



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

**9^e session
New Delhi, Inde, 16 – 20 mars 2015**

**AVANT-PROJET DE LIMITES MAXIMALES POUR LE CADMIUM DANS LE CHOCOLAT ET LES
PRODUITS DÉRIVÉS DU CACAO**

**(Préparé par le groupe de travail électronique dirigé par l'Équateur et co-présidé par le Ghana et le
Brésil)**

Les membres et les observateurs du Codex qui souhaitent soumettre des observations à l'étape 3 sur l'avant-projet de limites maximales pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao, y compris les implications possibles sur les 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 31 janvier 2015**. Les observations seront adressées:

à:

Mme Tanja Åkesson
Service central de liaison avec le Codex
Ministère des affaires économiques
Boîte postale 20401
2500 EK La Haye
Pays-Bas
Courriel: info@codexalimentarius.nl

et une copie à:

Secrétariat de la Commission du Codex Alimentarius,
Programme mixte FAO/OMS sur les normes
alimentaires,
Viale delle Terme di Caracalla,
00153 Rome, Italie
Courriel: codex@fao.org

Note: Les données et informations en appui des conclusions et des recommandations sont présentées dans l'annexe et ne font pas l'objet d'observations. Les conclusions et les recommandations seront examinées par les membres du Codex, les organisations internationales d'observateurs et le Comité. Les limites maximales sont proposées pour observations à l'étape 3 par les membres du Codex et les organisations internationales d'observateurs et pour examen par le Comité.

GÉNÉRALITÉS

1. À sa 6^e session, le Comité sur les contaminants dans les aliments (2012) a été informé de la proposition d'inclure l'évaluation de l'exposition au cadmium provenant du cacao et des produits dérivés du cacao dans la liste prioritaire des contaminants et substances toxiques naturellement présentes à évaluer par le JECFA. Le Comité est convenu d'inclure la proposition dans la liste et a noté que des données pertinentes seraient nécessaires pour entreprendre l'évaluation.¹

2. Suite à la demande du 6^e CCCF, la question de l'évaluation de l'exposition au cadmium provenant du cacao et des produits dérivés du cacao a été examinée par le 77^e JECFA (2013).² Les conclusions de la réunion du JECFA ont été examinées par le CCCF à sa 8^e session (2014).

¹ REP12/CF, par. 159 et 161, annexe XI.

² Le rapport complet de la 77^e réunion du JECFA est disponible
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/98388/1/9789241209830_eng.pdf

3. À sa 8^e session, le Comité est convenu d'entreprendre de nouveaux travaux sur les limites maximales pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao. Le Comité est convenu d'établir un groupe de travail électronique dirigé par l'Équateur, co-présidé par le Ghana et le Brésil³ pour préparer les propositions de limites maximales pour observations à l'étape 3 et examen à la prochaine session du Comité.⁴

4. À sa 37^e session (2014), la Commission du Codex Alimentarius a approuvé les nouveaux travaux sur les limites maximales pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao telles que proposés par le CCCF.⁵

5. L'objectif des nouveaux travaux est par conséquent de fournir des limites maximales harmonisées pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao afin de protéger la santé des consommateurs et assurer des pratiques loyales dans le commerce des aliments.

6. Sur la base des données et informations fournies dans l'annexe, les conclusions et recommandations suivantes sont proposées pour examen et observations aux membres du Codex et aux organisations internationales d'observateurs.

7. Les membres du Codex et les organisations internationales d'observateurs sont invités à examiner les conclusions et les recommandations et à soumettre leurs observations sur les limites maximales proposées pour examen à la 9^e session du CCCF comme suit.

CONCLUSIONS

Pour examen lors de la soumission d'observations sur les limites maximales proposées

1. Dans l'industrie alimentaire, il existe une variété de produits dérivés du cacao qui contiennent des concentrations différentes de solides de cacao, comme les barres de chocolat, le cacao en poudre, les biscuits, les crèmes glacées, les chocolats, etc. Le chocolat en est un exemple clair.
2. Sur le marché mondial, on trouve des produits qui contiennent de 20 pour cent à 90 pour cent de solides de cacao. Par ailleurs, les études présentées dans cette enquête suggèrent qu'il y a une relation directe entre les solides et les traces de métaux lourds dans le chocolat (Yanus, *et al.* 2013).
3. L'absorption de cadmium par les humains est faible, environ 6 pour cent et chez les personnes ayant une carence en fer, jusqu'à 9 pour cent (ATSDR, 2008).
4. Un autre aspect à prendre en compte lors de l'établissement des limites maximales est le pourcentage d'absorption de cadmium chez les humains. D'une façon générale, le système digestif des enfants et des adolescents absorbe le cadmium plus facilement que celui des adultes (Yanus, *et al.* 2013), de sorte que la susceptibilité aux effets indésirables dans ces groupes est plus élevée que chez les adultes (Jalbani *et al.*, 2009).
5. Cette affirmation conduit à la nécessité d'établir des limites plus basses pour les produits que les enfants préfèrent (les chocolats qui contiennent <50% de solides).
6. Au niveau mondial, de nombreux pays n'ont pas établi de limites maximales pour le cadmium dans les produits dérivés du cacao et il n'existe qu'un nombre limité de pays à avoir présenté quelque type d'études sur la détermination de la teneur de ce métal dans le chocolat et les produits dérivés. Il s'ensuit des limites établies par des pays qui ne reposent pas sur une base scientifique, ce qui peut affecter le commerce international de ce produit.
7. Les études menées dans plusieurs pays, telles que détaillées dans le présent document, sont très diverses. Par exemple, le Canada, pour du chocolat contenant plus de 50 pour cent de solides de cacao avec une fourchette de LOD (limite de détection) de 0,02 à 0,86mg/kg, la moyenne est de 0,17mg/kg; pour le cacao en poudre avec une LOD de 0,02 à 1,25mg/kg, la moyenne est de 0,34mg/kg; dans le cas du chocolat équatorien contenant plus de 50 pour cent de solides de cacao, la fourchette est de 0,03 à 1,56 avec une LOD moyenne de 0,378mg/kg et pour le chocolat contenant moins de 50 pour cent de matière sèche, la fourchette de la LOD est de 0,02 à 0,12mg/kg et la moyenne de 0,062mg/kg; dans le cas du MERCOSUR, pour le chocolat et les produits dérivés du cacao contenant moins de 40 pour cent de cacao, la limite recommandée est de 0,2mg/g. Comme en témoignent ces études, les concentrations de cadmium diffèrent.

³ La liste des participants sera ajoutée dès qu'elle sera disponible. Cependant, comme cette liste n'affecte pas le contenu, le document est distribué sans la liste pour faciliter la soumission des observations dans les délais requis pour examen par le CCCF à sa 9^e session.

⁴ REP14/CF, par. 141-142, annexe XI

⁵ REP14/CAC, annexe VI

8. Le JECFA, à sa 77^e session, a estimé que l'exposition alimentaire au cadmium de la population moyenne due aux produits contenant du cacao et ses dérivés se situe dans la fourchette de 0,005 à 0,39mg/kg pc par mois, ce qui représente entre 0,02 et 1,6 pour cent de la dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP) de 25mg/kg pc par mois.
9. L'estimation du JECFA peut être démontrée comme suit: si la DMTP est de 25mg/kg pc, soit de 0,025mg/kg, un adulte d'un poids moyen (70kg) devrait consommer environ 44 barres de chocolat de 20g pour dépasser la dose mensuelle tolérable provisoire des produits à base de cacao..
10. Finalement, l'établissement de limites maximales devra non seulement tenir compte des effets sur la santé de façon primordiale, mais également de la dimension commerciale et ses effets sur les économies en développement en particulier. La réglementation multilatérale prévoit dans plusieurs dispositions le droit des pays d'établir des mesures SPF pour protéger la vie des individus, sur une base scientifique et minimiser les effets négatifs sur le commerce.
11. Sur la base de ce qui précède, nous avons conclu que pour établir des limites maximales pour le cadmium dans ces produits, il est nécessaire d'examiner la teneur en solides de cacao présents ainsi que l'absorption de ce métal chez les différents groupes d'âge humains.

RECOMMANDATIONS

Pour examen lors de la soumission d'observations sur les limites maximales proposées

1. Sur la base des conclusions formulées dans le présent document, le tableau suivant montre les valeurs des limites maximales pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao qui protègent la santé des consommateurs et garantissent des pratiques loyales dans le commerce des aliments.
2. Après avoir collecté et analysé l'information disponible, le groupe de travail électronique souhaite recommander de prendre en considération les limites maximales décrites dans le tableau, car il résume les différentes études menées par plusieurs pays et organisations internationales sur la teneur en cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao, ainsi que l'exposition dans le régime alimentaire humain. Toutefois, l'analyse de cette information suggère qu'il est nécessaire de réaliser des études dans ce domaine telles que:
3. L'influence de la quantité de solides de cacao sur la concentration de cadmium dans le cacao.
4. Une étude pour déterminer la teneur en cadmium dans les ingrédients avec lesquels sont fabriqués le chocolat et les produits dérivés du cacao, comme le sucre, le lait, etc.

PROPOSITIONS DE LIMITES MAXIMALES POUR LE CADMIUM DANS LE CHOCOLAT ET LES PRODUITS DÉRIVÉS DU CACAO POUR OBSERVATIONS À L'ÉTAPE 3

Produits	Limite maximale pour le cadmium (mg/kg)
1. Chocolat au lait contenant <30% de matière sèche totale de cacao	0,20
2. Chocolat contenant <50% de matière sèche totale de cacao; Chocolat au lait contenant ≥30% de matière sèche totale de cacao	0,60
3. Chocolat contenant ≥50% de matière sèche totale de cacao	2,00
4. Chocolat en poudre vendu au consommateur final ou en tant qu'ingrédient dans le chocolat en poudre édulcoré vendu au consommateur final (chocolat à boire)	1,50

ANNEXE

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR L'ÉLABORATION DES LIMITES MAXIMALES POUR LE CADMIUM DANS LE CHOCOLAT ET LES PRODUITS DÉRIVÉS DU CACAO

GÉNÉRALITÉS

1. La contamination par les métaux lourds dans le régime alimentaire humain est devenue un sujet de préoccupation dans un grand nombre de pays dans le monde, car une concentration élevée peut entraîner des problèmes de santé chez les humains.
2. Le cadmium est abondant dans la nature et peut se libérer dans l'environnement par différentes voies, y compris les activités naturelles comme l'activité volcanique (OMS, 2010). Les conséquences de la contamination liée au cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao sont une question d'intérêt commercial qui affecte l'économie des pays producteurs (ICCO, 2012). Dans son évaluation (77^e session), le JECFA a souligné que l'exposition totale au cadmium dans les régimes alimentaires où la consommation de cacao et de produits dérivés du cacao est élevée a apparemment été surestimée et ne doit pas être considérée comme préoccupante, cependant, l'absence de limite maximale (LM) pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao pourrait menacer les exportations de certains pays, notamment les pays en développement, qui sont les plus grands exportateurs de cacao.
3. Les producteurs de cacao dans le monde se sont inquiétés quand l'Union européenne a annoncé son intention de mettre en œuvre des réglementations pour le chocolat et les produits dérivés du cacao contenant certains niveaux de cadmium (Cd). La décision de l'Union européenne faisait suite au rapport sur la teneur en cadmium dans le chocolat, élaboré par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) du 23 janvier 2012 sur la base duquel l'Union européenne a recommandé que le chocolat contenant une quantité de solides de cacao égale ou supérieure à 50 pour cent pouvait contenir un maximum de 0,3mg/kg de cadmium.
4. En tenant compte du fait qu'il est nécessaire de procéder à davantage d'évaluations scientifiques et techniques, à la fois dans les pays producteurs et importateurs de cacao, le présent document propose d'établir des limites maximales pour le cadmium dans le chocolat et les produits dérivés du cacao par le biais du Comité sur les contaminants dans les aliments (CCCF), en vue d'harmoniser le commerce international.

INTRODUCTION

IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DU CACAO DANS LE MONDE

5. Le terme « cacao » provient de la plante *Theobroma cocoa L.*, qui appartient à la famille des *Malvaceae*. L'arbre est originaire d'Amazonie.
6. Le cacao est une culture marchande précieuse, non périssable et généralement produite par les petits exploitants qui stimulent l'économie des pays en développement. D'après l'Organisation internationale du cacao (ICCO), les régions qui cultivent le cacao sont, par ordre d'importance, l'Afrique de l'Ouest, l'Asie du Sud-Est et l'Amérique latine. Près de 72 pour cent de l'offre mondiale de fèves de cacao provient d'Afrique de l'Ouest, notamment de la Côte d'Ivoire, du Ghana et du Nigéria (tableau 1).

Tableau 1. Production mondiale de fèves de cacao (2012 - 2014)

PAYS	Milliers de tonnes					
	2011-2012		Estimation (2012-2013)		Estimation (2013-2014)	
AFRIQUE	2920		2820		2942	
Cameroun	207		225		210	
Côte d'Ivoire	1486	71,4%	1449	71,5%	1550	71,7%
Ghana	879		835		870	
Nigeria	235		225		220	

PAYS	Milliers de tonnes					
	2011-2012		Estimation (2012-2013)		Estimation (2013-2014)	
Autres	113		86		92	
AMÉRIQUE	655		626		666	
Brésil	220	16,0%	185	15,9%	200	16,2%
Equateur	198		192		210	
Autres	237		249		256	
ASIE ET OCÉANIE	512		496		496	
Indonésie	440	12,5%	420	12,6%	410	12,1%
Papouasie-Nouvelle-Guinée	39		36		40	
Autres	33		40		46	
TOTAL MONDIAL	4087	100%	3942	100%	4104	100%

Note: Les totaux ayant été arrondis, ils peuvent être différents du résultat de l'addition des composantes.

Source: Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XI, No.1, Cocoa Year 2013/2014. Publié: 28-02-2014. Elaboration: Organisation internationale pour le cacao (ICCO)

7. L'Europe importe la majeure partie des fèves de cacao moulues (tableau 2) pour la production de liqueur de cacao, de beurre de cacao et de cacao en poudre. Ces fèves seront transformées en cacao en poudre et en chocolat (ICCO, 2007). Les pays européens représentent près de 58 pour cent des importations nettes de cacao, suivis par l'Amérique du Nord (27 pour cent), l'Asie (14 pour cent) et l'Afrique (2 pour cent). Les États-Unis sont les plus grands importateurs dans le monde, avec 20 pour cent des importations nettes totales, suivis par l'Allemagne (13 pour cent), la Belgique (7 pour cent et la France et la Fédération de Russie (6 pour cent chacune). L'Europe est de loin le plus grand importateur de fèves de cacao et la grande majorité du cacao provient d'Afrique de l'Ouest (93 pour cent). Les importations en provenance d'Amérique latine et d'Asie du Sud-Est sont d'une importance secondaire et tertiaire, respectivement (ICCO, 2012).

Tableau 2. Consommation mondiale / Fèves de cacao moulues

PAYS	Milliers de tonnes					
	2011-2012		Estimation (2012-2013)		Estimation (2013-2014)	
EUROPE	1521		1581		1620	
Allemagne	407	38,4%	400	38,8%	418	38,8%
Pays-Bas	500		535		545	
Autres	614		646		657	

PAYS	Milliers de tonnes					
	2011-2012		Estimation (2012-2013)		Estimation (2013-2014)	
AFRIQUE	717	18,1%	769	18,9%	797	19,1%
Côte d'Ivoire	431		471		500	
Ghana	212		225		230	
Autres	74		73		67	
AMÉRIQUE	845	21,4%	881	21,6%	889	21,3%
Brésil	242		241		240	
États-Unis	387		412		415	
Autres	216		228		234	
ASIE ET OCÉANIE	874	22,1%	846	20,8%	872	20,9%
Indonésie	270		255		275	
Malaisie	297		293		290	
Autres	307		298		307	
TOTAL MONDIAL	3957	100%	4077	100%	4178	100%
MOULUES D'ORIGINE	1728	43,7%	1759	43,1%	1810	43,3%

Note: Les totaux ayant été arrondis, ils peuvent être différents du résultat de l'addition des composantes.

Source: ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XI, No.1, Cocoa Year 2013/2014. Publié: 28-02-2014.

8. Selon les données de Trade Map (2013), les importations mondiales de fèves de cacao entières ou brisées, brutes ou torréfiées ont été de 63,73 pour cent, de pâte de cacao - liqueur de cacao - de 1,93 pour cent, de beurre, de graisse et d'huile de cacao, de 18,6 pour cent et de cacao en poudre, sans sucre ou matière édulcorante ajoutés, de 15,74 pour cent.
9. Le marché des fèves de cacao au niveau mondial se divise en deux catégories: 1) le cacao « fin » et 2) le « cacao de base » ou « cacao ordinaire ». D'après ICCO, la part mondiale du cacao fin est d'environ 5 à 7 pour cent, représentant 100 000 à 170 000 tonnes, provenant de l'Équateur, de l'Indonésie, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, de la Colombie, du Venezuela, de Trinidad et Tobago, entre autres. En revanche, le « cacao de base » ou « cacao ordinaire » qui provient d'Afrique, d'Asie et d'Amérique centrale et du Sud représente environ 95 à 93 pour cent de la production mondiale (ICCO, 2012).
10. Les caractéristiques du cacao « à l'arôme fin » sont distinctives en raison de son arôme et de sa saveur, qui sont notamment recherchées par les fabricants de chocolats fins. Les consommateurs traditionnels de ce type de cacao sont l'Europe de l'Ouest (Belgique, Luxembourg, Pays-Bas, France, Allemagne, Italie, Suisse et le Royaume Uni), qui constituent les marchés de grande consommation. Les produits fabriqués à partir de ces fèves sont des produits de première qualité contenant un pourcentage élevé de cacao et principalement consommés par les adultes, qui sont disposés à payer davantage.

11. Les autorités publiques, y compris l'Autorité européenne de sécurité des aliments et le Comité consultatif sur l'alimentation (États-Unis d'Amérique) ont fait des recherches sur les flavonoïdes dans le cacao et les produits à base de chocolat et ont établi que les flavonoïdes du cacao sont associés à un risque plus faible de maladies cardiovasculaires et contribuent au maintien de la vasodilatation dépendante de l'endothélium, par conséquent, la demande de produits à base de cacao augmente de manière constante. (EFSA, 2012).
12. Les pays d'Amérique latine contribuent en grande partie à la production de cacao. Il y a 500 000 producteurs dans la région, avec plus de 3,5 millions de petits producteurs dans le monde, pour lesquels la production de cacao est la base de l'économie familiale. Parmi les pays producteurs de cacao fin, l'Équateur, le Pérou, la Colombie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée sont les plus importants fournisseurs de l'Europe.

ÉVALUATION TOXICOLOGIQUE

13. Le cadmium est essentiellement accumulé dans les reins, et son temps de demi-vie biologique chez les humains est de 10 à 35 ans. Cette accumulation peut provoquer un dysfonctionnement tubulaire rénal, qui entraîne l'augmentation de l'excrétion des protéines à faible poids moléculaire dans l'urine. Ce processus est généralement irréversible. L'ingestion élevée de cadmium peut entraîner une distorsion du métabolisme calcique et la formation de calculs rénaux. Le cadmium affecte aussi le squelette et le système respiratoire (OMS, 2010).
14. Le cadmium a été évalué aux 16^e, 33^e, 41^e, 55^e, 61^e, 64^e et 73^e réunions du JECFA. Aux 61^e et 64^e sessions, le comité a noté que l'estimation moyenne totale de l'exposition alimentaire de la population au cadmium, tous aliments confondus, calculée à partir des données par personne dans cinq régimes alimentaires régionaux de GEMS(Système mondial de surveillance continue de l'environnement)/aliments variait de 40 pour cent à 60 pour cent de la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) applicable actuellement, de 7µg/kg pc. Les sept groupes de produits qui contribuent de façon significative à l'exposition alimentaire totale de cadmium étaient le riz, le blé, les légumes-racines, les tubercules, les légumes-feuilles, d'autres légumes et les mollusques (40 à 85 pour cent de l'exposition alimentaire totale de cadmium dans les cinq régimes alimentaires régionaux).
15. A la 73^e réunion du JECFA, le Comité a réévalué le cadmium et a établi une dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP) de 25µg/kg pc, qui reflète la longue demi-vie du cadmium chez les humains. Les estimations de l'exposition alimentaire moyenne au cadmium, tous aliments confondus, calculées à partir des estimations nationales chez des adultes, variaient de 2,2 à 12µg/kg pc par mois, ou de 9 à 48 pour cent de la DMTP; chez les enfants européens jusqu'à 12 ans, l'exposition alimentaire moyenne au cadmium était de 11,9µg/kg pc par mois (47 pour cent de la DMTP). Le percentile élevé de l'exposition alimentaire au cadmium chez les adultes a été signalé dans la fourchette de 6,9 à 12,1µg/kg pc par mois (28 à 48 pour cent de la DMTP), et chez les enfants, de 0,5 à 12 ans, de 20,4 à 22,0µg/kg pc par mois (82 à 88 pour cent de la DMTP). Les données sur la présence de cadmium et la consommation d'aliments contenant du cacao et ses dérivés étaient incluses dans ces estimations (JECFA, 2013).
16. Les estimations du JECFA pour le régime alimentaire de la population moyenne de l'exposition au cadmium des produits contenant du cacao et ses dérivés pour les 17 groupes de régimes alimentaires du GEMS/aliments variaient de 0,005 à 0,39µg/kg pc par mois, soit de 0,02 pour cent à 1,6 pour cent de la dose tolérée. Cela représente l'estimation de l'exposition alimentaire moyenne au cadmium due au cacao et à ses dérivés pour toute la population. L'exposition alimentaire potentielle au cadmium pour les grands consommateurs de produits contenant du cacao et ses dérivés outre les autres aliments contenant du cadmium est estimée varier de 30 à 69 pour cent de la DMTP pour les adultes et de 96 pour cent pour les enfants âgés de 0,5 à 12 ans. Le comité a noté que cette exposition alimentaire totale au cadmium pour les grands consommateurs de cacao et ses produits dérivés était probablement surestimée et ne l'a pas considérée comme préoccupante (JECFA, 2013).
17. Selon les évaluations du Département de la santé et des services sociaux (DHHS) des États-Unis et du Centre international de recherche sur le cancer, il y a suffisamment de preuves chez les humains et les animaux de la propriété carcinogène du cadmium et de ses composés, chez les personnes qui ont été exposées par le biais de leurs conditions de travail (IARC, 2012).

MÉTHODES D'ANALYSE

18. Les méthodes d'analyse pour déterminer le cadmium dans le cacao comprennent la spectrométrie d'absorption atomique avec flamme (F-AAS), la spectrométrie d'absorption atomique avec four de graphite (GF-AAS), la spectrométrie d'émission optique avec plasma à couplage inductif (ICP-OES) et la spectrométrie de masse avec couplage à plasma inductif (ICP-MS). La préparation générale de l'échantillon peut être effectuée par digestion dans un système ouvert (incinération à sec - Lee&Low, 1985 – ou par digestion humide - Yanus et al, 2004) ou dans un système fermé (microonde - Nardi et al, 2009, Jalbani et al, 2009) qui constitue la méthode la plus répandue dans plusieurs laboratoires et dans la recherche. L'utilisation de peroxyde d'hydrogène est recommandée parce que le cacao et ses produits dérivés sont des échantillons riches en matières grasses. La préparation des échantillons dans un système ouvert comme l'incinération à sec est intéressante pour les techniques de faible sensibilité, cependant, la contamination dans ces procédés est très fréquente.
19. La norme CODEX STAN 228-2001 pour les méthodes générales d'analyse des contaminants recommande certaines méthodes d'analyse pour le cadmium, comme la spectrométrie d'absorption atomique (AAS) après incinération ou digestion par microonde (la plus recommandée) et la voltamétrie de redissolution anodique.
20. Le tableau 3 présente la limite de détection optimale du cadmium (ODL) pour les différentes méthodes d'analyse mentionnées ci-dessus.

Tableau 3. Limites de détection avec les différentes méthodes

Technique	Limites de détection (µg/l)
F AAS	0,8 – 1,5
ICP OES	0,1 – 1,0
GF AAS	0,002 – 0,02
ICP-MS	0,00001 – 0,001

Source: EFSA, 2009

21. Malgré l'existence de la norme européenne EN 15763-2009 qui décrit une méthode de détermination de l'arsenic, du cadmium, du mercure et du plomb dans les produits alimentaires par plasma induit (ICP.MS), l'Union européenne ne recommande aucune méthode particulière pour la détermination du cadmium dans le cacao, les laboratoires peuvent choisir n'importe quelle méthode d'analyse valide, cependant, la méthode choisie doit répondre aux critères de performance décrits dans le tableau 4.

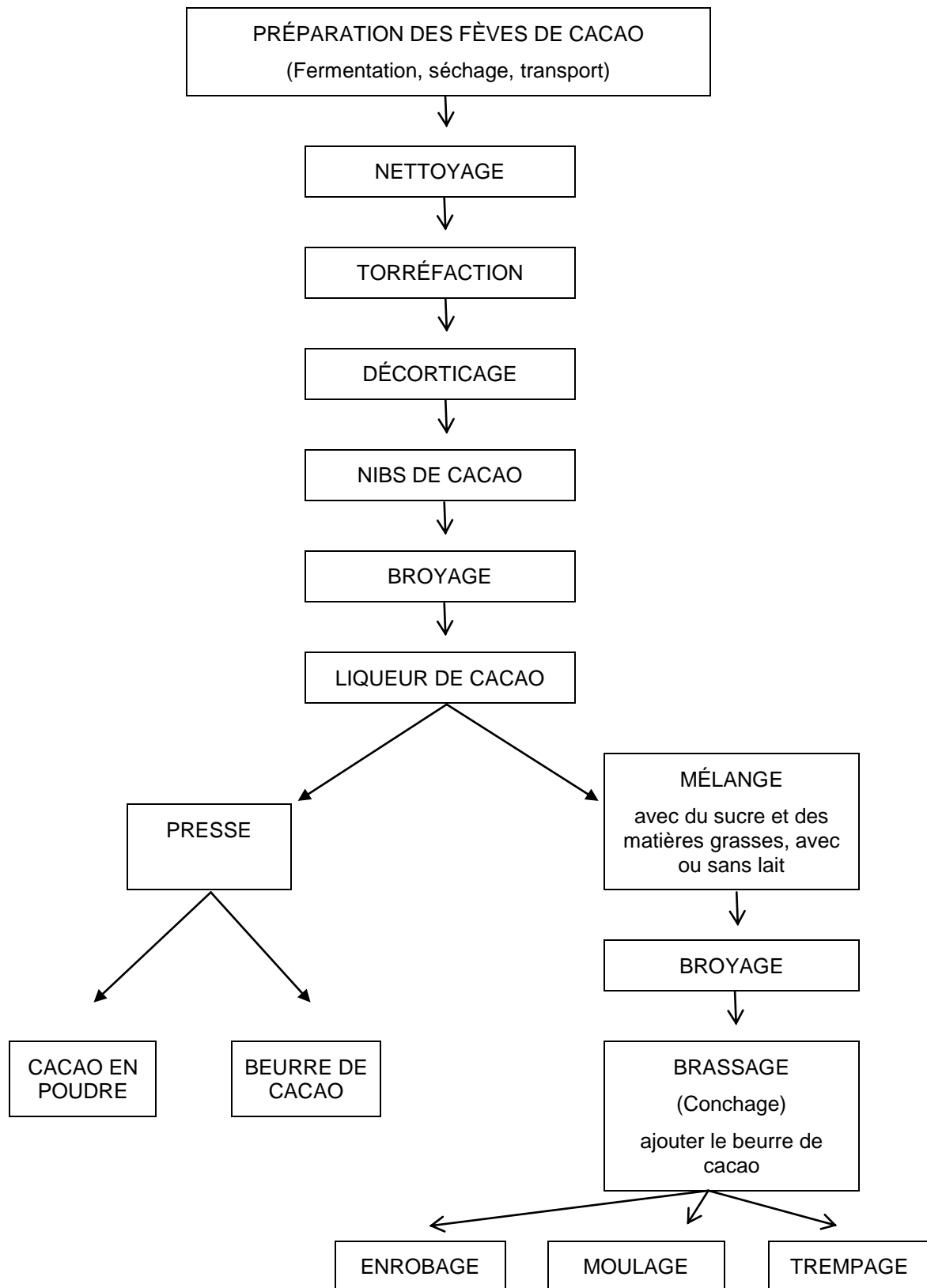
Tableau 4. Critères de performance pour les méthodes d'analyse du cadmium

Paramètres	Valeurs
LOD	Moins d'un dixième de la limite maximale
LOQ	Moins d'un cinquième de la limite maximale
Précision	Valeurs d'HORRATr ou d'HORRATR inférieures à 2
Récupération	Au cas où l'étape de non extraction est appliquée dans la méthode d'analyse (par exemple dans le cas des métaux), le résultat peut être incorrect pour la récupération si la preuve est fournie de l'usage idéal de matériel de référence certifié, si la concentration certifiée autorisée pour la mesure de l'incertitude est obtenue (à savoir, la haute précision de la mesure). Dans le cas où le résultat est incorrect pour la récupération, cela doit être mentionné.
Spécificité	Exempt de matrice d'interférences spectrales

22. Selon le Manuel de procédure de la Commission du Codex Alimentarius, les critères de performance nécessaires pour des limites maximales supérieures à 0,1mg/kg sont les mêmes que celles établies par la réglementation de l'UE pour la limite de détection (DL), la limite de quantification (LOQ) et la précision. La récupération devrait se situer dans la fourchette de 80 pour cent to 110 pour cent.

TRANSFORMATION DU CACAO

23. Le cacaoyer produit des cabosses de cacao contenant environ 40 fèves de cacao, lesquelles sont extraites après la récolte par séparation du placenta. À ce moment-là, commence le processus de l'après récolte, autrement dit le « bénéfice » comportant deux processus, la fermentation et le séchage (Freire, 2010).
24. Il existe différentes méthodes de fermentation et de séchage dans les pays producteurs, en fonction de leurs besoins. La fermentation du cacao commence dès que les fèves incrustées dans la pulpe mucilagineuse (« baba de cacao ») sont séparées du placenta. Les fèves de cacao sont soumises à une fermentation microbienne, qui permet le développement des précurseurs chimiques dans les fèves fermentées qui produisent les saveurs et les arômes caractéristiques du cacao. (Freire, 2010).
25. Après la fermentation, processus qui dure entre cinq et six jours, les fèves sont immédiatement séchées pour éviter la sur-fermentation qui pourrait entraîner la détérioration du produit. Généralement, le séchage s'effectue au soleil ou par le biais d'une technique à air chaud. Les petits producteurs préfèrent le séchage au soleil alors que les grandes exploitations préfèrent la méthode par air chaud (artificiel) (Hii *et al.*, 2009). Le séchage est généralement terminé quand les fèves séchées ont atteint une teneur en humidité de 7 pour cent (base humide).
26. Le séchage est un processus simple mais qui doit être surveillé car il doit s'effectuer graduellement, de sorte que les saveurs et les arômes soient consolidés à l'intérieur des fèves et que celles-ci puissent être entreposées sans risque d'être endommagées par les champignons et l'humidité.
27. Dès leur arrivée à l'usine, les fèves sont nettoyées pour assurer qu'elles ne contiennent pas d'impuretés; à l'étape suivante, elles circulent dans une chambre à air chaud où la température atteint jusqu'à 80°C et fait gonfler la fève. Ces fèves traversent ensuite une chambre froide où une baisse radicale de la température provoque la contraction de la fève et assouplit sa peau. Ensuite, les fèves traversent une machine qui les réduit en petits fragments appelés « nibs de cacao » (Freire, 2010).
28. Les « nibs de cacao » sont torréfiés à des températures différentes en fonction de la formule, ils subissent ensuite le processus du broyage, par lequel on obtient le premier produit dérivé appelé « liqueur de cacao », qui constitue la matière première de tous les dérivés du cacao (Freire, 2010).
29. La liqueur de cacao est placée dans une presse où la pression exercée est supérieure à 10000kgf/cm², qui permet d'obtenir deux produits: le beurre de cacao et le tourteau de cacao. À partir du tourteau de cacao, on obtient la poudre de cacao (Freire, 2010).
30. Les utilisations des produits susmentionnés sont définies comme suit:
- *La liqueur de cacao*: matière première pour obtenir le chocolat, le beurre de cacao, le tourteau de cacao ou le cacao en poudre.
 - *Le beurre de cacao*: matière première utilisée dans l'industrie cosmétique, pharmaceutique et alimentaire.
 - *Le cacao en poudre ou le tourteau de cacao*: matière première pour fabriquer les boissons chocolatées, les chocolats, les biscuits et les bonbons au chocolat de basse qualité.

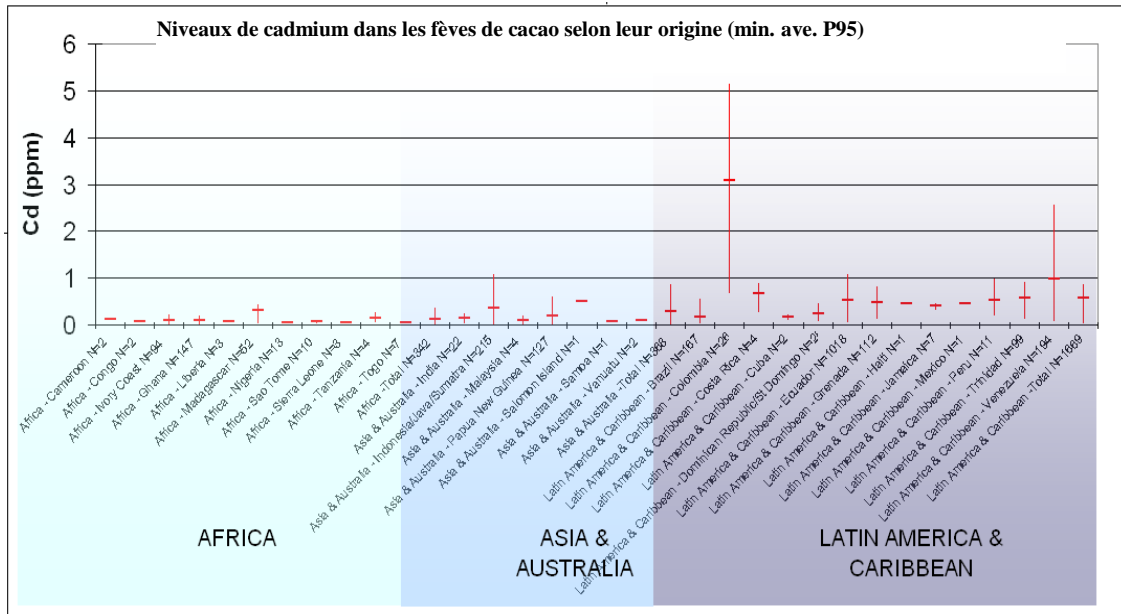
Figure 1. Schéma de la transformation du chocolat.

Source: Adapté par Beckett (2008)

OCCURRENCE DU CADMIUM DANS LE CACAO ET LES PRODUITS DÉRIVÉS DU CACAO

31. Le cadmium est un métal lourd (nombre atomique 48, masse atomique relative, 112,41) qui est naturellement présent dans la croûte terrestre et l'eau des océans. Le cadmium est émis dans l'environnement par suite d'activités naturelles ainsi qu'anthropogènes. Les sources naturelles de cadmium comprennent l'activité volcanique, l'érosion des roches contenant du cadmium, l'écume des mers, et la mobilisation du cadmium déposé sur les sols, les sédiments, les décharges, etc. Les sources anthropogènes de cadmium comprennent l'exploitation minière, la fonte de minéraux contenant du zinc, la combustion des carburants fossiles, l'incinération des déchets et les émissions provenant des piles usagées ou des décharges municipales (ATSDR, 2008).
32. Ces sources contribuent aux niveaux de cadmium dans le sol et les sédiments. L'assimilation sèche ou humide de cadmium atmosphérique par les végétaux et le sol peut entraîner l'entrée du cadmium dans la chaîne alimentaire par absorption foliaire ou racinaire. Le taux de transfert du cadmium dépend d'une variété de facteurs, dont le taux des dépôts, le type de sol et de végétal, le pH du sol, la teneur en humus, la disponibilité de la matière organique, le traitement du sol par les engrais, la météorologie, et la présence d'autres éléments comme le zinc (OMS, 2000; PNUMA, 2008).
33. Selon les recherches de Huamani - Yupanqui *et al.* (2012), on a conclu que le type de sol a une influence significative sur l'absorption du cadmium par le cacaoyer. Dans cette étude, l'analyse de corrélation de Pearson a été réalisée entre le cadmium disponible dans le sol avec certaines variables foliaires, dans lequel on a trouvé une corrélation significative et positive ($P < 0,05$) entre le cadmium total dans le tissu foliaire et le sol. Inversement, la corrélation entre le cadmium dans le sol et la teneur en cadmium et magnésium était significative mais négative. L'absorption de cadmium au niveau des racines est en compétition directe avec les autres nutriments tels que le calcium, le potassium, le magnésium, le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc, parce qu'ils peuvent être absorbés par les mêmes supports protéiques (Benavides *et al.* 2005, Rodríguez- Serrano *et al.* 2008).
34. Depuis plus d'une décennie, l'Institut de recherche agricole de l'Équateur (INIAP) étudie la présence des métaux lourds dans les sols agricoles, les eaux et les cultures d'exportation, notamment le cacao. Cette étude concerne des milliers d'échantillons de sol, de tissu végétal de cacao et d'eau. À cet égard, on a déterminé que l'ordre d'accumulation de cet élément dans le tissu du cacao est le suivant: racine, tige, feuilles, cabosse ou fruit et fève de cacao. Cela signifie que la fève de cacao contient le plus faible pourcentage de cadmium par rapport aux autres tissus de la plante (Mite, 2013).
35. Les niveaux de cadmium dans les fèves, figure 2, peuvent varier considérablement entre les régions, les pays et même entre les régions d'un même pays. La région où la concentration de cadmium dans le cacao est la plus faible est l'Afrique de l'Ouest; cependant, les fèves de cacao des autres régions, comme l'Amérique du Sud, contiennent de façon inhérente des niveaux plus élevés de cadmium. Les concentrations élevées de cadmium dans ces pays sont probablement dues à la présence de cadmium dans le sol, à l'utilisation d'engrais et à d'autres activités industrielles (à savoir, l'exploitation minière) ou à la pollution environnementale (CAOBISCO/ECA, 2011).

Figure 2. Données sur la présence de cadmium dans les pointes ou les plumes de cacao d'origines différentes



Source: CAOBISCO/ECA, 2011

ÉTUDES DE LA TENUEUR EN CADMIUM DANS LE CHOCOLAT ET LES PRODUITS À BASE DE CACAO D'ORIGINE DIFFÉRENTES

- 36. Par suite de la préoccupation liée à la contamination par le cadmium du cacao et des produits à base de cacao qui prend une dimension internationale, divers pays exportateurs et importateurs ont réalisé plusieurs études pour déterminer la présence de ce métal dans ces produits.
- 37. Une étude sur les fèves de cacao provenant de différentes exploitations au Nigéria a produit des données sur les résidus de cadmium dans les fèves de cacao, qui sont probablement peu nombreux en raison de la faible contamination des sols agricoles (Aikpokpodion *et al.*, 2013). Cependant, une étude du cadmium dans les fèves de cacao provenant du Pérou et du Venezuela a montré des niveaux élevés (figure 3 et figure 4).

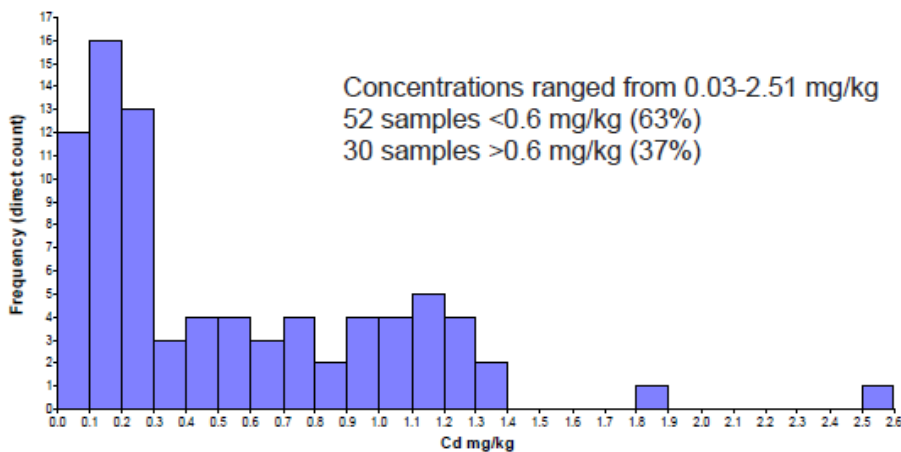


Figure 3. Concentration de cadmium dans les fèves de cacao du Pérou (82 échantillons)

Source: www.icco.org/sites/sps/documents/Cadmium%20Workshop/CABI.pdf

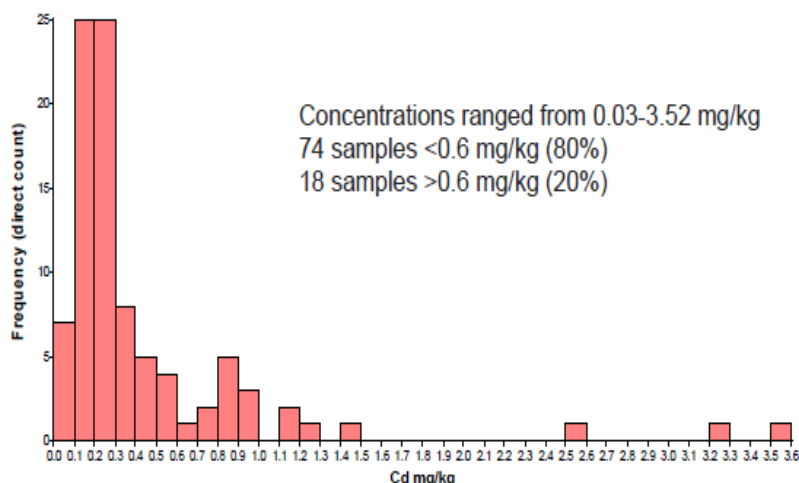


Figure 4. Concentration de cadmium dans les fèves de cacao du Venezuela (92 échantillons)

Source: www.icco.org/sites/sps/documents/Cadmium%20Workshop/CABI.pdf

38. Une autre étude sur des fèves de cacao réalisée en République dominicaine par le Département de la sécurité des aliments du Ministère de l'agriculture (n=17), évaluée par le laboratoire vétérinaire central, au moyen de la technique de spectrométrie par absorption atomique (AAS) et reproduite dans le laboratoire Dr. Specht en Allemagne (spectrométrie de masse avec couplage à plasma inductif (ICP-MS) montre des niveaux de cadmium inférieurs à ceux proposés par la Commission de l'Union européenne (0,3-0,5mg/kg), avec des résultats moyens de 0,24 à 0,41mg/kg respectivement (Département de la sécurité des aliments RD, 2013).
39. Pour le Canada, les niveaux de cadmium dans le chocolat contenant $\geq 50\%$ de solides de cacao (n=104) et une fourchette pour la LOD de 0,002mg/kg à 0,86mg/kg de cadmium avec 0,17mg/kg; dans le chocolat contenant <50% et >30% de solides de cacao avec n=205 dans une fourchette de 0,01mg/kg à 0,58mg/kg de cadmium avec une moyenne de 0,09mg/kg. Le chocolat contenant moins de 30 pour cent de solides de cacao (n=169) dans une fourchette pour la LOD de 0,002mg/kg à 0,9mg/kg de cadmium avec une moyenne de 0,024mg/kg et le cacao en poudre (n=82) dans une fourchette de 0,02mg/kg à 1.26mg/kg de cadmium avec une moyenne de 0,34mg/kg. Des niveaux décelables de cadmium ont été rencontrés dans 98 à 100 pour cent des échantillons. Les moyennes ont été calculées sur la base des échantillons ayant des niveaux décelables seulement pour le cadmium.
40. Au Ghana, les niveaux de cadmium dans les « nibs de cacao » (n=67) et dans les cabosses (n=67) étaient respectivement de 0,269 et de 0,306mg/kg dans une fourchette de 0,050 à 0,675mg/kg (pour les nibs) et de 0,050 à 0,750mg/kg (pour les cabosses).
41. Pour l'Équateur, dans la période entre 2011-2012, une étude a été réalisée sur 144 échantillons de barres de chocolat fabriquées avec du cacao d'origines différentes et commercialisé dans le monde entier pour analyser les niveaux de cadmium qu'elles contiennent. La méthode d'analyse utilisée était ICP-MS. La concentration des solides de cacao dans ces échantillons variait entre 40 pour cent et 100 pour cent, pour une moyenne de 69,59 pour cent, celle d'un chocolat contenant du cacao total sec $\geq 50\%$ (n=133) dans une fourchette de 0,03 à 1,56mg/kg de cadmium pour une moyenne de 0,38mg/kg de cadmium et dans le cas d'un chocolat dont la teneur en matière sèche totale est >50% et <30% (n=11) et dans une fourchette de 0,02 à 0,12mg/kg de cadmium pour une moyenne de 0,06mg/kg (Amores, 2012).
42. Suite à l'analyse des échantillons, d'une façon générale, les résultats ont été les suivants: 72 pour cent des échantillons ont montré des teneurs en cadmium égales ou inférieures à 0,5mg/kg; 81 pour cent des échantillons ont montré une teneur en cadmium dans les barres de chocolat égale ou inférieure à 0,6mg/kg; 84 pour cent des échantillons ont montré une teneur en cadmium égale ou inférieure à 0,7mg/kg, et 90 pour cent des cas ont montré une teneur en cadmium égale ou inférieure à 0,8mg/kg. Par ailleurs, ont été identifiées des concentrations de cadmium égales ou supérieures à 1mg/kg, qui correspondaient à 3 pour cent des échantillons analysés (Amores, 2012).

43. En Inde, Dahiya *et al.* (2005) ont rencontré des niveaux de cadmium de 0,244mg/kg dans une fourchette de 0,010 à 2,730 (n=23) pour les chocolats à base de cacao, de 0,071mg/kg dans une fourchette de 0,10 à 0,852mg/kg (n=22) pour les chocolats à base de lait et de 0,005mg/kg dans une fourchette de 0,001 à 0,027mg/kg (n=24) pour les confiseries à base de sucre. Au Pakistan, Jalbani *et al.* (2009) ont rencontré des niveaux de cadmium de $0,353 \pm 0,025$ mg/kg dans les chocolats à base de cacao (n=20), de $0,132 \pm 0,012$ mg/kg pour les chocolats à base de lait (n=12) et de $0,099 \pm 0,0051$ mg/kg pour les confiseries à base de sucre (n=8). Des résultats similaires ont été enregistrés dans les chocolats de Malaisie (Lee & Low, 1985). Selon Yanus *et al.* (2014), la concentration de cadmium dans le chocolat de quatre marques différentes vendues en Europe, aux États-Unis et en Israël variait de 0,065 à 0,141mg/kg.
44. Le JECFA à sa 77^e réunion, a reçu les données sur l'occurrence du cadmium dans le cacao et les produits à base de cacao, de 13 pays (Australie, République tchèque, Danemark, Équateur, Estonie, France, Allemagne, Nouvelle-Zélande, Roumanie, Singapour, Slovaquie, Suède et États-Unis). Au total, 3919 échantillons individuels prélevés entre 2002 et 2011 ont été analysés; la majorité d'entre eux provenait de produits disponibles dans la région de l'Europe. Des données d'occurrence de la moyenne agrégée et de la médiane pour le cadmium ont été soumises par l'Australie, l'Équateur, Singapour et la Nouvelle-Zélande, avec l'information sur la taille de l'échantillon, mais celles-ci n'ont pas été utilisées dans l'évaluation de l'exposition alimentaire.
45. Le comité a classé les données soumises selon les cinq identifiants de GEMS/aliments: la fève de cacao, le cacao en poudre, la pâte de cacao, les boissons au cacao et autres produits à base de cacao (y compris le chocolat). 50 pour cent des échantillons provenaient des autres produits à base de cacao, et 33 pour cent du cacao en poudre. Les données d'occurrence sont résumées dans le tableau 5 (JECFA, 2013).

Tableau 5. Résumé des données d'occurrence du cadmium pour le cacao et les produits à base de cacao

Produit à base de cacao	N (total)	Concentration minimale (µg/kg)	Concentration maximale	N > 100µg/kg (%)	N > 300µg/kg (%)	N > 500µg/kg (%)	N > 1000µg/kg (%)
Fève de cacao	451	ND	5239	392 (86,9%)	324 (71,8%)	245 (54,3%)	119 (26,4%)
Boisson au cacao	137	ND	290	13 (0%)	0	0	0
Pâte de cacao	85	15	593,8	36 (37,9%)	6 (6,3%)	4 (4,2%)	0
Cacao en poudre	1292	ND	1910	669 (47,4%)	55 (3,9%)	21 (1,5%)	6 (0,5%)
Autres produits à base de cacao (y compris le chocolat)	1954	ND	1073	408 (20,8%)	78 (4,0%)	7 (0,4%)	1 (0,05%)

ND, non décelé

46. L'évaluation du JECFA a utilisé 451 échantillons provenant du monde entier et a montré que dans 26,4 pour cent des échantillons, il y avait plus de 1mg/kg de cadmium et dans 54,3 pour cent des échantillons, les valeurs dépassaient 0,50mg/kg de cadmium.
47. Comme le cadmium est associé aux solides de cacao exempts de matières grasses, la concentration de cadmium est jusqu'à deux fois plus élevée dans le cacao en poudre que dans le beurre de cacao et par conséquent, des limites plus élevées sont nécessaires pour le cacao en poudre par rapport au chocolat où les solides de cacao exempts de matières grasses sont dilués dans le beurre de cacao, le sucre et autres ingrédients.
48. La teneur en cadmium dans le chocolat est directement liée au pourcentage de pâte ou de liqueur de cacao et de cacao en poudre. Le niveau de cadmium dans la pâte de cacao est le même que la teneur en cadmium dans la fève, la teneur en cadmium dans la fève de cacao peut être utilisée pour calculer la teneur en cadmium dans le chocolat:
- Dans du chocolat haut de gamme provenant d'une source unique avec une pâte de cacao à 70 pour cent, la teneur en cadmium serait >0,5mg/kg, si le niveau dans les fèves est >0,75mg/kg.

- Cela impliquerait que pour certains pays d'origine, la majorité des lots de fèves de cacao n'est pas acceptable à l'emploi dans du chocolat dont la pâte est d'origine, couramment appelé chocolat « d'origine » (100 pour cent de la pâte de cacao provient d'une source unique).

49. Pour ce qui est du cacao en poudre, les fèves à l'arôme fin d'Amérique du Sud ne sont généralement pas utilisées dans la production du cacao en poudre. Les données d'analyse dans le tableau 6 confirment le fait que le cacao en poudre utilisé dans l'Union européenne est fabriqué à partir des fèves de cacao en provenance d'Afrique de l'Ouest ou autres sources non associées à des niveaux élevés de cadmium.

Tableau 6. Niveaux de cadmium signalés dans le cacao en poudre

	CAOBISCO	EFSA
Nombre d'échantillons	109	389
Moyenne de Cd (mg/kg)	0,19	0,14
P90 Cd (mg/kg)	0,37	0,20
P95 Cd (mg/kg)	0,48	0,27
Max Cd (mg/kg)	0,65	1,35

50. Les fèves de cacao d'Amérique du Sud sont rarement utilisées dans la production du chocolat au lait qui est généralement consommé par les enfants. Ces fèves de cacao sont utilisées dans la production du chocolat haut de gamme contenant un pourcentage élevé de solides de cacao (noir), généralement consommé par les adultes et en petites quantités en raison de sa forte saveur et de son prix (ce chocolat est jusqu'à 10 fois plus cher que le prix moyen d'une barre de chocolat au lait) (CAOBISCO / ECCA, 2011).

INGESTION ALIMENTAIRE

51. Le JECFA a décidé d'utiliser les données du résumé de l'occurrence pour la pâte de cacao telles que dans le tableau 7, pour mieux représenter les produits qui contiennent du cacao et ses dérivés au niveau de la matière première pour l'exposition alimentaire internationale estimée vu que les boissons au cacao, le cacao en poudre et autres produits sont fabriqués à partir du cacao d'exportation des pays producteurs. La quantité d'aliments à base de cacao et de ses dérivés par personne variait de 0,1 à 7,5g/jour dans les 17 groupes de régimes alimentaires. La moyenne géométrique des niveaux d'occurrence pour la pâte de cacao a été multipliée par le nombre correspondant par personne pour estimer la population moyenne exposée au cadmium des produits à base de cacao pour chaque groupe de pays. Ces estimations ont été extrapolées sur une base mensuelle en multipliant l'exposition journalière par 30 et examinées ensuite par rapport à la tolérance (DHTP).

Tableau 7. Résumé des descripteurs statistiques des données d'occurrence pour le cadmium

Produit à base de cacao	Concentration (µg/kg)			
	Moyenne	Moyenne géométrique	Médiane	97,5ème percentile
Fève de cacao	751	467	570	2190
Boisson au cacao	35	22	21	160
Pâte ou liqueur de cacao	136	103	88	537
Poudre de cacao	130	86	130	430

Produit à base de cacao	Concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
	Moyenne	Moyenne géométrique	Médiane	97,5ème percentile
Autres produits à base de cacao (y compris le chocolat)	76	34	32	361

Source: JECFA (2013). Cadmium: Évaluation de l'exposition due au cacao et aux produits à base de cacao

52. Les estimations de l'exposition alimentaire moyenne de la population au cadmium du cacao et de ses dérivés variaient de $0,005\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (module 13) à $0,39\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (module 7), sur la base d'un poids corporel (pc) de 60kg, soit de 0,2 à 1,6 pour cent de la dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP).
53. Le JECFA a utilisé le résumé des données de consommation établies à partir des résultats individuels d'un total de 36 enquêtes différentes sur la consommation nationale soumises par le Brésil, la Chine et l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) pour les estimations de l'exposition alimentaire nationales. L'estimation de l'exposition alimentaire nationale au cadmium dans les boissons, le cacao en poudre et les autres produits à base de cacao sont résumées dans le tableau 8, les données soumises pour l'ensemble de la population (valeur moyenne) et pour les seuls consommateurs (moyenne et 97,5^e percentile de la valeur de la consommation alimentaire) ont été combinées à la moyenne géométrique appropriée de la valeur de l'occurrence.
54. L'estimation de l'exposition alimentaire moyenne au cadmium pour l'ensemble de la population entre les différents groupes d'âge pour les boissons au cacao variait de $0,02$ à $0,14\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (0,08 – 0,6 pour cent de la DMTP); pour le cacao en poudre, de $0,001$ à $0,13\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (0,004 – 0,5pour cent de la DMTP); et pour les autres produits à base de cacao, de $0,001$ à $0,46\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (0,004 – 1,8 pour cent de la DMTP). L'estimation de l'exposition alimentaire moyenne au cadmium entre les différents groupes d'âge pour les consommateurs de boissons au cacao variait de $1,1$ à $2,3\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (4 - 9 pour cent de la DMTP); pour les consommateurs de cacao en poudre, de $0,1$ à $2,3\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (0,4 à 9 pour cent de la DMTP); et pour les consommateurs des autres produits à base de cacao, de $0,2$ à $1,1\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (0,8 - 4 pour cent de la DMTP). Le 97,5^e percentile estimé de l'exposition alimentaire au cadmium pour les différents groupe d'âge de la population pour les seuls consommateurs de boissons au cacao variait de $2,8$ à $11,9\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (11 - 48 pour cent de la DMTP); pour les seuls consommateurs de cacao en poudre, de $0,6$ à $12,0\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (2 – 48 pour cent de la DMTP); et pour les seuls consommateurs des autres produits à base de cacao, de $1,1$ à $7,8\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois (4 - 31 pour cent de la DMTP) (JECFA, 2013).

Tableau 8. Estimations de l'exposition alimentaire pour les dérivés du cacao

Produit à base de cacao	Pays / Région	Groupe d'âge	Exposition alimentaire ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pc par mois)		
			Ensemble de la population	Consommateurs seuls	
				Moyenne	97,5 ^{ème} percentile
Boissons au cacao	UE	Nouveaux-nés	-	-	-
		Enfants (1 à 2 ans) ^a	-	2	-
		Autres enfants	0,058	2,3	11,9
		Adolescents	0,138	1,8	6,2
		Adultes	0,037	1,2	5,2

Produit à base de cacao	Pays / Région	Groupe d'âge	Exposition alimentaire ($\mu\text{g}/\text{kg pc}$ par mois)		
			Ensemble de la population	Consommateurs seuls	
				Moyenne	97,5 ^{ème} percentile
			Personnes âgées	0,020	1,5
Personnes très âgées	0,017	1,1	2,8		
Cacao en poudre	UE	Nouveaux-nés	-	0,4	-
		Enfants (1 à 2 ans)	0,035	0,6	5,1
		Autres enfants	0,085	0,6	12,0
		Adolescents	0,076	0,4	2,4
		Adultes	0,006	0,1	0,6
		Personnes âgées	0,004	0,1	0,6
		Personnes très âgées	0,05	0,2	2,0
	Chine	Population générale	0,001	1,6	4,5
		Enfants ^b	-	-	-
		Femmes en âge de procréer	0,002	2,3	8,8
Brésil	Population générale	0,118	1,0	3,2	
	Femmes en âge de procréer	0,127	0,9	2,5	
Autres produits à base de cacao	UE	Nouveaux-nés	0,006	0,8	1,5
		Enfants (1-2 ans)	0,302	1,0	3,7
		Autres enfants	0,461	0,8	5,6
		Adolescents	0,257	0,5	4,4
		Adultes	0,109	0,3	3,7
		Personnes âgées	0,052	0,2	1,1
		Personnes très âgées	0,056	0,2	1,4
	Chine	Population générale	0,001	0,5	1,8
		Enfants	0,005	1,1	7,8
		Femmes en âge de procréer	0,001	0,3	1,6
	Brésil	Population générale	0,051	0,9	4,4
		Femmes en âge de procréer	0,067	0,9	4,2

Source.: EFSA (2013): *Cadmium: Évaluation de l'exposition due au cacao et aux produits à base de cacao*

^a Nombre de consommateurs <11

^b Un seul consommateur signalé

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA SANTÉ PUBLIQUE ET GESTION DES RISQUES

55. De nombreux aspects ont été considérés dans la réglementation de la Commission (UE) No 488/2014 du 12 mai, 2014, tels que:
- Dans certaines régions des pays producteurs de cacao, les niveaux de cadmium dans le sol peuvent être naturellement élevés; par conséquent, les données d'occurrence pour les produits à base de cacao et de chocolat par pays où les niveaux de cadmium dans le sol sont élevés doivent en tenir compte lors de l'établissement des limites maximales pour le cadmium.
 - Lors de l'établissement des limites maximales pour le cadmium, les données d'occurrence pour les différents types de chocolat et le cacao en poudre vendus aux consommateurs finaux doivent être prises en compte. Comme les niveaux de cadmium dans les produits à base de cacao dépendent de leur teneur en cacao, il convient d'établir des limites maximales pour le cadmium différentes pour les produits contenant des pourcentages différents de cacao. Cela garantirait par ailleurs l'établissement de limites maximales pour les chocolats contenant un pourcentage plus élevé de cacao.
56. Après le 1^{er} janvier 2019, l'Union européenne appliquera les limites suivantes pour le cadmium dans les produits dérivés du cacao et du chocolat:
- Chocolat au lait contenant <30% de matière sèche totale de cacao; 0,10mg/kg.
 - Chocolat contenant <50% de matière sèche totale de cacao; chocolat au lait contenant ≥30% de matière sèche totale de cacao; 0,30mg/kg.
 - Chocolat contenant ≥50% de matière sèche totale de cacao; 0,80mg/kg.
 - Cacao en poudre vendu au consommateur final ou comme ingrédient dans le cacao en poudre édulcoré vendu au consommateur final (chocolat à boire); 0,60mg/kg.
57. Le MERCOSUR (bloc composé de l'Argentine, du Brésil, du Paraguay, de l'Uruguay et du Venezuela) a défini les limites dans la pâte de cacao (0,5mg/kg); le chocolat et les produits à base de cacao contenant <40% de cacao (0,2mg/kg); et le chocolat et les produits à base de cacao contenant >40% de cacao (0,4mg/kg) (MERCOSUR/GMC/RES.N° 12-20011).

BIBLIOGRAPHIE:

- Aikpokpodion, P. E., Atewolara-Odule, O. C., Osobamiro, T., Oduwole, O. O., & Ademola, S. M. 2013. A survey of copper, lead, cadmium and zinc residues in cocoa beans obtained from selected plantations in Nigeria. *J. Chem. Pharm. Res.*, 5(6):88-98.
- Amores, F. 2012. Cadmio en suelos, almendras de chocolates: implicaciones para exportación del cacao.
- ATSDR. 2008. *Draft Toxicological Profile for Cadmium*. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services.
- Benavides, M., Gallego, S., & Tomaro, M. 2005. Cadmium toxicity in plants. *Braz. J. Plant. Physiol.* 17(1):21 - 34.
- Beckett, S. T. 2008. *The science of chocolate*. 2 ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Cabi. Heavy Metals in Cocoa. International Workshop on possible EU regulations on cadmium in cocoa and chocolate products www.icco.org/sites/sps/documents/Cadmium%20Workshop/CABI.pdf
- CAOBISCO/ECA. 2011. Position CAOBISCO.
- CODEX STAN 228-2001 General methods of analysis for contaminants.
- Commission Regulation (EC) N° 333/2007. Laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCPD and benzo(a)pyrene in foodstuffs.
- COMMISSION REGULATION (EU) No 488/2014 of 12 May 2014 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs. OJ L 138, 13.5.2014, p. 75–79.
- Dahiya, S., Karpe, R., Hegde, A. G., & Sharma, R. M. 2005. Lead, cadmium and nickel in chocolates and candies from suburban areas of Mumbai, India. *J. Food Comp. Anal.*, 18:517–522.
- EFSA. 2009. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *The EFSA Journal* 980, 1-139.
- EFSA. 2011. Statement on tolerable weekly intake for cadmium: Scientific opinion of the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *The EFSA Journal* 9(2):1975.
- EFSA. 2012. Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to cocoa flavonols and maintenance of normal endothelium-dependent vasodilation pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2809.pdf
- Freire, J. 2010. El Cacao: todo lo que necesita saber sobre el cultivo, optimización productiva, calidad y comercialización. Quito: Nestle.
- Hii, C. L., Law, C. L., & Cloke, M. 2009. Modeling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa. *J. Food Eng.*, 90:191–198.
- Huamani-Yupanqui, H. A., Huauya-Rojas, M. A., Mansilla-Minaya, L. G., Florida-Rofner, N., & Neira-Trujillo, G. M. 2012. Presence of heavy metals in organic cacao (*Theobroma cacao* L.) crop. *ACTA AGRONÓMICA*. 61 (4):309-314.
- IARC. 2012. A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts. Cadmium and cadmium compounds. *IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks Hum.*, 100C: 121-145. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-8.pdf>
- ICCO. 2007. Production of Cocoa Beans. *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*. <http://www.icco.org/statistics/production.aspx> (posted 22 October 2007)
- ICCO. 2012. The world cocoa economy: past and present. One hundred and forty-second meeting. EX/146/7. http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/45-statistics-other-statistics.html
- Jalbani, N., Kazi, T. G., Afridi, H. I., & Arain, M. B. 2009. Determination of Toxic Metals in Different Brand of Chocolates and Candies, Marketed in Pakistan. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.*, 10(1 & 2):48-52.
- JECFA. 2010. [summary in FAO/WHO (2010). *Summary and conclusions of the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Geneva, 8–17 June 2010*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization (JECFA/73/SC; <http://www.who.int/entity/foodsafety/publications/chem/summary73.pdf>)].
- JECFA. 2013. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-seventh Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 983.
- Lee, C., Low, K., & HOH, R. 1985. Determination of Cadmium, Lead, Copper and Arsenic in Raw Cocoa, Semifinished and Finished Chocolate Products. *Pertanika*, 8(2): 243 – 248.
- MERCOSUR. 2011. Reglamento Técnico sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos www.punto.focal.gov.ar/doc/r_gmc_12-11.pdf, página 6.

Ministerio de Agricultura, Departamento de Inocuidad Agroalimentaria, Cacaco en grano-Monitoreo de residuos de cadmio, Santo Domingo, 2012.

Mite, F. 2013. Situación de cadmio en cacao. Conferencia mundial del cacao. Guayaquil

National Resources Canada (2007). *Canadian Minerals Yearbook*. Nardi, E. P., Evangelista, F., Tormen, L., Saint'Pierre, T. D., Curtius, A. J., Souza, S. S., & Barbosa Jr, F. 2009. The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem.*, 112:727–732.

PNUMA. (2008). *Interim Review of Scientific Information on Cadmium*. Geneva: United Nations Environment Program

Rodríguez-Serrano, M., Martínez-de la Casa, N., Romero-Puertas, M. C., Del Río, L. A., & Sandalio, L. M.

2008. Toxicidad del cadmio en plantas. *Ecosistemas*, 17 (3):139 -1 46.

TradeMap. (2013). Estadísticas de comercio para el desarrollo internacional de las empresas. <http://www.trademap.org/stCorrespondingProductCodes.aspx>.

Yanus, R. L., Sela, H., Borojovich, E. J. C., Zakon, Y., Saphier, M., Nikolski, A., Gutflais, E., Lorber, A., & Karpas, Z. 2004. Trace elements in cocoa solids and chocolate: An ICPMS study. *Talanta*, 119:1–4.

WHO. 2010. *Exposure to cadmium: a major public health concern*, Geneva 27, Switzerland. <http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>