

## COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS



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



Organisation  
mondiale de la Santé

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

Point 6 de l'ordre du jour

CX/CF 11/5/6  
Février 2011

**PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES  
COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION**

**5<sup>ème</sup> session**

**La Haye, Pays-Bas, 21 – 25 mars 2011**

**AVANT-PROJET DE LIMITES MAXIMALES POUR LE DÉOXYNIVALENOL (DON) ET SES  
DÉRIVÉES ACÉTYLÉS DANS LES CÉRÉALES ET LES PRODUITS À BASE DE CÉRÉALES**

**(N10-2010)  
(À l'étape 3)**

**Préparé par le groupe de travail électronique conduit par le Canada**

Les membres et les observateurs du Codex qui souhaitent soumettre des observations à l'étape 3 sur le sujet nommé ci-dessus, y compris les implications possibles sur leurs intérêts économiques, sont priés de le faire conformément à *la procédure uniforme pour l'élaboration des normes Codex et textes apparentés* (Manuel de procédure de la Commission du Codex Alimentarius) avant le **4 mars 2011**. Les observations seront adressées:

à:

Mme Tanja Åkesson  
Service central de liaison avec le Codex  
Ministère de l'Agriculture, de la nature et de la qualité  
des aliments  
Boite postale 20401  
2500 EK La Haye  
Pays-Bas  
Télécopie: +31 70 378.6134  
E-mail: [info@codexalimentarius.nl](mailto:info@codexalimentarius.nl) - *de préférence* -

Et d'en envoyer une copie au:

Secrétariat de la Commission du Codex  
Alimentarius,  
Programme mixte FAO/OMS sur les normes  
alimentaires,  
Viale delle Terme di Caracalla,  
00153 Rome, Italie  
Télécopie: +39 (06) 5705 4593  
E-mail: [codex@fao.org](mailto:codex@fao.org) - *de préférence* -

## GÉNÉRALITÉS

1. La 1<sup>ère</sup> session du Comité du Codex sur les contaminants dans l'Alimentation (CCCF) est convenue d'interrompre l'examen des niveaux maximaux (NM) pour le déoxynivalenol (DON) jusqu'à ce que plus d'informations soient disponibles. L'information recherchée a été incluse: la toxicité de 3-acétyl et de 15-acétyl DON qui apparaît en même temps que le DON et une nouvelle vue d'ensemble des données d'exposition y compris des données plus régionales sur les incidences et les niveaux de DON dans les céréales sur une période de plusieurs années et des modèles de consommation pour divers pays<sup>1</sup>.

2. La 4<sup>ème</sup> Session du CCCF est convenu de redémarrer le travail sur les NM pour le DON et ses dérivés acétylés dans les céréales et les produits à base de céréales en vue de l'existence de données d'occurrence suffisantes et de l'évaluation effectuée en 2010 par le comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires lors de sa 72<sup>ème</sup> réunion (FAO/OMS)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ALINORM 07/30/41, para. 108

<sup>2</sup> ALINORM 10/33/41, para. 108 – 110

3. Lors de la 4<sup>ème</sup> session du CCCF il a été indiqué que cette activité sur le DON concernerait les céréales et les produits à base de céréales pour la consommation humaine et n'était pas pertinente pour la nourriture animale. Bien que l'éventuelle préparation d'un document de travail sur le transfert du DON de la consommation de la nourriture animale à la consommation de la nourriture humaine ait été examinée, aucune décision n'a été prise à ce sujet.

4. Le 4<sup>ème</sup> CCCF est convenu que la délégation du Canada préparerait un document de projet pour soumission par le biais du secrétariat du 63<sup>ème</sup> comité exécutif pour examen. Soumis à l'approbation de la Commission, l'avant-projet de niveaux maximaux pour le DON et ses dérivés acétylés dans les céréales et les produits à base de céréales serait préparé par le groupe de travail électronique dirigé par le Canada pour observations et examen lors la 5<sup>ème</sup> session du CCCF.

5. Cette nouvelle activité a été approuvée par la 33<sup>ème</sup> session de la commission du Codex Alimentarius en juillet 2010<sup>3</sup>. La préparation de ce document a été conduite par le Canada avec les contributions de la FAO, la Commission européenne, l'Argentine, la Chine, le Japon, la Norvège, l'Afrique du Sud, la Suède, la Suisse, la Confédération des industries de l'alimentation et de la boisson de l'UE (CIAA) et l'Association des fabricants de l'épicerie.

6. Le groupe de travail électronique n'a pas pu atteindre un consensus en ce qui concernait l'opportunité d'établir des niveaux maximaux pour le DON dans les céréales et les produits à base de céréales et a conclu que le CCCF peut espérer examiner comme option l'élaboration de niveaux maximaux pour le DON uniquement. Les niveaux maximaux suivants sont proposés basés sur une révision des niveaux moyens d'occurrence (plutôt que sur une révision des jeux de données complets qui n'étaient pas disponibles et des niveaux maximaux actuels nationalement renforcés

- a) Le blé, le maïs et l'orge bruts qui doivent être soumis au tri ou à un traitement physique avant la consommation humaine ou à un emploi en tant qu'ingrédient dans les denrées alimentaires: 2mg/kg
- b) Tous les aliments dérivés du blé, de l'orge et/ou maïs, y compris ceux destinés à la consommation humaine directe, à l'exception des aliments à base de céréales pour les nourrissons et les jeunes enfants: 1mg/kg
- c) Aliments à base de céréales pour les nourrissons (jusqu'à 12 mois) et jeunes enfants (12 à 36 mois): 0.5mg/kg.

7. Si les niveaux maximaux sont élaborés alors une requête du Comité du Codex sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage devrait être requise pour que soit développé un plan d'échantillonnage approprié. Un examen pourrait aussi être fourni pour le développement de méthodes analytiques validées pour le DON 3Ac, DON 15Ac et le DON 3-glucoside.

8. Le CCCF peut également estimer que la collecte ultérieure de données est nécessaire avant que des niveaux maximaux du DON soient élaborés dans quel cas il est recommandé que:

- Les membres du Codex continuent à contrôler, ou implanter la surveillance du DON et l'occurrence de dérivé du DON dans le blé, le maïs et les autres céréales afin de fournir une esquisse complète des différences saisonnières et régionales.
- Les membres devraient continuer à être encouragés afin de soumettre des jeux de données complets qui incluent des résultats d'échantillonnage individuels plutôt qu'uniquement des données complètes.
- Le CCCF examine la requête suivante à savoir qu'une évaluation de l'impact sur les expositions diététiques de différents niveaux maximaux soit entreprise par le JECFA.
- Le CCCF examine la requête suivante à savoir que les courbes de distribution soient générées par le JECFA pour les niveaux de DON dans le blé, le maïs, l'orge et les aliments dérivés de ces céréales afin d'évaluer l'impact potentiel sur la

---

<sup>3</sup> ALINORM 10/33/REP, Annexe VI

disponibilité de ces aliments de base et afin d'autoriser l'examen suivant, à savoir si des niveaux maximaux pourraient être établis en se basant sur les niveaux praticables les plus bas du DON sur une base globale.

9. Les membres du Codex et les observateurs sont invités à soumettre des observations à l'étape 3 sur les propositions ci-dessus du groupe de travail électronique.
10. Le rapport complet est présenté dans l'Annexe I.

## ANNEXE I

AVANT-PROJET DE NIVEAUX MAXIMAUX POUR LE DÉOXYNIVALÉNOL DANS LES  
CÉRÉALES ET LES PRODUITS CÉRÉALIERS

## (À L'ÉTAPE 3 DE LA PROCÉDURE)

## INTRODUCTION

1. Le déoxynivalénol (DON; vomitoxine) est un membre de la famille trichothécène, une catégorie importante de mycotoxines qui partage la même structure chimique de base, un squelette tétracyclique 12,13-époxy-trichothécène. Les trichothécènes sont sous divisés en quatre groupes conformément à leur structure chimique et produisent des champignons (Ueno, 1983). Le DON, ses dérivés, 3-acétyldeoxynivalénol (DON3Ac), 15-acétyldeoxynivalénol (DON15Ac) et DON-3-glucoside, et nivalénol (NIV) sont membres des trichothécènes du type B. Le type B, conjointement aux trichothécènes de type A, qui comprennent la toxine T-2 toxine et la toxine HT-2, sont les trichothécènes prédominants trouvés en tant que contaminants naturels dans les graines de céréales
2. Le genre *Fusarium* est un groupe varié large et chimique de champignons associés aux plantes et inclut des espèces qui peuvent produire des trichothécènes ou des fumonisines. Les espèces les plus importantes économiquement et produisant du DON sont le *F. graminearum* et *F. culmorum* (Foroud et Eudes, 2009). Le *F. graminearum* apparaît dans les graines de céréales comme l'orge, le maïs, le riz et le blé, causant la pourriture rouge dans le maïs et flétrissement des plantules des céréales (FHB) dans la croissance du blé et de l'orge dans les climats tempérés comme ceux trouvés en Amérique du Nord, en Chine et en Europe (Desjardins, 2006). La sévérité du flétrissement des plantules des céréales (FHB) dépend des conditions climatiques avec de l'humidité élevée durant et après la floraison celle-ci étant favorable aux épidémies de maladie et la production de mycotoxine (Edwards, 2009).
3. Le *F. culmorum*, bien que diffusé à large échelle est plus abondant dans les climats tempérés à froids comme ceux dans l'Est de l'Australie, le Nord des États-Unis, le Canada et l'Europe. Cela provoque la pourriture des racines et la pourriture du tronc vivant dans diverses espèces de plantes et est un constituant majeur du flétrissement des plantules des céréales (FHB) dans les cultures de céréales (Desjardins, 2006). Le *F. pseudograminearum*, formellement décrit en tant que sous groupe de *F. graminearum*, provoque la pourriture fusarienne du blé et des autres petites graines de céréales, en particulier dans des régions chaudes, semi-arides mais il est rarement isolé des têtes (Desjardins, 2006).
4. Le *F. graminearum* est considéré comme un complexe d'espèces consistant en au moins neuf espèces distinctes phylogénétiques dont certaines sont localisées sur des continents précis ou des régions géographiques (Goswami et Kistler, 2004). Le complexe d'espèces *F. graminearum* et *F. culmorum* produise un des trois profils de souches spécifiques (chimiotype) de Type B-trichothécène métabolites: NIV et dérivés acétylés; le DON et principalement le DON 3Ac (le DON 3Ac chimiotype); et DON et principalement 15AcDON (15AcDON chimiotype) (Miller et al. 1991). Une étude dans les années 1980 a indiqué que le DON 3Ac chimiotype de *F. graminearum* prédominait dans des climats plus chauds comme l'Europe, la Chine, l'Australie et la Nouvelle Zélande et le chimiotype de DON15Ac était prédominant dans des régions plus froides y compris l'Amérique du Nord (Mirocha et al 1989). A la fois les souches *F. graminearum* produisant du DON et du nivalénol ont été trouvées dans des études dans des régions en Chine, au Japon, en Corée et au Népal (Yoshizawa et Jin, 1995, Desjardins, 2006).
5. Il y a des indications que la globalisation du commerce dans les plantes horticoles et agricoles a résulté en des modifications dans les profils régionaux des pathogènes du flétrissement des plantules des céréales (FHB) (Starkey et al. 2007). De récentes études indiquent que le chimiotype de DON3Ac du *F. graminearum* remplace le chimiotype de DON 15Ac dans des parties de l'Amérique du Nord (Guo et al, 2008, Ward et al., 2008, von der Ohe et al., 2010). Des études menées au Royaume uni (UK) ont indiqué qu'une variation apparaît dans la population de *Fusarium* associée à flétrissement des plantules des céréales (FHB), traditionnellement dominée par le *F. culmorum*, à travers une proportion plus élevée de *F. graminearum* (Jennings et al. 2004). Des tendances similaires ont été rapportées en Allemagne et aux Pays-Bas (Jennings et al. 2004).
6. Le glucoside DON-3-a été récemment détecté dans le blé, le maïs et l'orge (Berthiller et al., 2009). La recherche suggère que les plantes métabolisent le DON au glucose conjugué en tant que mécanisme de désintoxication. La crainte existe que le glucose DON-3-, "masqué" pour certaines méthodes analytiques,

soit métabolisé par les humains et les animaux pour libérer le parent DON (Sasanya et al., 2008). En conséquence, les données d'occurrence pour les céréales et les aliments finis peuvent sous estimer les expositions au DON.

### **Toxicologie**

7. Lors de sa 72<sup>ème</sup> réunion, le JECFA a examiné préalablement les données toxicologiques révisées et les nouvelles études sur la toxicité et la toxicocinétique en donnant une plus grande emphase aux études dans lesquelles le DON pur ou les dérivés acétylés du DON ont été ajoutés à des diètes définies dans les espèces mammifères. Le comité a conclu que le NOEL (Niveau d'effet non observé) basé sur un poids corporel réduit dans l'étude du cancer de la souris et utilisé pour établir une dose journalière maximale provisoire tolérable (PMTDI) de 1 µg/kg pc à la 56<sup>ème</sup> réunion restait approprié. Étant donné que les études métaboliques indiquaient que le DON 3Ac est rapidement et de façon large désacétylé au DON et par conséquent contribue à la toxicité totale induite du DON, la dose journalière maximale provisoire (PMTDI) pour le DON a été converti en un groupe de PMTDI de 1 µg/kg pc pour le DON et des dérivés acétylés, de DON 3Ac et de DON 15Ac (FAO/OMS, 2010). Le Comité a aussi conclu qu'il y avait suffisamment d'informations pour inclure le glucose DON-3-dans le groupe de la dose journalière maximale provisoire tolérable (PMTDI).

8. Le JECFA (FAO/OMS, 2010) en a aussi fait découler un groupe de dose de référence aiguë (ARfD) de 8 µg/kg pc/jour pour le DON et ses dérivés acétylés en utilisant un BMDL<sub>10</sub> de 0.21 mg/kg pc/jour pour les vomissements chez les porcs et en appliquant un facteur d'incertitude de 25. Le comité a également noté que des données limitées issues de rapports de cas humains indiquaient que les expositions diététiques au DON jusqu'à 50 µg/kg pc/jour avaient peu de chance d'initier des vomissements.

9. Le DON a été nommé par l'Institut national pour les sciences environnementales sur la santé (NIEHS) pour des études de toxicité chronique et cancérigènes et des études reproductrices basées sur une absence d'études à long terme ainsi que la contamination de grande diffusion des aliments humains (NTP 2009).

### **Échantillonnage**

10. La nature de l'infection fongique et de la contamination de la mycotoxine nécessite qu'il soit pris soin du produit analysé afin d'obtenir des échantillons représentatifs afin que les niveaux de mycotoxines puissent être déterminés de façon exacte et précise. Les étapes de l'échantillonnage incluent : (1) la collection d'un échantillon global (en vrac), (2) l'homogénéisation et la division de l'échantillon global afin d'obtenir un échantillon de laboratoire, (3) l'échantillon de laboratoire est broyé afin de réduire sa taille de particule et (4) l'échantillon broyé est homogénéisé et un sous échantillon pris pour l'analyse de la teneur de mycotoxine (CX/CF 07/1/17, Köppen et al., 2010). L'échantillonnage représente typiquement la source la plus large de variabilité dans l'analyse des mycotoxines (Whitaker 2003).

11. En général, un plan d'échantillonnage décrit la façon de sélectionner physiquement un échantillon en prenant en considération la mycotoxine et le produit analysé. Les denrées alimentaires avec une petite taille de particule comme les graines de céréales peuvent escompter avoir une plus petite variance associée à l'échantillonnage que celles avec une taille de particule plus large comme les noix (Coker et al., 1995). On a constaté que le DON pouvait être distribué à juste titre uniformément à travers un lot de blé, contrairement à l'ochratoxine A (OTA) qui était distribuée de façon plus hétérogène dans les zones sensibles (Rivas Casado et al., 2009). Les produits finis vendus au détail ont souvent une variabilité plus basse à cause de la transformation (Macarthur et al., 2006). La variance augmente aussi en proportion du niveau de contamination du lot (Whitaker, 2006).

12. Pour être représentatif du lot, l'échantillon devrait être un agrégat de beaucoup d'échantillons différentiels pris à travers le lot et ceci est plus difficile à obtenir d'un lot statique que du flux mouvant d'un produit (Whitaker, 2006). Le nombre d'échantillons incrémentiels pris et le poids de l'échantillon de l'agrégat dépend du poids total du lot en question. Par exemple les paramètres d'échantillonnage requis par la réglementation de la CE 401/2006 pour les mycotoxines dans les denrées alimentaires sont indiqués dans le tableau 1 ci-dessous. Les études impliquant un lot statique de 26 tonnes de blé ont indiqué que la variabilité associée aux différents nombres d'échantillons incrémentiels était relativement basse pour le DON (Biselli et al., 2008). La taille des échantillons incrémentiels qui peut être influencée par le choix de la sonde d'échantillonnage affecte aussi la variabilité des résultats (Park et al., 2000).

13. L'échantillon global peut être broyé afin de réduire la taille de la particule et distribue uniformément la mycotoxine dans l'échantillon avant que les sous échantillons soient pris pour analyse. Il a été démontré que le broyage fin de l'échantillon de l'agrégat entier et en outre le broyage des sous échantillons individuels du blé préalable à l'analyse réduit la variabilité dans les résultats du DON et de l'OTA (Biselli et al., 2008). Il a été constaté que les techniques de mélange des déchets produisaient de plus petites particules et des échantillons plus homogènes (Spanjer et al., 2006) bien que des approches pour réduire la variabilité associée aux techniques de broyage à sec aient été examinées (Nowicki et al., 2010).

**Tableau 1.** Paramètres d'échantillonnage pour les céréales et les produits à base de céréales basés sur le poids du lot ainsi que spécifiés dans la réglementation CE 401/2006.

Poids lot (tonnes)	Poids ou nombre de sous lots	Nombre d'échantillons différentiels	Agrégat	poids échantillon (kg)
≥ 1 500	500 tonnes	100		10
> 300 et < 1 500	3 souslots	100		10
≥ 50 et ≤ 300	100 tonnes	100		10
> 20 et < 50	—	100	■	10
> 10 et ≤ 20	—	60	■	6
> 3 et ≤ 10	—	40	■	4
> 1 et ≤ 3	—	20	■	2
> 0.5 et ≤ 1	—	10	■	1
> 0.05 et ≤ 0.5	—	5	■	1
≤ 0.05	—	3	■	1

*Adapté à partir de la réglementation CE 401/2006 Tableaux 1 et 2.*

14. La variabilité dans la quantification DON à cause de l'échantillonnage dans les grains de céréales et les aliments à base de céréales peut espérer être moindre pour les autres matrices alimentaires- mycotoxines, comme l'aflatoxine dans les noix ou l'OTA dans les céréales. Comme dans toute quantification de mycotoxine, la variabilité d'échantillonnage peut être minimalisée en obtenant un échantillon représentatif, en augmentant un échantillon représentatif, en augmentant le nombre d'échantillons incrémentiels et en conséquence la taille de l'échantillon global, tout en assurant que l'échantillon en vrac est adéquatement homogénéisé avant le sous échantillonnage. Toutefois, en développant un plan d'échantillonnage pour les mycotoxines avec les caractéristiques opérantes désirées, la réduction de la variabilité d'échantillonnage doit être évaluée par rapport au coût associé à la manutention et à la transformation davantage ou de plus larges échantillons ainsi que contre les risques des pratiques commerciales équitables, c'est-à-dire la probabilité de rejection inappropriée ou d'acceptation de lots de produits qui sont actuellement en dessous ou au-dessus respectivement de tout niveau maximal proposé.

### Méthodes analytiques

15. Des recherches considérables ont été menées sur les méthodes analytiques pour la détermination du DON durant la dernière décennie. Des méthodes plus récentes ont été utilisées pour la détermination des dérivés acétylés du DON et le glucose DON-3. Dans sa révision des méthodes analytiques, le JEFCA (2010) a considéré l'emploi de la spectrométrie de masse (MS) ou la spectrométrie de masse en tandem (MS/MS) associée à une chromatographie en phase liquide à haute performance (LC-MS/MS) pour le DON comme constituant le développement le plus important. Des révisions ont été publiées sur les méthodes analytiques débattant de la détermination de trichothécène (Koch, 2009, Lattanzio et al., 2009) et les aspects plus généraux de la détermination de la mycotoxine (Krska et al., 2005, 2008, Cigic et Prosen, 2009, Turner et al. 2009, Köppen et al. 2010).

16. La variété des différentes méthodes développées pour la détection et la quantification du DON peut être répertoriée généralement en tant que tests de dépistage pour une prévision de rentabilité et des méthodes quantitatives avec des limites basses de détection. Les tests de dépistage qui tendent à être qualitatifs ou semi quantitatifs en nature, sont fondés sur diverses techniques analytiques comprenant la chromatographie en couche mince (TLC), la spectrométrie infrarouge et les analyses immunochimiques. La chromatographie en couche mince (TLC) permet de tester un large nombre d'échantillons avec des frais d'exploitation bas

ainsi que l'identification des composés cibles en utilisant une analyse spectrale d'UV visibles (Köppen et al., 2010). Le format le plus commun d'immunoessai est la plaque microtitre par enzyme liée au dosage immunoabsorbant (ELISA) mais deux immunoessais de formats supplémentaires développés récemment pour l'analyse du DON sont basés sur une polarisation de fluorescence et une résonance de surface à plasmon (Schneider et al., 2004, Zheng et al., 2006). Les études immunochimiques comprennent un débit latéral, une bandelette réactive et des essais avec renouvellement continu dans lesquels les antigènes ou les anticorps sont immobilisés sur des membranes porteuses au lieu de plaques microtitres (Köppen et al. 2010). Beaucoup d'équipements immunoessais sont commercialement disponibles pour le DON, mais ils devraient uniquement être disponibles pour les matrices alimentaires et dans les plages d'essai pour lesquelles ils ont été désignés (Schneider et al. 2004). Le développement de panoplie de bio senseurs permette rapidement une analyse simultanée d'échantillons multiples ou de substances à analyser (Ngundi et al., 2006, Sapsford et al., 2006). Différentes méthodes non immunochimiques existent également pour la détection de DON (Köppen et al., 2010).

17. La quantification du DON dans les céréales implique généralement l'extraction, le nettoyage, la séparation chromatographique et la détection. Les procédures de chromatographie en couche mince (TLC) pour la détection et l'analyse du DON sont praticables et rentables pour un emploi dans les laboratoires avec un budget réduit. D'autres méthodes quantitatives classiques comprennent la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) associées à un réseau de diode, la fluorescence, MS or MS/MS et la chromatographie en phase gazeuse associée à une capture d'électron, la ionisation de flamme ou la détection MS (Köppen et al., 2010). Ainsi qu'indiqué par le JECFA (FAO/OMS, 2010), actuellement, le développement de la méthode analytique se concentre largement sur l'emploi de méthodes LC-MS/MS. Non seulement cette méthode offre une haute sensibilité et précision, mais elle autorise la détection de multiples mycotoxines dans une passe unique. Les limites de détection des méthodes de multi mycotoxines varient de façon importante, en partie grâce aux différences dans l'équipement, les challenges de nettoyage et les différentes structures importantes de certaines toxines. Les limites de détection peuvent être réduites en utilisant des méthodes spécifiques aux trichothécènes (Dall'Asta et al., 2004, Buttinger et Krska, 2003, Tanaka et al., 2009), ou en utilisant des normes étiquetées c les plus appropriées à la matrice <sup>13</sup> (Häubl et al., 2006, Asam et Rychlik, 2007).

18. Par rapport à la recherche sur les méthodes analytiques pour le DON, peu de travail s'est concentré sur la détection des dérivés acétylés, le DON 3Ac et le DON15Ac, et le DON-3-glucose. Le DON acétylé peut être déterminé par des méthodes GC ou MS utilisées pour l'analyse du DON bien que la sélection de la colonne GC soit critique pour la séparation (JECFA, 2010). Une méthode analytique LC/APCI-MS a été indiquée comme utile pour la détermination du DON et le DON acétylé (Tanaka et al., 2006). LC-MS/MS est idéal pour l'identification et l'analyse du DON-3-glucose. Les autres méthodes pour mesurer le DON-3-glucose impliquent leur hydrolyse pour augmenter le niveau de DON libre préalablement à la quantification (Zhou et al., 2007). Les dérivés acétylés du DON peuvent étaler une activité hétérospécifique avec certains anticorps spécifiques au DON, conduisant ainsi beaucoup d'études immunochimiques à surestimer la teneur en DON si leur présence n'est pas justifiée (Zachariasova et al., 2008). Des recherches récentes ont démontré que l'anticorps DON reconnaissait le DON 3-Ac et le DON-3-glucose par un immunoessai de résonance de surface à plasmon (Kadota et al., 2010)

19. Les méthodes validées telles que celles adoptées par l'Organisation internationale pour la norme (ISO), l'Association des collectivités analytiques (AOAC), ou l'Organisation européenne pour la normalisation (CEN), sont requises à des fins d'application. Pour le Don dans les graines de céréales et les produits à base de grain, il existe des méthodes en chromatographie en couche mince (TLC) validées (méthode AOAC 986.17), GC (méthode AOAC 986.18) et des méthodes HPLC-UV (EN 15891:2010) ainsi que différents dosages d'immunoabsorption par enzyme liée, (ELISA) testés à la performance AOAC qui sont commercialement disponibles. Il existe une norme CEN (EN 15891:2010) pour HPLC avec la détection UV de DON dans les céréales et les produits à base de céréales. Les normes commerciales étiquetées C <sup>13</sup> sont disponibles pour le DON et le DON 3-Ac (Bretz et al., 2006).

### **DON dans les grains de céréales**

20. La prévalence du DON à l'échelle mondiale dans les céréales a fait l'objet d'une documentation détaillée lors des deux dernières décennies (Tanaka et al., 1988, Scott, 1990, Placinta et al., 1999, Desjardins, 2006 et Binder et al., 2007). Le blé, l'orge et le maïs réunis représentent les deux tiers de la production mondiale de céréales et sont des cultures très vulnérables à la brûlure fusarienne et à la contamination

par les trichothécènes (Abramson, 1998). Les types de blé affectés par le DON comprennent des variétés à la fois hivernale et automnale ainsi que des cultivars durs et doux. On a également constaté que le DON contaminait d'autres grains de céréales y compris l'avoine, le riz et le triticale (JECFA, 2001). Bien que d'autres trichothécènes et zéaralénone apparaissent de façon concomitante avec le DON, celui-ci est généralement la toxine la plus prédominante.

21. *Les espèces Fusarium* peuvent produire du DON dans le champ et également durant l'entreposage si la teneur en humidité de l'amande du grain est élevée. Les températures locales, les précipitations et l'humidité constituent des facteurs majeurs pour les infections qui apparaissent au moment de la floraison. C'est le timing des précipitations plutôt que leur quantité qui constitue le facteur critique pour l'infection. Pour ces raisons, l'incidence de concentrations élevées peut varier énormément d'une année à l'autre et d'une région à l'autre.

22. En 2001, la 56<sup>ème</sup> réunion du JECFA a évalué les niveaux et les modèles de contamination des céréales par le DON sur la base des données d'occurrence soumises par l'Argentine, le Brésil, le Canada, la Chine, la Finlande, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, la Suède, le Royaume-Uni, l'Uruguay et les USA et pris de la littérature publiée de 1990 à 2000. Il a été constaté que le DON était un contaminant fréquent des céréales avec 57 pour cent de blé, 43 pour cent de maïs, 68 pour cent d'avoine, 59 pour cent d'orge, 49 pour cent de seigle et 29 pour cent d'échantillons de riz positifs. Il a également été détecté dans le blé noir, le pop-corn, le sorgho et le triticale. La plupart des données disponibles concernaient les régimes de l'Amérique latine et de l'Europe dans le système de contrôle environnemental total – le contrôle de la contamination alimentaire et le programme d'évaluation (GEMS/alimentation) avec uniquement des données limitées pour l'Extrême-Orient et les diètes africaines. Un résumé relatif aux concentrations du DON utilisées dans l'évaluation d'exposition basée sur l'alimentation/GEMS du JECFA en 2001 est présenté dans le tableau 2.

23. En 2010, la 72<sup>ème</sup> réunion du JECFA a examiné les données d'occurrence soumises par l'Australie, la Belgique, le Brésil, la Chine, la Finlande, la France, la Hongrie, le Japon, les Pays-Bas, la Norvège, Singapour et le Royaume-Uni ainsi que les études publiées dans la littérature ouverte entre 2001 et 2009. Comme dans l'évaluation en 2001 du JECFA, le DON a été fréquemment détecté dans les céréales avec 73 pour cent de blé, 92 pour cent de maïs, 50 pour cent d'avoine, 68 pour cent d'orge, 30 pour cent de seigle, 74 pour cent d'échantillons de riz étant positifs. Les niveaux les plus élevés de DON ont été détectés dans le blé, le maïs et l'orge. Le blé était la seule denrée alimentaire pour laquelle des données ont été reportées dans chacun des dix groupes de régime. La majorité des données étaient issues de pays des groupes de régimes alimentaires E et F /GEMS (Europe occidentale et Europe du Nord respectivement). Les données d'occurrence pour les Amériques (GEMS/groupe de régime alimentaire M) étaient largement reliées aux données limitées disponibles dans la littérature publiée. Un résumé relatif aux des concentrations de DON utilisées dans le JECFA 2010 GEMS/évaluation d'exposition basée sur l'alimentation/ GEMS est présenté dans le tableau 2.

**Tableau 2.** Résumé des données d'occurrence utilisées dans l'évaluation de l'exposition basée GEMS/Aliments.

Denrée	JECFA 2001			JECFA 2010		
	No. des échantillons	Moyenne pondérée conc. µg/kg	Valeur max <sup>b</sup> µg/kg	No. des échantillons	Moyenne pondérée con.moyenne. µg/kg	Valeur max µg/kg
Orge	1 778	720	34 000	1 353	442	10 000
Maïs	5 719	180	19 000	2 643	625	17 500
Avoines	834	89	2 600	238	79	5 000
Riz	203	150	9 500	462	12	320
Seigle	295	65	1 300	909	63	1 095
Blé	14 200	390	30 000	9 997	367	14 000

<sup>a</sup> Moyenne pondérée des échantillons combinés.

<sup>b</sup> Valeur maximale analytique reportée.



24. Le DON a été détecté dans 47 pour cent de 538 échantillons de blé dur ambré, 36 pour cent de 1226 échantillons de blé dur et 54 pour cent de 194 échantillons de blé doux collectés au Canada entre 1994 et 2009. Les niveaux moyens et maximaux de DON étaient de 150 et de 3150 µg/kg pour le blé dur ambré, de 210 et de 2790 µg/kg pour le blé dur et de 330 et de 2150 µg/kg pour le blé doux respectivement. Vingt pour cent des 303 échantillons d'orge ont été trouvés positifs au DON avec des niveaux moyens et maximaux étant de 210 et 4460 µg/kg respectivement. Des 169 échantillons d'orge analysés durant la même période, 35 pour cent étaient positifs au DON avec des niveaux moyens et maximaux étant de 100 et de 940 µg/kg (Commission canadienne du grain, 2010).

25. L'occurrence des dérivés de DON avec le DON 3Ac et le DON 15Ac dans le blé, le maïs, l'orge, l'avoine le seigle et leurs produits ont été examinés par le JECFA pour la première fois en 2010. Des données étaient disponibles sur le DON 3Ac issues de 6980 échantillons (92 pour cent de l'Europe et 8 pour cent de l'Asie) et sur le DON 15Ac issues de 4300 échantillons (81 pour cent issues de l'Europe, 16 pour cent issues de l'Asie et 3 pour cent issues des USA). Ces dérivés étaient rarement détectés et leur niveaux lorsque détectés étaient généralement de 10 pour cent ou ceux reportés pour le DON. Les niveaux moyens reportés les plus hauts de DON 3Ac dans le blé, maïs et orge étaient de 193, 17 et 19 µg/kg, respectivement. Les niveaux les plus élevés de DON 3Ac reportés étaient pour le maïs issu de la Chine (368 µg/kg) et de la France (520 et 1320 µg/kg) et pour l'avoine issue de la Finlande (438 µg/kg). Pour le DON15Ac Les niveaux moyens les plus élevés rapportés dans le blé, le maïs et l'orge étaient de 365, 236 et 0.3 µg/kg, respectivement avec les niveaux les plus élevés reportés en tant que 1800 µg/kg et 1734 µg/kg pour le blé et le maïs issus de la Chine.

26. Les données sur le DON-3-glucoside dans les céréales ont été révisées par le JECFA en 2010 mais ont été considérées comme trop limitées pour l'évaluation de l'exposition diététique. Les niveaux moyens de DON-3-glucoside dans le blé variaient de 26 à 393 µg/kg et le plus haut niveau reporté était de 5400 µg/kg dans le blé des USA.

#### **Effets de mouture et transformation des aliments**

27. Le nettoyage initial du grain, la mouture de la céréale entière et la transformation de différentes fractions de mouture à la transformation des aliments peut entièrement changer le niveau de DON par rapport à celle dans la récolte brute récoltée relatif (Scudamore, 2008). Les effets de la transformation sur les niveaux de DON sont pertinents parce que c'est à travers les produits alimentaires finis que la plus grande exposition humaine au DON apparaît. Des examens complets sur l'influence de ces processus sur les niveaux de mycotoxine ont été publiés (Bullerman et Biachini, 2007, Hazel et Patel, 2004, Kushiro, 2008, Scudamore, 2008, et Trigo-Stockli, 2002).

28. Les céréales récoltées destinées à la consommation humaine sont généralement nettoyées pour retirer toute impureté préalablement à la mouture, une étape qui peut être utilisée pour retirer les grains cassés ou endommagés. Les noyaux du blé et de l'orge infectés par le *Fusarium* sont racornis et moins élevés en poids que ceux qui sont sains et peuvent être séparés sur la base d'une gravité spécifique, la taille et la forme par l'emploi des séparateurs de gravité (Hal et Patel, 2004). Delwiche et al. (2005) ont rapporté que le tri haut débit optique pouvait réduire la concentration en DON dans le blé trié jusqu'à une moyenne de 51% de la concentration originale avec un tri semis direct, avec des réductions supplémentaires apparaissant avec les passes additionnelles. Alors qu'il a été rapporté que le tri grossier d'échantillons contaminés réduisait de façon importante les niveaux de DON, l'effet du nettoyage est extrêmement variable (Scudamore, 2008).

29. L'effet que le broyage a sur les niveaux de DON dans les produits alimentaires résultants dépend de différents facteurs y compris le grain, le niveau de contamination et le processus de broyage. Le broyage à sec est un processus selon lequel les grains sont broyés et leurs composants séparés en fractions selon la taille de la particule. Des études ont montré que dans le blé broyé, de hautes concentrations de DON ont été trouvées dans le son et des fractions de petit son que dans le blé original avec des concentrations plus basses dans la farine blanche (Samar et al., 2003, Trigo-Stockli et al., 1996, Seitz et al. 1985, Young et al., 1984.) Les techniques de broyage peuvent réduire les niveaux de DON dans la farine d'approximativement 50 pour cent (Lancova et al. 2008a, Nisho et al. 2010). Toutefois les études antérieures menées par Sietz et al. (1985) et Young et al. (1984) ainsi que des études plus récentes (Pinson-Gadai et al., 2007, Rios et al., 2009) indiquent que l'effectivité du processus de broyage dans la réduction du niveau de DON dans la farine dépend de la teneur selon laquelle les champignons ont pénétré le noyau. Des niveaux plus élevés de la contamination en DON sont généralement associés à une réduction plus basse en pourcentage durant le

broyage (Trigo-Stocki, 2002). Une étude récente montre que la distribution de DON dans le broyage de blé japonais pourrait être influencée par le niveau de contamination du grain original et le processus de broyage n'est pas toujours effectif pour le retrait des toxines des grains de blé (Thanmawong et al., 2010)

30. Le broyage d'avoine implique l'écalage afin de retirer la coque du grain, le conditionnement (four) avec de la chaleur et/ou vapeur pour inactiver la lipase, séparant les gruaux selon la taille et la floconisation pour produire des flocons utilisés dans les produits alimentaires. Le broyage de flocons d'avoine ou gruaux et la séparation sont utilisés pour produire du son d'avoine et de la farine d'avoine. L'écalage de l'avoine résulte en une large réduction du niveau de DON en comparaison au grain couvert (Scudamore et al. 2007) et le processus au four réduit plus avant les niveaux (Tekauz et al., 2004). Scudamore et al. (2007) ont rapporté que la concentration de DON dans les flocons d'avoine était de 5-10 pour cent celle de la dose d'avoine.

31. Le maïs peut être soumis soit au broyage à sec afin de produire de la farine et des gruaux d'avoine soit à l'extraction par voie humide afin de produire de l'amidon et des sirops au glucose. Dans l'extraction par voie humide du maïs, on a constaté que le DON étant une mycotoxine soluble à l'eau, se transférant dans l'eau de trempage et dans les fractions de gluten avec un transfert bas à l'amidon et par conséquent les fractions de sirops (Lauren et Ringrose, 1997, Hazel et Patel 2004). Pour le broyage à sec du maïs, les niveaux les plus élevés de DON se trouvent dans le germe et les fractions de son avec des niveaux plus bas dans les gruaux de maïs et la farine qui sont utilisés dans la production de céréales pour les petits déjeuners, les snacks et la polenta (Scudamore et Patel, 2009, Schollenberger et al., 2008, Schaafsma et al. 2004).

32. Les conditions de fermentation et de cuisson pour la fabrication de pain et les produits sans levure varient considérablement à travers le monde, résultant en différents effets sur les niveaux de DON dans les aliments finaux cuits (Hazel and Patel, 2004). La cuisson du pain a été reportée par certains comme réduisant les niveaux de DON (Abbas et al., 1985, Samar et al. 2001, Pacin et al, 2010, Valle-Algara et al., 2009) tandis que d'autres ont trouvé que le DON était hautement stable durant le processus (Scott et al, 1984, Neira et al., 1997, Sugita-Konishi et al., 2006, Lancova et al., 2008a). Tandis que Samar et al. (2001) et Neira et al. (1997) ont rapporté des réductions dans les niveaux de DON durant la fermentation, Valle-Algarra et al. (2009) ont observé aucun changement et Young et al. (1984) ont observé une augmentation dans les produits avec de la levure. Il a été suggéré que les ingrédients utilisés (Boyacioğlu et al., 2003) ainsi que la technologie de la cuisson (commerciale versus faite main) (Scudamore et al. 2009, Bergamini et al. 2010) et les conditions de fermentation et de cuisson (Valle-Algarra et al., 2009) avaient un impact sur la réduction des niveaux de DON observés durant la fabrication du pain.

33. Il a été indiqué que les réductions de niveaux de DON dans les produits finaux de boulangerie sans levure par rapport aux niveaux existants dans la farine étaient dues à l'effet de dilution d'autres ingrédients et non pas la transformation (Scudamore et al., 2009). Le processus d'extrusion utilisé de façon étendue dans la production de céréales pour les petits déjeuners, les encas et l'alimentation texturisée (Bullerman and Bianchini, 2007) est indiqué comme ayant des effets variés sur la stabilité du DON. Tandis que Cazzaniga et al. (2001) ont indiqué que la cuisson à l'extrusion de la farine de maïs était effective dans l'inactivation du DON particulièrement si le métabisulfite de sodium était ajouté, Scudamore et al. ont indiqué que le DON dans la farine complète (2008a) et la farine de maïs (2008b) était relativement stable. Durant la production commerciale des céréales de petit déjeuner, la perte de DON était plus importante de façon significative dans le produit pour lequel l'excès d'effluent de l'autocuiseur était écoulé (Scudamore et Patel, 2008).

34. La friture traditionnelle à la maison des empanadas d'Argentine (pâtisserie fourrée) a résulté en la réduction en DON à des niveaux de 20 à 28 pour cent par rapport à celle de la pâte crue selon la température de la friture (Samar et al., 2007). L'ébullition des pâtes ou nouilles résulte en la perte de DON dans l'eau bouillante (Visconti et al., 2004, Hazel et Patel, 2004, Sugita-Konishi et al., 2006, Scudamore, 2008). La fabrication des tortillas qui implique d'abord l'ébullition du maïs dans une solution d'hydroxyde de calcium, a résulté en des niveaux de DON réduits de 18-28 pour cent par rapport à ceux dans le maïs (Abbas et al., 1988)

35. Les effets du maltage et du brassage sur les niveaux de mycotoxine comprenant du DON ont été révisés par Wolf-Hall et Schwarz (2002), Hazel et Patel (2004) et Wolf-Hall (2007). Durant le processus de broyage, des augmentations importantes dans les niveaux de DON par rapport à l'ingestion d'orge peuvent apparaître en particulier durant l'étape de la germination ensemble avec la formation de niveaux élevés de DON-3-glucoside (Lancova et al. 2008b). Des augmentations plus importantes de ce DON combiné sont apparues durant le processus de brassage (Lancova et al. 2008b).

### **DON dans les aliments à base de céréales**

36. Les niveaux de DON dans les céréales destinés à une consommation humaine directe, la farine à la céréale et les aliments finis à base de céréales, comme les niveaux dans les grains non transformés peuvent varier largement. Tandis que les processus de nettoyage et de broyage peuvent réduire substantiellement les niveaux de DON dans certains grains, le DON est relativement stable aux hautes températures et aux conditions de haute pression utilisées dans la transformation de l'alimentation.

37. Les études publiées conduites à travers le monde qui comprennent l'analyse de 3 à 272 échantillons de farine de froment, ont indiqué des niveaux moyens de DON variant de 19 à 1309 ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) avec des niveaux maximaux variant de 95 à 9000 ppb (Annexe A, Tableau 1). Plusieurs études sur le pain ont été menées dans lesquelles du DON a été trouvé à des niveaux moyens variant de 20 à 264 ppb. Le niveau le plus haut de DON reporté était de 1130 ppb pour un échantillon de pain acheté en Thaïlande (Poapolathep et al., 2008). Des niveaux de DON dans les pâtes et/ou les nouilles ont été indiqués comme variant de non détectables à 1670 ppb. Des études sur les céréales à base de blé pour le petit déjeuner en Europe et en Amérique du Nord ont indiqué des niveaux moyens de DON variant de 75 à 110 ppb avec les niveaux les plus élevés variant de 238 à 940 ppb. Les niveaux dans les autres aliments à base de blé tendent à être plus bas, reflétant probablement la proportion de blé dans le produit (Annexe A, Tableau 1).

38. Les niveaux moyens et maximaux de DON reportés dans les études d'aliments à base de maïs et d'avoine transformés tendent à être plus bas que ceux pour les aliments à base de blé (Annexe A, Tableau 2), vraisemblablement parce que le broyage/le processus de nettoyage résulte en des réductions plus importantes du DON dans ces grains par rapport au blé. Ok et al. (2009) n'ont détecté aucun DON au-dessus de la limite de détection (2.2 ppb) dans 25 échantillons de maïs en conserve acheté en Corée. Les niveaux moyens de DON dans les autres aliments à base de maïs examinés à un niveau mondial variaient de 8 ppb (céréales de petit déjeuner) à 153 ppb (snack) avec des niveaux maximaux reportés variant de 36 ppb (céréales de petit déjeuner) à 807 ppb (maïs sec). Trois études sur l'avoine et les produits à base d'avoine ont rapporté des moyennes de 20 à 48 ppb avec le niveau le plus haut de 148 ppb détecté dans les flocons d'avoine (Annexe A, Tableau 2).

39. Schellenberger et al. (1999), Lombaert et al. (2003) et Tanaka et al. (2010) ont rapporté des niveaux moyens de DON dans les aliments pour nourrissons variant de 17 ppb pour biscuits à 150 ppb pour les céréales pour enfants à base de céréales. Les niveaux maximaux de DON rapportés dans ces études variaient de 90 (céréales pour nourrissons à base d'avoine) à 980 ppb (céréales pour nourrissons à base d'orge).

40. L'emploi de grain contaminé au DON pour le brassage peut résulter dans son transfert en la bière (Scott, 1996) et différentes études ont examiné l'occurrence du DON dans la bière. Scott et al. (1993) ont détecté du DON dans 29 des 50 échantillons de bière domestique et importée au Canada avec des niveaux dans les échantillons positifs variant de 0.3 à 50.3 ng/mL. Dans une étude coréenne, 14 des 54 échantillons de bières importées et domestiques contenaient du DON à des niveaux variant de 1.0 à 23 ng/mL (Shim et al., 1997). Un total de 75 échantillons de bière blonde brassée au Kenya contenait une moyenne de 3.42 ng/mL de DON avec un niveau maximal reporté de 6.40 ng/mL (Mbugua et Gathumbi, 2004). Papadopoulou-Bouraoui et al. (2004) ont reporté les résultats d'une étude qui comprenait 296 échantillons de bières européennes issues de 19 pays et 17 échantillons de bière importés de 11 pays. Pour à la fois les bières européennes et importées, approximativement 88 pour cent des échantillons étaient positifs au DON. Les niveaux moyen et médian pour les échantillons positifs étaient de 13.5 et 11.2 ng/mL, respectivement, avec des niveaux variant de 4.0 à 56.7 ng/mL (Papadopoulou-Bouraoui et al., 2004). Une étude des bières européenne et d'Amérique du Nord a mis à jour que le DON-3-glucoside étant omniprésent dans la bière parfois à des niveaux excédant le DON libre (Kostelanska et al., 2009).

### **Exposition diététique**

41. En 2001, le JECFA a évalué l'exposition diététique au niveau international conformément aux *Directives pour l'étude des ingestions diététiques des contaminants chimiques* de L'OMS (OMS, 1985) sur la base de la moyenne des niveaux de DON pour dix denrées alimentaires et la moyenne de consommation alimentaire des cinq régimes alimentaires régionales/ GEMS. Les niveaux de contaminant pour dix denrées alimentaires ont été soumis par les pays de quatre des cinq régimes régionaux. Les niveaux de contaminant étaient combinés, les moyennes calculées et les mêmes moyennes étaient appliquées à chacun des régimes régionaux.

42. Les doses totales de DON (Tableau 3) variaient de 0.78 µg/kg pc/jour dans le régime africain à 2.4 µg/kg pc/jour dans le régime au Moyen Orient. On a constaté que le blé était le contributeur majeur aux expositions au DON dans toutes les régions, contribuant de 24 à 88 pour cent de l'exposition totale au DON. Le maïs et le riz sont les prochains contributeurs les plus élevés, bien que leur contribution variait de façon importante entre les régions, de 2 à 44 pour cent de l'exposition totale. Les contributions de l'orge étaient moins importantes variant de 1 à 16 pour cent de l'exposition totale au DON, tandis que l'avoine et le seigle contribuaient pour moins de 1 pour cent à l'exposition au DON pour n'importe lequel des régimes régionaux.

43. L'évaluation de 2001 du JECFA a indiqué que les expositions diététiques au DON excédaient la DJTPM pour quatre des cinq régimes régionaux. Toutefois il a été noté qu'il y avait beaucoup d'incertitudes dans les estimations et que l'on s'attendait à ce que la transformation des aliments réduise les niveaux de DON résultant en des doses plus basses.

44. Lors de la réunion récente en 2010 du JECFA, les données d'occurrence pour le blé, le maïs, le riz, l'orge, l'avoine, le seigle, et la bière rendues disponibles entre 2001 et 2009 ont été examinées. Les données de consommation alimentaire étaient basées sur les treize groupes de régimes alimentaires/GEMS les plus nouveaux pour lesquels des données étaient disponibles pour presque tous les groupes A (Afrique), H (Amérique centrale) et J (Afrique). Les doses de DON pour chacun de ces 10 régimes ont été évaluées en utilisant les données de ce groupe exclusivement plutôt qu'un groupe de données au niveau mondial (FAO/OMS, 2010).

**Tableau 3.** Les évaluations de l'exposition totale au DON et la contribution en pourcentage des denrées sélectionnées des évaluations de 2001 et 2010 du JECFA.

Régime régional (JECFA 2001)	Est. DON Exp. (µg/kg pc/jour)	Sources primaires de DON (% Contribution)						
		Blé	Maïs	Riz	Orge	Avoine	Seigle	Bière
Afrique	0.78	24	40	33	3	< 1	0	--
Européen	1.4	79	2	2	16	< 1	< 1	--
Extrême Orient	1.6	47	6	44	3	0	< 1	--
Amérique Latine	1.2	64	10	18	7	< 1	0	--
Moyen-Orient	2.4	88	6	5	1	0	0	--

  

Régime alimentaire (JECFA 2010)	Est. DON Exp. (µg/kg pc/jour)	Sources primaires de DON (% Contribution)						
		Blé	Maïs	Riz	Orge	Avoine	Seigle	Bière
B - S.Europe	14.52	37	63	--	--	--	--	0
C – Afrique du N	0.19	100	--	--	--	--	--	--
D - E.Eur/Rus	0.54	56	20	--	24	--	0	--
E - W.Eur	1.61	75	19	0	1	0	2	2
F - N.Eur	0.81	85	2	0	5	2	1	4
G - E.Asie	1.32	87	13	0	0	0	0	--
I - S.Afrique	4.37	20	80	--	--	--	--	--
K - NE S.Amer	0.65	89	--	11	--	--	--	--
L - FarE.Asie/Pac	0.25	40	40	--	16	--	--	0
M - Can/US/Aus NZ/Arg/Chile/Uru	11.04	83	--	--	10	--	--	8

45. L'exposition diététique totale (Tableau 3) a été évaluée dans une gamme allant de 0.19 µg/kg pc/jour pour le groupe de régime alimentaire C à 14.52 µg/kg pc/jour pour le groupe de régime alimentaire B. Le JECFA a noté que les deux expositions extrêmement élevées dans les groupes B et M étaient dérivées de hauts niveaux de DON dans les denrées alimentaires issues de pays uniques dans ces groupes et que ces données pouvaient ne pas être représentatives des expositions diététiques chroniques.

46. On a constaté que le blé était un contributeur majeur de l'exposition au DON dans toutes les régions contribuant de 20 à 89 pour cent à l'exposition totale dans les régions dans lesquelles les données sur les multiples denrées alimentaires étaient disponibles. Le maïs était le contributeur suivant le plus élevé à

l'exposition au DON, bien que les doses issues du maïs variaient considérablement entre les régions contribuant de 2 à 80 pour cent. Le riz n'était pas considéré comme un contributeur majeur à l'exposition totale. L'orge et la bière contribuaient de 0 à 24 pour cent et de 0 à 8 pour cent des expositions totales au DON, respectivement leurs contributions variant de façon importante entre les régions. L'avoine et le seigle contribuaient chacun pour moins de 2 pour cent à l'exposition totale au DON (FAO/OMS, 2010).

47. Le JEFCA (FAO/WHO, 2010) a également examiné les évaluations nationales de l'exposition alimentaire au DON disponible dans la littérature publiée. Certains de ces rapports contenaient des évaluations d'exposition diététique totale d'une variété de céréales tandis que d'autres évaluaient des denrées uniques. Après l'examen à la fois des évaluations nationales et des évaluations d'exposition dérivées de l'alimentation/GEMS, une exposition diététique de 0.5 µg/kg pc/jour pour une exposition moyenne et 1.0 µg/kg pc/jour pour une exposition élevée, basée sur les évaluations nationales, a été choisie par le JECFA pour la caractérisation des risques.

48. Certaines évaluations nationales des évaluations de l'exposition diététique, soulignant l'exposition potentielle des jeunes enfants et les pourcentages élevés sont présentées dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Les estimations d'exposition moyenne issues des évaluations nationales sélectionnées pour mettre en valeur les expositions parmi les jeunes enfants et les consommateurs à haut pourcentage (90<sup>ème</sup> ou 95<sup>ème</sup>).

évaluation nationale	Denrées évaluées	Groupe d'âge	Est. DON Exp. (µg/kg pc/jour)		Référence
			Moyenne	élevée	
Australie	Graines de céréales	tous	0.294	1.037	Scoop Report 2003
Belgique	Pain, pates, son	13-18 ans	0.245	0.84	Scoop Report 2003
Canada	Globalement	31-50 ans M	0.341	0.827	Données non publiées
Danemark	Pain, farine	tous	0.171	0.743	Scoop Report 2003
Finlande	Blé, seigle, avoine, orge	24 - 64	0.144	--	Scoop Report 2003
France	Globalement	Adultes	0.461	1.667	Scoop Report 2003
Allemagne	Pain, pâte, aliments bébé	Adultes	0.274	0.548	Scoop Report 2003
Japon	Blé	1-6	0.69	--	Watari 2011
Japon	Blé	7-14	0.49	--	Watari 2011
Japon	Blé	Adultes	0.24	--	Watari 2011
Liban	Globalement	8 - 13 ans	0.545	0.975	Soubra et al. 2009
Liban	Globalement	14 - 18 ans	0.409	0.664	Soubra et al. 2009
Pays-Bas	Globalement	Tous	0.338	--	Scoop Report 2003
Norvège <sup>†</sup>	Blé, seigle, avoine, orge	Tous mâle	0.343	0.628	Scoop Report 2003
Norvège <sup>†</sup>	Blé, seigle, avoine, orge	tous femelle	0.3	0.53	Scoop Report 2003
Portugal	Blé, farine, son, bfc	Adultes	0.363	--	Scoop Report 2003
Afrique du sud	Semoule de maïs, farine de froment	1 - 5 ans (R)	3.80*	--	Shephard et al. 2010
Afrique du sud	Semoule de maïs, farine de froment	6 - 9 ans (R)	2.73*	--	Shephard et al. 2010
Afrique du sud	Semoule de maïs, farine de froment	10+ ans (R)	1.77*	--	Shephard et al. 2010
Corée du Sud	Globalement	3 - 6 ans F	0.144	0.302	Ok et al. 2009b
Corée du Sud	Globalement	7 - 13 ans F	0.096	0.2	Ok et al. 2009b
Corée du Sud	Globalement	30 - 49 ans M	0.068	0.143	Ok et al. 2009b
Suède	Seigle, avoine	18 - 74	0.078	0.155	Scoop Report 2003
UK	Globalement	16 - 64 M	0.176	--	Scoop Report 2003
UK	Globalement	16 - 64 F	0.142	--	Scoop Report 2003

\* Les valeurs indiquées sont basées sur les données de consommation rurales avec des évaluations pour les consommateurs urbains étant approximativement de 25 à 30% plus basses.

<sup>†</sup> Le Comité scientifique norvégien pour la sécurité alimentaire à la demande de l'Autorité norvégienne sur la sécurité alimentaire a démarré une activité sur une évaluation de l'exposition mise à jour des mycotoxines (y compris le DON) dans le régime norvégien. Cette activité sera achevée durant l'automne 2011.

## Considérations de la gestion des risques

49. La contamination au DON des grains de céréales apparaît à un niveau mondial avec une incidence et des niveaux variant considérablement selon des facteurs tels que les conditions environnementales, le cultivar ou la céréale plantée et les pratiques agronomiques traditionnelles employées dans différents pays. La gestion des risques associée aux céréales contaminées par le DON requiert un système d'approche de gestion intégrée des risques qui prend en considération la gestion de l'après récolte (Bonnes pratiques agricoles), la gestion de la récolte et la gestion de la pré-récolte (Bonnes pratiques de fabrication, décontamination et stratégies diverses). Le *Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination par la mycotoxine des céréales, y compris les Annexes sur l'ochratoxine A, la Zéaralénone, les fumonisines et les trichotécènes* (CAC/RCP 51-2003) fournit une directive sur une telle approche.

### Contrôle de la pré-récolte

50. La prévention et les pratiques de contrôle pour la gestion de la pré-récolte de la contamination par le DON des grains de céréales ont été débattues dans le document de travail de 2003 sur le déoxynivalénol (CX/FAC 03/35). Ces stratégies comprennent le timing et le taux d'application des fongicides et des insecticides pour contrôler la présence du DON et l'emploi des cultivars qui peuvent être hautement résistants au *Fusarium*. Il a également été discuté des stratégies relatives aux pratiques agricoles telles que la rotation de la culture et le labourage ou retrait des débris infectés de la pré-récolte.

51. Ces stratégies de contrôle et l'emploi d'agents biologiques et chimiques pour prévenir la croissance de champignons produisant du DON durant la pré-récolte ont été débattus plus récemment dans des rapports globaux par Kabak et al., (2006) et Yuen et Schoneweis (2007).

52. L'emploi de microorganismes pour contrôler la croissance des espèces de *Fusarium* et les niveaux de DON a montré des résultats prometteurs. Par exemple, différentes souches bactériales, dans des conditions de serriculture étaient capables de réduire la croissance de *F. graminearum* et la production de DON sur les grains de blé irradiés par 60 -100 pour cent, tandis que la gravité de la maladie a été réduite de 49-71 pour cent. Deux souches bactériales du *Brevibacillus* sp. et *Streptomyces* sp. ont été sélectionnées en tant qu'agents de bio contrôle pour une serriculture ultérieure et des études sur le terrain (Palazzini et al., 2007).

53. La capacité des bactéries fluorescentes pseudomonadaceae à contrôler le flétrissement des plantules des céréales (FHB) et la réduction de la contamination au DON du blé et de l'orge a été démontrée dans les conditions de la serriculture et sur le terrain. Ces bactéries étaient plus efficaces dans le contrôle de la maladie lorsque appliquées 24 heures avant l'inoculation pathogène au lieu de 24 heures après (Khan & Doohan, 2009a). Le chitosane, un produit chimique dérivé de la carapace du crabe était également efficace dans le contrôle du flétrissement des plantules des céréales (FHB) et la contamination au DON lorsque appliqué avant l'inoculation pathogène (Khan & Doohan, 2009b).

54. L'emploi de microorganismes antagonistes pour contrôler le flétrissement des plantules des céréales (FHB), pour réduire la gravité de la maladie et minimiser la contamination au DON a été récemment revu en détail (Kabak & Dobson 2009). Il a également été débattu du fait que les agents biologiques devraient être utilisés au niveau de la gestion de la pré-récolte pour contrecarrer de façon plus efficace les effets du DON et les autres mycotoxines.

55. Des modèles à l'ordinateur pour prévoir l'occurrence du flétrissement des plantules des céréales (FHB) et/ou les niveaux de DON dans le blé ont été développés dans différents pays y compris l'Argentine (Moschini et Fortugno, 1996), la Belgique (Detrixhe et al., 2003), le Canada (Hooker and Schaafsma, 2003), l'Italie (Rossi et al., 2003), les Pays-Bas (Van Der Fels-Klerx et al., 2010), la Suisse (Musa et al., 2007) et les États-Unis (De Wolf et al., 2004). Ces systèmes de prévision sont principalement fondés sur la susceptibilité hôte, la sévérité inoculum et les conditions météorologiques. Dans un rapport Pradini et al. (2009) indiquent que presque tous les modèles développés à ce jour sont des modèles descriptifs esquissant le système et montrant l'existence de relations entre les éléments sans expliquer ces relations existantes. Généralement ces modèles peuvent être développés relativement rapidement avec des quantités limitées d'information et ont montré être fiables dans la zone géographique de développement ou d'autres localités très similaires (Pradini et al., 2009). Des modèles explicatifs tels que ceux développés en Italie, sont développés sur une large quantité de données collectionnées sur plusieurs années et par conséquent prennent plus de temps à être développés et validés (Pradini et al., 2009).

*Contrôle après récolte et décontamination*

56. La contamination au DON apparaît dans le champ préalablement à la récolte et par conséquent les stratégies de gestion après récolte peuvent uniquement limiter la croissance plus avant du *Fusarium* et minimiser l'entrée du DON dans l'alimentation et la chaîne alimentaire (Magan et Aldred, 2007). Toutefois, le séchage pauvre de l'après récolte et la gestion de l'entreposage du blé peut exacerber la contamination au DON déjà présente lors de la pré-récolte (Magan et al., 2010). Chulze (2010) examine des stratégies pour minimiser la contamination plus avant par le *Fusarium* durant le séchage et l'entreposage du maïs.

57. Différentes méthodes physiques ont été utilisées pour décontaminer les grains de céréales y compris le retrait des grains endommagés, les procédures de lavage et l'extraction avec des solvants organiques. Les méthodes automatisées pour le retrait des noyaux endommagés au *Fusarium* comprennent le contrôle et les techniques d'aspiration qui dépendent de la taille générale des graines et les différences de poids, les tableaux de gravité spécifiques, qui se fient aux différences de densité et le tri optique qui reposent sur les différences dans la morphologie et les caractéristiques de couleur du noyau (Delwiche, 2005). Le triage visuel par les communautés d'agriculture de subsistance a également été examiné comme un moyen de réduire les niveaux de mycotoxines dans le blé et le maïs (Desjardins et al., 2000, van der Westhuizen et al., 2010). Les techniques de tri sont uniquement en partie effectives dans la réduction des niveaux de DON parce que l'apparence et le poids d'un noyau particulier n'indique pas nécessairement le niveau de DON présent (Awad et al., 2010). Tandis que le rinçage du grain avec de l'eau ou une solution aqueuse au carbonate de sodium peut diminuer les niveaux de DON dans le blé et le maïs, le coût de séchage du grain restreint l'emploi de cette approche avant l'extraction par voie humide et le brassage (Awad et al. 2010).

58. L'emploi de différents produits chimiques y compris le bisulfate de sodium, le blanchiment à hypochlorite, les minéraux naturels et modifiés d'argile et l'ozone, et l'ammoniac pour décontaminer le grain ou la semence contaminée au DON- ont été révisés par le JEFCA en 2001. Malgré le grand potentiel du traitement chimique dans la décontamination au DON, leur emploi large est restreint parce que certains agents chimiques réduisent la valeur nutritionnelle de l'alimentation animale/alimentation humaine tandis que d'autres produisent des résidus toxiques (Kabak *et al.* 2006).

59. L'emploi des additifs microbiens a également été proposé en tant que stratégie après-récolte vu que les microorganismes généralement trouvés dans la microflore ruminale et intestinale ont le potentiel de détoxifier le DON par métabolisme ou dégradation préalablement à leur absorption issue du tractus gastro-intestinal. Toutefois la faisabilité pratique et économique de cette approche a besoin d'être validée (Awad *et al.* 2010).

*Stratégies de gestion des risques dans divers pays*

60. Tandis que beaucoup de pays dans le monde ont établi des niveaux maximaux (NM) pour le DON dans diverses céréales brutes et/ou les aliments à base de céréales, la plupart se concentre sur le blé et les aliments à base de blé (Annexe B). Pour le blé non transformé, les niveaux maximaux varient de 0.7 mg/kg (ppm) en Arménie, Bélarus et la Fédération russe à 2 mg/kg pour le blé tendre destiné aux aliments non de base au Canada (le dernier NM est actuellement sous révision). L'UE et l'Ukraine autorisent des niveaux plus élevés de DON dans les variétés dures non transformées de blé que dans les variétés douces. Les niveaux maximaux pour la farine de blé varient de 0.5 mg/kg pour la farine de blé tendre (Ukraine) à 1.0 mg/kg pour la farine de blé et les produits en Uruguay.

61. Certains pays ont établi également des niveaux maximaux pour d'autres céréales non transformées, notamment le maïs, l'orge et l'avoine. Des niveaux maximaux pour le maïs, ont été établis par la Chine, l'UE, et l'Iran à des niveaux de 1, 1.25 et 1 mg/kg, respectivement. L'Arménie, le Bélarus, la Chine, l'Iran, et la Fédération russe ont établi des NM pour l'orge à 1 mg/kg. L'UE a établi un NM de 1.75 mg/kg pour l'avoine non transformé. Le rapport de la FAO sur le niveau mondial des réglementations pour la mycotoxine, publié en 2003, indique que Cuba a un NM de 0.3 mg/kg pour les céréales importées. Toutefois il n'est pas clair si cela s'applique aux céréales transformées et non transformées.

62. Tandis que plusieurs pays ont un NM général pour le blé, la farine de blé et les aliments à base de blé, l'EU a établi des NM distincts pour une variété d'aliments finis: 0.75 mg/kg pour le DON dans les céréales destinées à une consommation humaine directe et des pâtes sèches et 0.5 mg/kg pour DON dans le pain, les pâtisseries, les biscuits, les snacks au céréales et les céréales pour petit déjeuner.

63. L'EU et l'Ukraine ont établi un NM de 0.2 mg/kg pour les aliments à base de céréales transformées et les aliments pour bébés pour nourrissons et les jeunes enfants. Le Canada révisé actuellement son NM de 1.0 mg/kg pour DON dans le blé tendre impur destiné à l'emploi dans l'alimentation pour nourrissons.

64. À ce jour aucun pays n'a établi des NM pour les dérivés acétylés de DON ou DON-3-glucoside.

### **Conclusions et Recommandations**

65. La contamination au DON des grains de céréales est un problème potentiel au niveau mondial. Les niveaux de DON dans les grains de céréales varient d'année en année et de région en région selon les conditions climatiques. Des outils ont été développés pour prévoir la probabilité de la contamination et/ou pour assister au timing de l'application fongicide. Toutefois la contamination au DON des grains de céréales ne peut pas être prévenue et aucune méthode pratique pour la décontamination du grain n'est actuellement disponible.

66. Lors de sa 72<sup>ème</sup> réunion en 2010, le JECFA a indiqué que les expositions pour cinq des dix groupes de régimes alimentaires/ GEMS excédaient le groupe de la DJTPM pour le DON mais a conclu que les estimations moyennes des expositions nationales au DON étaient en dessous du groupe de la DJTPM de 1 µg/kg pc avec des expositions excédant cette valeur uniquement pour les enfants à des pourcentages supérieures dans quelques cas. Une estimation de l'exposition diététique aigüe de 9 µg/kg pc par jour a également été calculée basée sur une consommation élevée de pain et une limite réglementaire pour le DON de 1 µg/kg dans le pain. L'estimation de l'exposition diététique aigüe est proche de la dose de référence aigüe (ARfD) de 8 µg/kg pc. On peut s'attendre à ce que les populations dont les régimes dépendent principalement des aliments de base primaires avec des choix limités d'aliments n'excèdent non seulement pas la dose journalière maximale provisoire (PMTDI), mais pourrait excéder la dose de référence aigüe (ARfD) avec une certaine fréquence.

67. Les évaluations de l'exposition au DON conduites par le JECFA en 2010 ont indiqué que les contributeurs les plus larges à l'exposition diététique sont le blé et le maïs qui ont contribué pour plus de 10 pour cent à la dose journalière maximale tolérable provisoire (PMTDI) dans 10 et 5 des groupes alimentaires de consommation alimentaire/GEMS, respectivement. Le blé et le maïs sont des aliments de base pour une large proportion de la population mondiale et sont des denrées également importantes pour le commerce international. De nombreux pays ont établi des NM pour le DON dans le blé non transformé tandis que quelques uns ont établi des NM pour le maïs. De hauts niveaux de DON peuvent apparaître dans l'orge et les expositions à travers la consommation de l'orge contribuent pour 10 pour cent ou plus à la dose journalière maximale provisoire (PMTDI) pour le DON dans le régime alimentaire européen /GEMS (2001) et les groupes alimentaires D (Europe de l'Est/Russie) et M (Amérique du Nord/Amérique du Sud/Australie/Nouvelle Zélande). Des niveaux maximaux pour l'orge ont été établis par l'Arménie, le Belarus, la Chine, l'EU, l'Iran, et la Fédération russe.

68. Des niveaux élevés de DON peuvent apparaître dans l'avoine mais selon les évaluations du JECFA de 2001 et de 2010, la consommation d'avoine contribue pour moins de 10 pour cent de la dose journalière maximale tolérable provisoire (PMTDI) pour le DON dans tous les régimes. La découverte en 2001 du JECFA que le riz constituait un contributeur important à l'exposition au DON dans le régime de l'Extrême Orient a été le résultat de quelques rapports de niveaux de DON élevés. Il a été constaté que le riz contribuait pour moins de 10 pour cent à la dose journalière maximale tolérable provisoire (PMTDI) dans le groupe de régime K dans l'évaluation du JECFA en 2010. Seuls quelques pays ont établi des NM pour l'avoine et pour le riz.

69. Les niveaux de DON dans les aliments à base de céréales tendent à être plus bas que dans ceux des grains crus, la réduction dépendant de la denrée alimentaire, du niveau de contamination et de la méthode de transformation. Les données d'occurrence disponibles du DON pour la farine de froment et les aliments à base de blé suggèrent qu'elles peuvent contribuer à des doses élevées de DON. Tandis que l'exposition au DON des produits transformés au maïs est probablement basse, les gens consommant du maïs entier en tant que partie régulière de leur diète peuvent aussi être exposés à des niveaux élevés de DON.

70. L'information disponible, examinée selon La Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines dans l'alimentation humaine et animale et les critères contenus dans le paragraphe 11 de la Police du Comité du Codex sur les Contaminants dans les aliments pour l'évaluation de l'exposition des Contaminants et des Toxines dans les aliments ou les groupes d'aliments, suggère qu'il serait approprié de limiter



l'établissement des NM au blé, le maïs et l'orge et leurs produits puisqu'ils peuvent contribuer de façon importante à l'exposition diététique au DON.

71. Le CCCF peut souhaiter examiner, comme une option, l'élaboration de NM pour le DON. Selon les critères du Codex pour l'établissement de NM, des niveaux maximaux devraient être établis aux niveaux nécessaires pour protéger le consommateur et à un niveau aussi bas que cela est raisonnablement praticable mais à un niveau qui est (légèrement) plus élevé que la gamme normale de variation dans les niveaux dans l'alimentation qui est produite avec des méthodes technologiques adéquates actuelles afin d'éviter des perturbations de la production alimentaire et du commerce. Toutefois, la variabilité dans la contamination par le DON des grains de céréales d'année en année et de région en région ainsi que les différences existantes entre les pays dans la prévision et le contrôle de l'occurrence du flétrissement des plantules des céréales (FHB) et la nature des données d'occurrence qui ont été fournies en fait un défi de déterminer le DON et sa gamme normale dérivée de la variation dans l'alimentation à une échelle globale et par conséquent on applique le principe ALARA dans l'établissement des NM.

72. Il est suggéré qu'actuellement, tout NM proposé s'appliquerait au DON uniquement. Bien que l'intention originale fut que les NM proposés soient applicables à la somme de DON, 3Ac DON et 15Ac DON, qui sont considérés comme étant toxicologiquement équivalents et inclus dans le groupe de JECFA actuel de la dose journalière maximale provisoire (PMTDI), actuellement, l'absence de données d'occurrence et une méthode analytique interlaboratoire validée suggère que cela serait prématuré et ceci devrait uniquement être considéré comme une priorité pour tout travail ultérieur. Les données actuelles disponibles suggèrent que la fréquence de l'occurrence et les niveaux de DON acétylé dans les céréales sont généralement plus bas pour le DON et par conséquent, il peut être considéré que l'exposition aux dérivés du DON est contrôlée à travers l'établissement de NM pour le DON.

73. En élaborant des NM pour les aliments dérivés du blé, du maïs et de l'orge, la possibilité d'examen des données d'occurrence pour les denrées alimentaires et les facteurs de transformation appropriés était examinée. Toutefois, étant donné la variété large d'aliments à base de céréales consommés, les différences dans la transformation des aliments et les méthodes de préparation employées à un niveau mondial ainsi que la variabilité dans les résultats des études examinant les facteurs de transformation, une telle approche n'est pas actuellement praticable.

74. Le CCCF pourrait examiner les NM suivants qui ont été proposés en se basant sur une révision des niveaux d'occurrence moyens (plutôt qu'une révision de jeux de données complètes qui n'étaient pas disponibles) et des NM actuels renforcés nationalement:

- a) le blé cru, le maïs et l'orge pour être soumis au tri ou autre traitement physique avant la consommation humaine ou l'emploi comme un ingrédient dans les denrées alimentaires: 2 mg/kg
- b) tous les aliments dérivés du blé, de l'orge et/ou maïs y compris ceux destinés à la consommation humaine directe à l'exception des aliments à base de céréales pour les nourrissons et les jeunes enfants: 1 mg/kg
- c) les aliments à base de céréales pour les nourrissons (jusqu'à 12 mois) et les jeunes enfants (12 à 36 mois): 0.5 mg/kg

75. L'établissement et l'implantation d'un niveau maximal de 2 mg/kg de DON dans le blé, le maïs et l'orge, conjointement à des bonnes pratiques agricoles devraient contribuer à la réduction de la moyenne et à un pourcentage élevé des niveaux d'exposition au DON en empêchant la commercialisation de grains hautement contaminés pour des emplois alimentaires. Des niveaux maximaux harmonisés pour le blé non transformé, l'orge et le maïs fourniraient une directive claire et une certaine transparence pour le commerce international. Toutefois basé sur la forme et la manière (par ex., données globales plutôt que les distributions) dans laquelle les données d'occurrence étaient disponibles, le groupe de travail ne pourrait pas évaluer le pourcentage de ces cultures qui excéderaient les NM proposés.

76. Un NM de 2 mg/kg pour le blé, le maïs et l'orge cru ne serait pas, en lui-même une mesure qui assurerait que les produits dérivés des céréales crues contenant 2 mg/kg DON satisfaisait au NM proposé de 1 mg/kg. Les différences dans les facteurs de transformation parmi les types de céréales et les processus ainsi que la nature de l'aliment final, c'est-à-dire un composite, aliment multi-ingrédient ou un ingrédient unique (par ex. farine de froment), influencerait la concentration en DON dans le produit dérivé de la céréale transformé final.

77. Lest tableaux 5(a) à 5(c) démontrent que les expositions évaluées au DON utilisant les 13 figures de consommation de groupe de régimes /GEMS pour certains produits dérivés des céréales plus fortement consommés partaient du principe de contenir toujours 1 mg/kg de DON. Les calculs partent également du principe que les gens tendront généralement à consommer soit des produits à base d'orge, de maïs ou de blé (en opposition à une combinaison de plus d'un) dans une certaine journée. Pour les produits à base d'orge, les évaluations suggèrent que le NM proposé ne conduirait pas à des expositions dépassant la dose journalière maximale provisoire (PMTDI) pour tout produit régional/GEMS. Les expositions estimées au DON à partir de la consommation de produits à base de maïs sont inférieures ou proches de la dose journalière maximale provisoire (PMTDI) à l'exception de deux régions d'aliments/GEMS : H (Amérique centrale) et I (Afrique du Australe). Pour les produits à base de blé, les chiffres de consommation conduisent à l'estimation que si tous les produits semblables contenaient 1 mg/kg de DON, alors les expositions excéderaient la dose journalière maximale provisoire (PMTDI) dans la majorité des régions alimentaires/GEMS.

Tableaux 5(a) – 5(c). la dose de produit à la céréale évaluée (g/personne/journée); dose de DON ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  pc/jour) en partant du principe de 1 mg/kg ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) dans les produits aux céréales spécifiés et en partant du principe d'un poids corporel de 60 kg ; et une contribution en pourcentage des doses évaluées de DON à la dose journalière maximale tolérable provisoire (PMTDI) OMS de 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pc/jour pour la population générale, globale utilisant les 13 régimes régionaux alimentaires/GEMS.

Tableau 5(a). Basé sur l'orge, l'orge perlée, la farine d'orge en pot et les grains.

régimes alimentaires régionaux/GEMS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Consommation produit à l'orge (g/personne/jour)	29	0.7	50.6	4.7	2.9	14.3	1.6	0.1	0.1	0.7	4.1	4.9	0.1
Dose estimée de DON ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/jour)	0.48	0.012	0.84	0.078	0.048	0.24	0.027	0.0017	0.0017	0.012	0.068	0.082	0.0017
% contribution à la DJTPM	48.3	1.2	84.3	7.8	4.8	23.8	2.7	0.2	0.2	1.2	6.8	8.2	0.2

Tableau 5(b). Basé sur la farine de maïs et le germe de maïs.

Régimes alimentaires régionaux / GEMS/	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Consommation de produit au maïs (g/personne/jour)	69.1	24.3	56.3	17.8	16.7	2.4	29.3	250.0	210.6	47.8	48.4	14.0	25.5
Dose estimée de DON ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/jour)	1.15	0.41	0.94	0.30	0.28	0.04	0.49	4.2	3.5	0.80	0.81	0.23	0.43
% contribution à la DJTPM	115.2	40.5	93.8	29.7	27.8	4.0	48.8	416.7	351.0	79.7	80.7	23.3	42.5

Tableau 5(c). Basé sur le germe de blé, le blé de boulgour, la farine complète, la farine de froment, le macaroni au blé, la pâtisserie au blé, le pain au blé, et le pain de blé entier.

Régimes alimentaires régionaux/GEMS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Consommation de produit au blé (g/personne/jour)	70.1	310.7	330.3	306.4	189.8	183.9	135.5	119.6	56.8	32.8	88.5	82.2	184.7
Dose estimée de DON (µg/kg pc/jour)	1.17	5.18	5.51	5.11	3.16	3.07	2.26	1.99	0.95	0.55	1.48	1.37	3.08
% contribution à la DJTPM	116.8	517.8	550.5	510.7	316.3	306.5	225.8	199.3	94.7	54.7	147.5	137.0	307.8

78. Le NM proposé de 1 mg/kg pour le DON dans tous les aliments dérivés du blé, de l'orge et du maïs, à l'exception des aliments à base de céréales pour les nourrissons et les jeunes enfants devrait réduire les expositions au DON mais n'est peut-être pas assez protecteur contre le point final toxicologique (croissance restreinte) pour certains aliments et dans certaines régions durant les années pendant lesquelles les niveaux de DON peuvent être élevés, bien que les estimations nationales suggèrent qu'en général, les expositions sont dans la dose journalière maximale provisoire (PMTDI). Également la forme et la manière selon laquelle les données d'occurrence disponibles ont été fournies n'autorisent pas une évaluation du pourcentage des échantillons alimentaires dérivés du blé, de l'orge, et du maïs qui excéderait le NM proposé, ce qui pourrait avoir des implications pour la sécurité alimentaire dans certains pays. Les concentrations moyennes présentées dans l'Annexe A suggèrent que ce niveau devrait être praticable, sur la moyenne, dans les aliments finis basés sur les données reçues; toutefois, en cas de farines de blé en particulier, les valeurs maximales reportées excèdent souvent le NM proposé.

79. Un des effets les plus pertinents observés dans la plupart des espèces durant les études de toxicologie à court et à long terme a été la réduction de la croissance, suggérant que les nourrissons et les jeunes enfants constituent un groupe vulnérable. Pour cette raison il est approprié d'établir un niveau plus bas pour les aliments à base de céréales pour les nourrissons et les jeunes enfants. Si les céréales à utiliser dans la fabrication de l'alimentation pour nourrissons sont sélectionnées avec précaution, ce niveau devrait être praticable.

80. Si le CCCF considère que des NM devraient être élaborés, alors une requête au Comité du Codex sur les Méthodes d'analyses et d'échantillonnage devrait être effectuée pour requérir qu'un plan d'échantillonnage approprié soit développé. Un examen pourrait aussi être effectué pour développer les méthodes analytiques validées pour le DON 3Ac, le DON15Ac et le glucose DON-3.

81. Plutôt que d'examiner les NM cette fois, le CCCF peut considérer que la collection plus avant des données est nécessaire et que l'examen plus avant des données additionnelles et disponibles est nécessaire avant que les NM du DON soient élaborés dans quel cas, il serait recommandé que :

- Les états membres du Codex continuent à surveiller ou à implanter la surveillance du DON et l'occurrence dérivée du DON dans le blé, le maïs et les autres céréales afin de fournir une image plus complète des différences saisonnières et régionales.
- Les états membres devraient continuer à être encouragés à soumettre des jeux de données qui comprennent les résultats d'échantillons individuels plutôt que les données uniquement globales.
- Le CCCF considère de requérir qu'une évaluation de l'impact sur les expositions diététiques de différents NM soit entreprise par le JECFA.
- Le CCCF considère de requérir que les courbes de distribution soient générées par le JECFA pour les niveaux de DON dans le blé, le maïs et l'orge et les aliments dérivés de ces céréales afin d'évaluer l'impact potentiel des NM proposés sur la disponibilité de ces aliments de

base et d'autoriser la considération suivante, à savoir si des NM pourraient être établis basés sur les niveaux praticables les plus bas de DON sur une base globale.

## Références

- Abbas HK, Mirocha CJ, Pawlosky RJ, Pusch DJ. 1985. Effect of cleaning, milling and baking on deoxynivalenol in wheat. *Appl Environ Microbiol.* 50: 482-486.
- Abbas HK, Mirocha CJ, Rosiles R, Carvajal M. 1988. Decomposition of zearalenone and deoxynivalenol in the process of making tortilla from corn. *Cereal Chem.* 65: 15-19.
- Antonios D, Guitton V, Darrozes S, Pallardy M, Azouri H. 2010. Monitoring the levels of deoxynivalenol (DON) in cereals in Lebanon and validation of an HPLC/UV detection for the determination of DON in crushed wheat (bulgur). *Food Addit Contam: Part B.* 3: 45-51.
- Asam S, Rychlik M. 2007. Quantitation of type B-trichothecene mycotoxins in foods and feeds by a multiple stable isotope dilution assay. *Eur Food Res Technol.* 224:769-783.
- Awad WA, Ghareeb K, Buhum J, Zentek J. 2010. Decontamination and detoxification strategies for the *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation. *Food Addit Contam.* 27: 510-520.
- Bergamini E, Catellani D, Dall'asta C, Galaverna G, Dossena A, Marchelli R, Suman M. 2010. Fate of *Fusarium* mycotoxins in the cereal product supply chain: the deoxynivalenol (DON) case within industrial bread-making technology. *Food Addit Contam.* 27: 677-687.
- Berthiller F, Schuhmacher R, Adam G, Krska R. 2009. Formation, determination and significance of masked and other conjugated mycotoxins. *Anal Bioanal Chem.* 395: 1243-1252.
- Binder EM, Tan LM, Chin LJ, Handl J, Richard J. 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. *Anim Feed Sci Technol.* 137: 265-282.
- Biselli S, Persin C, Syben M. 2008. Investigation of the distribution of deoxynivalenol and ochratoxin A contamination within a 26 t truckload of wheat kernels. *Myc Res.* 24:98-104.
- Boutigny AL, Richard-Forget F, Barreau C. 2008. Natural mechanisms for cereal resistance to the accumulation of *Fusarium* trichothecenes. *Eur J Plant Pathol* 121: 411-423
- Boyacıoğlu D, Hettiarachchy NS, Dappolonia BL. 1993. Additives affect deoxynivalenol (vomitoxin) flour during breadbaking. *J Food Sci.* 56: 416-418.
- Bullerman LB, Bianchini, A. 2007. Stability of mycotoxins during food processing. *Int J Food Microbiol.* 119: 140-146.
- Buttinger G, Krska R. Determination of B-tricothecenes in wheat by post column derivatisation liquid chromatography with fluorescence detection (PCD-HPLC-FLD). *Myc Res.* 19:139-143.
- Canadian Grain Commission. 2010. Privileged communication.
- Cano-Sancho G, Valle-Algarra FM, Jiménez M, Burdaspal P, Legarda TM, Ramos AJ, Sanchis V, Marín S. 2010. Presence of trichothecenes and co-occurrence in cereal-based food from Catalonia (Spain). *Food Cont.* In press.
- Castillo A-A, Montes R, Navarro A, Segarra R, Cuesta G, Hernández E. 2008. Occurrence of deoxynivalenol and nivalenol in Spanish corn-based food products. *J Food Compost Anal.* 21:423-427.
- Cazzaniga D, Basilico JC, González RJ, Torres RL, de Greef DM. 2001. Mycotoxins inactivation by extrusion cooking of corn flour. *Lett Appl Microbiol.* 33: 144-147.
- Chulze SN. 2010. Strategies to reduce mycotoxin levels in maize during storage: a review. *Food Addit Contam.* 27: 651-657.
- Cigić IK, Prosen H. 2009. An overview of conventional and emerging analytical methods for the determination of mycotoxins. *Int J Mol Sci.* 10:62-115.

- Coker RD, Nagler MJ, Blunden G, Sharkey AJ, Defize PR, Derksen GB, Whitaker TB. 1995. Design of sampling plans for mycotoxins in foods and feeds. *Natural Toxins*. 3:257-262.
- Dall'Asta C, Galaverna G, Biancardi A, Gasparini M, Sforza S, Dossena A, Marchelli R. 2004. Simultaneous liquid chromatography-fluorescence analysis of type A and type B trichothecenes as fluorescent derivatives via reaction with coumarin-3-carbonyl chloride. *J Chromatogr A* 1047:241-247.
- Delwiche SR, Pearson TC, Brabec DL. 2005. High-speed optical sorting of soft wheat for reduction of deoxynivalenol. *Plant Dis*. 89: 1214-1219.
- Desjardins AE, Manandhar G, Plattner RD, Maragos CM, Shrestha K, McCormick SP. 2000. Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in Nepalese maize and wheat and the effect of traditional processing methods on mycotoxin levels. *J Agric Food Chem*. 48: 1377-1383.
- Desjardins AE. 2006. *Fusarium Mycotoxins: Chemistry, Genetics and Biology*. APS Press, The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota. USA.
- De Wolf ED, Madden LV, Lipps PE. 2003. Risk assessment models for *Fusarium* head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology*. 93: 728-435.
- Dextrixhe P, Chandelier A, Cavelier M, Buffet D, Oger R. 2003. Development of an agro-meteorological model integrating leaf wetness duration estimation to assess the risk of head blight infection in wheat. *Asp Applied Biol*. 68: 1990204.
- Edwards SG. 2009. *Fusarium* mycotoxin content of UK organic and conventional wheat. *Food Addit Contam*. 26: 496-506.
- FAO/WHO 2001. Deoxynivalenol. IN *Safety evaluation of certain mycotoxins in food*. (Report of the fifty-sixth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)). WHO Food Additive Series 47.
- FAO/WHO 2010. Evaluation of certain food additives and contaminants. (Report of the seventy-second meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)). WHO Technical Report Series 958. *In press*.
- Foroud NA, Eudes F. 2009. Trichothecenes in cereal grains. *Int J Mol Sci*. 10: 147-173.
- González-Osnaya L, Cortés C, Soriano JM, Moltó JC, Mañes J. 2011. Occurrence of deoxynivalenol and T-2 toxin in bread and pasta commercialised in Spain. *Food Chem*. 124: 156-161.
- Guo XW, Fernando WGD, Seow-Brock HY. 2008. Population structure, chemotype diversity and potential chemotype shifting of *Fusarium graminearum* in wheat fields of Manitoba. *Plant Dis*. 92: 756-762.
- Häubli G, Berthiller F, Rechthaler J, Jaunecker G, Binder EM, Krska R, Schuhmacher R. 2006. Characterization and application of isotope-substituted (C-13(15))-deoxynivalenol (DON) as an internal standard for the determination of DON. *Food Addit Contam*. 23:1187-1193.
- Hazel CM, Patel S. 2004. Influence of processing on trichothecenes levels. *Toxicol Lett* 153: 51-59.
- Jennings P, Coates, ME, Walsh, K, Turner JA, Nicholson P. 2004. Determination of deoxynivalenol- and nivalenol-producing chemotypes of *Fusarium graminearum* isolated from wheat crops in England and Wales. *Plant Pathology* 53:643-652.
- Hooker DC, Schaafsma AW. 2003. The DONcast model: using weather variables pre- and post-heading to predict deoxynivalenol content in winter wheat. *Asp Applied Biol*. 68: 117-122.
- Kabak B, Dobson AD, Var I. 2006. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 46:593-619.
- Kabak B, Dobson ADW. 2009. Biological strategies to counteract the effects of mycotoxins. *J Food Prot*. 72(9): 2006-2016.
- Kadota T, Takezawa Y, Hirano S, Tajima O, Maragos CM, Nakajima T, Tanaka T, Kamata Y, Sugita-Konishi Y. 2010. Rapid detection of nivalenol and deoxynivalenol in wheat using surfact Plasmon resonance immunoassay. *Anal Chim Acta*. 673:173-178.

- Khan MR, Doohan FM. 2009a. Bacterium-mediated control of *Fusarium* head blight disease of wheat and barley and associated mycotoxin contamination of grain. *Biol Control*. 48:42-47.
- Khan MR, Doohan FM. 2009b. Comparison of the efficacy of chitosan with that of a fluorescent pseudomonad for the control of *Fusarium* head blight disease of cereals and associated mycotoxin contamination of grain. *Biol Control*. 48:48-54.
- Koch P. 2004. State of the art of trichothecenes analysis. *Toxicol Letters*. 153: 109-112.
- Köppen R, Koch M, Siegel D, Merkel S, Maul R, Nehls I. 2010. Determination of mycotoxins in foods: current state of analytical methods and limitations. *Appl Microbiol Biotechnol*. 86: 1595-1612.
- Kostelanska M, Hajslova J, Zachariasova M, Malachova A, Kalachova K, Poustka J, Fiala J, Scott PM, Berthiller F, Krska R. 2009. Occurrence of deoxynivalenol and its major conjugate, deoxynivalenol-3-glucoside, in beer and some brewing intermediates. *J Agric Food Chem*. 57: 3187-3194
- Krska R, Schuber-Ullrich P, Molinelli A, Sulyok M, MacDonald S, Crews, C. 2008. Mycotoxin analysis: An update. *Food Addit Contam. Part A*. 25: 152-163
- Krska R, Welzig E, Berthiller F, Molinelli A, Mizaikoff B. 2005. Advances in the analysis of mycotoxins and its quality assurance. *Food Addit Contam*. 22: 345-353.
- Kushiro M. 2008. Effects of milling and cooking processes on the deoxynivalenol content in wheat. *Int J Mol Sci*. 9: 2127-2145.
- Lancova K, Hajslova J, Kostelanska M, Kohoutkova J, Nedelnik J, Moravcova H, Vanova M. 2008a . Fate of trichothecenes mycotoxins during the processing: Milling and baking. *Food Addit Contam*. 25: 650-659.
- Lancova K, Hajslova J, Poustka J, Krplova A, Zachariasova M, Dostakel P, Sachambula L. 2008. Transfer of *Fusarium* mycotoxins and 'masked' deoxynivalenol (deoxynivalenol-3-glucoside) from field barley through malt to beer. *Food Addit Contam*. 25: 732-744.
- Lattanzio VMT, Pascale M, Visconti A. 2009. Current analytical methods for trichothecene mycotoxins in cereals. *TrAC Trends Anal Chem*. 28L 758-768.
- Lauren DR, Ringrose MA. 1997. Determination of the fate of three *Fusarium* mycotoxins through wet-milling of maize using an improved HPLC analytical technique. *Food Addit Contam*. 14: 435-443.
- Lombaert GA, Pellaers P, Roscoe V, Mankotia M, Neil R, Scott PM. 2003. Mycotoxins in infant cereal foods from the Canadian retail market. *Food Addit Contam*. 20: 494-504.
- Macarthur R, Macdonald S, Brereton P, Murray A. 2006. Statistical modelling as an aid to the design of retail sampling plans for mycotoxins in food. *Food Addit Contam*. 23:84-92.
- Magan N, Aldred D, Mylona K, Lambert RJW. 2010. Limiting mycotoxins in stored wheat. *Food Addit Contam*. 27: 644-650.
- Magan N, Aldred D. 2007. Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. *Int J Food Microbiol*. 119:131-139.
- Mbugua SK, Gathumbi JK. 2004. The contamination of Kenyan lager beers with *Fusarium* mycotoxins. *J Inst Brew*. 110: 227-229.
- Miller JD. 2008. Mycotoxins in small grains and maize: Old problems, new challenges. *Food Addit Contam*. 25:219-230.
- Miller JD, Arnison PG. 1986. Degradation of deoxynivalenol by suspension cultures of the *Fusarium* health blight resistant wheat cultivar Frontana. *Can J Plant Path*. 8:147-150.
- Miller JD, Greenhalgh R, Wang Y, Lu M. 1991. Trichothecene chemotypes of three *Fusarium* species. *Mycologia* 83:121-130.
- Mirocha CJ, Abbas HK, Windels CE, Xie W. 1989. Variation in deoxynivalenol, 15-acetyldeoxynivalenol, 3-acetyldeoxynivalenol, and zearalenone production by *Fusarium graminearum* isolates. *Appl Environ Microbio*. 55: 1315-1316.

- Moschini RC, Fortugno C. 1996. Predicting wheat head blight incidence using models based on meteorological factors in Pergamino, Argentina. *Eur J Plant Pathol.* 102: 211-218.
- Musa T, Hecker A, Vogelgsang S, Forrer HR. 2007. Forecasting of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol content in winter wheat with FusaProg. *EPPO Bulletin.* 37: 283-289.
- Neira MS, Pacin AM, Martinez EJ, Moltó G, Resnik SL. 1997. The effects of bakery processing on natural deoxynivalenol contamination. *Int J Food Microbiol.* 37: 21-25.
- Ngundi MM, Qadri SA, Wallace EV, Moore MH, Lassman ME, Shriver-Lake LC, Ligler FS, Taitt CR. 2006. Detection of deoxynivalenol in foods and indoor air using an array biosensor. *Environ Sci Tech.* 40:2352-2356.
- Nisho Z, Takata K, Ito M, Tanio M, Tabiki T, Yamauchi H, Ban T. 2010. Deoxynivalenol distribution in flour and bran of spring wheat lines with different levels of fusarium head blight resistance. *Plant Dis.* 94: 335-338.
- Njobeh PB, Dutton MF, Koch SH, Chuturgoon AA, Stoev SD, Mosonik JS. 2010. Simultaneous occurrence of mycotoxins in human food commodities from Cameroon. *Mycotox Res.* 26: 47-57.
- Nowicki TW, Roscoe MM. 2010. An alternative to slurry mixing to minimise sample preparation variance for determination of ochratoxin A in wheat. *World Myco J.* 3:147-156.
- Ok HE, Chang H-J, Choe S-W, Cho TY, Oh KS, Chun HS. 2009. Occurrence and intake of deoxynivalenol in cereal-based products marketed in Korea during 2007-2008. *Food Addit Contam. Part B.* 2: 154-161.
- Ok HE, Kim HJ, Cho TY, Oh KS, Chun HS. 2009b. Determination of deoxynivalenol in cereal-based foods and estimation of dietary exposure. *J Tox Env Health A* 72:1424-1430.
- Pacin A, Ciancio Bovier E, Cano G, Taglieri D, Hernandez Pezzani C. 2010. Effect of the bread making process on wheat flour contaminated by deoxynivalenol and exposure estimate. *Food Control.* 21: 492-495.
- Pacin AM, Resnik SL, Neira MS, Moltó G, Martínez E. 1997. Natural occurrence of deoxynivalenol in wheat, wheat flour and bakery products in Argentina. *Food Addit Contam.* 14: 327-331.
- Palazzini JM, Ramirez ML, Torres AM, Chulze SN. 2007. Potential biocontrol agents for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol production in wheat. *Crop Prot.* 26:1702-1710.
- Papadopoulou-Bouraoui A, Vrabcheva T, Valzacchi S, Stroka J, Anklam E. 2004. Screening survey of deoxynivalenol in beer from the European market by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Food Addit Contam.* 21: 607-617.
- Park DL, Whitaker TB, Giesbrecht FG, Njapau H. 2000. Performance of three pneumatic probe samplers and four analytical methods used to estimate aflatoxins in bulk cottonseed. *JAOAC Int* 83:1247-1251.
- Pinson-Gadais L, Barreau C, Chaurand M, Gregoire S, Monmarson M, Richard-Forget F. 2007. Distribution of toxigenic *Fusarium* spp. And mycotoxin production in milling fractions of durum wheat. *Food Addit Contam.* 24: 53-62.
- Placinta CM, D'Mello JPF, Macdonald AMC. 1999. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. *Animal Feed Science and Technology* 78: 21-37.
- Poapolathep A, Poapolathep S, Klangkaew N, Sugita-Konishi Y, Kumagai S. 2008. Detection of deoxynivalenol contamination in wheat products in Thailand. *J Food Protect.* 71: 1931-1933.
- Pradini A, Sigolo S, Filippi L, Battilani P, Piva G. 2009. Review of predictive models for *Fusarium* head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food Chem Toxicol.* 47:927-931.
- Rasmussen PH, Ghorbani F, Berg T. 2003. Deoxynivalenol and other *Fusarium* toxins in wheat and rye flours on the Danish market. *Food Addit Contam.* 20: 396-404.
- Rios G, Zakhia-Rozis N, Chaurand M, Richard-Forget F, Samson MF, Abecassis J, Lullien-Pellerin V. 2009. Impact of durum wheat milling on deoxynivalenol distribution in the outcoming fractions. *Food Addit Contam.* 26: 487-495.

- Rivas Casado M, Parsons DJ, Weightman RM, Magan N, Origgi S. 2009. Modelling a two-dimensional spatial distribution of mycotoxin concentration in bulk commodities to design effective and efficient sample selection strategies. *Food Addit Contam* 26:1298-1305.
- Roscoe V, Lombaert GA, Huzel V, Neumann G, Melietio J, Kitchen D, Kotello S, Krakalovich T, Trelka R, Scott PM. 2008. Mycotoxins in breakfast cereals from the Canadian retail market: A 3-year survey. *Food Addit Contam.* 25: 347-355.
- Rossi V, Giosuè S, Delogu G. 2003. A model estimating risk for *Fusarium* mycotoxins in wheat kernels. *Asp Applied Biol.* 68: 229-234.
- Samar MM, Fontán CF, Resnik SL, Pacin AM, Castillo MD. 2003. Distribution of deoxynivalenol in wheat, wheat flour, bran and gluten, and variability associated with the test procedure. *AOAC Int* 86: 551-556.
- Samar MM, Neira MS, Resnik SL, Pacin A. 2001. Effect of fermentation on naturally occurring deoxynivalenol (DON) in Argentinean bread processing technology. *Food Addit Contam.* 18: 1004-1010.
- Samar MM, Resnik SL, González HHL, Pacin AM, Castillo MD. 2007. Deoxynivalenol reduction during the frying process of turnover pie covers. *Food Cont.* 18: 1295-1299.
- Sapsford KE, Ngundi MM, Moore MH, Lassman ME, Shriver-Lake LC, Taitt CR, Ligler FS. 2006b. Rapid detection of foodborne contaminants using an array biosensor. *Sensors Actuators B: Chem.* 113:599-607,
- Sasanya JJ, Hall C, Wolf-Hall C. 2008. Analysis of deoxynivalenol, masked deoxynivalenol, and *Fusarium graminearum* pigment in wheat samples, using liquid chromatography-UV-mass spectrometry. *J Food Prot.* 71: 1205-1213.
- Schaafsma AW, Frégeau J, Phibbs T. 2004. Distribution of deoxynivalenol in *Gibberella*-infected food grade corn kernels. *Can J Plant Sci.* 84: 909-913.
- Scaafsma AW, Hooker DC. 2007. Climatic models to predict occurrence of *Fusarium* toxins in wheat and maize. *Int J Food Microbiol.* 119:116-125.
- Schaafsma AW, Limay-Rios V, Paul DE, Miller JD. 2009. Mycotoxins in fuel ethanol co-products derived from maize – a mass balance for deoxynivalenol. *J Sci Food Agric.* 89:1574-1580.
- Schneider E, Curtui V, Seidler C, Dietrich R, Usleber E, Martlbauer E. 2004. Rapid methods for deoxynivalenol and other trichothecenes. *Toxicol. Letters* 153:113-121.
- Schollenberger M, Müller H-M, Rühle M, Suchy S, Planck S, Drochner W. 2005. Survey of *Fusarium* toxins in foodstuffs of plant origin marketed in Germany. *Int J Food Microbiol.* 97: 317-326.
- Schollenberger M, Suchy S, Jara HT, Drochner W. Müller H-M. 1999. A survey of *Fusarium* toxins in cereal-based foods marketed in an area of southwest Germany. *Mycopathologia* 147: 49-57.
- Schollenberger M. Müller H-M, Rühle M, Suchy S, Drochner W. 2008. Redistribution of 16 *Fusarium* toxins during commercial dry milling of maize. *Cereal Chem.* 85: 557-560.
- Scientific Co-operation (SCOOP) Report. 2003. *Assessment of dietary intake of Deoxynivalenol by the population of EU Member States.* Report of Tasks for Scientific Cooperation Number 3.2.10. (Gareis M, Zimmerman C, Schothorst R, Co-ordinators) Rome (Italy)/ISS, National Institute of Health.
- Scott PM, Kanhere SR, Dexter JE, Brennan PW, Trenholm HL. 1984. Distribution of the trichothecene mycotoxin deoxynivalenol (vomitoxin) during the milling of naturally contaminated hard red spring wheat and its fate in baked products. *Food Addit Contam.* 1:313-323.
- Scott PM, Kanhere SR, Weber D. 1993. Analysis of Canadian and imported beers for *Fusarium* mycotoxins by gas chromatography – mass spectrometry. *Food Addit Contam.* 10: 381-389.
- Scott PM. 1990. Trichothecenes in Grains. *Cereal Foods World.* 35: 661-666.
- Scott PM. 1996. Mycotoxins transmitted into beer from contaminated grains during brewing. *J AOAC Int.* 79: 875-882.
- Scudamore KA, Baillie H, Patel S, Edwards SG. 2007. Occurrence and fate of *Fusarium* mycotoxins during commercial processing of oats in the UK. *Food Addit Contam.* 24: 1374-1385.



- Scudamore KA, Guy RCE, Kelleher B, MacDonald SJ. 2008a. Fate of *Fusarium* mycotoxins, deoxynivalenol, nivalenol and zearalenone, during extrusion of wholemeal wheat grain. *Food Addit Contam.* 25: 331-337.
- Scudamore KA, Guy RCE, Kelleher B, MacDonald SJ. 2008b. Fate of *Fusarium* mycotoxins in maize flour and grits during extrusion cooking. *Food Addit Contam.* 25: 1374-1384.
- Scudamore KA, Hazel CM, Patel S, Scriven F. 2009. Deoxynivalenol and other *Fusarium* mycotoxins in bread, cake and biscuits produced from UK-grown wheat under commercial and pilot scale conditions. *Food Addit Contam.* 26: 1191-1198.
- Scudamore KA, Patel S. 2008. The fate of deoxynivalenol and fumonisins in wheat and maize during commercial breakfast cereal production. *World Mycotoxin J* 1: 437-448.
- Scudamore KA, Patel S. 2009. *Fusarium* mycotoxins in milling streams from the commercial milling of maize imported to the UK, and relevance to current legislation. *Food Addit Contam.* 26: 744-753.
- Scudamore, KA. 2008. Fate of fusarium mycotoxins in the cereal industry: recent UK studies. *World Mycotoxin Journal.* 1: 315-323.
- Seitz LM, Yamazaki WT, Clement RL, Mohr HE, Andrews L. 1985. Distribution of deoxynivalenol in soft wheat mill streams. *Cereal Chem.* 62:467-469.
- Shephard GS, van der Westhuizen L, Katerere DR, Herbst M, Pineiro M. 2010. Preliminary exposure assessment of deoxynivalenol and patulin in South Africa. *Mycotox Res* 26:181-185.
- Shim W-B, Kim J-C, Seo J-A, Lee Y-W. 1997. Natural occurrence of trichothecenes and zearalenone in Korean and imported beers. *Food Addit Contam.* 14: 1-5.
- Soubra L, Sarkis D, Hilan C, Verger P. 2009. Occurrence of total aflatoxins, ochratoxin A and deoxynivalenol in foodstuffs available on the Lebanese market and their impact on dietary exposure of children and teenagers in Beirut. *Food Addit Contam.* 26:189-200.
- Spanjer MC, Scholten JM, Kastrup S, Jörissen U, Schatzki TF, Toyofuku N. 2006. Sample comminution for mycotoxin analysis: Dry milling or slurry mixing? *Food Addit Contam. Part A* 23:73-83.
- Starkey DE, Ward TJ, Aoki T, Gale LR, Kistler HC, Geiser DM, Suga H, Tóth B, Varga J, O'Donnell K. 2007. Global molecular surveillance reveals novel *Fusarium* head blight species and trichothecenes toxin diversity. *Fungal Genetics and Biology* 44: 1191-1204.
- Sugita-Konishi Y, Park BJ, Kobayashi-Hattori K, Tanaka T, Chonan T, Yoshikawa K, Kumagai S. 2006. Effect of cooking process on the deoxynivalenol content and its subsequent cytotoxicity in wheat products. *Biosci Biotechnol Biochem.* 70:1764-1768.
- Tanaka H, Sugita-Konishi Y, Takino M, Tanaka T, Toriba A, Hayakawa K. 2010. A survey of the occurrence of *Fusarium* mycotoxins in biscuits in Japan by using LC/MS. *J Health Sci.* 56: 188-194.
- Tanaka H, Takino M, Sugita-Konishi Y, Tanaka T. 2006. Development of a liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometric method for the simultaneous determination of trichothecenes, zearalenone and aflatoxins in foodstuffs. *Rapid Commun Mass Spectrom* 20:1422-1428.
- Tanaka H, Takino M, Sugita-Konishi Y, Tanaka T, Toriba A, Hayakawa K. 2009. Determination of nivalenol and deoxynivalenol by liquid chromatography/atmospheric pressure photoionization mass spectrometry. *Rapid Commun Mass Spectrom* 23:3119-3124.
- Tanaka T, Hasegawa A, Yamamoto S, Lee U-S, Sugiura Y, Ueno Y. 1988. Worldwide contamination of cereals by the *Fusarium* mycotoxins Nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone. 1. Survey of 19 Countries. *J Agric Food Chem.* 36: 979-983.
- Tekauz A, McCallum B, Ames N, Fetch M. 2004. *Fusarium* head blight of oat – current status in western Canada. *Can J Plant Pathol.* 26: 473-479.
- Thammawong M, Okabe M, Kawaski T, Nakagawa H, Nagashima H, Okadome H, Nakajima T, Kushiro M. 2010. Distribution of deoxynivalenol and nivalenol in milling fractions from *Fusarium*-infected Japanese wheat cultivars. *J Food Prot.* 73: 1817-1823.

- Trigo-Stockli DM, Deyoe CW, Satumbaga RF, Pedersen JR. 1996. Distribution of deoxynivalenol and zearalenone in milled fractions of wheat. *Cereal Chem* 73: 388-391.
- Trigo-Stockli, DM. 2002. Effect of processing on deoxynivalenol and other trichothecenes. IN: *Mycotoxins and Food Safety*. JW DeVries, MW Trucksess and LS Jackson. Eds. Kluwer Academic/Plenum Publishers, NY, NY. pp181-188.
- Trucksess MW, Bao L, Weaver CM, White KD. 2010. Determination of deoxynivalenol in processed foods. *JAOAC Int.* 93: 1236-1242.
- Turner NW, Subrahmanyam S, Piletsky SA. 2009. Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Anal Chim Acta.* 632: 168-180.
- Ueno Y. 1983. *Trichothecenes – Chemical Biological and Toxicological Aspects*. Elsevier Science Publishers, New York, pp. 7 -111.
- Valle-Algarra FM, Mateo EM, Medina Á, Mateo F, Gimeno-Adelantado JV, Jiménez M. 2009. Changes in ochratoxin A and type B trichothecenes contained in wheat flour during dough fermentation and bread-making. *Food Addit Contam.* 26: 896-906.
- Van Der Fels-Klerx HJ, Burgers SLGE, Booij CJH. 2010. Descriptive modelling to predict deoxynivalenol in winter wheat in the Netherlands. *Food Addit Contam.* 27: 636-643.
- van der Westhuizen L, Shephard GS, Rheeder JP, Burger H-M, Gelderblom WCA, Wild CP, Gong YY. 2010. Simple intervention method to reduce fumonisin exposure in a subsistence maize-farming community in South Africa. *Food Addit Contam.* 27: 1582-1588.
- Vendl O, Crews C, MacDonald S, Krska R, Berthiller F. 2010. Occurrence of free and conjugated *Fusarium* mycotoxins in cereal-based food. *Food Addit Contam.* 27: 1148-1152.
- Von der Ohe C, Gauthier V, Tamburic-Ilinic L, Brule-Bable A, Fernando WGD, Clear R, Ward TJ, Miedaner T. 2010. A comparison of aggressiveness and deoxynivalenol production between Canadian *Fusarium graminearum* isolates with 3-acetyl and 15-acetyldeoxynivalenol chemotypes in field-grown spring wheat. *Eur J Plant Pathol.* 127: 407-417.
- Ward TJ, Clear FM, Rooney AP, O'Donnell K, Gaba D, Patrick S, Starkey DE, Gilber J, Geiser DM, Nowicki TW. 2008. An adaptive evolutionary shift in *Fusarium* head blight pathogen populations is driving the rapid spread of more toxigenic *Fusarium graminearum* in Amérique du Nord. *Fungal Genetics and Biology* 45: 473-484.
- Watari M. 2011. Personal communication.
- Weather Innovations Incorporated. 2008. Accessed October 26 2010 at <http://www.weatherinnovations.com/>
- Whitaker TB. 2006. Sampling foods for mycotoxins. *Food Addit Contam* 23: 50-61.
- WHO. 1985. *Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants*. WHO Offset Publication No 87. Geneva.
- WHO. 2000. *Joint FAO/WHO workshop on methodology for exposure assessment of contaminants and toxins in food*. Geneva, Switzerland, 7-8 June 2000. Accessed Dec 3, 2010 at: <http://www.who.int/fsf>
- Wolf-Hall CE, Schwarz PB. 2002. Mycotoxins and fermentation – Beer production. IN *Mycotoxins and Food Safety*. JW DeVries, MW Trucksess and LS Jackson. Eds. Kluwer Academic/Plenum Publishers, NY, NY. pp217-226.
- Wolf-Hall CE. 2007. Mold and mycotoxin problems encountered during malting and brewing. *Int J Food Microbiol.* 119: 89-94.
- Xu XM, Parry DW, Nicholson P, Thomsett MA, Simpson D, Edwards SG, Cooke BM, Doohan FM, Brennan JM, Moretti A, Tocco G, Mule G, Hornok L, Giczey G, Tatnell J. 2005. Predominance and association of pathogenic fungi causing *Fusarium* ear blight in wheat in four European countries. *Eur J Plant Path.* 112: 143-154.
- Yoshizawa T, Jin Y-Z. 1995. Natural occurrence of acetylated derivatives of deoxynivalenol and nivalenol in wheat and barley in Japan. *Food Addit Contam.* 12: 689-694.

- Young JC, Fulcher RG, Hayhoe JH, Scott PM, Dexter JE. 1984. Effect of milling and baking on deoxynivalenol (vomitoxin) content of eastern Canadian wheats. *J Agric Food Chem.* 32: 659-664.
- Yuen GY, Schoneweis SD. 2007. Strategies for managing *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in wheat. *Int J Food Microbiol.* 119:126-130.
- Zachariasova M, Hajslova J, Kostelanska M, Poustka J, Krplova A, Cuhra P, Hochel I. 2008. Deoxynivalenol and its conjugates in beer: a critical assessment of data obtained by enzyme-linked immunosorbent assay and liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Anal Chim Acta.* 625: 77-86.
- Zheng MZ, Richard JL, Binder J. 2006. A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins. *Mycopathologia* 161:261–273.
- Zhou B, Li Y, Gillespie J, He GQ, Horsley R, Schwarz P. 2007. Doehlert matrix design for optimization of the determination of bound deoxynivalenol in barley grain with trifluoroacetic acid (TFA). *J Agr Food Chem* 55:10141-10149.

## Annexe A: Occurrence du DON dans les aliments à base de céréales

Tableau 1: Occurrence du DON dans la farine de blé et dans les aliments à base de blé.

Denrée	Region d'achat	# des échantillons	Moyenne $\mu\text{g}/\text{kg}$	Médian $\mu\text{g}/\text{kg}$	Niveau max $\mu\text{g}/\text{kg}$	Référence
<b>Farine</b>						
	Asie	37	19		173	Ok et al. (2009)
	Europe	3	237			Vendl et al. (2010)
Semoule	Europe	3	<100			Vendl et al. (2010)
	Europe 1999	16	175	167	527	Rasmussen et al. (2003)
	Europe 2001	30	32	10	204	Rasmussen et al. (2003)
Farine de blé dur	Europe 2000	23	1157	1242	2591	Rasmussen et al. (2003)
Farine de blé dur	Europe 2001	10	1153	1224	1619	Rasmussen et al. (2003)
Boulgour	Moyen Orient	26	132		289	Antonios et al. (2010)
	Amérique du Sud	55	72.1	53	317	Pacin et al. (2010)
	Amérique du Sud	61	1309	950	9000	Pacin et al. (1997)
Blanc	Amérique du Nord	272	450		2630	Trucksess et al. (1997)
Entier	Amérique du Nord	90	540		3800	Trucksess et al. (1997)
Germe	Europe	5	50	40	95	Schollenberger et al. (2005)
Son	Europe	5	360	365	389	Schollenberger et al. (2005)
Son	Amérique du Nord	163	670		2920	Trucksess et al. (1997)
<b>Pain</b>						
	Asie	8	20		78	Ok et al. (2009)
	Asie	30	62		1130	Poapolathep et al. (2008)
	Europe	4	<100			Vendl et al. (2010)
	Europe	41	246	242	739	Cano-Sancho et al. (2010)
	Europe	75			147	González et al. (2011)
Français	Amérique du Sud	12	263	294	436	Pacin et al. (1997)
Français	Amérique du Sud	66	41.6	35.5	271	Pacin et al. (2010)
Viennoise	Amérique du Sud	45	30.1	22	149	Pacin et al. (2010)
	Amérique du Nord	3			400	Trucksess et al. (2010)
	Moyen Orient	40	176		700	Scoubra et al. (2009)
<b>Pâtes ou nouilles</b>						
	Asie	30	4.3		350	Poapolathep et al. (2008)
	Europe	4	nd			Vendl et al. (2010)
	Europe	75			623	González et al. (2011)
	Europe	29	158	62	1670	Schollenberger et al. (1999)
	Amérique du Nord	2			100	Trucksess et al. (2010)
<b>Produits à base de blé</b>						
Céréales de petit déjeuner	Europe	32	75	53	238	Schollenberger et al. (1999)
Céréales pour petit déjeuner	Europe	27	130	157	437	Cano-Sancho et al. (2010)
Céréales pour petit déjeuner	Amérique du Nord	4			400	Trucksess et al. (2010)
Céréales pour petit déjeuner	Amérique du Nord	29	110		940	Roscoe et al. (2008)
Biscuits	Moyen Orient	20	31		70	Scoubra et al. (2009)
Gâteaux	Moyen Orient	20	60		100	Scoubra et al. (2009)
Crackers	Amérique du Nord	4			400	Trucksess et al. (2010)
Bretzels	Amérique du Nord	7			1200	Trucksess et al. (2010)
Biscuits	Asie	8	9		35	Ok et al. (2009)
Biscuits	Asie	70	23		791	Tanaka et al. (2010)

**Tableau 2. Occurrence DON dans les produits à base de maïs et les produits à base d'avoine.**

	Region d'achat	# d'échantillons	Moyenne µg/kg	Médiane µg/kg	Niveau Max µg/kg	Référence
<b>Produits à base de maïs</b>						
Semoule	Europe	6	40	31	84	Schollengerger et al. (2005)
Farine	Europe	8	51	45	98	Schollengerger et al. (2005)
Céréales pour petit déjeuner	Europe	6	70	52	142	Schollengerger et al. (2005)
Céréales pour petit déjeuner	Europe	65	109	93	580	Cano-Sancho et al. (2010)
Céréales pour petit déjeuner	Europe	55		45*	121	Castillo et al. (2008)
Céréales pour petit déjeuner	Moyen Orient	20	58		100	Scoubra et al. (2009)
Céréales pour petit déjeuner	Amérique du Nord	34	30		420	Roscoe et al. (2008)
Céréales pour petit déjeuner	Asie	18	8		36	Ok et al. (2009)
Maïs séché	Afrique	29	59		273	Njobeh et al. (2010)
Maïs séché	Asie	82	130		807	Ok et al. (2009)
Maïs sucré	Europe	72	114	114	139	Cano-Sancho et al. (2010)
En conserve	Asie	25	nd			Ok et al. (2009)
Snacks cuits	Europe	57		63*	132	Castillo et al. (2008)
Snacks fris	Europe	63		56*	80	Castillo et al. (2008)
Snacks	Europe	71	153	143	304	Cano-Sancho et al. (2010)
<b>Produits à base d'avoine</b>						
Flocons	Europe	9	48	32	148	Schollenberger et al. (2005)
Son	Europe	7	46	28	97	Schollenberger et al. (2005)
Céréales pour petit déjeuner	Amérique du Nord	27	20		80	Roscoe et al. (2008)

**Tableau 3. Occurrence du DON dans les aliments pour nourrissons.**

Aliment pour nourrisson	Région d'achat	# d'échantillons	Moyenne µg/kg	Médiane µg/kg	Niveau max µg/kg	Référence
Divers	Europe	25	61	23	314	Schollenberger et al. (1999)
Céréales à base d'avoine	Amérique du Nord	53	32		90	Lombaert et al. (2003)
Céréale à base d'orge	Amérique du Nord	50	150		980	Lombaert et al. (2003)
Biscuits	Amérique du Nord	24	45		120	Lombaert et al. (2003)
Biscuits	Asie	110	17		177	Tanaka et al. (2010)

**Annexe B**

Niveaux maximaux pour le déoxynivalenol dans les grains de céréales pour divers pays à travers le monde

Pays	Autorités de réglementation	Niveau maximal
Arménie*	Supervision du Service de la norme Haypet et Autorités de la sphère de la santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.7 ppm dans le blé</li> <li>• 1 ppm dans l'orge</li> </ul>
Belarus*	Ministère de la santé publique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ppm dans l'orge</li> <li>• 0.7 ppm dans le blé</li> <li>• Non autorisé dans l'alimentation pour nourrissons</li> </ul>
Canada	Santé Canada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 ppm dans blé tendre brut destiné à l'emploi dans des aliments non de base (sous révision)</li> <li>• 1ppm dans blé tendre brut destiné à l'emploi dans les aliments pour bébés (sous révision)</li> </ul>
Chine	Ministère de la santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ppm dans le blé et la farine de froment, maïs et la farine de maïs*</li> <li>• 1 ppm dans l'orge, la farine d'avoine et la farine</li> </ul>
Cuba*	Ministère de la santé publique / Institut de la nutrition et Hygiène des aliments	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.3 ppm dans les céréales importées</li> </ul>
Union européenne	Commission européenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.25 ppm dans les céréales non transformées autre que le blé dur ambré, l'avoine et le maïs</li> <li>• 1.75 ppm dans le blé dur ambré non transformé, l'avoine et le maïs</li> <li>• 0.75 ppm dans les céréales destinées à la consommation humaine directe, la farine aux céréales (y compris la farine de maïs, la semoule de maïs et les gruaux de maïs, la semoule), le son en tant que produit fini commercialisé pour la consommation humaine directe et le germe</li> <li>• 0.75 ppm dans les pâtes (sèches)</li> <li>• 0.5 ppm dans le pain (y compris les petits produits de boulangerie fine), les pâtisseries, les biscuits, les snacks aux céréales et les céréales pour petit déjeuner</li> <li>• 0.2 ppm dans les aliments à base de céréales transformées et les aliments pour bébés pour les nourrissons et les jeunes enfants</li> </ul>
République Islamiste d'Iran*	Institut des normes et de la recherche industrielle de la République islamique d'Iran; Ministère de la santé et de l'évaluation médicale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ppm dans l'orge, le maïs, le riz et le blé</li> </ul>
Japon	Ministère de la Santé, du travail et du bien-être	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.1 ppm dans le blé non transformé</li> </ul>
Norvège	Autorité de la sécurité alimentaire norvégienne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semblable à ce qui a été appliqué dans l'Union européenne</li> </ul>
La fédération russe*	Ministère de la santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.7 ppm dans le blé</li> <li>• 1 ppm dans l'orge</li> </ul>
Singapour*	Autorité de l'industrie agroalimentaire et vétérinaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Céréale et les produits à base de grain (NM spécifique non donné)</li> </ul>
Suisse*		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ppm dans les grains de céréales</li> </ul>
Ukraine*	Ministère de la protection de la santé; Département étatique de la médecine vétérinaire (Ministère de la politique agricole)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.2 ppm dans les produits pour bébé à base de grains ; fruit-légume –mélanges lactés pour les aliments pour bébés</li> <li>• 0.5 ppm dans le blé d'autres variétés que celles de variétés fortement dures, farine, pain</li> <li>• 1 ppm dans le blé de variétés fortement dures; toutes les gaines qui doivent être utilisées pour une consommation humaine immédiate et pour la transformation dans les produits pour la consommation humaine ; remoulage de blé</li> </ul>

États-Unis d'Amérique	U.S. Organisme de surveillance des aliments et des médicaments (U.S. FDA)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 ppm dans les produits finis au blé (par ex. farine, son et germe) pour la consommation humaine</li></ul>
Uruguay*	Ministère de la santé publique; Laboratoire technologique de l'Uruguay; Ministère de bétail, de l'agriculture et de la pêche	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 ppm dans la farine de froment et les sous-produits</li></ul>

\* Ainsi que reporté dans les réglementations à un niveau mondial pour les mycotoxines dans l'alimentation et l'alimentation animale en 2003 (FAO, 2004)