



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

Quinzième session

en ligne

9-13 et 24 mai 2022

**CODE D'USAGES POUR LA PREVENTION ET LA REDUCTION DE LA CONTAMINATION DES FEVES DE CACAO PAR LE
CADMIUM**

(À l'étape 7)

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

Les membres et observateurs du Codex qui souhaitent formuler des observations à l'étape 6 sur ce document devront le faire conformément aux instructions données dans la lettre circulaire CL 2022/15-CF, disponible sur la page web du Codex¹

GÉNÉRALITÉS

1. Lors de la onzième session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF, 2017), le Pérou a introduit une proposition de développement d'un Code d'usages pour guider les États membres et l'industrie de la production du cacao dans la prévention et la réduction de la contamination des fèves de cacao par le cadmium pendant les phases de production et de transformation. Le Comité a convenu d'établir un groupe de travail électronique (GTE), dirigé par le Pérou, afin de préparer un document de discussion pour examiner la possibilité d'élaborer un tel code d'usages ainsi que les mesures d'atténuation de risque disponibles en vue d'aider à son développement².
2. Lors de la douzième session du CCCF (2018), le Pérou a présenté le document de discussion et a souligné l'utilité de mener une enquête en vue de recueillir des informations sur des pratiques validées tout au long de la chaîne alimentaire pour la prévention et la réduction de la contamination du cacao par le cadmium, avant d'entamer de nouveaux travaux sur le développement d'un Code d'usages. En vue de recueillir ces informations, le Comité a convenu qu'une circulaire serait préparée pour l'enquête et distribuée par le Secrétariat du Codex. L'avis a été exprimé que, dans les conclusions, les seuls points qui devraient être répertoriés sont ceux qui sont pertinents pour le développement du Code d'usages. Le Secrétariat du JECFA a demandé au Comité de porter une attention particulière aux mesures d'atténuation qui seraient réalisables pour une application même par des petits exploitants.
3. Lors de la douzième session du CCCF, il a été convenu de rétablir le GTE présidé par le Pérou et co-présidé par l'Équateur et le Ghana en vue de poursuivre l'élaboration du document de discussion visant à: (i) déterminer si les mesures d'atténuation disponibles à l'heure actuelle sont susceptibles de favoriser l'élaboration du Code d'usages et (ii) définir le champ d'application du Code d'usages (par exemple, si le Code d'usages couvrira l'ensemble de la chaîne de production ou uniquement la production primaire) en fonction des réponses fournies à l'enquête. Le GTE doit concentrer ses travaux sur des mesures d'atténuation qui se sont avérées rentables et applicables dans le monde entier par des gros et des petits producteurs³.
4. Lors de la treizième session du CCCF (2019), le Pérou a présenté le document de discussion et a indiqué que les mesures de gestion des risques disponibles à ce jour soutenaient le développement d'un Code d'usages pour les phases de production primaire et d'après la récolte (c'est-à-dire les procédés de fermentation, de séchage et d'entreposage). De telles mesures ont été validées en tant que mesures faisables, rentables et applicables à l'échelle mondiale par de petits, de moyens et de gros producteurs. Des pratiques de fabrication / de

¹ Page web du Codex/Lettres circulaires: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/resources/circular-letters/en/>.
Page web du Codex/CCCF/Lettres circulaires:

<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee/related-circular-letters/en/?committee=CCCF>

² REP17/CF14, paragraphes 154-155

³ REP18/CF13, paragraphes 141-146

transformation pouvant permettre de réduire efficacement les niveaux de cadmium dans les produits transformés (par exemple le chocolat) ne seront pas incluses dans le champ d'application du Code d'usages, car elles ne sont pas encore facilement disponibles. Toutefois, des études actuellement menées dans différents pays sur la possibilité de réduire la contamination par le cadmium aux différentes étapes de la chaîne de transformation pourraient être ajoutées au Code d'usages à l'avenir. Le Code d'usages contribuerait à réduire la contamination des fèves de cacao et des produits à base de fèves de cacao par le cadmium et faciliterait l'application et le respect des LM pour le cadmium dans le chocolat et les produits à base de chocolat.

5. À sa treizième session, le CCCF a donc accepté de: (i) soumettre le document de projet⁴ à la quarante-deuxième session de la Commission du Codex Alimentarius (ci-après «la Commission») pour qu'elle approuve les nouveaux travaux et (ii) d'établir un GTE, présidé par le Pérou et co-présidé par le Ghana et l'Équateur pour élaborer, sous réserve de l'approbation de la quarante-deuxième session de la Commission, un projet de Code d'usages basé sur le document fourni à l'Appendice II du document CX/CF 19/13/12, pour observations et examen à la prochaine session du Comité.⁵
6. La quarante-deuxième session de la Commission (2019) a approuvé les nouveaux travaux⁶.
7. À sa quatorzième session, le CCCF (2021) a examiné le Code d'usages tel que préparé par le GTE et a convenu⁷ de l'avancer à la quarante-quatrième session de la Commission⁸ pour adoption à l'étape 5. Il a en outre rétabli le GTE afin d'approfondir le travail sur le Code d'usages en tenant compte des observations générales fournies par le Comité et des observations écrites spécifiques soumises au Comité.

CONCLUSION

8. Le GTE a révisé le Code d'usages selon les instructions du CCCF, à sa quatorzième session et a préparé une révision du Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination du cacao par le cadmium qui sera examinée par le CCCF, à sa quinzième session, telle que présentée à l'Appendice I.

RECOMMANDATIONS

9. Le CCCF est invité à examiner le Code d'usages tel qu'il figure à l'Appendice I et à déterminer s'il est prêt pour adoption finale par la Commission, à sa quarante-cinquième session (2022) et dans le cas contraire, pour cerner les problèmes clés qu'il faudrait examiner de plus près afin de finaliser le Code d'usages lors de la seizième session du CCCF (2023).

⁴ REP19/CF13, Appendice VIII

⁵ REP19/CF13, paragraphes 108-112

⁶ REP19/CAC42 Appendice V

⁷ REP21/CF14, paragraphes 53-59, Appendice III

⁸ REP21/CAC44, Appendice IV

APPENDICE I

CODE D'USAGES PROPOSÉ POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES FÈVES DE CACAO PAR LE CADMIUM (Pour observations)

I. INTRODUCTION

1. L'objectif de ce Code d'usages est de fournir une orientation aux pays et à l'industrie de la production de cacao dans le domaine de la prévention et de la réduction de la contamination des fèves de cacao par le cadmium durant la production et la transformation après récolte: fermentation, séchage, entreposage et transport.
2. Le cadmium est un métal lourd qui pénètre principalement dans l'environnement par le biais d'activités anthropiques telles que le traitement des minerais, la combustion de combustibles, la pollution par des déchets industriels et l'utilisation d'engrais phosphatés. Le cadmium peut également pénétrer naturellement dans le sol par l'activité volcanique, les sols de schiste marin, l'érosion, les aérosols de sel marin et les engrais contenant des eaux usées.
3. Le cadmium est toxique et persistant dans le sol (la demi-vie estimée du cadmium dans les sols varie de 15 à 1 100 ans). Le cadmium est absorbé et bioaccumulé par les cacaoyers (*Theobroma cacao L*), ce qui entraîne dans certains cas des niveaux excessivement élevés dans les fèves de cacao. Des mesures peuvent par conséquent être requises pour prévenir la présence du cadmium dans le sol et réduire son absorption par les cacaoyers.
4. On ne le trouve pas dans la nature à l'état pur. Son état d'oxydation le plus courant est +2, et on le trouve généralement associé au fer (Fe), au zinc (Zn), au plomb (Pb), au phosphore (P), au magnésium (Mg), au calcium (Ca) et au cuivre (Cu). Les concentrations de cadmium dans le sol dépendent essentiellement du pH du sol, qui contrôle la solubilité et la mobilité du cadmium. La plupart des métaux présents dans le sol tendent à être plus disponibles à un pH acide, ce qui augmente la biodisponibilité pour l'absorption par les plantes.
5. Une adsorption supérieure de cadmium à la surface des particules du sol est souhaitable, dans la mesure où cela réduit la mobilité de ce contaminant dans le profil du sol et sa biodisponibilité pour les cacaoyers, et par voie de conséquence, son impact environnemental. La concentration de cadmium dans la solution du sol, sa biodisponibilité et sa mobilité sont essentiellement contrôlées par les réactions d'adsorption et de désorption à la surface des colloïdes du sol. Les facteurs du sol qui affectent l'accumulation et la disponibilité du cadmium comprennent le pH, la texture, les matières organiques, les oxydes et hydroxydes de fer (Fe) et de manganèse (Mn), le zinc (Zn), les carbonates, la chlorinité et la capacité d'échange cationique.
6. À un pH alcalin, la teneur élevée en chlorure dans les sols a tendance à favoriser la formation de complexes de chlorure, ce qui diminue l'adsorption du cadmium sur les particules du sol, augmentant ainsi la mobilité et la biodisponibilité du cadmium.
7. Au fil du temps, l'évolution de nos connaissances sur la manière dont les divers systèmes de culture favorisent ou atténuent la contamination des fèves de cacao par le cadmium pourrait permettre de développer des systèmes intégrés pour la gestion des niveaux de cadmium dans les fèves de cacao. (systèmes d'intégration de l'agriculture et de la foresterie par exemple)
8. Le greffage, en tant que stratégie génétique avec des variétés ayant une faible accumulation du cadmium, peut être une option viable dans divers types de sol présentant différents niveaux de cadmium, mais il n'a été testé qu'expérimentalement pour réduire le cadmium chez les cacaoyers.
9. Pour atténuer les niveaux de cadmium dans les fèves de cacao, il est crucial d'identifier les zones de culture du cacao ayant un taux élevé de cadmium et de développer des stratégies pour aborder ce problème.

II. CHAMP D'APPLICATION

10. Le champ d'application de ce Code d'usages consiste à fournir une orientation sur des pratiques recommandées pour la prévention et la réduction de la contamination des fèves de cacao par le cadmium avant la plantation, pour de nouvelles plantations de cacaoyers ou des plantations existantes et durant la phase de production jusqu'à la phase de récolte et d'après récolte.

III. DÉFINITIONS

- **Le biocharbon (biocarbène)** est un sous-produit de la pyrolyse de la biomasse résiduelle.
- **Fève de cacao:** la graine du fruit du cacao composée de l'épisperme (tégument, testa ou coque), de l'embryon et du cotylédon.
- **Pulpe ou mucilage:** substance aqueuse, mucilagineuse et acide dans laquelle les graines sont encastrées.

- **Biodisponibilité:** la biodisponibilité d'un minéral pour les plantes et les sols peut être définie comme son accessibilité aux processus métaboliques et physiologiques normaux, influencée par de nombreux facteurs, notamment la concentration totale et la spéciation des métaux, le pH, le potentiel d'oxydoréduction, la température, la teneur organique totale (fractions particulaire et dissoute) et la teneur en particules en suspension.
- **Adsorption et absorption:** l'adsorption physique, chimique ou par échange du cadmium sur le sol est un concept qui fait référence à l'attraction et à la rétention exercées par un corps à sa surface sur les ions, les atomes ou les molécules d'un corps différent. L'absorption désigne l'attraction développée par un solide sur un liquide afin que ses molécules pénètrent à l'intérieur de sa substance; la capacité d'un tissu ou d'une cellule de recevoir une matière venue de l'extérieur.
- **Cachaza:** sous-produit de la canne à sucre.
- **Capacité d'échange cationique (CEC):** une mesure de la capacité du sol à retenir des ions chargés positivement. Les composants des matières organiques et les minéraux argileux d'un sol ont à leurs surfaces des sites de charge négative qui adsorbent et retiennent les ions chargés positivement (les cations). Cette charge électrique est essentielle à l'apport de nutriments aux plantes, car de nombreux nutriments existent sous forme de cations Mg, K et Ca par force électrostatique.
- **Séchage:** séchage des fèves de cacao soit au soleil, soit dans des séchoirs mécaniques/solaires (ou une combinaison des deux), afin de réduire la teneur en humidité (à moins de 8 pour cent) et de les rendre stables pour l'entreposage.
- **Fermentation:** processus de dégradation de la pulpe ou du mucilage et d'initiation de changements biochimiques dans le cotylédon par des enzymes et microorganismes inhérents à l'environnement de la plantation.
- **Humus:** composant organique du sol, formé par la décomposition des feuilles et autres matières végétales par les micro-organismes du sol.
- **Amendements du sol:** ajout de toute matière dans le sol pour en améliorer les propriétés physiques et chimiques. L'application d'amendements dépend des caractéristiques des sols et peut inclure du compost, du lisier, du sulfate de magnésium, de la vinasse, de la zéolite (minéraux ou agents d'adsorption qui se distinguent par leurs capacités hydratantes et, inversement, déshydratantes), du charbon de bois ou biocharbon, du sulfate de calcium, de la chaux, du cachaza, du sulfate de zinc, de la dolomite (carbonate de calcium et de magnésium), du lombricompost, de la canne à sucre, du tourteau de palmiste, de la roche phosphatée et d'autres matières organiques.
- **Taille:** suppression annuelle sur les arbres d'ombrage et les cacaoyers de branches qui sont sèches, mortes ou déséquilibrées.
- **Ombrage:** culture des cacaoyers avec des arbres d'ombrage afin de réduire la quantité de rayonnement solaire et de vent qui atteint la culture. L'ombrage représente généralement plus ou moins 50 pour cent durant les quatre premières années de la vie de la plante, après quoi le pourcentage d'ombre peut être réduit à 25 ou 30 pour cent.
- **Vinasse:** produit dérivé de la production d'alcool à partir de la canne à sucre.

IV. PRATIQUES RECOMMANDÉES POUR LA PRÉVENTION ET LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR LE CADMIUM DANS LES FÈVES DE CACAO

4.1. Contamination avant la plantation – nouvelles plantations

11. La prévention et la réduction du cadmium dans le cacao doivent commencer par l'analyse physico-chimique du sol et doivent faire partie intégrante des pratiques avant la plantation d'une nouvelle plantation. L'analyse du sol ne se limite pas à la mesure du cadmium, mais doit également prendre en compte le pourcentage de matière organique, la capacité d'échange cationique, le zinc soluble et la chlorinité. Les paramètres d'analyse physique sont: pourcentage de sable, pourcentage d'argile, pourcentage de limon, classe de texture. L'analyse chimique doit prendre en compte: le pH, le pourcentage de matière organique, le pourcentage de N total; les ppm disponibles de P, K, Pb, les oxydes et hydroxydes de Fe, les carbonates de Mn, cadmium et Zn; les échangeables (cmol (+) /kg) de Ca, Mg, K, Na, Al et H; la CEC, le pourcentage d'alcalinité échangeable, le pourcentage d'acidité échangeable et la saturation Al.

12. Les autorités de contrôle des aliments nationales ou compétentes doivent envisager la mise en œuvre des mesures prises à la source figurant dans le *Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments* (CXC 49-2011).
13. Dans les nouvelles plantations, l'utilisation de cultures de protection de légumineuses pérennes doit être envisagée. Les cultures de protection améliorent la matière organique du sol et peuvent protéger le sol de l'érosion et réduire la perte de nutriments, améliorant la productivité du sol grâce à une disponibilité accrue des nutriments essentiels et à une réduction de la biodisponibilité des métaux.
14. Aucune recommandation spécifique sur les niveaux de cadmium dans les zones de culture du cacao n'a été faite. L'acidité du sol affecte les niveaux acceptables de cadmium dans le sol. Si le pH du sol = 7, les concentrations de cadmium dans le sol pourraient être supérieures à 1,0 mg cadmium/kg.
15. Les eaux d'irrigation peuvent être surveillées pour déterminer si elles sont une source potentielle de cadmium, par exemple, avec des niveaux supérieurs aux niveaux de référence en raison d'une contamination ponctuelle. À titre de ligne directrice possible pour des niveaux plus élevés, le niveau recommandé par l'OMS pour l'eau potable est de 0,005 mg/l.
16. Bien que les avantages pour l'agroforesterie soient connus, les données sur l'impact de l'agroforesterie comparée à la monoculture sur les teneurs en cadmium sont préliminaires. Des études qui ont comparé systématiquement ou statistiquement l'agroforesterie à la monoculture n'ont trouvé aucune différence statistiquement significative concernant l'absorption du cadmium dans les fèves de cacao.
17. En agroforesterie, les espèces de plantes d'ombrage les plus utilisées avec les cacaoyers sont les musaceae (bananes, moles et cambures) pour les ombres temporaires dans l'établissement précoce du cacao et les légumineuses telles que le pore ou le bucare (*Erythrina* sp.) et les guabas (Ingas) pour les ombres permanentes. D'autres espèces d'ombrage sont utilisées pour offrir des avantages économiques plus importants, comme les espèces exploitées pour leur bois (laurier, cèdre, acajou colombien (*Cariniana pyriformis*), cenizaro ou arbre à pluie et terminalia) ou les arbres fruitiers (citronnier, avocatier, sapotier, arbre à pain, dattier, etc.). Il est conseillé de planter des petits arbres d'ombrage, et d'utiliser des agrumes ou des arbres fruitiers pour les bordures des plantations de cacao.
18. Installer les plantations loin des routes ou prendre des mesures afin de réduire l'exposition des plantations de cacao aux émissions des moteurs à combustion (par exemple des véhicules) qui peuvent contenir du cadmium. De même, les plantations doivent être situées dans des zones éloignées des décharges dans les villes, des zones minières, des zones de fusion, des déchets industriels, des eaux usées, des déchets ménagers et des eaux ménagères, car elles peuvent être une source de cadmium.
19. Éviter les sols inondés si les sources d'eau sont une source accrue de cadmium.
20. Lors de la plantation de nouvelles plantations, il devra être recommandé de planter des variétés de cacaoyers qui sont moins sujets à l'absorption de cadmium.

4.2. De la production à la récolte

21. Il est important de connaître les sources et la répartition de cadmium dans le sol. D'une manière générale, il convient de préciser que tout amendement inorganique ou organique appliqué aux cultures doit être préalablement analysé pour voir s'il contient du cadmium, car, selon sa source, il peut contenir des niveaux de cet élément et deviendrait une source d'apport de cadmium dans les cultures. Les boues d'épuration, les cendres volantes et les engrais phosphatés présentent des concentrations élevées de cadmium. Les engrais phosphatés appliqués doivent présenter de faibles teneurs en cadmium qui doivent être évaluées par rapport aux concentrations de phosphore. Pour réduire l'absorption de cadmium, les engrais phosphatés destinés aux plantations de cacao doivent répondre aux critères nationaux en ce qui concerne le ratio cadmium/Phosphore. (cadmium: P ou cadmium: P₂O₅).
22. Les données suggèrent qu'il existe une corrélation positive entre les teneurs les plus élevées de cadmium dans le sol (mesurées par des analyses de sol) et les teneurs élevées de cadmium dans les tissus végétaux et les fèves de cacao.
23. Les analyses de caractérisation des sols pour les plantations de cacao doivent être menées par des laboratoires qui sont accrédités, en utilisant des méthodes validées qui incluent l'utilisation de matériaux de référence, normes et incertitudes associées, certifiés. En outre, il est très important d'effectuer des analyses des sols avec des méthodes reconnues au niveau international (par exemple, approuvées par le Codex). Il doit s'agir de méthodes appropriées à utiliser par les agriculteurs locaux qui essaient d'exporter du cacao. Ces analyses de caractérisation des sols ne doivent pas seulement inclure le cadmium mais aussi d'autres nutriments.

24. Le protocole d'échantillonnage de sol doit chercher à obtenir des échantillons représentatifs de chaque plantation, car la teneur en cadmium pourrait être variable dans la même zone de production de cacao. Le protocole doit tenir compte des normes internationales pour le prélèvement d'échantillons dans des sols spécifiquement contaminés par des métaux. La profondeur de l'échantillonnage du sol dans les enquêtes et les évaluations sur le terrain est de 0-15 cm. Comme la litière composée des feuilles et des branches de cacao contient plus de cadmium que le sol dans lequel elles sont cultivées, laisser la litière être métabolisée sur le sol ajoute du cadmium à la couche superficielle de 0-5 cm du sol. Le prélèvement d'échantillons de sol de 0-15 cm fournit une mesure plus représentative du cadmium contenu dans le sol.
25. Dans les zones où des fèves de cacao présentent des niveaux de cadmium relativement plus élevés, il est important de déterminer la salinité des sols et de l'eau d'irrigation (sels de chlorure), étant donné que l'absorption du cadmium par les plantes augmente avec des concentrations plus élevées de chlorure. Cet effet est toutefois plus prononcé dans les sols alcalins ($\text{pH} > 7,0$). Par conséquent, lorsque les niveaux de cadmium dans les fèves de cacao sont préoccupants et que le sol est alcalin, il est important de déterminer la conductivité électrique des sols et de l'eau, qui doit être inférieure à 2 mS/cm.

4.2.1 *Stratégies d'immobilisation du cadmium dans le sol*

26. Lorsqu'il y a une déficience en Zn dans le sol, les niveaux de Zn dans le sol doivent être augmentés. Le cadmium étant en concurrence avec le Zn pour l'absorption par les plantes, il est plus probable que le cadmium pénètre dans la plante et s'accumule dans les fèves de cacao lorsque la concentration de Zn est faible. En outre, il est recommandé de préciser les niveaux critiques de Zn pour les sols sur lesquels le cacao est cultivé.
27. L'application de sulfate de zinc est réalisée conjointement à la fertilisation, qui est exécutée chaque année dans les plantations de cacao, selon les besoins des cultures et la teneur en Zn du sol. Cependant, avec l'ajout de sulfate de zinc à des taux plus élevés pour inhiber l'absorption du cadmium à partir de sols ayant une teneur plus élevée en cadmium (25 kg Zn/ha par exemple), une acidification du sol pourrait intervenir, ce qui requiert l'ajout de calcaire pour contrer les effets de l'acidification.
28. La méthode la plus efficace développée jusqu'à aujourd'hui pour diminuer la biodisponibilité du cadmium, consiste à chauler le sol lorsque le pH du sol est inférieur à 6. Le chaulage est une pratique de gestion agronomique qui réduit l'absorption de cadmium par les cacaoyers cultivés sur des sols très acides, et son ajout pourrait également améliorer la nutrition et la production des cacaoyers. Il est toutefois important de vérifier que la chaux n'introduit pas de cadmium, car le cadmium de la chaux contient des niveaux variables de cadmium.
29. Le pH du sol doit être géré avec un objectif de $\text{pH} > 6$, et si la teneur en cadmium constitue un problème pour le sol, un pH plus élevé peut être nécessaire pour réduire l'accumulation de cadmium par les cacaoyers.
30. Il convient d'appliquer des doses limitées de chaux (3 t/ha/an) et de préférence de la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, afin d'augmenter graduellement le pH et d'incorporer du Ca et du Mg, qui sont essentiels à la croissance des cacaoyers. Cela permet de précipiter le cadmium, diminuant ainsi sa biodisponibilité. Il convient d'éviter tout chaulage excessif, car cela peut réduire la biodisponibilité des micronutriments.
31. De plus grandes quantités de matières organiques dans le sol peuvent accroître l'absorption du cadmium par le sol et peuvent contribuer à diminuer le cadmium dans les fèves de cacao, selon des études sur le terrain. L'utilisation d'engrais organiques tels que le lisier de bétail traité, le compost, etc. augmente la teneur en matières organiques des sols et en améliore l'activité microbologique.
32. Les engrais phosphatés et la roche phosphorique sédimentaire contiennent du cadmium en tant qu'impureté. Néanmoins, le succès de la production de cacao dépend de l'ajout d'engrais phosphatés, car la teneur en phosphore des sols tropicaux est naturellement très limitée. Cependant, les producteurs doivent contrôler la quantité de cadmium dans les engrais phosphatés qu'ils utilisent ou respecter les limites nationales fixées ou indiquées par les gouvernements. En outre, l'utilisation d'engrais organiques permet d'améliorer la teneur en phosphore du sol. En effet, ces engrais présentent une biodisponibilité élevée du phosphore.
33. En général, la formule du ratio d'azote, de phosphore et de potassium dans les engrais NPK devant être appliquée à la culture du cacao varie en fonction de l'âge de la plante et des caractéristiques du sol. La teneur en métaux lourds des engrais doit être vérifiée par une analyse avant l'application au sol pour s'assurer que la teneur en cadmium est faible.
34. L'application d'amendements du sol (magnésium, sulfate, calcaire dolomitique, vinasse, zéolithe, humus, charbon de bois, sulfate de calcium $[\text{CaSO}_4]$, cachaza et sulfate de zinc $[\text{ZnSO}_4]$), qui varie en fonction des caractéristiques du sol, peut aider à réduire les concentrations de cadmium dans les fèves de cacao.
35. La vinasse est une source de K favorisant l'installation de champignons qui forment des mycorhizes dans les

racines du cacaoyer, augmentant l'efficacité de la nutrition en P et immobilisant le cadmium.

36. La chaux et le tourteau de canne à sucre peuvent réduire la biodisponibilité du cadmium dans le profil du sol. La zéolite est une autre option dans les sols à forte teneur en sable et dans les sols à texture argileuse. L'apatite (ou phosphate naturel), qui peut contenir du cadmium, doit être évitée dans la mesure du possible. Qui plus est, l'apatite est onéreuse et peut ne pas être rentable pour les agriculteurs qui cultivent le cacao.
37. Il a été démontré que le biocharbon réduit la biodisponibilité du cadmium dans les fèves de cacao. Le taux de réduction est comparable à celui du chaulage et a une influence supplémentaire à celle du chaulage. Cependant, le biocharbon est un amendement du sol coûteux et peut ne pas être rentable pour les producteurs de cacao.
38. Le biocharbon et le compost ont des effets significatifs sur les caractéristiques physicochimiques du sol, sur la biodisponibilité des métaux (y compris du cadmium) et les activités enzymatiques dans un sol pollué par des métaux lourds. Par conséquent, ils contribuent à atténuer les concentrations de cadmium dans les cacaoyers.
39. Les génotypes des plantes de cacao identifiés comme ayant une faible bioaccumulation de cadmium sont susceptibles d'être utilisés pour l'atténuation du cadmium en greffant des plantes sur des porte-greffes à faible teneur en cadmium et en obtenant de nouvelles variétés qui ne sont pas aussi enclines à l'absorption de cadmium.
40. Il a été démontré que cette souche *Streptomyces* sp. résistante au cadmium réduit l'absorption de cadmium dans les plantes de cacao sur une base expérimentale.

4.2.2. Prévenir une nouvelle contamination du sol par le cadmium

41. Pour réduire les contributions en cadmium du sol, retirer du sol les résidus de taille car ils pourraient contenir du cadmium qui sera libéré dans les couches supérieures du sol pendant la décomposition. Cette pratique doit inclure l'élimination des résidus de taille dans les vergers présentant des niveaux élevés de cadmium foliaire.
42. Éviter l'application de boues d'épuration
43. Éviter l'enfouissement ou l'incinération des déchets ménagers, car environ 10 pour cent des déchets sont constitués de métaux, y compris de cadmium. Leur enfouissement peut contaminer les eaux souterraines, tandis que leur incinération peut causer une contamination en libérant des métaux volatils et en polluant ainsi les sols.
44. Les autorités nationales ou régionales doivent limiter les principales activités industrielles polluantes à proximité des plantations de cacao, telles que les mines et les fonderies de métaux non ferreux, l'industrie métallurgique, le tannage du cuir, la combustion du charbon et la fabrication d'engrais phosphatés.

4.3 Phase d'après-récolte

45. Le processus de fermentation des fèves de cacao doit être la pratique la plus importante que toute organisation de producteurs et d'exportation doit exécuter pour développer les arômes du chocolat.
46. L'égouttage du mucilage améliore la qualité sensorielle des fèves de cacao en cours de fermentation en réduisant leur acidité. Des études ont démontré que l'égouttage du mucilage pendant 12, 24 ou 36 heures réduit les concentrations de cadmium, sans affecter la qualité organoleptique du cacao.
47. Selon des études expérimentales, un temps d'égouttage plus long peut réduire la teneur en cadmium dans quelques cultivars de fèves de cacao, mais le temps d'égouttage optimal n'est pas connu et l'étude n'a porté que sur quelques cultivars. Si une durée de fermentation plus longue que la normale peut réduire le cadmium, selon des études, la durée de fermentation optimale pour le cadmium n'est pas connue.
48. Il convient de s'assurer que, lors de la fermentation, les fèves de cacao ne sont pas contaminées par les fumées ou les gaz émis par les séchoirs ou les véhicules, ou les rejets industriels.
49. La souche de *Saccharomyces cerevisiae* est l'une des souches qui interviennent dans la fermentation du cacao; par conséquent, le fait d'augmenter sa population dans un tel processus pourrait améliorer l'absorption de cadmium et la sécurité du cacao.
50. Après le processus de fermentation, les fèves de cacao doivent être séchées sur des surfaces solides et propres pour éviter leur contamination par le sol.
51. Durant l'entreposage, il faut empêcher la contamination des fèves de cacao par d'éventuels déversements de carburant, gaz d'échappement ou fumées.

4.4. Phase de transport

Il est recommandé d'adopter de bonnes pratiques pour un transport correct:

52. Recouvrir les zones de chargement/de déchargement pour les protéger de la pluie.
53. Veiller à ce que les véhicules soient bien entretenus et soigneusement nettoyés.
54. S'assurer que les bâches/couvertures sont propres et ne sont pas endommagées.
55. S'assurer que les conteneurs n'ont pas été utilisés pour des produits chimiques ou des substances nocives, qu'ils sont bien entretenus et propres.
56. Veiller à ce que le taux d'humidité soit aussi bas que possible en utilisant des conteneurs ventilés si possible et des doublures en carton/papier kraft.
57. Pour le cacao en sac: charger les sacs avec précaution et les recouvrir de matériaux permettant d'absorber la condensation.
58. Pour le cacao en vrac: utiliser si possible une doublure en plastique scellable et veiller à ce qu'elle ne touche pas le toit du conteneur.
59. S'assurer que les bouches d'aération dans les conteneurs ne sont pas obstruées.
60. Veiller à ce que le cacao ne soit pas exposé à des fluctuations de température ni stocké à proximité de matières nocives.

RÉFÉRENCES⁹

- Une étude menée en Équateur sur les concentrations de cadmium dans le sol correspondant aux concentrations spécifiques de cadmium dans les fèves de cacao a conclu que le cadmium dans le sol ne doit pas dépasser 0,4 mg cadmium/kg si le pH du sol = 5,0, afin que la concentration moyenne de cadmium dans les fèves de cacao ne dépasse pas significativement 1 mg cadmium/Kg (voir paragraphe 14).
- Vanderschueren R, Mesmaeker V De, Mounicou S, Marie-Pierre I, Doelsch E, et al., 2020. The impact of fermentation on the distribution of cadmium in cacao beans. Food Res Int 127:108743 .doi: 10.1016/j.foodres.2019.108743 (voir paragraphe 46)

⁹ Les références seront supprimées de la version finale approuvée par le CCCF pour adoption par la Commission.

APPENDICE II**LISTE DES PARTICIPANTS****Président**

Ing. Javier Neptali Aguilar Zapata
Spécialiste en sécurité agroalimentaire - Agrifood Safety Subdirectorate
Directorate of Agricultural Inputs & Agrifood Safety
National Agrarian Health Service – SENASA Peru
Ministry of Agrarian Development and Irrigation
La Molina Av. 1915. Lima 12 Perú

Brésil

Ligia Lindner Schreiner
ANVISA - Brazilian Health Regulatory Agency

Costa Rica

Amanda Lasso Cruz
Codex Secretariat
Ministerio de Economía Industria y Comercio

Cuba

Roberto Dair García de la Rosa
Public Health Ministry

Équateur

Ana Gabriela Escobar
AGROCALIDAD

Union européenne

Mme Veerle VANHEUSDEN, European Commission,
Point de contact du Codex de l'Union européenne

Maria GIAPRAKIS
Point de contact du Codex de l'Union européenne
European Commission
DG Health and Food Safety
Unit D2 – Multilateral International Relations

Malaisie

Rabia' Atuladabiah Hashim
Ministry of Health Malaysia. Food Safety and Quality Division

Mexique

Tania Daniela
Secretariat of Economy

Nouvelle-Zélande

Sarah Guy
Conseiller
Ministry of Chemistry for Primary Industries

Nicaragua

Miriam Canda Toledo
Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

Pérou

Hugo Contreras Nolasco
Autre coordinateur de la Commission sur les contaminants dans les aliments
National Agrarian Health Service – SENASA

Carlos Leyva Fernández
Consultant sur le cadmium dans les fèves de cacao.

Carmen Rosa Chávez Hurtado
Spécialiste General Agricultural Directorate
Ministry of Agriculture and Irrigation

Juan Guerrero Barrantes
Maître de conférences
Spécialiste des sols et de l'environnement
National Agrarian University La Molina

Cesar Dávila Zamora
Chercheur en métaux lourds dans les cultures tropicales
Cacao Alto Huallaga Agroindustrial Cooperative. Tingo Maria. Huanuco.

Braulio La Torre Martínez
Maître de conférences
Academic Soil Department
National Agrarian University La Molina

Suisse

Mme Lucia Klauser
Responsable scientifique
Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO

Martin Müller
Point de contact du Codex de Suisse
Federal Department of Home Affairs FDHA
Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO
International Affairs

États-Unis d'Amérique

Henry Kim
US FDA

Lauren Posnick Robin
US FDA

Eileen Abt
Expert
US FDA

Mme Debra L. Miller
International Confectionery Association

Association européenne pour le cacao

Lucia Hortelano
EUROPEAN COCOA ASSOCIATION aisbl

Julia Manetsberger
Observateur
European Cocoa Association