2006. **13**(170): p. 178.
19. Pillai, T.R., Yan, W., Agrama, H.A., James, W.D., Ibrahim, A.M.H., *et al.*, *Total grain-arsenic and arsenic-species concentrations in diverse rice cultivars under flooded conditions*. Crop Science, 2010. **50**(5): p. 2065-2075.
20. Xie, K., Bin, Y., Feng, H., Xiao-Hong, S., Xiao-Wei, L., *et al.*, *Arsenic and arsenic speciation and exposure assessment for rice from China's major producing areas by HPLC-ICP-MS*. Environmental Science & Technology, 2013. **in press**.
21. Narukawa, T., Hioki, A. and Chiba, K., *Speciation and Monitoring Test for Inorganic Arsenic in White Rice Flour*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011. **60**(4): p. 1122-1127.
22. Raab, A., Baskaran, C., Feldmann, J. and Meharg, A.A., *Cooking rice in a high water to rice ratio reduces inorganic arsenic content*. Journal of Environmental Monitoring, 2009. **11**(1): p. 41-44.

23. Sengupta, M.K., Hossain, M.A., Mukherjee, A., Ahamed, S., Das, B., *et al.*, *Arsenic burden of cooked rice: Traditional and modern methods*. *Food and Chemical Toxicology*, 2006. **44**(11): p. 1823-1829.
24. Torres-Escribano, S., Leal, M., Vélez, D. and Montoro, R., *Total and Inorganic Arsenic Concentrations in Rice Sold in Spain, Effect of Cooking, and Risk Assessments*. *Environmental Science & Technology*, 2008. **42**(10): p. 3867-3872.
25. Ackerman, A.H., Creed, P.A., Parks, A.N., Fricke, M.W., Schwegel, C.A., *et al.*, *Comparison of a Chemical and Enzymatic Extraction of Arsenic from Rice and an Assessment of the Arsenic Absorption from Contaminated Water by Cooked Rice*. *Environmental Science & Technology*, 2005. **39**(14): p. 5241-5246.

**Liste des participants****Présidence****Chine**

Yongning WU, M.D., Ph D  
 Chief Scientist and Professor  
 Chine National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)  
 Director of Key Lab of Food Safety Risk Assessment  
 National Health and Family Planning Commission  
 Head of WHO Collaborating Center for Food Contamination Monitoring (Chine)

Panjiayuan Nanli 7, Chaoyang District  
 Beijing 100021, PR China  
 Tel: 86-10-67779118 or 52165589,  
 Fax 86-10-67791253 or 52165489

**Co-présidence****Japon**

Mr. Kenji Asakura  
 Director Plant Products Safety Division  
 Food Safety and Consumer Affairs Bureau  
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries  
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japon

**Membres participants****Argentina / Argentine**

Ing. Agr. Catalani Gabriela Alejandra  
 Codex Focal Point Argentina  
 Department of Agriculture (MAGYP), Argentina

Lic. Silvana Ruarte  
 Food Analytical Service  
 National Food Institute ANMAT

Martin Colicigno  
 Technical Advisor  
 Department of Agriculture (MAGYP), Argentina

**Australia / Australie**

Dr. Leigh Henderson  
 Section Manager, Product Safety Standards  
 Food Standards Australia New Zealand

**Austria / Autriche**

Ms Dr. Daniela Hofstädter  
 Austrian Agency for Health and Food Safety  
 Division Data, Statistics and Risk Assessment

**Brésil / Brésil / Brasil**

Lígia Lindner Schreiner-ANVISA

**Canada / Canadá**

Mr. Luc Pelletier  
 Scientific Evaluator  
 Health Canada

Dr. Robin Churchill  
 Senior Scientific Evaluator  
 Health Canada

**Chile / Chili**

Mrs. Enedina Lucas  
 Sección Coordinación Laboratorios Ambientales,  
 Departamento de Salud Ambiental, Instituto de Salud Pública

**Chine / Chine**

Dr. Chuanyong JING  
 Professor  
 State Key Laboratory of Environmental Chemistry and  
 Ecotoxicology  
 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese  
 Academy of Sciences

Dr. Xiaowei LI  
 Associate Professor  
 MOH Key Lab of Food Safety Risk Assessment  
 Chine National Center for Food Safety Risk Assessment  
 (CFSA)

Dr. Hongzhen LIAN  
 Professor  
 State Key Lab of Analytic Chemistry for Life Science  
 School of Chemistry & Chemical Engineering,  
 Nanjing University, PR Chine

Ms. Yi SHAO  
 Associate Researcher  
 Food Safety National Standard Secretary  
 Chine National Center for Food Safety Risk Assessment  
 (CFSA)

Dr. Jianbo SHI  
Associate Professor  
State Key Laboratory of Environmental Chemistry and  
Ecotoxicology  
Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese  
Academy of Sciences

Dr. Guoxin SUN  
Associate Professor  
State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology  
Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese  
Academy of Sciences

Dr. Yongguan ZHU  
Professor and Director General  
Institute of Urban Environment  
Chinese Academy of Sciences

Xiamen, P R Chine

**European Union / Union Européenne / Unión Europea**

Mr Frank Swartenbroux

**Ghana**

Dr. Joseph N. L. Lamptey  
Crop Research Institute  
Codex Contact Point (Ghana)  
Ghana Standards Authority

**Indonésie / Indonésie**

Tetty Helfery Sihombing (Ms)  
Director of Food Product Standardization  
National Agency of Drug and Food Control, Indonésie

**Iraq**

Shaker M. Ibrahem  
Head / Food Chem. Dept.  
Senior consultant, B.Sc., D.Ch.(Eng.), M.Phil.(Eng.)  
Central Public Health Laboratories

**Japon / Japon / Japón**

Mr. Masanori AOKI  
Assistant Director  
Plant Products Safety Division, Food Safety and Consumer  
Affairs Bureau  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Mr. Nobuyuki HAMASUNA  
Section Chief  
Plant Products Safety Division, Food Safety and Consumer  
Affairs Bureau  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Dr. Jin FUKUMOTO  
Deputy Director  
Standards and Evaluation Division, Department of Food Safety,  
Ministry of Health, Labour and Welfare

Mr. Wataru IIZUKA  
Assistant Director  
Standards and Evaluation Division, Department of Food Safety,  
Ministry of Health, Labour and Welfare

**Kenya**

Mrs. ALICE A. ONYANGO

Manager

Codex Contact Point - Kenya International Codex Food  
Standards Development Kenya Bureau of Standards

**Korea, Republic of / République de Corée /  
República de Corea**

Han-Sub Chang  
Researcher  
Republic of Korea, National Agricultural Products Quality  
Management Service

Kiljin KANG  
Deputy director  
Republic of Korea  
Hayun Bong  
Codex Researcher  
Republic of Korea

Ji-Young Kim  
National Academy Agricultural Science  
Rural Development Administration  
Contact Point  
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs  
Ministry of Food and Drug Safety

**Malaysia / Malaisie / Malasia**

Ms. Nik Shabnam binti Nik Mohd Salleh  
Deputy Director  
Standards and Codex Branch  
Food Safety and Quality Division  
Ministry of Health Malaysia

Ms. Ezlin Abdul Khalid  
Assistant Director  
Food Safety and Quality Division  
Ministry of Health Malaysia

**Philippines / Filipinas**

Edith San Juan  
Chief Research Specialist  
Technology Development Division, Food Development Center  
National Food Authority  
Department of Agriculture

**Russian Federation / Fédération de Russie /  
Federación Rusa**

Sergey Hotimchenko  
Head of Laboratory

**Singapour / Singapour / Singapur**

Joanne Chan Sheot Harn  
Director (Food Safety Division)  
Health Sciences Authority

**Spain / Espagne / España**

Ana López-Santacruz  
Head of Service in the Sub-directorate General of Food Risk  
Management  
Ministry of Health, Social Services and Equality

Anouchka Biel Canedo  
 Head of Section in the Sub-directorate General of Food Risk  
 Management  
 Ministry of Health, Social Services and Equality

M<sup>a</sup> Ignacia  
 Martín de la Hinojosa de la Puerta  
 Head of Service of the Agri-food Laboratory  
 Ministry of Agriculture, Food and Environment

Manuela Mirat Temes  
 Agri-food Laboratory technician  
 Ministry of Agriculture, Food and Environment

Felicidad Herrero Moreno  
 Technician of the Alert Veterinary Network  
 Ministry of Agriculture, Food and Environment

#### **Thailande / Thaïlande / Tailandia**

Mrs. Chutiwan Jatupornpong  
 Standards officer  
 Office of Standard Development, National Bureau of  
 Agricultural Commodity and Food Standards

#### **United Kingdom / Royaume-Uni / Reino Unido**

Paul Jenkins  
 Food Standards Agency Environmental & Process  
 Contaminants Branch Chemical Safety Division

#### **United States of America / États-Unis d'Amérique / Estados Unidos de América**

Henry Kim  
 U.S. Food and Drug Administration  
 Center for Food Safety and Applied Nutrition

Lauren Posnick Robin  
 U.S. Food and Drug Administration  
 Center for Food Safety and Applied Nutrition

#### **Consumers International**

Michael Hansen  
 Senior Scientist, Consumer Reports USA.

#### **FoodDrinkEurope**

Patrick Fox  
 Junior Manager Food Policy, Science and R&D

#### **International Alliance of Dietary/Food Supplement Associations (IADSA)**

Yi Fan Jiang

#### **International Council of Grocery Manufacturer Associations (ICGMA)**

Adrienne T. Black, Ph.D., DABT  
 Senior Manager, Science Policy and Chemical Safety  
 Grocery Manufacturers Association

Susan Abel  
 Vice President Safety and Compliance  
 Food & Consumer Products of Canada

#### **The Institute of Food Technologists (IFT)**

James R. Coughlin, Ph.D.  
 President, Coughlin & Associates:Consultants in  
 Food/Nutritional/Chemical Toxicology and Safety