



PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES

COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

Dix-septième session
15-19 avril 2024
Panama (ville), Panama

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LES ALCALOÏDES TROPANIQUES DANS LES ALIMENTS

(Préparé par le groupe de travail électronique présidé par la Chine et co-présidé par l'Arabie saoudite)

CONTEXTE

1. Les alcaloïdes tropaniques (AT) sont des toxines végétales naturelles présentes dans plusieurs familles de plantes, telles que les Brassicaceae (*B. oleracea*), les Solanaceae (*Atropa belladonna L.*, *Datura stramonium L.* et *Hyoscyamus niger L.*) et les Erythroxylaceae (y compris la coca). Les alcaloïdes tropaniques sont responsables des effets toxiques de certaines de ces plantes, dont toutes les parties en contiennent. Le groupe des alcaloïdes tropaniques comprend plus de 200 composants et le large éventail de composants que l'on trouve en particulier dans la famille des Solanacées résulte de l'estérification de la tropine avec une variété d'acides.
2. Des extraits de plantes contenant des AT sont utilisés depuis des siècles en médecine humaine. L'histoire de la Chine fait mention de Hua Tuo, un médecin qui vécut à la fin de la dynastie des Han de l'Est, qui utilisait en guise d'anesthésique général un mélange de *Datura* et d'alcool nommé Ma Fei San (littéralement «poudre de cannabis bouillie»). En Occident, l'atropine (le mélange racémique de (-)-hyoscyamine et (+)-hyoscyamine) et la scopolamine ont été utilisées tout au long de l'histoire de la médecine, généralement administrées à faibles doses sous forme de sels, comme le sulfate d'atropine, ou de dérivés semi-synthétiques tels que le bromure d'homatropine ou le bromure de N-butylscopolamine (Aehle, E, *et al.*, 2010).
3. Compte tenu de l'avis scientifique de la réunion d'experts FAO/OMS (2020) sur les alcaloïdes tropaniques et des opinions divergentes des membres, la 15^e session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF) a constaté le besoin d'établir un GTE pour préparer un document de travail sur les alcaloïdes tropaniques, afin d'examiner la nécessité et la faisabilité d'éventuelles actions de suivi, pour examen par la 16^e session du CCCF. Toutefois, aucun pays membre n'a accepté cette mission.
4. La 16^e session du CCCF (2023) a réexaminé ce point et est convenue de créer un GTE, présidé par la Chine et coprésidé par l'Arabie saoudite, chargé de préparer un document de travail sur les alcaloïdes tropaniques afin d'examiner la nécessité et la faisabilité d'éventuelles mesures de suivi, pour examen par la 17^e session du CCCF¹. La liste des participants au groupe de travail électronique figure à l'appendice III.
5. Le présent document de travail a pour objet de présenter des informations générales sur la toxicologie, l'analyse, les données, les risques pour la santé et la gestion liés à la présence d'alcaloïdes tropaniques dans les denrées alimentaires. Le document de travail s'articule principalement autour des commentaires relatifs à la réunion conjointe d'experts FAO/OMS (FAO/OMS, 2020) et à l'EFSA (groupe CONTAM de l'EFSA, 2013, 2016, 2018 et 2022) (appendice II). Une proposition pour de nouveaux travaux, basée sur le résumé et les conclusions du document de travail est présentée à l'appendice I.

PROCÉDÉ DE TRAVAIL

6. Les avant-projets de documents ont circulé deux fois et l'Arabie saoudite, la Belgique, le Brésil, la Chine, les États-Unis d'Amérique, le Japon, le Royaume-Uni, le PAM (Programme alimentaire mondial), l'ISDI (International Special Dietary Foods Industries) et FoodDrinkEurope ont fait part de leurs commentaires. La liste des participants au groupe de travail électronique est présentée à l'appendice III.

¹ REP 23/CF16, par. 106-113.

RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS DE DISCUSSION

Actions réalisables

7. Presque tous les membres du GTE sont favorables à l'idée de travailler d'abord sur un *code d'usages* avant d'envisager des LM. Un code d'usages incluant toutes les étapes des pratiques agricoles et de la transformation serait beaucoup plus utile que des LM pour réduire les AT dans les aliments. La mise en œuvre correcte de mesures de contrôle contribuera à prévenir la contamination et facilitera en outre la détection du ou des points d'entrée des AT dans les chaînes d'approvisionnement.
8. L'élaboration de LM convenues au niveau mondial pour les AT est gênée par le manque de données d'occurrence obtenues à l'aide de méthodes officielles et de stratégies d'échantillonnage associées. Jusqu'à présent, il n'existe pas de méthodes officielles validées pour les alcaloïdes tropaniques, et aucun essai d'aptitude n'a encore été mené par des laboratoires internationaux pour les méthodes d'analyse des alcaloïdes tropaniques. Avant d'établir des LM, il est essentiel d'établir une méthode analytique normalisée et validée pour les alcaloïdes tropaniques.
9. L'échantillonnage joue un rôle crucial dans la précision de la détermination des niveaux de toxines végétales dans un lot donné, car les toxines végétales présentes dans un lot peuvent être réparties de manière hétérogène. L'établissement de LM sans procédures d'échantillonnage appropriées risque de faire passer à côté de niveaux de toxicité aiguë. Si le CCCF envisage parallèlement d'entamer ou non des travaux en vue de l'établissement de LM, il sera nécessaire d'établir des méthodes d'échantillonnage pour le suivi/contrôle des niveaux de toxines végétales dans les aliments. Un membre a suggéré que les règlements (UE) 2023/2782² et 2023/2783³ soient utilisés à titre de référence.
10. Un commentaire supplémentaire a été fait selon lequel le CCCF pourrait peut-être envisager une extension du *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des produits destinés à l'alimentation humaine et animale par les alcaloïdes de pyrrolizidine* (CXC 74-2014) pour inclure également les alcaloïdes tropaniques, étant donné que les mesures de lutte contre les mauvaises herbes devraient être les mêmes.
11. Un membre se demande si le CCCF doit prendre des mesures de gestion des risques pour les alcaloïdes tropaniques à l'heure actuelle. Avant de prendre une décision, le CCCF devrait peut-être demander davantage d'informations au JECFA ou aux membres. L'évaluation du JECFA n'a pas abordé les expositions globales, mais s'est concentrée sur les expositions provenant de produits alimentaires spécifiques formulés pour le PAM et l'alimentation générale dans les pays où le PAM est actif.

Davantage de données et une évaluation des risques à grande échelle

12. Certains membres ont souligné que les données relatives aux AT semblaient provenir presque exclusivement d'Europe. Si nous voulons discuter des LM, un appel de données sur les AT pourrait être nécessaire. En outre, si les membres pouvaient fournir davantage de données sur les AT dans les plantes récoltées, aux stades post-récolte et pré-transformation, cela permettrait de mieux comprendre les mesures d'atténuation et l'application des BPA.
13. Certains membres ont recommandé d'élargir le champ de l'évaluation des risques pour inclure non seulement les produits de base les plus étudiés du point de vue de l'occurrence des AT, tels que le sarrasin, le millet, le maïs et le sorgho, mais aussi le blé et d'autres céréales.

Produits alimentaires

14. Nous nous sommes également penchés sur les produits de base sur lesquels nous devrions nous concentrer dans le cadre de la gestion des risques liés aux AT.
15. Les produits prioritaires devraient être les produits de base commercialisés à l'échelle mondiale, et la contamination potentielle par des graines de mauvaises herbes contenant des alcaloïdes tropaniques soulève des inquiétudes en termes de sécurité sanitaire des aliments.
16. La première concerne les céréales (millet, sorgho, sarrasin, maïs, blé, seigle, avoine, orge et riz), notamment des

² Règlement d'exécution (UE) 2023/2782 de la Commission du 14 décembre 2023 portant fixation des méthodes de prélèvement d'échantillons et des méthodes d'analyse pour le contrôle des teneurs en mycotoxines des denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) n° 401/2006.

³ Règlement d'exécution (UE) 2023/2783 de la Commission du 14 décembre 2023 portant fixation des modes de prélèvement d'échantillons et des méthodes d'analyse pour le contrôle des teneurs en toxines végétales des denrées alimentaires et abrogeant le règlement (UE) 2015/705.

aliments du PAM. Les fines herbes et les épices, les légumineuses (comme le soja), les oléagineux (comme le canola), les aliments transformés à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge sont également mentionnés.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

17. L'atropine et la scopolamine sont les AT les plus fréquemment détectées. Des données relatives à la toxicité et d'autres informations sur la présence d'AT dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale n'étaient disponibles que pour l'atropine et la (-)-scopolamine. Par conséquent, nous conseillons de concentrer la gestion des risques sur ces composants.
18. Bien que les évaluations du JECFA et de l'EFSA semblent aboutir à des conclusions différentes, il est primordial, compte tenu des incidents de contamination causés par les AT, que des stratégies de contrôle appropriées soient mises en place pour réduire l'exposition des consommateurs à ces substances.
19. Étant donné le peu de données disponibles, le CCCF pourrait tout d'abord lancer des travaux sur un code d'usages, soit en rédigeant un nouveau code d'usages, soit en élargissant le CXC 74-2014 pour y inclure les alcaloïdes tropaniques. Le code d'usages devrait inclure des stratégies d'atténuation pour empêcher/gérer la croissance des plantes qui produisent des alcaloïdes tropaniques, avec une attention particulière pour les mauvaises herbes du genre *Datura*, ainsi que des mesures post-récolte telles que le tri, et des précautions supplémentaires pour les aliments transformés à base de céréales destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge. Le code d'usages pourrait également aborder les questions relatives à la surveillance.
20. Afin de débattre de l'opportunité d'entamer des travaux d'établissement de LM à la prochaine étape, le CCCF pourrait envisager de lancer un appel de données sur la présence d'AT (atropine et/ou scopolamine) dans tous les types d'aliments, notamment celles portant sur les AT dans les plantes récoltées, aux stades post-récolte et pré-transformation, ainsi que sur les produits de mouture et les produits de consommation, y compris les aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge. Les membres devraient être encouragés à soumettre des ensembles de données complets, comprenant des résultats d'échantillons individuels plutôt que seulement des données agrégées. Lors de l'appel de données, il convient de veiller à ce que les méthodes d'échantillonnage et d'analyse soient appropriées. La méthode d'échantillonnage doit tenir compte de l'hétérogénéité et les données doivent être représentatives du lot.
21. L'évaluation du JECFA n'ayant pas abordé les expositions globales, elle s'est concentrée sur les expositions provenant de produits alimentaires spécifiques formulés pour le PAM et l'alimentation générale dans les pays où le PAM est actif. Si le JECFA pouvait procéder à une évaluation complète des risques liés à la présence d'AT dans les aliments, cela contribuerait à alimenter le débat sur l'élaboration future de LM.
22. Le CCCF est invité à examiner si le document de travail (appendice II) contient suffisamment d'informations pour soutenir de nouveaux travaux sur un code d'usages ou une révision du *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des aliments destinés à la consommation humaine et animale par les alcaloïdes de la pyrrolizidine* (CXC 74-2014).
23. Sur la base de l'évaluation ci-dessus, réviser le document de projet en conséquence (appendice I) et constituer un GTE pour préparer un code d'usages pour la prévention et la réduction des alcaloïdes tropaniques ou pour réviser le *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des aliments destinés à la consommation humaine et animale par les alcaloïdes pyrrolizidiniques* (CXC 74-2014).
24. Si le document de travail doit être élargi, le CCCF est invité à identifier les lacunes ou les informations qui devraient être approfondies afin d'orienter le travail du GTE.
25. Le CCCF est également invité à demander au Secrétariat du JECFA de lancer un appel de données et de demander au JECFA de procéder à une évaluation des risques à grande échelle afin d'examiner plus avant la nécessité d'élaborer des LM pour les AT dans les aliments.

APPENDICE I

Proposition de nouveaux travaux

1) Objectif et champ d'application du projet

Les nouveaux travaux proposés visent à élaborer un code d'usages ou à élargir le *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des aliments destinés à la consommation humaine et animale par les alcaloïdes de pyrrolizidine* (CXC 74-2014) pour inclure également les alcaloïdes tropaniques (AT). L'objectif est d'élaborer un code d'usages pour prévenir ou éviter la contamination par les AT.

2) Pertinence et rapidité d'exécution

La réunion conjointe d'experts FAO/OMS (FAO/OMS, 2020) a fourni des avis scientifiques d'experts. Il existe déjà un *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des aliments destinés à la consommation humaine et animale par les alcaloïdes de pyrrolizidine* (CXC 74-2014) qui pourrait être adapté pour inclure les AT.

3) Principaux aspects à considérer

Ces travaux porteront sur les mesures relatives à la prévention des AT, y compris des stratégies d'atténuation pour empêcher/gérer la croissance des plantes qui produisent des alcaloïdes tropaniques, avec une attention particulière pour les mauvaises herbes du genre *Datura*, ainsi que des mesures post-récolte telles que le tri, et des précautions supplémentaires pour les aliments transformés à base de céréales destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge.

4) Évaluation au regard des critères d'établissement des priorités de travail

(a) **Protection des consommateurs du point de vue de la santé et des pratiques frauduleuses.** Pour protéger la santé des consommateurs, il convient de prévenir ou de réduire l'exposition aux AT. Un code d'usages formulant des recommandations à l'intention des gouvernements, des agriculteurs et des opérateurs de l'agroalimentaire contribuera à empêcher que des aliments contaminés entrent sur le marché.

(b) **Diversification des législations nationales et obstacles apparents, en résultant ou potentiels, au commerce international. Actuellement, bonnes pratiques et législations.** L'élaboration d'un code d'usages ou une mise à jour du code d'usages existant est nécessaire pour garantir que les informations sur les pratiques recommandées pour prévenir et réduire l'exposition aux AT sont disponibles pour tous les pays membres. Ce code fournira en outre les moyens permettant aux exportateurs d'assurer la réduction du risque d'AT et d'aider au bon respect des LM susceptibles d'être établies à l'avenir.

(c) **Champ d'application des travaux et établissement de priorités entre les différentes parties des travaux.**

Le code d'usages abordera toutes les mesures pertinentes pour la prévention ou la réduction des AT aux différentes étapes de la chaîne alimentaire.

(d) **Travaux déjà entrepris par d'autres organisations internationales dans ce domaine.** Des travaux sur les AT ont été entrepris par plusieurs organisations telles que le JEFCA, l'EFSA, le PAM, et peuvent être consultés lors de l'élaboration d'un code d'usages. Ces organisations ont émis des recommandations, mais n'ont pas proposé de code d'usages.

5) Pertinence par rapport aux objectifs stratégiques du Codex

(a) **Objectif 1 Réagir rapidement aux problèmes actuels, naissants et cruciaux.** La mise en place d'un code d'usages pour la prévention et la réduction des AT dans les aliments ou la mise à jour du CX 74-2014 répondra au besoin actuel de directives pour assurer la santé des consommateurs.

(b) **Objectif 2 Élaborer des normes fondées sur la science et les principes de l'analyse des risques du Codex.** Ce travail appliquera les principes de l'analyse des risques dans l'élaboration d'un code d'usages, en utilisant les données scientifiques et les recommandations de la FAO/OMS et d'autres organismes experts reconnus, pour contribuer à une réduction de l'exposition des consommateurs aux AT.

(c) **Objectif 3 Accroître les efforts en faisant en sorte que les normes du Codex soient reconnues et utilisées.** Le code d'usages proposé garantit que les informations sur les pratiques recommandées pour prévenir et réduire les AT sont constituées des meilleures pratiques actuelles et sont disponibles pour tous les pays membres, en particulier ceux qui ont moins de ressources à consacrer à ce sujet.

(d) **Objectif 4 Faciliter la participation de tous les membres du Codex tout au long du processus d'établissement d'une norme.** L'élaboration d'un code d'usages dans le cadre de la procédure par étapes du Codex permettra à

tous les membres du Codex de disposer d'informations sur les pratiques recommandées en matière de prévention et de réduction des AT.

- (e) **Objectif 5 Améliorer les systèmes et pratiques de gestion des travaux qui contribuent à la réalisation efficace et effective de tous les objectifs du Plan stratégique.** Un code d'usages contribuera à assurer la conception et la mise en œuvre de systèmes et de pratiques de gestion du travail efficaces et effectifs en fournissant des directives de base aux pays et aux producteurs, afin de maintenir hors du marché les produits contaminés par les AT.

6) Informations sur la relation entre la proposition et d'autres documents existants du Codex

Cette proposition peut concerner une mise à jour du *Code d'usages pour la lutte contre les mauvaises herbes afin de prévenir et de réduire la contamination des aliments destinés à la consommation humaine et animale par les alcaloïdes de pyrrolizidine* (CXC 74-2014) existant.

7) Identification de tout besoin de disponibilité d'avis scientifiques d'experts

La réunion conjointe d'experts FAO/OMS (FAO/OMS, 2020) et l'EFSA (groupe CONTAM de l'EFSA, 2013, 2016, 2018 et 2022) ont déjà fourni des avis scientifiques d'experts.

8) Identification de tout besoin de contribution technique à la norme de la part d'organismes externes

Actuellement, aucun besoin d'apport technique supplémentaire de la part d'organismes externes n'a été identifié.

9) Le calendrier proposé pour la réalisation de ces nouveaux travaux, y compris la date de démarrage, la date proposée d'adoption à l'étape 5 et la date proposée pour adoption par la Commission.

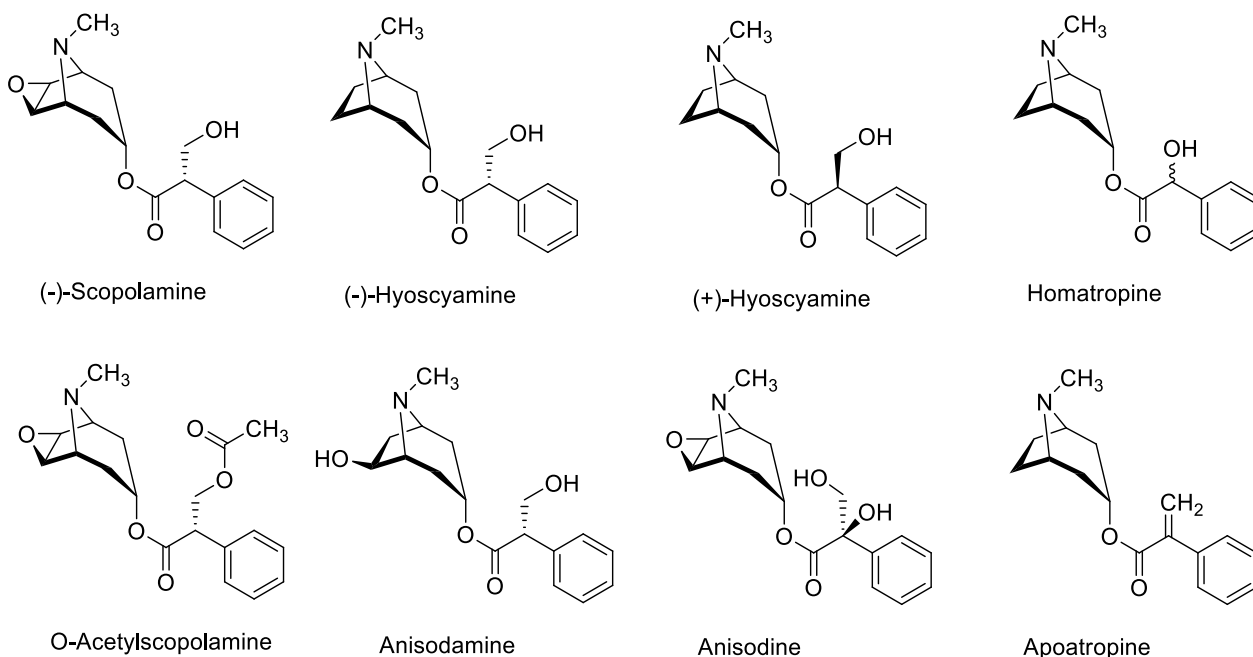
Les travaux commenceront après la recommandation de la 17^e session du CCCF et l'approbation de la CAC en 2024. L'achèvement des travaux est prévu pour 2028 ou plus tôt.

APPENDICE II

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LES ALCALOÏDES TROPANIQUES DANS LES ALIMENTS

INTRODUCTION

1. Les informations fournies par l'EFSA dans son avis scientifique sur les alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale montrent les structures des alcaloïdes tropaniques du *Datura* (EFSA, 2013). Le groupe des alcaloïdes tropaniques du *Datura* peut être divisé en trois sous-groupes: les alcaloïdes tropaniques «ordinaires» de type *Datura* (contenant un anneau tropanique estérifié en un dérivé d'acide phénylacétique, figure 1), tels que la (-)-hyoscyamine et la (-)-scopolamine; les alcaloïdes tropaniques de type Convolvulaceae (structures non représentées); et les alcaloïdes tropaniques de faible poids moléculaire (structures non représentées).

Figure 1. Structures chimiques d'alcaloïdes tropaniques de type *Datura* représentatifs

2. Bien que plus de 200 alcaloïdes tropaniques différents aient été identifiés à ce jour dans diverses plantes, les données relatives à leur présence dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale et à leur toxicité sont limitées. Les alcaloïdes tropaniques les plus étudiés sont la (-)-hyoscyamine et la (-)-scopolamine qui, contrairement aux énantiomères (+), sont formés naturellement. La (-)-hyoscyamine et la (-)-scopolamine sont les alcaloïdes les plus concentrés et les plus fréquents dans les plantes productrices d'alcaloïdes tropaniques. Vingt-quatre alcaloïdes tropaniques différents ont été surveillés, mais l'atropine et la scopolamine représentaient 83 % de la teneur en alcaloïdes tropaniques signalée (Mulder *et al.*, 2016). Outre des données sur la toxicité, des informations sur la présence d'AT dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale n'étaient disponibles que pour la (-)-hyoscyamine et la (-)-scopolamine. L'évaluation des risques liés aux alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale, réalisée par l'EFSA (Groupe CONTAM de l'EFSA, 2013) et la réunion conjointe d'experts de la FAO et de l'Organisation mondiale de la santé (FAO/OMS, 2020), se sont également concentrées sur l'atropine (le mélange racémique de (-)- et de (+)-hyoscyamine) et sur la scopolamine. Par conséquent, le présent document n'a pu porter que sur ces composants.
3. Les graines des espèces *Brugmansia*, *Datura* et *Hyoscyamus* sont les matériels les plus susceptibles de contaminer le grain (et par conséquent les aliments à base de grain), car leur densité, leur taille et leur forme sont similaires à celles de ces dernières. Les plantes vigoureuses à faible densité peuvent produire jusqu'à 30 000 graines chacune (Jimsonweed, CALS). Des graines de *D. stramonium* ont été signalées dans des graines de lin, de soja, de millet, de tournesol et de sarrasin. Dans les graines, l'atropine et la scopolamine représentaient respectivement 66 et 20 % (pourcentage estimé en utilisant le courant ionique total) de la teneur totale en alcaloïdes tropaniques (El Bazaoui, 2011). D'après le document d'orientation sur la contamination physique des graines de *Datura stramonium*, la concentration estimée d'atropine dans les graines varie de 4000 à 13 000 mg/kg (FAO et OMS, 2020).

4. Dans l'étude citée par Mulder *et al.* (2016), 1709 échantillons de produits alimentaires d'origine végétale, principalement produits en Europe et collectés dans neuf pays européens, ont été analysés pour détecter la présence d'alcaloïdes tropaniques. Un ou plusieurs alcaloïdes tropaniques ont été détectés dans 21,3 % des farines à composant unique, 20 % des aliments à base de céréales pour les jeunes enfants âgés de 6 à 36 mois, 15,8 % du pain, 26,2 % des légumineuses et les poêlées de légumes, et 14,6 % des biscuits. En raison du grand nombre d'échantillons et de l'étendue des matrices alimentaires échantillonnées, il s'agit de l'étude la plus importante actuellement disponible sur les taux d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments, même si les échantillons n'ont été obtenus que sur les marchés de pays européens.
5. Au total, 58 notifications et alertes ont été émises par le RASFF pour l'atropine et la scopolamine entre 1994 et le 31 décembre 2022 (Nijs *et al.*, 2023). Les signalements portaient sur sept catégories de produits alimentaires ainsi que la catégorie des aliments pour animaux. Au total, trente-neuf signalements concernaient la catégorie de produits «céréales et produits à base de céréales», sept concernaient la catégorie «cacao et préparations à base de cacao, café et thé», cinq concernaient la catégorie «aliments diététiques, compléments alimentaires, aliments fortifiés», quatre concernaient la catégorie «fines herbes et épices» et un signalement concernait chacune des catégories «additifs alimentaires et arômes», «fruits et légumes» et «fruits à coque, produits à base de fruits à coque et graines». Pour 28 des 39 signalements dans la catégorie de produits «céréales et produits à base de céréales», des concentrations d'alcaloïdes tropaniques étaient notifiées, pour la somme de l'atropine et de la scopolamine, allant de 4,0 à 1014 µg/kg. Un maximum de 20 835 µg/kg de la somme de l'atropine et de la scopolamine a été signalé en 2018 pour des graines de cumin entières (RASFF 2018.0774). La plupart des signalements effectués dans la catégorie de produits «céréales et aliments à base de céréales» concernaient des «aliments à base de maïs, pop-corn» (13 signalements), du «millet et aliments à base de millet» (11 signalements) et du «sarrasin» (9 signalements). Pour certains incidents, plusieurs signalements RASFF ont été effectués par différents pays de l'UE. Les résultats indiquent que des adventices contenant des alcaloïdes tropaniques poussent dans de nombreux champs où sont cultivées des céréales. Après la récolte, les (graines d')adventices ne sont pas entièrement éliminées et sont moulues dans la farine destinée à la production alimentaire.
6. En Chine, la littérature a fait état de nombreuses intoxications alimentaires dues à l'ingestion accidentelle de *Datura stramonium L.* ou d'intoxications causées par des graines de *Datura stramonium L.* mélangées par erreur à des céréales (Guo *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2022).

TOXICOLOGIE ET EFFETS SUR LA SANTÉ IDENTIFIÉS PAR DES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

7. Les alcaloïdes tropaniques exercent leurs effets pharmacologiques et toxicologiques principalement en agissant comme antagonistes compétitifs des récepteurs muscariniques de l'acétylcholine, tant au niveau du système nerveux central que périphérique. Plusieurs études ont montré que la (-)-hyoscyamine est principalement responsable de l'activité antimuscarinique de l'atropine, l'énantiomère (+) ayant une affinité 30 à 300 fois plus faible pour les récepteurs muscariniques. Les principaux effets antimuscariniques des alcaloïdes tropaniques sur le système périphérique sont la diminution de la production de sécrétions des glandes salivaires, bronchiques et sudoripares, la dilatation des pupilles et la paralysie de l'accommodation, l'accélération du rythme cardiaque, l'inhibition de la miction, la réduction du tonus gastro-intestinal et l'inhibition de la sécrétion d'acide gastrique. À des doses toxiques, la (-)-hyoscyamine et la (-)-scopolamine provoquent une stimulation du système nerveux central qui s'accompagne d'agitation, de désorientation, d'hallucinations et de délire. Au fur et à mesure que la dose augmente, la stimulation cède la place à une dépression centrale, entraînant la mort par paralysie respiratoire. En dessous des doses antimuscariniques, l'atropine et la (-)-scopolamine présentent une activité cholinomimétique, entraînant des effets paradoxaux tels qu'une augmentation de la fréquence et de l'amplitude des contractions gastriques et une diminution du rythme cardiaque. Le mécanisme exact de l'activité cholinomimétique n'est pas connu.
8. En 2013, le groupe scientifique de l'EFSA sur les contaminants de la chaîne alimentaire (groupe CONTAM) a publié un avis scientifique sur les risques pour la santé humaine et animale liés à la présence d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale (groupe CONTAM de l'EFSA, 2013). Le groupe CONTAM a choisi la diminution du rythme cardiaque comme effet critique et a constaté qu'elle se produisait à des doses plus faibles que les autres effets antimuscariniques périphériques. Pour cet effet, le groupe CONTAM a établi une dose de référence aiguë de groupe (DrfA) de 0,016 µg/kg de poids corporel (pc) pour la somme de la (-)-hyoscyamine et de la (-)-scopolamine, dans l'hypothèse d'une activité équivalente.

9. En 2020, une réunion conjointe d'experts FAO/OMS a évalué les risques liés à la présence d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments en réponse à l'apparition de deux foyers de contamination dans la chaîne d'approvisionnement des aides alimentaires en 2019 (FAO/OMS, 2020). En avril 2019, la consommation d'un lot de céréales fortifiées contaminées par des niveaux élevés de (-)-scopolamine et de (±)-hyoscyamine a entraîné l'hospitalisation d'environ 300 personnes et cinq décès dans la République de l'Ouganda. Un deuxième incident est survenu avec du sorgho non transformé distribué en tant qu'aide alimentaire à la République du Soudan du Sud. La FAO/OMS a mesuré que chez les adultes masculins en bonne santé, une dose de 1,54 µg/kg pc était considérée comme une «dose minimale entraînant un effet aigu cliniquement significatif», sur la base de la réduction de la sécrétion salivaire.
10. La FAO/OMS a effectué des analyses de la dose de référence (BMD) pour plusieurs paramètres de l'étude, notamment la sécrétion salivaire à 1,5 et 3,5 h, la sécrétion sudorale à 1,5 et 3,5 h et la taille des pupilles à 4 h, en utilisant dans tous les cas une réponse de référence (BMR) de 5 %. Pour la diminution de la sécrétion salivaire, des BMDL₀₅ de 0,3 et 0,2 µg/kg pc par jour ont été calculées à 1,5 et 3,5 h, respectivement. Pour les autres paramètres, la FAO/OMS a considéré que les estimations des BMDL₀₅ étaient peu fiables en raison des larges intervalles quant à la BMDL/BMDU. Parallèlement, les doses sans effet observable (NOEL) et les doses minimales avec effet observable (LOEL) ont été identifiées pour tous les effets, et calculées comme résumé au tableau 1. La diminution du rythme cardiaque et de la sécrétion salivaire ont été considérées comme les effets biologiques les plus sensibles. En ce qui concerne la diminution du rythme cardiaque, la FAO/OMS a conclu que, bien qu'il s'agisse d'un indicateur sensible des effets biologiques, l'ampleur observée n'était pas susceptible de provoquer des effets néfastes chez des individus en bonne santé. La FAO/OMS a reconnu que la BMR de 5 % utilisée ne représentait pas un niveau de résistance en ce qui concerne l'effet sur la sécrétion salivaire, mais qu'elle était plutôt utilisée comme biomarqueur sensible des effets antimuscariniques. La dose la plus faible à laquelle une diminution non statistiquement significative de la sécrétion salivaire a été observée dans l'étude de Perharič *et al.* (2013) (c'est-à-dire la NOEL de 1,54 µg/kg pc) a finalement été considérée par la FAO/OMS comme «une dose minimale entraînant un effet aigu cliniquement significatif» pour les effets antimuscariniques de la (-)-hyoscyamine et de la (-)-scopolamine chez des adultes masculins en bonne santé.
11. La réunion conjointe d'experts FAO/OMS n'a pas été en mesure d'estimer les facteurs de dégradation à utiliser dans les évaluations de l'exposition alimentaire en raison de plusieurs contraintes. Ces contraintes comprennent le petit nombre d'études de cuisson pertinentes, l'incertitude entourant les résultats de ces études, l'absence d'informations sur les produits de dégradation dans ces études, et le manque d'informations sur la façon dont les matrices alimentaires spécifiques et les techniques de transformation des aliments affecteront le degré de perte d'atropine et de scopolamine. Étant donné que Perharič *et al.* (2013) ont signalé une perte d'atropine (37 %) et de scopolamine (58 %) pendant la cuisson, les doses correspondantes ont été ajustées en conséquence, la NOEL et la BMDL₀₅ étant ajustées à 0,15 et 0,20 µg/kg pc, respectivement. Il est clair que de plus amples informations sont nécessaires concernant les effets de la transformation sur les alcaloïdes tropaniques.

Tableau 1 Résumé des doses déclenchant un effet critique (µg/kg pc) identifiées par la FAO/OMS pour la somme de la (-)-hyoscyamine et de la (-)-scopolamine.

Effet	12. NOEL	13. LOEL	14. BMDL ₀₅
Diminution du rythme cardiaque	15. 0,15	16. 0,46	17. -
Diminution de la sécrétion salivaire	18. 0,46	19. 1,54	20. 0,2-0,3
Diminution de la sécrétion sudorale	21. 1,54	22. 4,62	23. -
Dilatation des pupilles	24. 4,62	25. 15,41	26. -

12. La comparaison des caractérisations du danger des effets toxicologiques et pharmacologiques de la (-)-hyoscyamine et de la (-)-scopolamine réalisée par le groupe CONTAM et la FAO/OMS a mis en évidence les principales différences dans l'interprétation des résultats de l'étude clinique sur l'homme réalisée par Perharič *et al.* (2013).
13. L'EFSA (EFSA, 2022) a déclaré qu'il n'était pas simple de comparer quantitativement les différences entre les évaluations du groupe CONTAM et de la FAO/OMS, compte tenu des différentes approches appliquées et des différentes ampleurs des évaluations. Compte tenu des incertitudes existantes, la DrfA établie par le groupe CONTAM devrait être conservée sans modification, car elle protège la population générale, y compris les sous-groupes sensibles. En conclusion, sur la base de la comparaison avec l'évaluation de la FAO/OMS, une mise à jour de l'évaluation du groupe CONTAM sur les risques pour la santé humaine liés à la présence d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments n'est pas jugée nécessaire.

MÉTHODES ANALYTIQUES

14. Diverses méthodes analytiques peuvent être utilisées pour déterminer les alcaloïdes tropaniques dans différents échantillons, aliments, médicaments, plantes et fluides biologiques inclus (Gonzalez Gomez *et al.*, 2022). La chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), la chromatographie en phase liquide avec différents détecteurs (UV, spectrométrie de masse (MS), spectrométrie de masse en tandem), l'électrophorèse capillaire, l'essai immuno-enzymatique (ELISA) et la chromatographie sur couche mince (TLC) ont été largement utilisés. Toutefois, en raison de la complexité de la matrice et de la concentration généralement faible des analytes, seules quelques méthodes suffisent pour déterminer et contrôler les résidus d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments. En général, plusieurs méthodes résiduelles sont actuellement utilisées pour l'évaluation de l'exposition alimentaire. Actuellement, seules les méthodes par MS peuvent mesurer avec précision des traces d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale. Deux méthodes basées sur la MS ont été utilisées, en combinaison avec la chromatographie en phase gazeuse (GC) ou la chromatographie en phase liquide (LC) comme normes d'analyse.
15. La CG couplée à la MS est une méthode efficace pour identifier rapidement et de manière fiable un large spectre de composants potentiels dans les cas d'intoxication. Cependant, ce n'est pas la technique favorite pour analyser et quantifier les alcaloïdes tropaniques dans les aliments. Bien que la détermination des alcaloïdes tropaniques puisse être effectuée sans dérivatisation, les réactions de dérivatisation sont couramment utilisées dans l'analyse GC, car l'atropine et la scopolamine peuvent se déshydrater à des températures élevées et former de l'apoatropine et de l'aposcopamine.
16. La LC-MS est la technique la plus utilisée pour la détermination de l'atropine et de la scopolamine dans les aliments et les matrices biologiques. La chromatographie en phase inversée sur des phases stationnaires C18 et des phases mobiles contenant du méthanol ou de l'acétonitrile et des sels d'ammonium (formiate, acétate) ou de l'acide formique ont été utilisées pour la séparation des alcaloïdes tropaniques, principalement sans séparation énantiomérique de la (+)- et de la (-)-hyoscyamine. Pour la séparation des énantiomères de l'atropine, des colonnes chirales sont nécessaires, et les méthodes disponibles pour la détermination de ces énantiomères dans les aliments sont limitées. Les effets de la matrice de l'échantillon peuvent rendre difficile le respect des tolérances pour la confirmation de l'identité à l'aide de la MS. Par conséquent, il convient d'inclure des étapes de nettoyage dans les procédures de préparation des échantillons, et la quantification est généralement effectuée à l'aide d'une courbe d'étalonnage adaptée à la matrice ou d'étalons isotopiquement marqués. Lorsque la séparation des énantiomères de l'atropine n'est pas possible, il convient d'analyser et d'indiquer la concentration d'atropine.
17. La littérature décrit diverses procédures de préparation des échantillons pour l'extraction des alcaloïdes tropaniques à partir de matrices alimentaires et végétales, ainsi que des procédures de nettoyage. Les alcaloïdes tropaniques contiennent une amine tertiaire dans leur structure, qui est protonée en milieu acide. Les espèces protonées des alcaloïdes tropaniques sont plus solubles dans l'eau que leurs bases libres et cette propriété permet une extraction sélective des analytes de la matrice, à l'exclusion des composés lipophiles. Par conséquent, l'extraction solide-liquide avec des mélanges d'eau et de solvants organiques polaires a permis l'extraction sélective des alcaloïdes en présence de composants lipophiles. L'ajout d'acide formique au solvant renforce l'efficacité de l'extraction, tandis qu'en milieu alcalin, une hydrolyse des alcaloïdes esters se produit (Dräger, 2002). Jandric *et al.* (2011) ont extrait des alcaloïdes tropaniques du blé moulu en utilisant une procédure QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*) adaptée. Une méthode d'extraction non aqueuse en phase solide utilisant un échangeur de cations fort à base de silice a été employée avec succès pour l'enrichissement des alcaloïdes tropaniques et pour la détermination de l'atropine et de la scopolamine dans des extraits de *Scopolia tangutica* par détecteur à réseau de diodes LC (DAD) et LC-MS (Long *et al.*, 2012). Une extraction assistée par micro-ondes suivie d'une extraction en phase solide dispersive QuEChERS a été utilisée pour la détermination de l'atropine et de la scopolamine dans les genres *Datura* (feuilles et graines) par GC-MS (Ciechomska *et al.*, 2016).

18. Dans l'étude citée par Mulder *et al.* (2016), les alcaloïdes tropaniques ont été analysés dans un grand nombre d'échantillons (n=1709) par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). Cette méthode a été développée et validée en interne et a été considérée comme adaptée à l'objectif visé. Cette méthode comprenait 24 alcaloïdes tropaniques de *Datura*, et les limites de quantification (LOQ) pour les différents groupes d'aliments étaient comprises, selon le type d'alcaloïdes tropaniques, entre 0,5 et 5 µg/kg dans les farines simples et les aliments à base de céréales, les tisanes et légumineuses sèches, et les poêlées de légumes, et entre 0,0067 et 0,0333 µg/L dans les infusions de thé. Les limites de détection (LD) étaient comprises entre 0,05 et 2,5 µg/kg dans les farines simples, les aliments à base de céréales, les tisanes et légumineuses sèches, et les poêlées de légumes, et entre 0,0017 et 0,0133 µg/L dans les infusions de thé. Dans cette méthode, la quantification est réalisée selon une approche fondée sur la dilution isotopique, en utilisant deux normes internes (atropine-d₃ et scopolamine-d₃).
19. En général, l'extraction en phase solide et la méthode QuEChERS sont les méthodes de préparation des échantillons les plus couramment utilisées. En outre, on ne peut ignorer que la méthode d'échantillonnage et l'uniformité du mélange lors du prétraitement de l'échantillon sont cruciales avant la préparation de l'échantillon et doivent être pleinement prises en compte dans l'étude ultérieure de la méthode analytique.
20. La LC-spectrométrie de masse à haute résolution (HRMS) est une technique de pointe pour le dépistage correct des alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à l'homme et à l'animal. Rollo *et al.* (2023) ont publié un article de recherche parlant d'une méthode QuEChERS combinée à la LC-HRMS pour la détermination simultanée précise et sensible des alcaloïdes pyrrolizidiniques et tropaniques dans les céréales et les épices. La principale qualité de cette technique est sa capacité d'identification des composants. Dans le cadre de ces travaux, les auteurs ont appliqué un critère d'identification adopté par la Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire (SANTE) de l'UE. Il prévoit (i) un ion précurseur détecté avec une précision de masse inférieure à 5 ppm; (ii) le temps de rétention de l'analyte dans l'extrait doit correspondre à celui de la norme d'étalonnage avec une tolérance de ±0,1 min; (iii) le nombre minimum d'ions pour le HRMS est de deux ions avec une précision de masse inférieure à 5 ppm, y compris au moins un ion de fragmentation. Les composants étaient considérés comme «identifiés» lorsque tous les critères étaient remplis, «détectés» lorsqu'un seul critère (i) était rempli, et «non trouvés» lorsqu'aucun de ces critères n'était rempli. En outre, cette LC-HRMS offre une sensibilité élevée, pour les AT, la limite de détection (LOD) obtenue est de 0,1 µg/kg et la LOQ de 0,4 µg/kg. Romera-Torres *et al.* (2020) ont réalisé une analyse complète des alcaloïdes tropaniques et un dépistage rétrospectif des contaminants dans des échantillons de miel à l'aide de la LC-HRMS. Un des 19 échantillons de miel était positif et contenait 27 µg/kg de scopolamine. Ils utilisent la LC-HRMS à la fois pour les analyses AT ciblées et les analyses de contaminants post-ciblées.

TENEURS EN ALCALOÏDES TROPANQUES DANS LES ALIMENTS

21. La base de données GEMS/Aliments contient des données sur les niveaux de scopolamine dans 4 289 produits alimentaires de 2006 à 2022. La plupart des résultats analytiques (90,3 %) sont censurés, c'est-à-dire qu'ils sont déclarés comme étant égaux à 0. Selon la base de données GEMS/Aliments, plusieurs catégories d'aliments présentent des valeurs maximales élevées de scopolamine. Il s'agit notamment des céréales ou des produits à base de céréales (460,0 µg/kg), des légumineuses, des fruits à coque et des graines oléagineuses (389,6 µg/kg), des boissons stimulantes, séchés et dilués à l'exclusion des produits à base de cacao (133,7 µg/kg), des racines et tubercules amyliacés NDA (34,1 µg/kg), des fines herbes, des épices et des condiments (22,0 µg/kg) et des aliments pour nourrissons et enfants en bas âge (21,9 µg/kg). Le niveau moyen de scopolamine dans les différentes catégories d'aliments, par ordre décroissant, est de 5,9 µg/kg pour les racines et tubercules amyliacés NAD, suivi de 2,4 µg/kg pour les légumineuses, noix et oléagineux, 1,6 µg/kg pour les boissons stimulantes, séchées et diluées à l'exclusion des produits à base de cacao, 1,2 µg/kg pour les céréales ou les produits à base de céréales, 0,8 µg/kg pour les fines herbes, les épices et les condiments. Dans les autres catégories d'aliments, la teneur moyenne en scopolamine est faible ou n'est pas détectée. Le tableau 2 résume les concentrations moyennes et maximales de scopolamine dans divers aliments.
22. La FAO/OMS et l'EFSA ont évalué les niveaux et les schémas de contamination des denrées alimentaires par les alcaloïdes tropaniques sur la base des données d'occurrence provenant de la littérature et des données soumises entre autres par la Corée du Sud, l'Espagne, la France, l'Italie et les Pays-Bas. Les tableaux 2 et 3 résument les concentrations moyennes et maximales de scopolamine et d'atropine dans divers aliments, respectivement.

23. Selon des rapports émis par la FAO/OMS en 2020, la limite maximale de scopolamine est détectée dans le grain et les produits à base de grain (1863 µg/kg), suivie de 50 µg/kg pour les boissons non alcoolisées, 15,2 µg/kg pour les aliments pour nourrissons, 12,9 µg/kg pour les légumineuses, les noix et les graines oléagineuses. La limite maximale d'atropine est détectée dans le grain et les produits à base de grain (15528 µg/kg), suivie de 65,6 µg/kg pour les aliments pour nourrissons.
24. L'EFSA a recueilli des données sur la teneur en alcaloïdes tropaniques dans les aliments, en mettant l'accent sur 24 AT, dont l'atropine et la scopolamine en 2016 (EFSA, 2016). L'EFSA s'est concentrée sur l'analyse de l'atropine et de la scopolamine en 2018, en examinant la gamme la plus complète d'aliments et les données les plus récentes (EFSA, 2018). La plupart des résultats analytiques (95 %) sont censurés, c'est-à-dire qu'ils sont déclarés comme étant inférieurs à la LOD ou à la LOQ. Selon des rapports émis par l'EFSA en 2018, la teneur maximale moyenne en scopolamine dans les différentes catégories d'aliments est, par ordre décroissant, de 64,9 µg/kg pour les légumineuses, les noix et les graines oléagineuses, suivie de 11,11 µg/kg pour les boissons non alcoolisées, 3,52 µg/kg pour les légumes et les produits dérivés, 2,64 µg/kg pour le grain et les produits à base de grain, 2,2 µg/kg pour les fines herbes, les épices et les condiments, 0,55 µg/kg pour les en-cas et les desserts. La teneur maximale moyenne en atropine dans les différentes catégories d'aliments est, par ordre décroissant, de 77,22 µg/kg pour les légumineuses, les fruits à coque et les graines oléagineuses, 34,98 µg/kg pour les fines herbes, les épices et les condiments, 6,27 µg/kg pour le grain et les produits à base de grain, 4,84 µg/kg pour les légumes et les produits dérivés, 0,22 µg/kg pour les aliments pour nourrissons.
25. Selon les publications parues en Europe entre 2014 et 2022, la limite maximale de scopolamine est détectée dans les légumineuses, les noix et les graines oléagineuses (94 µg/kg), suivie de 1,5-75 µg/kg pour les boissons non alcoolisées, 27 µg/kg pour les en-cas et les desserts, 2,8-21 µg/kg pour le grain et les produits à base de grain; la limite maximale d'atropine est détectée dans les céréales et les produits à base de céréales (83,9 µg/kg). Ces données tirées de la littérature publiée sont également répertoriées dans les tableaux 2 et 3, respectivement.

Tableau 2 Statistiques récapitulatives des concentrations de scopolamine ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dans les différents échantillons de denrées alimentaires provenant de la base de données GEMS/Aliments (2006-2022), de la FAO/OMS (2020), de l'EFSA (2018) et de la littérature.

CATÉGORIES D'ALIMENTS	DENRÉE ALIMENTAIRE	N	ANNÉE	PAYS	ÉCHANTILLONS POSITIFS	MAXIMUM ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	MOYENNE	RÉFÉRENCE
Aliments pour les nourrissons	Aliments pour les nourrissons et les enfants en bas âge	1026	2014-2017	OMS	38	21,9	0,10	GEMS/Aliments 2006-2022
	Produits à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	226	2010–2014	Pays-Bas	18	15,2	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments pour les nourrissons	46	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	14	0,51	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments à base de céréales pour les nourrissons	35	2017–2019	Singapour	3	2,46	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments pour les bébés (bouillie, biscuits, crackers, en-cas et gressins)	18	-	Espagne France et Italie	1	2,80	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments pour les nourrissons et les enfants en bas âge	-	2018	Europe	-	-	0,22	EFSA, 2018
	Céréales avec aliment riche en protéines ajouté qui sont ou doivent être reconstituées Aliments à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	-	2018	Europe	-	-	0,22	EFSA, 2018

	Produits à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	21	2011 , 2012, 2014	Europe	7	38,9	1,5	Mulder Patrick P J , 2015
Grain et produits à base de grain	Céréales et produits à base de céréales	2524	2013-2018	OMS	124	460,00	1,2	GEMS/Aliments 2006-2022
	Grain et produits à base de grain	-	2018	Europe	-	-	0,99	EFSA, 2018
	Céréales pour le petit-déjeuner	30	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)		0,38	-	FAO/OMS, 2020
	Produits à base de céréales contenant du maïs	13	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	2	0,16	-	FAO/OMS, 2020
	Super cereal et Super cereal Plus	510	60 en 2019; reste, pas d'informations	PAM différents endroits	380	1863	-	FAO/OMS, 2020
	Pain et pâtes	33	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	5	0,16	-	FAO/OMS, 2020
	Biscuits et produits de boulangerie	32	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour	5	0,7	-	FAO/OMS, 2020

				enquête de l'EFSA)				
	Farines de millet, de sorgho et autres	25	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	3	12,9	-	FAO/OMS, 2020
	Autres produits de mouture	-	2018	Europe	-	-	2,2	EFSA, 2018
	Produits de mouture du sarrasin	-	2018	Europe	-	-	2,64	EFSA, 2018
	Pâtes crues	-	2018	Europe	-	-	1,98	EFSA, 2018
	Céréales pour le petit-déjeuner	113	2022	Europe	18	15,2	-	Gonzalez-Gomez_Foods_2022
	Produits de mouture du sarrasin	26	2018	Europe	-	10,4	-	Martina Cirlini, 2018
	Farines de millet, de sorgho et autres	7	2022	Europe	4	2,8	-	Vuković Gorica , 2022
		31	2015	Europe	8	10,2	--	Shimshoni Jakob Avi, 2015
Boissons non alcoolisées	Boissons non alcoolisées	-	2018	Europe	-	-	4,18	EFSA, 2018
	Tisanes	20	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	20	34,1	-	FAO/OMS, 2020
	Tisanes et infusions extraits et comprimés	60	-	Italie	5	50	-	FAO/OMS, 2020
	Tisane, infusions	-	2018	Europe	-	-	2,31	EFSA, 2018

	Tisanes	26	2017	Allemagne	7	14,0	-	FAO/OMS, 2020
	Thés noirs et verts	9	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	1	0,15	-	FAO/OMS, 2020
	Thé vert	-	2018	Europe	-	-	10,01	EFSA, 2018
	Thé	-	2018	Europe	-	-	2,31	EFSA, 2018
	Fleurs de camomille	-	2018	Europe	-	-	11,11	EFSA, 2018
	Menthe poivrée (<i>Mentha piperita</i>)	-	2018	Europe	-	-	3,96	EFSA, 2018
	Tisanes	33	2022	Europe	5	1,5	-	Martinello Marianna , 2022
		44	2019	Europe	1	75	-	KIM DAI JIN , 2019
Légumes et produits dérivés	Légumes et produits dérivés (y compris champignons)	42	2015-2017	OMS	0	0	0	GEMS/Aliments 2006-2022
	Légumes et produits dérivés	-	2018	Europe	-	-	3,52	EFSA, 2018
Légumes, noix et graines oléagineuses	Légumes, noix et graines oléagineuses	172		OMS	6	389,6	2,40	GEMS/Aliments 2006-2022
	Graines oléagineuses	12	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord nouvelles données	1	12,9	-	FAO/OMS, 2020
	Chênevis	-	2018	Europe	-	-	64,9	EFSA, 2018
	Légumes, noix et graines oléagineuses	-	2018	Europe	-	-	3,74	EFSA, 2018

	Graine de tournesol	-	2018	Europe	-	-	1,98	EFSA, 2018
En-cas desserts et	Miel, chips de maïs et autres aliments	56	2016-2017	OMS	5	1,8	0,10	GEMS/Aliments 2006-2022
	Pop-corn	-	2018	Europe	-	-	0,55	EFSA, 2018
	En-cas, desserts et autres aliments	-	2018	Europe	-	-	0,44	EFSA, 2018
	Miel, chips de maïs et autres aliments	19	2020	Europe	1	27		omera-Torres Ana , 2020
Fines herbes, épices et condiments	Fines herbes, épices et condiments	33	2014-2017	OMS	5	22,0	0,8	GEMS/Aliments 2006-2022
	Fines herbes, épices et condiments	-	2018	Europe	-	-	2,2	EFSA, 2018
Produits aux fins nutritionnelles spéciales	Produits aux fins nutritionnelles spéciales	7	2014-2017	OMS	-	0	0	GEMS/Aliments, 2006-2022
Racines et tubercules amylicés NDA	Racines et tubercules amylicés NDA	32	2014-2017	OMS	12	34,1	5,9	GEMS/Aliments, 2006-2022
Boissons stimulantes, séchés et dilués à l'exclusion des produits à base de cacao	Boissons stimulantes, séchés et dilués à l'exclusion des produits à base de cacao	397	2014-2017 , 2022	OMS	69	133,7	1,6	GEMS/Aliments, 2006-2022

- : Le rapport initial ne contient pas ces données

Tableau 3 Statistiques récapitulatives des concentrations d'atropine (ou hyoscyamine) ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dans les différents échantillons de denrées alimentaires provenant de l'EFSA (2018) et de la FAO/OMS (2020).

CATÉGORIES D'ALIMENTS	DENRÉE ALIMENTAIRE	N	ANNÉE	PAYS	ÉCHANTILLONS POSITIFS	MAXIMUM ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	MOYENNE	RÉFÉRENCE
Aliments pour les nourrissons	Produits à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	226	2010–2014	Pays-Bas	21	65,6	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments pour les nourrissons	46	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	14	3,73	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments à base de céréales pour les nourrissons	35	2017–2019	Singapour	3	4,81	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments pour les bébés (bouillie, biscuits, crackers, en-cas et gressins)	18	-	Espagne, France et Italie	1	11,5	-	FAO/OMS, 2020
	Aliments à base de céréales contenant du millet pour les nourrissons	20	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord		3,73		EFSA, 2018
	Aliments pour les nourrissons et les enfants en bas âge	-	2018	Europe	-	-	0,22	EFSA, 2018
	Produits à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	18	2011 , 2012 , 2014	Europe	6	8,8	0,44	Mulder Patrick P J , 2014
Grain et produits à base de grain	Céréales pour le petit-déjeuner	30	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	2	0,67	-	FAO/OMS, 2020
	Produits à base de céréales contenant du maïs	13	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	2	0,63	-	FAO/OMS, 2020

	Super cereal et Super cereal Plus	510	60 en 2019; reste, pas d'informations	PAM différents endroits	380	15528	-	FAO/OMS, 2020
	Pain et pâtes	33	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	5	0,63	-	FAO/OMS, 2020
	Biscuits et produits de boulangerie	32	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	5	1,23	-	FAO/OMS, 2020
	Farines de millet, de sorgho et autres	25	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)	3	9,8	-	FAO/OMS, 2020
	Barres de céréales	30	2015	Suisse	1	5,0	-	FAO/OMS, 2020
	Barres de céréales	-	2018	Europe	-	-	6,27	EFSA, 2018
	Grain et produits à base de grain	-	2018	Europe	-	-	1,32	EFSA, 2018
	Autres produits de mouture	-	2018	Europe	-	-	6,05	EFSA, 2018
	Maïs en grains	-	2018	Europe	-	-	3,30	EFSA, 2018
	Produits à base de céréales contenant du maïs	39	2022	Europe	7	3,98	-	Vuković Gorica , 2022
	Pain et pâtes	26	2018	Europe	-	83,9	-	Martina Cirlini , 2018
	Farines de millet, de sorgho et autres	31	2022	Europe	12	58,8	-	Vuković Gorica , 2022
		31	2015	Europe	12	58,8	-	Shimshoni Jakob Avi, 2015
Boissons non alcoolisées	Boissons non alcoolisées	-	2018	Europe	-	-	3,96	EFSA, 2018
	Tisanes	20	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne	20	-	129	FAO/OMS, 2020

				et d'Irlande du Nord (pour enquête de l'EFSA)				
	Tisanes et infusions extraits et comprimés	60	-	Italie	5	69	-	FAO/OMS, 2020
	Tisane, infusions	-	2018	Europe	-	-	-	EFSA, 2018
	Tisanes	26	2017	Allemagne	7	72,0	-	FAO/OMS, 2020
	Fleurs de camomille	-	2018	Europe	-	-	2,75	EFSA, 2018
	Menthe poivrée (<i>Mentha piperita</i>)	-	2018	Europe	-	-	4,73	EFSA, 2018
	Tisanes	33	-	Europe	5	0,88	-	Martinello Marianna , 2022
Légumes et produits dérivés	Légumes et produits dérivés	-	2018	Europe	-	-	4,84	EFSA, 2018
Légumes, noix et graines oléagineuses	Graines oléagineuses	12	2015–2016	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord nouvelles données	1	9,8	-	FAO/OMS, 2020
	Chênevis	-	2018	Europe	-	-	77,22	EFSA, 2018
	Légumes, noix et graines oléagineuses'	-	2018	Europe	-	-	4,51	EFSA, 2018
	Graine de tournesol	-	2018	Europe	-	-	3,19	EFSA, 2018
En-cas et desserts	Pop-corn	-	2018	Europe	-	-	1,54	EFSA, 2018
	En-cas, desserts et autres aliments	-	2018	Europe	-	-	0,99	EFSA, 2018
	Miel, chips de maïs et autres aliments	40	2020	Europe	9	3,8	-	Marianna Martinello , 2020
Fines herbes, épices et condiments	Fines herbes, épices et condiments	-	2018	Europe	-	-	2,64	EFSA, 2018
	Coriandre	-	2018	Europe	-	-	34,98	EFSA, 2018
	Graines	-	2018	Europe	-	-	6,05	EFSA, 2018

- : Le rapport initial ne contient pas ces données

EXPOSITION ALIMENTAIRE

26. Dans chaque pays, les principaux aliments contribuant à l'exposition aiguë aux alcaloïdes tropaniques étaient tous des aliments de base: le riz (République populaire du Bangladesh, République démocratique populaire lao, République des Philippines), le maïs (État plurinational de Bolivie, République de l'Ouganda, République de Zambie) et le sorgho (République de Zambie). (FAO/OMS, 2020).

Avant l'incident survenu en 2019 en Ouganda, les expositions alimentaires aiguës moyennes aux alcaloïdes tropaniques pour les jeunes enfants (Super Cereal plus pour les jeunes enfants de 6 à 59 mois), les enfants (Super Cereal) et les femmes (Super Cereal) étaient respectivement de 130, 45 et 26 ng/kg pc, le 95^e centile étant estimé respectivement à 550, 220 et 120 ng/kg pc. Après l'incident et la mise en œuvre de mesures supplémentaires de gestion des risques (surveillance, sélection de la source des matières premières et amélioration du nettoyage des céréales), les expositions alimentaires aiguës moyennes aux alcaloïdes tropaniques pour les trois sous-populations étaient respectivement de 17, 11 et 6 ng/kg pc, le 95^e centile étant estimé respectivement à 54, 32 et 18 ng/kg pc. (FAO/OMS, 2020)

27. Les rapports FAO/OMS utilisent l'approche fondée sur la marge d'exposition (MOE). Trois groupes à risque spécifiques ont été identifiés: les femmes enceintes et allaitantes (15-44 ans), les enfants (5-15 ans) et les jeunes enfants (6-59 mois). Pour l'alimentation générale, par comparaison avec une dose minimale entraînant un effet aigu cliniquement significatif de 1,54 µg/kg pc, les ME valant pour la population générale (enfants et femmes en âge de procréer) varient de 3080 à 3850 (moyenne) et de 440 à 616 (95^e centile) pour les expositions combinées à l'hyoscyamine et à la scopolamine. Ces ME n'ont pas été jugées préoccupantes par la réunion d'experts. Pour les doses requises pour produire des effets potentiellement indésirables (p. ex., accélération du rythme cardiaque, diminution de la salive, bouche sèche et diminution des sécrétions sudorales, et dilatation des pupilles à 4,62 µg/kg pc), les ME seraient trois fois plus élevées.
28. En 2018, l'EFSA a publié un rapport scientifique sur l'évaluation de l'exposition humaine aiguë aux alcaloïdes tropaniques (EFSA, 2018). Étant donné que les alcaloïdes tropaniques ne présentent pas de toxicité chronique, l'exposition alimentaire humaine a été estimée comme un scénario d'exposition aiguë à l'atropine, à la scopolamine et à la somme de l'atropine et de la scopolamine. Le tableau 4 résume les statistiques de l'évaluation probabiliste de l'exposition alimentaire aiguë à l'atropine et à la scopolamine (au niveau des LB-UB) dans les enquêtes européennes sur l'alimentation (ng/kg pc par jour) par groupe d'âge.
- (i) **Atropine:** Les expositions alimentaires aiguës moyennes les plus élevées à l'atropine ont été observées chez les nourrissons (de 0,27 à 12,09 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 1,11 à 10,15 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 0,65 à 10,05 ng/kg pc par jour). Les expositions P95 les plus élevées ont été observées chez les nourrissons (de 0,01 à 28,38 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 1,7 à 30,15 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 0,47 à 24,41 ng/kg pc par jour).
- (ii) **Scopolamine:** Les expositions alimentaires moyennes les plus élevées ont été observées chez les nourrissons (de 0,16 à 8,94 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 0,77 à 8,4 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 0,51 à 8,41 ng/kg pc par jour). Les expositions P95 les plus élevées ont été observées chez les nourrissons (de 0,0 à 23,6 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 0,18 à 25,84 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 0,01 à 22,97 ng/kg pc par jour).
- (iii) **Co-exposition à l'atropine et à la scopolamine:** Les expositions alimentaires aiguës moyennes les plus élevées ont été observées chez les nourrissons (de 0,97 à 18,91 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 1,82 à 18,65 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 1,13 à 18,13 ng/kg pc par jour). Les expositions P95 aiguës les plus élevées ont été observées chez les nourrissons (de 0,05 à 53,32 ng/kg pc par jour), les tout-petits (de 3,14 à 54,14 ng/kg pc par jour) et les autres enfants (de 1,35 à 47,91 ng/kg pc par jour).
29. De grandes différences ont été observées entre les LB et les UB d'exposition estimées dans toutes les classes d'âge. Pour la somme de l'atropine et de la scopolamine, l'ARfD de groupe a été dépassée, en considérant l'hypothèse haute (UB), pour le niveau moyen d'ingestion des nourrissons, des tout-petits et des autres enfants, ainsi que pour le P95 dans toutes les classes d'âge. En considérant l'hypothèse basse (LB), l'ARfD de groupe a été dépassée pour la somme de l'atropine et de la scopolamine au P95 chez les tout-petits et les autres enfants. L'UB d'exposition au P95 a dépassé l'ARfD pour l'atropine et la scopolamine (séparément) chez les nourrissons, les tout-petits et les autres enfants, ainsi que chez les adolescents. Globalement, parmi les compléments alimentaires et non alimentaires, le pain et les autres produits de mouture des céréales sont les principaux facteurs contribuant à l'ingestion simultanée d'atropine et de scopolamine chez les personnes de tous âges.

Tableau 4 Statistiques récapitulatives de l'évaluation probabiliste de l'exposition alimentaire aiguë à l'atropine et à la scopolamine (au niveau des LB-UB) dans les enquêtes européennes sur l'alimentation (ng/kg pc par jour) par groupe d'âge. Les intervalles de confiance à 95 % correspondants sont présentés entre parenthèses. (EFSA, 2018)

Groupe d'âge	Atropine									
	Exposition alimentaire moyenne (ng/kg pc par jour)					P95 de l'exposition alimentaire (ng/ pc par jour)				
	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max
Nourrissons	11	0,27(0,06-2,55)	8,25(2,61-22,86)	1,29(0,76-3,65)	12,09(6,61-24,15)	10	0,01(0-0,22)	12,43(9,28-17,14)	5,77(3,58-8,53)	28,38(21,99-37,13)
Tout-petits	15	1,11(0,54-1,99)	4,99(1,99-12,66)	4,71(3,75-6,4)	10,15(6,45-23,77)	12	1,7(0-9,53)	14,19(3,2-36,9)	14,92(11,76-18,22)	30,15(18,14-66,57)
Autres enfants	21	0,65(0,37-1,25)	6,36(4,64-8,45)	3,78(3,46-4,36)	10,05(7,87-12,43)	21	0,47(0,26-0,89)	11,31(8,36-15,86)	13,96(13,18-15,08)	24,41(21,64-27,58)
Adolescents	21	0,66(0,38-1,24)	3,4(2,02-5,83)	2,83(2,58-3,11)	7,76(6,19-9,75)	21	1,01(0,54-1,78)	7,05(5,09-10,29)	8,27(7,4-9,22)	18,94(17,13-21,07)
Adultes	23	0,54(0,36-0,87)	2,14(1,47-2,94)	1,77(1,47-2,42)	4,31(3,85-5,04)	23	0,64(0,38-1,14)	4,95(4,15-6,25)	5,11(4,58-5,6)	11,8(10,85-12,79)
Personnes âgées	20	0,37(0,13-0,92)	1,97(0,86-4,55)	1,49(1,15-2,56)	3,83(2,67-5,79)	20	0,47(0,24-0,96)	5,05(2,63-9,2)	4,51(3,89-5,52)	9,97(8,1-12,29)
Personnes très âgées	16	0,36(0,2-0,62)	2,33(0,55-5,06)	1,73(1,55-2,25)	4,13(2,86-6,4)	15	0,56(0,31-0,94)	6(3,09-14,74)	5,81(4,64-6,93)	10,56(8,01-14,83)
Groupe d'âge	Scopolamine									
	Exposition alimentaire moyenne (ng/kg pc par jour)					P95 de l'exposition alimentaire (ng/ pc par jour)				
	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max
Nourrissons	11	0,16(0,01-0,92)	3,67(0,47-12,65)	1,2(0,69-3,78)	8,94(5,08-23,19)	10	0(0-0)	2,48(2,11-2,95)	5,28(3,35-7,8)	23,6(19,62-31,68)
Tout-petits	15	0,77(0,1-3,75)	3,18(0,02-19,19)	4,28(3,58-5,89)	8,4(5,65-18,83)	12	0,18(0-0,53)	6,75(1,66-21,82)	14,36(11,93-16,38)	25,84(17,73-40,39)
Autres enfants	21	0,51(0,25-1,27)	4,76(3,29-6,83)	3,52(3,18-4,35)	8,41(6,56-10,69)	21	0,01(0-0,12)	8,75(7,25-10,32)	13,46(12,21-15,29)	22,97(20,13-26,04)
Adolescents	21	0,43(0,28-0,68)	2,76(1,48-4,44)	2,42(1,99-3,85)	6,51(5,35-8,52)	21	0,28(0,05-0,67)	6,06(4,8-7,6)	7,99(7,09-9,29)	17,09(15,96-18,77)
Adultes	23	0,37(0,27-0,45)	1,38(0,92-2,22)	1,6(1,35-2,49)	3,51(3,16-3,94)	23	0,23(0,12-0,38)	2,57(1,91-3,47)	4,91(4,42-5,39)	10,88(10,3-11,52)
Personnes âgées	20	0,28(0,1-0,76)	1,19(0,57-2,67)	1,29(1,07-1,6)	3,2(2,37-4,54)	20	0,17(0,07-0,3)	2,49(1,23-4,26)	4,49(3,86-5,28)	8,5(6,68-11,05)
Personnes très âgées	16	0,22(0,08-0,73)	1,43(0,31-5,49)	1,56(1,4-1,83)	3,67(2,47-7,55)	15	0,15(0,03-0,29)	3,08(1,11-8,89)	5,14(4,19-6,6)	9,16(7,04-12,39)
Groupe d'âge	Somme de l'atropine et de la scopolamine									
	Exposition alimentaire moyenne (ng/kg pc par jour)					P95 de l'exposition alimentaire (ng/ pc par jour)				
	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max	N	LB Min	LB Max	UB Min	UB Max
Nourrissons	11	0,97(0,73-1,61)	12,44(3,09-56,16)	2,17(1,46-3,53)	18,91(11,29-41,72)	10	0,05(0-0,61)	14,15(9,94-18,98)	10,85(7,44-16,26)	53,32(42,08-65,2)
Tout-petits	15	1,82(0,13-5,77)	8,16(2,7-22,22)	8,88(7,35-12,49)	18,65(12,12-34,83)	12	3,14(1,09-7,99)	20,53(5,68-61,83)	28,77(24,38-34,04)	54,14(34,52-92,31)
Autres enfants	21	1,13(0,62-2,3)	10,69(7,08-14,77)	7,3(6,66-8,16)	18,13(14,66-22,73)	21	1,35(0,75-1,91)	18,59(14,33-24,62)	27,1(23,63-30,49)	47,91(41,82-53,96)
Adolescents	21	1,08(0,53-1,93)	6,23(3,42-10)	5,19(4,12-9,01)	14,03(12,08-17,01)	21	1,97(0,97-3,31)	12,26(9,77-15,95)	16(14,22-17,81)	35,4(32,23-38,99)
Adultes	23	0,87(0,41-1,53)	3,49(2,43-4,73)	3,3(2,8-4,3)	7,81(6,99-8,93)	23	1,31(0,85-2,06)	7,65(6,4-9,29)	9,94(8,96-11,08)	22,35(21,06-23,8)
Personnes âgées	20	0,64(0,24-1,81)	3,11(1,4-5,92)	2,75(2,24-3,53)	7,05(5,14-11,11)	20	1,05(0,34-2,13)	7,27(4,38-12,22)	8,98(7,5-10,76)	18,11(15,26-22,64)
Personnes très âgées	16	0,65(0,31-1,3)	3,81(1,2-10,04)	3,26(2,91-3,83)	7,6(5,16-12,88)	15	1,11(0,72-1,53)	8,64(4,98-19,63)	10,61(8,16-13,37)	19,14(15,24-27,91)

pc: poids corporel; N=nombre d'enquêtes. Min: minimum; Max: maximum. P95, 95^e centile, LB limite inférieure, UB limite supérieure. Une enquête sur l'alimentation comptait moins de 60 participants dans le groupe d'âge des nourrissons et des personnes très âgées, trois enquêtes comptaient moins de 60 participants dans le groupe d'âge des tout-petits; ces enquêtes n'ont donc pas été prises en compte dans le calcul de l'exposition au 95^e centile.

CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE GESTION DES RISQUES

30. Actuellement, il n’y a aucune réglementation internationale pour les alcaloïdes tropaniques, et il n’y a ni limites maximales ni code d’usages du Codex pour ces contaminants. Certaines réglementations définissent des limites pour la présence de graines nocives dans les céréales.
31. Les normes Codex⁴ pour diverses céréales et légumineuses sont assorties d’une disposition selon laquelle: «Les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être exempts de graines toxiques ou nocives énumérées ci-après en quantités susceptibles de présenter des risques pour la santé. – Crotalaire (*Crotalaria* spp.), nielle des blés (*Agrostemma githago* L.), ricin (*Ricinus communis* L.), stramoine (*Datura* spp.), et autres graines généralement reconnues dangereuses pour la santé.» Dans le cadre d’un programme de sélection de bonnes pratiques agricoles pour les céréales et les légumineuses, l’exclusion par la taille et l’inspection visuelle des criblures pourraient être instaurées à un stade précoce après la récolte pour s’assurer que le produit final répond à la norme générique du Codex, à savoir qu’il est exempt de mauvaises herbes nuisibles en quantités susceptibles de représenter un danger pour la santé humaine.
32. La norme chinoise pour les céréales (GB 2715-2016) exige que la quantité de stramoine (*Datura* spp.), de crotalaire (*Crotalaria* spp.), de nielle des blés (*Agrostemma githago* L.), de ricin (*Ricinus communis* L.) et autres graines communément reconnues comme nuisibles à la santé, contenue dans les céréales (maïs, sorgho, blé, avoine, avoine nue, orge et orge nue) ne dépasse pas 1 graine par kilogramme de céréale.
33. Les États-Unis disposent de normes similaires pour les graines dans le cadre du Titre 7 du Code des règlements fédéraux (CFR), partie 810, sous-parties B, D et M. Le grain et les semences seront considérés comme étant de qualité *USDA Sample Grade*, soit la qualité officielle la plus inférieure, ou de qualité nettement inférieure s’ils contiennent au moins 3 graines de crotalaire ou au moins 2 graines de ricin, comme suit: maïs, céréales mélangées, blé (par 1 kg); orge, lin, avoine, seigle, triticale (par 1 1/8 à 1 ¼ litre); et graines de tournesol (par 600 g). Pour le sorgho et le soja, la norme est de 2 graines de crotalaire et 1 graine de ricin (par 1 kg).⁵
34. La loi sud-africaine sur les denrées alimentaires, les cosmétiques et les désinfectants a été mise à jour pour spécifier un maximum de 1 graine de *Datura* par kg de divers produits agricoles, y compris le maïs, les graines de soja et le blé (République d’Afrique du Sud, 2002).
35. Jusqu’à présent, seule l’Union européenne (UE) a fixé des LM pour les alcaloïdes tropaniques dans les aliments. Le règlement de la Commission (UE) 2023/915⁶ fixe des teneurs maximales pour l’atropine et la scopolamine dans les céréales, les aliments transformés à base de céréales et les aliments pour les nourrissons et les enfants en bas âge, ainsi que dans les infusions à base de plantes (tableau 5).

Tableau 5 Limites maximales pour l’atropine et la scopolamine dans les aliments

Alcaloïdes tropaniques	Limite maximale (µg/kg)		Remarques
	Atropine	Scopolamine	
Aliments pour bébés et aliments transformés à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge, contenant du millet, du sorgho, du sarrasin, du maïs ou leurs produits dérivés	1,0	1,0	Les produits dérivés sont les produits contenant au moins 80 % de ces produits à base de céréales. L’échantillonnage visant à contrôler le respect de la limite maximale est effectué conformément aux dispositions prévues au point J de l’annexe I du règlement (CE) n° 401/2006. La limite maximale s’applique au produit tel qu’il est mis sur le marché.
	Somme de l’atropine et de la scopolamine		Pour la somme de l’atropine et de la scopolamine, les limites maximales se réfèrent aux concentrations inférieures, qui sont calculées dans l’hypothèse où toutes les valeurs inférieures à la limite de quantification sont égales à zéro.

⁴ Norme pour certains légumes secs (CXS 171-1989); Norme pour le sorgho en grains (CXS 172-1989); Norme pour le maïs (CXS 153-1985); Norme pour le blé et le blé dur (CXS 199-1995); Norme pour l’avoine (CXS 201-1995).

⁵ eCFR: 7 CFR Part 810 -- Official United States Standards for Grain. Le manuel des céréales de l’USDA, que vous trouverez ici, constitue une référence supplémentaire pour la taille des échantillons: AMS-GD-2020-11 - FGIS Handbooks | Agriculture Marketing ASSISTANCE (usda.gov). Voir Book II - Grading Procedures (pdf)

⁶ Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) n° 1881/2006 (Texte présentant de l’intérêt pour l’EEE)

Grains de millet et de sorgho non transformés	5,0	La limite maximale s'applique aux grains de céréales non transformés mis sur le marché avant la première transformation.
Maïs en grains non transformé	15	À l'exception du maïs en grains non transformé pour lequel il est évident, p. ex. par le biais de l'étiquetage ou de la destination, qu'il est destiné à être utilisé uniquement dans le cadre d'un processus de broyage humide (production d'amidon) et à l'exception du maïs en grains non transformé destiné à être éclaté. La limite maximale s'applique au maïs en grains non transformés mis sur le marché avant la première transformation.
Grains de sarrasin non transformés	10	La limite maximale s'applique aux grains de sarrasin non transformés mis sur le marché avant la première transformation.
Maïs à éclater Millet, sorgho et maïs mis sur le marché à destination du consommateur final. Produits de mouture du millet, du sorgho et du maïs	5,0	-
Sarrasin mis sur le marché à destination du consommateur final. Produits de mouture du sarrasin	10	-
Infusions de plantes (produits séchés) et ingrédients utilisés pour les infusions de plantes (produits séchés), à l'exception des produits énumérés au point I.	25	Les «infusions de plantes (produits séchés)» désignent: — les infusions (produit séché) de fleurs, de feuilles, de tiges, de racines et de toute autre partie de la plante (en sachets ou en vrac) utilisées pour la préparation d'une infusion de plantes (produit liquide) — infusions de plantes instantanées. Dans le cas des produits en poudre
Infusions (produits séchés) et ingrédients utilisés pour les infusions (produits séchés) de graines d'anis exclusivement	50	Les «infusions de plantes (produits séchés)» désignent: — les infusions (produit séché) de fleurs, de feuilles, de tiges, de racines et de toute autre partie de la plante (en sachets ou en vrac) utilisées pour la préparation d'une infusion de plantes (produit liquide) — infusions de plantes instantanées. Dans le cas des extraits en poudre, un facteur de concentration de 4 doit être appliqué.
Infusions de plantes (produit liquide)	0,20	-

36. D'autres directives ou niveaux d'intervention internationaux comprennent ceux recommandés par la réunion d'experts FAO/OMS de 2020 pour l'hyoscyamine et la scopolamine dans les produits du PAM, à savoir SUPER CEREAL, SUPER CEREAL PLUS et les suppléments nutritionnels à base de lipides, qui étaient basés sur les apports recommandés et le poids corporel par personne. Sur la base des apports recommandés de 100 g/jour pour les différents produits du PAM, une concentration combinée d'hyoscyamine/scopolamine dans les aliments secs inférieure à environ 30 µg/kg (dans Super Cereal) ou 10 µg/kg (dans Super Cereal Plus et les suppléments nutritionnels à base de lipides) devrait protéger, respectivement, la santé des adultes et des enfants. La réunion d'experts avait proposé des limites opérationnelles susceptibles de protéger la santé des adultes et des enfants pour les produits du PAM, et qu'il soit également possible d'étendre ces limites à d'autres produits à base de céréales et de grain lorsqu'ils sont consommés en quantités comparables. Si des quantités plus importantes sont

consommées, un ajustement approprié des valeurs serait nécessaire. Dans les situations d'urgence où la sécurité alimentaire doit être prise en considération, on peut s'attendre à ce que des limites indicatives de 90 µg/kg (Super Cereal) et de 30 µg/kg (Super Cereal Plus et suppléments nutritionnels à base de lipides), respectivement, protègent encore les adultes et les enfants contre une très forte toxicité. Ces limites indicatives pour les situations d'urgence ont été calculées à partir d'une dose minimale entraînant un effet aigu cliniquement significatif (c'est-à-dire basée sur l'accélération du rythme cardiaque, la diminution des sécrétions salivaires et sudorales).

QUELQUES PRATIQUES SUSCEPTIBLES DE PRÉVENIR LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES AT

37. Les AT peuvent entrer dans le réseau alimentaire en plusieurs points, notamment pendant la culture des céréales (p. ex. par l'absorption de l'eau par les racines et le compost contaminé), la récolte (à la suite de la récolte combinée accidentelle de mauvaises herbes problématiques et de grains de céréales, ainsi que d'une récolte simultanée en raison de leur similitude structurelle avec les grains de céréales) et même pendant la transformation, comme ce fut le cas lors de l'incident survenu en Ouganda.
38. La mise en œuvre adéquate de bonnes pratiques (telles que les BPA ou les BPF) et de systèmes de gestion de la qualité et de la sécurité sanitaire des aliments (tels que HACCP et ISO 22000), depuis le début de la culture des céréales jusqu'aux étapes finales de la fabrication des produits alimentaires, peut contribuer à la réduction des plantes toxiques, y compris le *D. stramonium*, présentes dans les champs de céréales.
39. Bien que plusieurs familles de plantes contiennent des AT, les espèces envahissantes les plus virulentes sont celles de *Datura stramonium*. Le *Datura stramonium* pousse couramment dans les champs de céréales et produit des AT (p. ex. hyoscyamine et scopolamine) qui peuvent accidentellement contaminer les céréales (et les aliments à base de céréales) à des niveaux parfois élevés. La manière d'empêcher le *Datura stramonium* de contaminer les aliments serait donc au cœur des stratégies de contrôle visant à réduire la contamination des denrées agricoles par les AT.
40. Abia *et al.* (2020) résumant également les conditions agricoles susceptibles de favoriser la contamination des denrées agricoles et des produits alimentaires par les AT (annexe I). Ils soulignent également certaines associations potentielles entre le changement climatique et les pratiques agricoles, qui peuvent influencer la contamination des aliments par les AT. Enfin, ils indiquent certaines pratiques agricoles et industrielles susceptibles de prévenir la contamination des denrées alimentaires par les AT.
41. Un membre a suggéré que le Code d'usages pour la prévention et la réduction des alcaloïdes tropaniques dans les aliments pourrait utiliser des informations comprenant des images/vidéos déjà diffusées, p. ex. par Arvalis sur YouTube, le dépliant «Gestion des mauvaises herbes toxiques dans les cultures légumières et au-delà» sur le site de PROFEL, le dépliant «*Datura sp. as a potential risk for agricultural production in Belgium*», et le «Document d'orientation sur la contamination physique par les graines de *Datura stramonium*» de la FAO/OMS.

Références

- Aehle, E.; Dräger, B. Tropane alkaloid analysis by chromatographic and electrophoretic techniques: An update. *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 2010, 878, 1391–1406.
- Abia Wilfred; Montgomery Holly, Nugent Anne, Elliott Christopher (2020). Tropane alkaloid contamination of agricultural commodities and food products in relation to consumer health: Learnings from the 2019 Uganda food aid outbreak. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20. 10.1111/1541-4337.12664.
- Ciechomska, M., Woz´niakiewicz, M., Nowak, J., S´wiadek, K., Bazylewicz, B. & Kos´cielniak, P. 2016.
- Cirlini M, Demuth TM, Biancardi A, Rychlik M, Dall'Asta C, Bruni R. Are tropane alkaloids present in organic foods? Detection of scopolamine and atropine in organic buckwheat (*Fagopyron esculentum* L.) products by UHPLC-MS/MS. *Food Chem.* 2018 Jan 15; 239:141-147. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.028. Epub 2017 Jun 23. PMID: 28873551.
- Development of a microwave-assisted extraction of atropine and scopolamine from Solanaceae family plants followed by a QuEChERS cleanup procedure. *J Liq Chromatogr R T.* 39(11): 538-548.
- Dräger, B. 2002. Analysis of tropane and related alkaloids. *J Chromatogr A.* 978(1): 1-35.
- European Food Safety Authority (EFSA), Arcella, D., Altieri, A. & Horváth, Z. 2018. Scientific report on human acute exposure assessment to tropane alkaloids. *EFSA J.* 16 (2):5160.
- European Food Safety Authority (EFSA) and Binaglia M., 2022. Assessment of the Conclusions of the Joint FAO/WHO Expert Meeting on Tropane Alkaloids. *EFSA J.*, 20(4):7229
- EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), 2013. Scientific Opinion on Tropane alkaloids in food and feed. *EFSA Journal* 2013; 11(10):3386.
- El Bazaoui, A., Bellimam, M.A. & Soulaymani, A. 2011. Nine new tropane alkaloids from *Datura stramonium* L. identified by GC/MS. *Fitoterapia.* 82(2): 193-197.
- KIM DAI JIN, *et al.* A sensitive UHPLC-ESI-MS/MS method for the determination of tropane alkaloids in herbal teas and extracts [J]. *Food Control*, 2019, 105: 285-291.
- FAO and WHO, 2020. Report of the Joint FAO/WHO Expert Meeting on Tropane Alkaloids. Virtually Held, 30th March – 3 April 2020. Food Safety and Quality. No. 11, Rome.
- FAO and WHO, 2020. Guidance document on physical *Datura stramonium* seed contamination. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb2105en>
- González-Gómez L, Morante-Zarzero S, Pereira J A M, *et al.* Improved Analytical Approach for Determination of Tropane Alkaloids in Leafy Vegetables Based on μ -QuEChERS Combined with HPLC-MS/MS [J]. *Toxins*, 2022, 14(10): 650.
- González-Gómez L., Morante-Zarzero S., Perez-Quintanilla D., Sierra I., 2022. Occurrence and Chemistry of Tropane Alkaloids in Foods, with a Focus on Sample Analysis Methods: A Review on Recent Trends and Technological Advances. *Foods*, 11, 407.
- González-Gómez L, Gañán J, Morante-Zarzero S, *et al.* Sulfonic acid-functionalized SBA-15 as strong cation-exchange sorbent for Solid-Phase Extraction of atropine and scopolamine in gluten-free grains and flours[J]. *Foods*, 2020, 9(12): 1854.
- Jandric, Z., Rathor, M.N., Svarc-Gajic, J., Maestroni, B.M., Sasanya, J.J., Djurica, R. & Cannavan, A. 2011. Development of a liquid chromatography-tandem mass spectrometric method for the simultaneous determination of tropane alkaloids and glycoalkaloids in crops. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assessm.* 28(9): 1205-1219.
- Jimsonweed. *Datura stramonium* L. <https://cals.cornell.edu/weed-science/weed-profiles/jimsonweed>
- Long, Z., Wang, C., Guo, Z., Zhang, X., Nordahl, L., Zeng, J., Zeng, J. & Liang, X. 2012. A non-aqueous solid phase extraction method for alkaloid enrichment and its application in the determination of hyoscyamine and scopolamine. *Analyst.* 137(6): 1451-1457.
- Martinello, M.; Borin, A.; Stella, R.; Bovo, D.; Biancotto, G.; Gallina, A.; Mutinelli, F. Development and validation of a QuEChERS method coupled to liquid chromatography and high-resolution mass spectrometry to determine pyrrolizidine and tropane alkaloids in honey. *Food Chem.* 2017, 234, 295–302.
- Martinello M, Manzinello C, Gallina A, *et al.* In-house validation and application of UHPLC-MS/MS method for the quantification of pyrrolizidine and tropane alkaloids in commercial honey bee-collected pollen, teas and herbal infusions

purchased on Italian market in 2019–2020 referring to recent European Union regulations[J]. *International Journal of Food Science & Technology*, 2022, 57(12): 7505-7516.

Marín-Sáez J, Romero-González R, Garrido Frenich A. Reliable determination of tropane alkaloids in cereal based baby foods coupling on-line SPE to mass spectrometry avoiding chromatographic step. *Food Chem.* 2019 Mar 1; 275:746-753. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.09.137. Epub 2018 Sep 24. PMID: 30724258.

Mulder PP, Pereboom-de Fauw DP, Hoogenboom RL, de Stoppelaar J, de Nijs M. Tropane and ergot alkaloids in grain-based products for infants and young children in the Netherlands in 2011-2014. *Food Addit Contam Part B Surveill.* 2015; 8(4):284-90. doi: 10.1080/19393210.2015.1089947. Epub 2015 Oct 13. PMID: 26367777.

Mulder, P.P., Nijs, M., Castellari, M., Hortos, M., MacDonald, S., Crews, C., Hajslova, J. & Stranska, M. 2016. Occurrence of tropane alkaloids in food. External Scientific Report. EFSA Supporting Publication 2016-EN-1140, 200 pp.

Nijs M., Crews C., Dorgelo F., Donald S. M., Mulder P. P. J., 2023. Emerging Issues on Tropane Alkaloid Contamination of Food in Europe. *Toxins* 2023, 15, 98. <https://doi.org/10.3390/toxins15020098>.

Reference Dose (ARfD) for veterinary drug residues in food: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). World Health Organization. Available online: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/340568>

Republic of South Africa. 2002. Regulations governing the tolerances for certain seeds in certain agricultural products.

Rollo E, Catellani D, Dall'Asta C, Suman M. QuEChERS method combined to liquid chromatography high-resolution mass spectrometry for the accurate and sensitive simultaneous determination of pyrrolizidine and tropane alkaloids in cereals and spices. *J Mass Spectrom.* 2023; 58(10):e4969. doi:10.1002/jms.4969

Romera-Torres, A.; Romero-González, R.; Martínez Vidal, J.L.; Garrido Frenich, A. Comprehensive tropane alkaloids analysis and retrospective screening of contaminants in honey samples using liquid chromatography-high resolution mass spectrometry (Orbitrap). *Food Res. Int.* 2020, 133, 109130.

Shimshoni JA, Duebecke A, Mulder PP, Cuneah O, Barel S. Pyrrolizidine and tropane alkaloids in teas and the herbal teas peppermint, rooibos and chamomile in the Israeli market. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2015; 32(12):2058-67. doi: 10.1080/19440049.2015.1087651. Epub 2015 Oct 15. PMID: 26365752.

Perharić L, Juvan KA and Stanovnik L, 2013. Acute effects of a low-dose atropine/scopolamine mixture as a food contaminant in human volunteers. *Journal of Applied Toxicology*, 33, 980–990.

Vuković, T. Stojanović, B. Konstantinović, V. Bursić, N. Puvača, M. Popov, N. Samardžić, A. Petrović, D. Marinković, S. Roljević Nikolić, R. Đurović Pejčev, B. Spirović Trifunović, Atropine and scopolamine in maize products from the retail stores in the Republic of Serbia, *Toxins* 14 (2022) 621, <https://doi.org/10.3390/toxins14090621>.

ANNEXE I À L'APPENDICE II

Tableau 1 Domaines d'intervention proposés et efforts nécessaires pour prévenir la contamination des cultures/aliments par les alcaloïdes tropaniques (AT), ainsi qu'implications et gestion sanitaires associées

Points sur lesquels le contrôle doit se concentrer	Conditions favorisant la contamination des denrées alimentaires par les AT et/ou défis liés à la gestion des taux d'AT	Stratégie de contrôle
1. Empêcher la croissance des plantes contenant des AT dans les champs de céréales	<p>Les plantes contenant des AT (p. ex., <i>Datura</i> spp.) poussent couramment dans les champs de céréales. Champs</p> <p>Compost contaminé par des AT</p> <p>Mauvaise manipulation et élimination des plantes contenant des AT dans les champs de céréales et qui réapparaissent plus tard. Absorption par les racines de l'eau contenue dans les dépôts d'AT présents dans le sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Éduquer/former les agriculteurs à l'identification des plantes contenant des AT dans leurs fermes (en tant que mesure de sécurité sanitaire, bonnes pratiques agricoles [BPA]) · Former et encourager les agriculteurs à inspecter régulièrement leurs fermes céréalières pour repérer les plantes contenant des AT (des lignes directrices peuvent être nécessaires) Encourager les agriculteurs à contrôler visuellement les matériaux avant la fabrication et l'utilisation du compost. · Former les agriculteurs à l'élimination correcte des plantes contenant des AT (déracinement, coupe, houe manuelle), à les mettre dans un sac adapté et marqué, et à les éliminer de manière appropriée. · En cas de réapparition, adapter les schémas de rotation des cultures
2. Empêcher la contamination des aliments par les AT	<p>Les <i>Datura</i> spp. peuvent contaminer certains aliments à base de céréales cultivés dans la même zone et ainsi, on peut trouver des AT dans les farines de céréales.</p> <p>Les <i>Datura</i> spp. germent et se développent tardivement dans les champs et dans certains cas, ils peuvent être encore verts (c'est-à-dire en phase de croissance avec un important flux de sève), alors que la céréale est prête à être récoltée.</p> <p>Pendant la récolte des céréales comestibles, la pression exercée pendant la récolte combinée des deux végétaux (c'est-à-dire le <i>Datura</i> et la céréale comestible) provoquera un écoulement de sève qui mouillera ou contaminera la céréale comestible.</p> <p>Récolte accidentelle de graines, de feuilles, etc. de <i>Datura</i> simultanément avec des céréales ou d'autres parties de plantes comestibles, en raison de leur ressemblance avec les végétaux cultivés.</p> <p>Difficultés liées au tri des graines et/ou des parties de plantes (et au nettoyage précédant la transformation) en raison des similitudes entre les graines, les feuilles et les autres parties des plantes contenant des AT, et celles des cultures comestibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Éduquer les agriculteurs et leur fournir des informations et des messages faciles à suivre au sujet du choix des pesticides et des réglementations relatives à l'utilisation des pesticides contre les mauvaises herbes, ainsi qu'au sujet des taux de résidus dans les aliments. · <i>NB: Compte tenu de la législation stricte sur les pesticides (types et quantités appropriés, par rapport aux espèces et limites maximales dans les aliments), la seule utilisation de pesticides ne suffit pas.</i> <p>Il est nécessaire d'éliminer correctement les plantes contenant des AT (voir point 1 ci-dessus).</p> <p>Former les agriculteurs à l'identification correcte des mauvaises herbes problématiques (feuilles, graines, etc.) dans le champ et pendant la récolte (dans le cadre des BPA), puis à leur élimination correcte (voir point 1 ci-dessus).</p> <ul style="list-style-type: none"> · En cas de contamination visible, il est nécessaire, pendant la récolte et avant la transformation des aliments, de trier correctement les grains de céréales et/ou toute autre partie ressemblant à des plantes contenant des AT. · <i>NB: Lorsque les grains ne présentent pas de différences notables, la séparation est très difficile. Les pratiques courantes de nettoyage des céréales ne suffisent donc pas toujours à éliminer les parties de plantes adventices produisant des AT et leurs graines.</i>

	Des limites strictes en matière de résidus de pesticides, par exemple, dans les aliments destinés aux nourrissons et aux jeunes enfants, sont susceptibles de réduire l'utilisation de pesticides par les agriculteurs et, peut-être, de compliquer la lutte contre la croissance et la contamination croisée par les mauvaises herbes problématiques dans les champs de céréales.	<ul style="list-style-type: none"> · Les agriculteurs devraient contacter l'autorité de réglementation compétente de leur région et demander quel pesticide (et quelle dose) est autorisé pour quelles plantes/cultures. · Les agriculteurs signalent la présence de mauvaises herbes problématiques si celles-ci ont été identifiées dans leurs champs.
3. Atténuer les effets des difficultés engendrées par la combinaison d'une réglementation stricte en matière de pesticides et du changement climatique.	Effets du changement climatique sur la croissance des plantes, l'eau et la résistance à la sécheresse.	Employer une combinaison de stratégies d'atténuation pour empêcher la croissance des mauvaises herbes toxiques, par exemple l'application de pesticides et l'enlèvement, la collecte et l'élimination immédiats des mauvaises herbes.
	La nature envahissante de <i>Datura stramonium</i> peut donner lieu à la présence imprévue d'AT dans les aliments; à titre d'exemple, ils se sont propagés des pays de l'Est et du Sud de l'Europe vers les pays d'Europe septentrionale en raison du changement climatique. Compte tenu de son concept de non-utilisation de pesticides, la production d'aliments biologiques est en partie associée à une exposition accrue aux toxines végétales (p. ex., les AT) - <i>les pesticides auraient pu empêcher la croissance des mauvaises herbes problématiques dans une certaine mesure.</i> La présence d'AT dans les aliments peut en partie refléter une mise en œuvre inadéquate des bonnes pratiques (BPA et BPF) et des systèmes de gestion de la sécurité sanitaire des aliments (tels que l'analyse des dangers et la maîtrise des points critiques, HACCP et ISO 22000).	<p>Identification correcte des mauvaises herbes problématiques (voir point 1 ci-dessus).</p> <p>Former les agriculteurs (biologiques et conventionnels) et d'autres parties prenantes majeures aux BPA/BPF afin de garantir que leurs cultures/denrées alimentaires répondent aux normes de sécurité sanitaire et à la qualité nécessaire à cet égard.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Former les agriculteurs aux BPA/BPF afin qu'ils comprennent les problèmes liés aux contaminants alimentaires, par exemple les AT. · Encourager les inspections de routine pour les contaminants potentiels, par exemple les AT, dans l'ensemble des réseaux alimentaires - <i>Notez que l'inspection et l'élimination correcte des mauvaises herbes au niveau de l'exploitation aideront à résoudre les problèmes.</i> · Une application conséquente des BPA/BPF peut permettre de ramener les teneurs en AT des céréales et des produits céréaliers à des niveaux inférieurs aux limites maximales réglementaires, ou les éradiquer. · Contraindre les opérateurs du secteur alimentaire et tous les maillons de la chaîne alimentaire à appliquer les normes HACCP ou ISO 22000 ou tout autre système de contrôle de la sécurité sanitaire des aliments
4. Demande d'aliments biologiques de la part des consommateurs	Les producteurs peuvent en partie être plus respectueux des processus et doivent donc être tenus responsables de tout niveau de contamination dépassant les limites maximales réglementaires.	<ul style="list-style-type: none"> · Établir des valeurs indicatives (p. ex., 250 ppb pour les AT dans le sorgho, le millet et le sarrasin) utilisées pour la fabrication d'aliments à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge. · Sensibiliser les fournisseurs de céréales et faire appliquer la législation pour les inciter à mettre en œuvre de meilleures mesures préventives dans les champs et à travailler sur l'amélioration du triage mécanique (BPA/BPF).
5. Mesures politiques et d'action inadéquates, médiocres ou inexistantes en matière de réduction des intoxications alimentaires, telles que celles par les AT	Mesures d'intervention/de prévention inadéquates, médiocres ou inexistantes en matière de protection du public en cas d'intoxication alimentaire par les AT.	<p>Émettre un message clair (par le biais des canaux appropriés) pour alerter le public et lui demander de ne pas consommer les aliments/produits suspectés.</p> <p>Retirer immédiatement du marché les lots contaminés afin d'éviter d'autres expositions/foyers.</p>
	Surveillance des effets indésirables suspectés et contrôle de la qualité des ingrédients inadéquats ou insuffisants; par exemple, un	<ul style="list-style-type: none"> · Réaliser des tests de laboratoire sur des échantillons représentatifs

produit alimentaire initialement non toxique peut éventuellement devenir toxique s'il est contaminé par des AT.

- Communication inadéquate ou médiocre avec le public sur les questions de sécurité sanitaire, et mécanismes de signalement médiocres en cas d'incidence suspectée.
- Respect insuffisant des réglementations (qualité et normes de sécurité sanitaire)
- Sensibilisation insuffisante et inadéquate du personnel de santé et des victimes concernant le profil des intoxications alimentaires

- Mener des investigations approfondies (surveillance des effets indésirables suspectés - contrôle de la qualité de l'approvisionnement et de la transformation des ingrédients/du matériel végétal) tout au long de la chaîne/du système d'approvisionnement alimentaire.
- Prélever des échantillons en vue d'analyses toxicologiques, y compris des échantillons provenant de victimes de l'exposition et de témoins sains.
- Établir l'ampleur du problème et les raisons de la contamination par les AT (rapport).
- Promouvoir et améliorer les communications sur la qualité et la sécurité sanitaire destinées au public.
- Encourager le public à signaler tout effet indésirable
- Encourager des diagnostics et traitements médicaux appropriés pour les victimes d'exposition
- Encourager et promouvoir la mise en œuvre et le respect des réglementations/mesures réglementaires relatives aux AT
- Encourager et promouvoir la sensibilisation précoce du personnel de santé et des victimes

APPENDICE III**Liste des participants****PRÉSIDENCE**

Yongning Wu, Dr
 Chief Scientist and Professor
 China 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 (China)

Coprésidence

Ms. Lama A. Almairan
 Risk assessment expert, Food Sector
 Saudi Food and Drug Authority, Kingdom of Saudi Arabia

Dr. Yi SHAO
 Professor
 NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment
 China National Center of Food Safety Risk Assessment (CFSA), China

ARGENTINE

Argentina Focal Point
 CODEX ARGENTINA

Augusto José Frías Calvo
 Coordinador General de Piensos y Granarios
 SENASA

Martín Rhodius
 Analista Profesional en Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
 SENASA

Silvana Ruarte
 Directora de Fiscalización y Control
 INAL-ANMAT

Martin Fernández
 Profesional de Laboratorio
 INAL ANMAT

Gisele Simondi
 Profesional de Laboratorio
 INAL ANMAT

AUSTRALIE

Nick Fletcher
 Manager Standards and Surveillance
 Food Standards Australia New Zealand

BELGIQUE

Christine Vinkx
 Food safety expert
 FPS Health, Food Chain Safety and Environment
 Belgium

BRÉSIL

Larissa Bertollo G. Porto
 Health Regulation Expert
 Brazilian Health Regulatory Agency – Anvisa

Ligja Lindner Schreiner
 Health Regulation Expert
 Brazilian Health Regulatory Agency – Anvisa

CHINE

Dawei CHEN
 Professor
 NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment, China
 National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 China

Pingping ZHOU
 Professor
 NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment
 China National Center of Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 China

Shuang ZHOU
 Professor
 NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment, China
 National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 China

Lei GUO
 Professor
 Pharmaceutical Analyse Expert
 Academy of Military Medical Sciences
 China

Jingguang LI
 Professor
 NHC Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment, China
 National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 China

Lin LI
 Professor
 College of Animal Science
 Anhui Agricultural University
 China

Sijie LIU
 Professor
 Jilin Provincial Center for Disease Control and Prevention
 China

Xin LIU
 Professor
 School of Food Science and Engineering

Wuhan Polytechnic University
China

Feifei SUN
Associate Professor
Lab of Veterinary Pharmacology and Toxicology, College of
Animal Science
Anhui Agricultural University (AHAU)
China

Di WU
Lecturer, The Institute for Global Food Security, School of
Biological Sciences, Queen's University of Belfast

Yankai XIA
Professor
School of Public Health
Nanjing Medical University

Yan ZHANG
Researcher
Hebei Food Inspection and Research Institute
CHINA

UNION EUROPÉENNE

Frans VERSTRAETE
Deputy Head of Unit
European Commission/Directorate General for Health and
Food Safety
European Union

INDE

Prarabdh C Badgajar
Assistant Professor
NIFTEM, Kundli.

Sunil Bhand
Senior Professor
BITS Pilani - KK Birla Goa Campus

Kumar Kalpam
Senior Manager, Scientific and Regulatory Affairs
Mother Dairy Fruit & Vegetable Pvt. Ltd.

JAPON

Tetsuo Urushiyama
Associate Director
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan

Tomoaki Miura
Associate Director
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan

RÉPUBLIQUE DE CORÉE

Jooyeon Kim
Researcher
Food Standard Division, Ministry of Food and Drug Safety
(MFDS)

NOUVELLE-ZÉLANDE

Jeane Nicolas
Senior Adviser Toxicology
New Zealand Food Safety

Fiapaipai Auapaau
Adviser Risk Assessment
New Zealand Food Safety

NIGÉRIA

Babajide Jamodu
Principal Standards Officer
Nigeria

PÉROU

Javier Neptalí Aguilar Zapata
Coordinador Titular de la Comisión Técnica sobre
Contaminantes en los Alimentos
Perú

ARABIE SAOUDITE

Yasir A. AlAqil
Senior Specifications and Regulations Specialist ||
Saudi Food and Drug Authority, Kingdom of Saudi Arabia

Nimah M. Baqadir
Standards and Regulations Specialist I, Food Sector
Saudi Food and Drug Authority, Kingdom of Saudi Arabia

Lama A. Almaiman
Risk Assessment Expert, Food Sector
Saudi Food and Drug Authority, Kingdom of Saudi Arabia

Mohammed M. Al-Shehri
Risk Assessment Expert, Food Sector
Saudi Food and Drug Authority, Kingdom of Saudi Arabia

AFRIQUE DU SUD

MASUKU JULIET
Medical Biological Scientist
South Africa

SUISSE

Judit Valentini
Scientific Officer
Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO

TÜRKIYE

Sinan ARSLAN
Expert
The Ministry of Agriculture and Forestry/TÜRKIYE

Bengi AKBULUT PINAR
Food Engineer
The Ministry of Agriculture and Forestry/TÜRKIYE

UGANDA

George Nasinyama
UNICAF University

Allan Ochieng
Planner – Food Processing/National Planning Authority

Henriettah Nakisozi
Lecturer, Kyambogo University

Nvirimbi Charles Kalule
Managing Director/ISO Management System Consultant,
Zero Waste Consult Ltd

Harriet Nabirye
Member services manager, the grain council of Uganda

Polly Nakabonge
Standards Officer- Analyst (Microbiology)
Uganda National Bureau of Standards

Aliija Oliver Jane
Services and Women Desk Coordinator
Uganda Small Scale Industries Association

Aidah Vumilia
Projects Officer, Uganda Development Corporation

Night Carolyne
General Manager-kike Tropical Fruits Ltd.

Joel Ayikobua
Food Technologist, WFP-Uganda

Kaviiri Phenny H Dentons
Managing Partner - Technical-KK Projects

Sarah Nantongo
Surveillance Officer-Uganda National Bureau of Standards

Daniel Magada
Procurement Officer, WFP-Uganda

Juliet K Tindyebwa
Food Safety Specialist, Mbarara City Council

Makamba Ronald Ernest
Quality-Chemist, Hotloaf Uganda Limited

Talibita Moses
Legal Compliance Officer, Uganda National Health Users/
Consumer's Organization

Waibale Wilber
Scientist, Uganda Industrial Research Institute

Ahumuza Fortunate
Analyst Chemistry and Assistant Lecturer of Biochemistry at
Bugema University, Uganda National Bureau of Standards
and Bugema University

Joseph Olwa
Principal Analyst, Uganda National Bureau of Standards

Arthur Mukanga
Standards Officer/Uganda National Bureau of Standards

Rehema Meeme
Standards Officer/ Uganda National Bureau of Standards

Awath Aburu
Standards Officer/ Uganda National Bureau of Standards

ROYAUME-UNI

Craig Jones
Senior Policy Advisor
Food Standards Agency

Holly Howell-Jones
Policy Advisor
Food Standards Agency

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Tabitha Miller
Chemist/US Delegate
FDA/ United States

Lauren Robin
Branch Chief/US Delegate
FDA/United States

Quynh-Anh Nguyen
Biologist/US Delegate
FDA/United States

ORGANISATIONS INTERNATIONALES

FAO

Vittorio Fattori
Food Systems and Food Safety Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
(FAO)

FOODDRINKEUROPE

Alejandro Rodarte
Senior Manager Food Safety, Research & Innovation
FoodDrinkEurope
Belgium

ICA | International confectionery association

Eleonora Alquati
Sr Regulatory and Scientific Affairs Manager
International Confectionery Association

ICBA

Maia Jack
ICBA Working Group Chair
American Beverage Association

ISDI | International Special Dietary Foods Industry

Jean Christophe Kremer
Secretary General
ISDI

THIE | Tea & Herbal Infusions Europe

Farshad La-Rostami
Manager Scientific Affairs
Tea & Herbal Infusions Europe (THIE)
Germany

PAM (Programme alimentaire mondial)

Peijie Yang
Food Specifications Lead (Food Technologist)
World Food Programme (Rome, Italy)

Francesco Mascherpa
Food Specifications Consultant (Food Technologist)
World Food Programme (Rome, Italy)

OMS

Kim Petersen
Department of Nutrition and Food Safety
Standards and Scientific Advice on Food and Nutrition
World Health Organization (WHO)