

CODE D'USAGES POUR LA PREVENTION ET LA REDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR L'OCHRATOXINE A DANS LE CACAO

(CXC 72-2013)

1. INTRODUCTION

1. Ce document est destiné à fournir une orientation à toutes les parties intéressées qui produisent et manipulent les fèves de cacao pour la consommation humaine. Toutes les fèves de cacao doivent être préparées et manipulées conformément aux Principes généraux d'hygiène alimentaire¹, dont relèvent tous les aliments préparés pour la consommation humaine. Ce Code d'usage indique les mesures qui doivent être mises en œuvre par toute personne chargée d'assurer que les aliments sont sans risque et propres à la consommation.
2. L'ochratoxine A (OTA) est un métabolite fongique toxique classifié par l'agence internationale de la recherche sur le cancer en tant que cancérigène humain possible (groupe 2B). Le JECFA a établi une DHTP de 100 ng/kg de poids corporel pour l'OTA. L'OTA est produit par certaines espèces des genres *Aspergillus* et *Penicillium*. Dans les fèves de cacao, les études ont montré que seules les espèces *Aspergillus* en particulier l'agrégat de *A. carbonarius* et *A. niger* avec des nombres plus faibles de *A. westerdijkiae*, *A. ochraceus* et *A. melleus* sont impliquées. L'OTA se forme lorsque les conditions favorables d'activité de l'eau, de nutrition et de température requises pour la croissance et la biosynthèse de l'OTA sont présentes.
3. Le fruit du cacao dérivé du cacaoyer, *Theobroma cacao* L., est composé du péricarpe, tissu qui provient de la paroi de l'ovaire à maturité d'un fruit, et de l'ovaire. Lorsque le fruit est mûr, ce tissu externe, également appelé la cosse, consistant en un matériau organique épais et dur, pourrait être utilisé en tant que composte, aliment pour animaux et source de potasse. L'ovaire contient de nombreuses graines encastrées dans une pulpe aqueuse, mucilagineuse et acide. Cette pulpe comestible de couleur blanche et blanc cassé est composée d'environ 12% de sucres et en raison de sa teneur élevée en acide citrique, son pH est faible (3,3 – 4,0). La pulpe contient jusqu'à pour cent de pectine. La pulpe peut être utilisée pour faire des confitures et des gelées ainsi que des boissons alcoolisées et du vinaigre.
4. Le principal emploi commercial réside dans les graines également connues en tant que fèves de cacao. La fève de cacao est composée de l'épisperme ou tégument, de l'embryon et du cotylédon. Le tégument, la couche protectrice de la graine est également appelée coquille lorsqu'elle est sèche. Durant la fermentation l'embryon du grain meurt et après séchage, la teneur en matière grasse de la fève de cacao varie entre 34% et 56%.
5. Après les processus de fermentation et de séchage appropriés, les fèves de cacao sont par la suite transformées industriellement afin de produire les divers produits commerciaux à base de cacao.
6. Étant donné que les fèves de cacao sont extraites d'un fruit, la contamination par des microorganismes est possible et le développement de champignons producteurs d'OTA pourrait commencer lorsque les conditions sont réunies pour leur croissance. Généralement, les processus de fermentation et de séchage pourraient créer cette condition favorable lorsque ces processus ne sont pas appliqués correctement.

¹ Principes généraux d'hygiène alimentaire (CXC 1-1969)

7. Il est important de signaler que parmi les prochaines étapes de la fabrication qui comprennent l'élimination des coques, la torréfaction (ou vice versa), le graissage et raffinage, seule l'élimination de la coque peut diminuer de façon significative les teneurs en OTA. Comme ces étapes ont lieu au niveau industriel, l'industrie doit établir des programmes spécifiques en matière de sécurité sanitaire des aliments pour réduire la teneur en OTA dans les produits à base de cacao transformés destinés à la consommation humaine.

2. DÉFINITIONS

PARTIES DU FRUIT DU CACAO (FIGURE 1)

Fève de cacao: la graine du fruit du cacao composée de l'épisperme (tégument), de l'embryon et du cotylédon

Cosse de cacao: le péricarpe du fruit du cacao qui découle de la paroi mûrie de l'ovaire

Épisperme ou tégument: la couche protectrice de la graine également appelée coque lorsqu'elle est sèche

Pulpe: substance aqueuse, mucilagineuse et acide dans laquelle les graines sont encastrées

Cacao sec: un terme commercial désignant les fèves de cacao qui ont été séchées complètement et uniformément et dont la teneur en humidité correspond aux exigences de cette norme

Fève moisie: une fève de cacao sur les parois internes de laquelle les moisissures sont visibles à l'œil nu

Fève ardoisée: une fève de cacao qui présente une couleur ardoisée sur plus de la moitié de la surface exposée par la méthode décrite dans ISO/R 1114.

Fève endommagée par les insectes: une fève de cacao dont les parties internes contiennent des insectes à quelque étape de développement, ou qui a été attaquée par des insectes qui ont causé des dommages visibles à l'œil nu.

Fève germée: une fève de cacao avec la coque percée, fendue ou cassée par la croissance du germe de la graine.

Fève plate: une fève de cacao dont les deux cotylédons sont si minces qu'il n'est pas possible d'obtenir une surface de cotylédon en coupant.

Fève à odeur de fumée: une fève de cacao qui a une odeur ou un goût fumé ou qui montre des signes de contamination par la fumée.

Fève cassée: une fève de cacao dont il manque un fragment, la partie manquante étant équivalente à moins de la moitié de la fève.

Fragment: une partie de la fève de cacao égale ou inférieure à la fève originale.

Partie de la coque: partie de la coque sans aucune partie de graine

Adultérations: adultération de la composition d'un lot de fèves de cacao par quelque moyen que ce soit engendrant un mélange ou une combinaison qui n'est pas conforme à la description contractuelle.

Matière étrangère: toute substance autre que les fèves ou les résidus de cacao.

Récolte et ouverture des fruits: les fruits sont récoltés manuellement et ouverts en utilisant la faucille, la machette ou le bâton en bois.

Fermentation: processus destiné à dégrader la pulpe et à engendrer des modifications biochimiques dans le cotylédon à l'aide des enzymes inhérentes et des micro-organismes contenus dans l'environnement agricole.

Processus de séchage: séchage des fèves de cacao soit au soleil soit dans des séchoirs mécaniques ou solaires afin de réduire la teneur en humidité et les rendre stables pour l'entreposage.

Triage: opération technique destinée à retirer les matières étrangères, les fragments de fèves, de cosses et de pulpe de cacao sèches; ainsi que les fèves défectueuses parmi les fèves de cacao sèches.

Torréfaction: traitement thermique qui produit des modifications fondamentales chimique et physique dans la structure et la composition des fèves de cacao et entraîne le noircissement des fèves et le développement de l'arôme caractéristique du chocolat ou du cacao torréfié.

3. TRANSFORMATION DU CACAO

8. La récolte implique l'élimination des fruits matures des arbres. Les fruits sont récoltés manuellement en faisant une entaille franche à travers le pédoncule avec une lame nettoyée et bien aiguisée.
9. Les coques sont ouvertes pour extraire les fèves de cacao avec la pulpe aussi tôt que possible ou dans les quelques jours qui suivent la récolte.
10. Les fèves de cacao avec la pulpe éliminée de la coque sont entassées ou placées dans des boîtes, des plateaux ou des plateformes pour permettre aux micro-organismes de se développer et initier le processus de fermentation.
11. Les fèves de cacao fermentées sont généralement séchées au soleil sur une aire de séchage ouverte ou sur des tables suspendues selon de nombreuses variations et innovations technologiques. Les séchages au soleil et mécanique peuvent être associés et utilisés en même temps.
12. Lorsque les fèves sont adéquatement séchées jusqu'aux niveaux d'humidité visés, elles doivent être triées pour éliminer les fèves plates, les fèves ratatinées, les fèves noires, les fèves moisies, les fèves petites et accolées, les fèves endommagées par les insectes, et ayant d'autres défauts.
13. Une fois que les processus de séchage et de triage sont terminés, les fèves de cacao séchées doivent être placées dans des sacs appropriés et entreposées. L'ensachage et l'entreposage appropriés des fèves transformées sont tout aussi importants que la fermentation et le séchage adéquat.
14. La majeure partie de l'OTA présente à l'origine dans les fèves de cacao se trouve dans la fraction de la coque. Par conséquent, la transformation industrielle pour l'élimination des coques de cacao, ainsi que de l'épisperme ou tégument séché de la graine de cacao avant et après la torréfaction peut réduire les niveaux d'OTA de façon significative.

4. PRATIQUES RECOMMANDEES

4.1 Pré-récolte

15. La pulpe et les fèves de cacao sont microbiologiquement stériles par rapport aux champignons producteurs d'OTA tant qu'elles sont à l'intérieur de la cosse de cacao saine. La contamination par les spores des champignons producteurs d'OTA a lieu pendant le processus d'ouverture de la cosse de cacao et les processus suivants.
16. Par conséquent, la plantation de cacaoyers doit être correctement entretenue pour que le niveau d'infestation par les moisissures soit aussi bas que possible, pour éviter l'inoculation par les spores fongiques productrices d'OTA durant l'ouverture de la cosse de cacao.

17. Les pratiques recommandées pour réduire le développement et la charge des spores fongiques producteurs d'OTA sur les fèves de cacao sont:
- a) Maintenir les plants de cacao en bonne santé, à travers l'emploi approprié des bonnes pratiques agricoles (BPA) comme le désherbage, l'amélioration de la texture du sol, la prévention de l'érosion du sol, l'émondage, la fertilisation, le contrôle des insectes et des maladies, et l'irrigation. Concernant l'établissement de nouvelles plantations de cacao, les cacaoyers doivent être plantés dans des conditions de sol, de répartition et de densité les mieux appropriées pour garantir une gestion aisée des plantations.
 - b) Ne pas utiliser l'irrigation aérienne durant la floraison et la période de développement du fruit. Ceci pourrait augmenter les taux habituels de dispersion des spores et augmenter les risques d'infection des fèves par les producteurs d'OTA.
 - c) Éviter l'élimination des déchets organiques non compostés issus du cacao ou toute autre source dans ou autour de la plantation. Les graines de cacao et les matières associées à la graine telles que la poussière, la terre, et d'autres graines peuvent favoriser la prolifération des champignons producteurs d'OTA.

4.2 Récolte

18. Les fruits du cacao doivent être récoltés dès qu'ils sont mûrs. La récolte doit être effectuée chaque semaine durant la pleine saison et toutes les deux semaines hors pleine saison. De même, il est important de faire une inspection hebdomadaire de désinfection de la plantation afin d'éliminer les fruits malades à l'aide d'une machette, d'un *bolo* ou crochet spécial pour cacaoyer, utilisé uniquement à cet effet. Séparer les cosses malades des cosses saines directement dans le champ pour éviter la contamination durant le transport et l'entreposage.
19. Éliminer les fruits momifiés parce qu'ils sont probablement infectés.
20. Éviter de récolter les fruits non mûrs. Les fruits du cacao non mûrs ont une pulpe solide, sans mucilage, ils sont donc difficiles à séparer de la cosse, ils ne fermentent pas correctement et peuvent donner des fèves ardoisées.
21. Le récolteur doit éviter de faire des coupures/entailles inutiles dans les cosses de cacao afin de prévenir l'inoculation et le développement des champignons producteurs d'OTA dans les entailles de la cosse.
22. La récolte doit être effectuée à l'aide de techniques et d'outils spécifiques. Les outils et les corbeilles utilisés pour transporter les fruits doivent être propres et les outils aiguisés régulièrement.

4.3 Entreposage et ouverture des cosses

23. Une fois qu'une quantité suffisamment importante de fruits a été récoltée, les cosses doivent être ouvertes, manuellement (en utilisant des bâtons en bois ou des machettes) ou mécaniquement (en utilisant des machines pour casser les cosses de cacao) et les fèves extraites. Il convient de prendre soin de ne pas endommager les graines pendant le broyage des cosses. Il est recommandé d'ouvrir les fruits aussi vite que possible ou dans les sept jours après la récolte afin d'éviter la prolifération fongique. Les outils utilisés pour ouvrir les cosses de cacao doivent être nettoyés et aiguisés régulièrement selon le besoin. Un degré approprié d'hygiène personnelle doit être maintenu par le personnel durant le retrait manuel des graines.
24. Les fruits meurtris ou endommagés ne doivent pas être entreposés plus d'une journée avant l'ouverture et la fermentation.

25. Durant le processus d'ouverture, toute partie défectueuse de la cosse de cacao, les fèves moisies, les fèves malades et les fèves endommagées doivent être retirées et éliminées de façon appropriée. Les fèves de bonne qualité doivent être placées dans un conteneur adapté pour le transport. Le transport des fèves fraîches/humides entre le site d'ouverture des cosses et l'installation de fermentation à la ferme doit être effectué dans des conditions qui empêcheront la contamination, par exemple les fèves qui ont débordé doivent être exemptes de terre avant d'être soumises à la fermentation.

4.4 Fermentation des fèves de cacao

26. Les fèves de cacao avec la pulpe doivent être placées dans des conteneurs, corbeilles, plateaux ou plateformes appropriés, secs et raisonnablement propres, pour la fermentation. Il conviendrait de veiller à ce que les fèves de cacao n'entrent pas en contact avec l'eau durant la fermentation.
27. La masse mucilagineuse doit être retournée fréquemment afin d'assurer une chaleur uniforme dans les tas, permettre l'aération, briser les mottes et prévenir la prolifération fongique. La fréquence dépend de la méthode de fermentation.
28. La durée de la fermentation est généralement de quatre à sept jours, selon la méthode de fermentation. Il est cependant recommandé d'éviter que la fermentation dépasse les sept jours car cela pourrait entraîner la prolifération fongique et la germination de la graine.
29. Les outils (palette et pelle utilisées pour le brassage manuel) ainsi que l'équipement utilisé durant la fermentation doivent être nettoyés régulièrement. Les matériaux organiques utilisés pour la fermentation doivent être éliminés le cas échéant lorsqu'approprié.
30. La fermentation est recommandée pour éviter la croissance fongique ochratoxigène et la production d'ochratoxine A parce que l'acide acétique, lactique et citrique produit par les bactéries durant la fermentation peut concurrencer et limiter ces espèces fongiques indésirables. La recherche a montré que la fermentation qui a lieu pendant le séchage sur un paillason de séchage; et le cacao partiellement déulpé également fermenté directement sur le paillason de séchage peuvent augmenter la production d'OTA dans les fèves de cacao.

4.5 Processus de séchage

31. Après la fermentation, les fèves de cacao doivent être retirées et immédiatement étalées sur des surfaces appropriées pour sécher, de préférence sous ensoleillement direct. Si le séchage n'est pas commencé immédiatement, les fèves de cacao continueront de fermenter et de surfermenter, conduisant à la perte de l'arôme du cacao.
32. Le processus de séchage pourrait être effectué sous ensoleillement direct ou par séchage artificiel ou une combinaison des deux. La teneur en humidité de moins de 8% dans les fèves de cacao est considérée comme optimale pour éviter la croissance des microorganismes et pour l'entreposage adéquat.
33. L'ère de séchage doit être située loin des sources de contaminants et doit bénéficier d'une exposition au soleil et d'une circulation de l'air maximale pendant une grande partie de la journée pour accélérer le processus de séchage des fèves de cacao. Les zones ombragées doivent être évitées.
34. Dans les régions pluvieuses ou humides, les fèves de cacao doivent être couvertes et re-étalées une fois que la surface de séchage a séché. S'assurer que la surface de séchage est propre et située loin des sources de contaminants.
35. La couche de séchage des fèves de cacao ne doit pas dépasser 6 cm d'épaisseur ce qui correspond à 40 kg de fèves de cacao humides par mètre carré de l'ère de séchage pour éviter un séchage lent ou inadéquat qui peut conduire à la formation de moisissures.

36. Les fèves doivent être retournées plusieurs fois par jour pour garantir un séchage uniforme des fèves. Ratisser la couche de fèves de cacao fréquemment durant la journée afin d'obtenir un séchage plus rapide et de réduire le risque de croissance fongique (cinq-dix fois par jour).
37. Protéger les fèves de cacao de la pluie et rosée durant le séchage. Les fèves de cacao doivent être entassées et couvertes durant la nuit ou par temps pluvieux afin d'éviter la ré-humidification.
38. Ne pas mélanger les fèves de cacao aux différentes étapes du séchage. Utiliser des méthodes d'identification spécifiques pour distinguer et identifier chaque étape du séchage.
39. Le remouillage des fèves de cacao doit être évité parce que les fèves de cacao dont la teneur en humidité est supérieure à 8% peuvent favoriser la croissance du mycélium et la possibilité de production d'OTA. La fève de cacao moisie doit être éliminée.
40. Protéger les fèves de cacao des animaux domestiques durant le séchage car ils peuvent être une source de contamination biologique.
41. Le matériel de séchage et les outils doivent être régulièrement nettoyés.

4.6 Entreposage, transport et commerce des fèves de cacao séchées

42. Avant l'entreposage, les fèves de cacao séchées doivent être triées pour éliminer les fèves plates, ratatinées, noires, moisies, petites et /ou accolées, les fèves germées, les fèves endommagées par les insectes, etc.
43. S'assurer que les installations et le matériel qui sont utilisés dans le processus de triage sont régulièrement inspectés, entretenus et nettoyés afin d'éviter les dommages physiques des fèves de cacao qui les rendent plus susceptibles à la contamination et à la détérioration et pour prévenir l'introduction d'une nouvelle contamination et de matériaux indésirables. Un degré approprié d'hygiène personnelle doit être maintenu par l'ensemble du personnel.
44. Les fèves de cacao séchées qui devront être entreposées doivent être identifiées correctement par lots, au niveau de la ferme ou dans les entrepôts à l'extérieur de la ferme, en vrac ou dans des sacs propres dans des conditions d'entreposage appropriées tel que cela est décrit dans le paragraphe 43. Les sacs utilisés pour l'entreposage et le transport des fèves de cacao doivent être exempts de substances nocives telles que les huiles minérales.
45. Les fèves de cacao doivent être emballées dans des sacs propres qui sont suffisamment solides et correctement cousus ou fermés pour résister au transport et à l'entreposage et qui sont adaptés au contact avec les aliments et protègent contre l'infestation par les animaux nuisibles.
46. Les fèves de cacao emballées doivent être placées dans des entrepôts ou des hangars d'entreposage qui sont imperméables, bien aérés, propres, exempts d'humidité et d'animaux nuisibles et loin de la fumée et autres matériaux odoriférants qui pourraient contaminer le cacao.
 - a) L'agencement et la structure des entrepôts ou des hangars d'entreposage doivent être adéquats pour maintenir la sécheresse et l'uniformité des fèves de cacao séchées entreposées.
 - b) Les sacs de cacao doivent être placés sur des palettes et loin des murs pour permettre une bonne circulation de l'air.
 - c) Les fèves de cacao entreposées ne doivent pas être exposées à l'ensoleillement direct ni entreposées à proximité de sources de chaleur afin d'éviter la possibilité d'écarts de température et la migration de l'eau.

- d) Des programmes de nettoyage et d'entretien doivent être mis en œuvre et les installations d'entreposage doivent être périodiquement inspectées et réparées.
- 47. Pendant tout le processus, les fèves de cacao doivent également être protégées du remouillage, de la dégradation et de la contamination croisée. Dans des conditions d'entreposage à long terme, l'humidité doit être maintenue à moins de 70% RH. Des installations d'entreposage appropriées doivent être associées à l'application de bonnes pratiques d'entreposage et d'un contrôle régulier pour prévenir ou réduire la formation des moisissures.
- 48. La teneur en humidité des fèves de cacao entreposées doivent être contrôlées périodiquement et maintenue en dessous de 8%.
- 49. Toute infestation doit être traitée à l'aide de méthodes de fumigation adéquates et approuvées. La documentation qui accompagne la cargaison doit indiquer en termes clairs et précis les fumigants et les quantités qui ont été utilisées.
- 50. Depuis les zones de production, le cacao peut être transporté par différents moyens aux points de commercialisation. La principale préoccupation ici est d'éviter le remouillage des fèves de cacao suite aux changements climatiques possibles entre les différentes régions et de prendre les mesures de contrôle nécessaires.
- 51. Le transport des fèves de cacao requiert également l'adoption de pratiques pour éviter le remouillage afin de maintenir la température aussi uniforme que possible et afin de prévenir la contamination par d'autres matériaux. Les exigences principales ici sont:
 - a) Couvrir les zones de chargement et de déchargement des fèves de cacao afin de les protéger de la pluie.
 - b) Avant de recevoir une nouvelle cargaison, nettoyer les résidus de la cargaison précédente dans les véhicules.
 - c) Contrôler le sol, les murs latéraux et le plafond (pour les véhicules fermés) des véhicules pour identifier les points où les fumées d'échappement ou l'eau de pluie peuvent pénétrer dans la cargaison de cacao. Les bâches et la toile plastique utilisées pour couvrir la cargaison doivent être contrôlées régulièrement pour assurer qu'elles sont propres et sans trous. Les véhicules doivent également être régulièrement entretenus et doivent être maintenus en bon état.
 - d) Sélectionner des fournisseurs de service de transport fiables qui adoptent les bonnes pratiques de transport recommandées.

4.7 Chargement et transport par bateau

- 52. Les fèves de cacao sont transportées des pays producteurs aux pays consommateurs dans des sacs ou en vrac, généralement dans des conteneurs de 15 à 25 tonnes de capacité. Les fluctuations de température pendant la durée du transport peuvent provoquer la condensation de l'eau restante (présentes aussi dans les fèves bien séchées) et le remouillage local. La redistribution de l'eau peut engendrer la croissance fongique avec la possibilité de production d'OTA. Les pratiques recommandées durant le transport dans le port sont:
 - a) Recouvrir le chargement de cacao et les zones de déchargement pour les protéger de la pluie.
 - b) Contrôler les lots de cacao pour s'assurer qu'ils sont uniformément secs et ont une teneur en humidité en dessous de 8%, exempts de matières étrangères et conformes aux niveaux de défauts établis.

- c) Contrôler les conteneurs avant le chargement pour s'assurer qu'ils sont propres, secs et sans dommage structurel qui pourrait laisser entrer l'eau dans le conteneur.
- d) Les sacs doivent être bien empilés et entrecroisés pour un support mutuel afin d'éviter la formation de colonnes verticales vides (cheminées). La couche supérieure et les côtés des sacs doivent être couverts à l'aide de matériaux qui peuvent absorber l'eau condensée comme du gel de silice ou du carton pour protéger contre la croissance fongique qui pourraient entraîner la production d'OTA. Pour le cacao en vrac, une doublure en plastique adhésive (par exemple un grand sac qui permet l'aération) est souhaitable et devra être placée loin du toit du conteneur.
- e) Choisir un endroit approprié, pas directement exposé aux éléments extérieurs à bord du bateau pour entreposer le cacao afin de réduire la possibilité des situations indésirables mentionnées qui peuvent provoquer la contamination par l'OTA.
- f) S'assurer que les bouches d'aération dans les conteneurs sont sans obstruction.
- g) Éviter l'arrimage non protégé sur le pont (couche de surface) et placer loin des chaudières et des citernes ou cloisons chauffées.
- h) La teneur en humidité ne doit pas dépasser 8% à aucun moment, depuis l'endroit où les fèves de cacao quittent la zone de chargement jusqu'au point auquel le cacao est déchargé, entreposé et/ou soumis à d'autres processus de transformation comme la torréfaction.

53. Le diagramme complet de la chaîne de valeur du cacao est montré en figure 2.

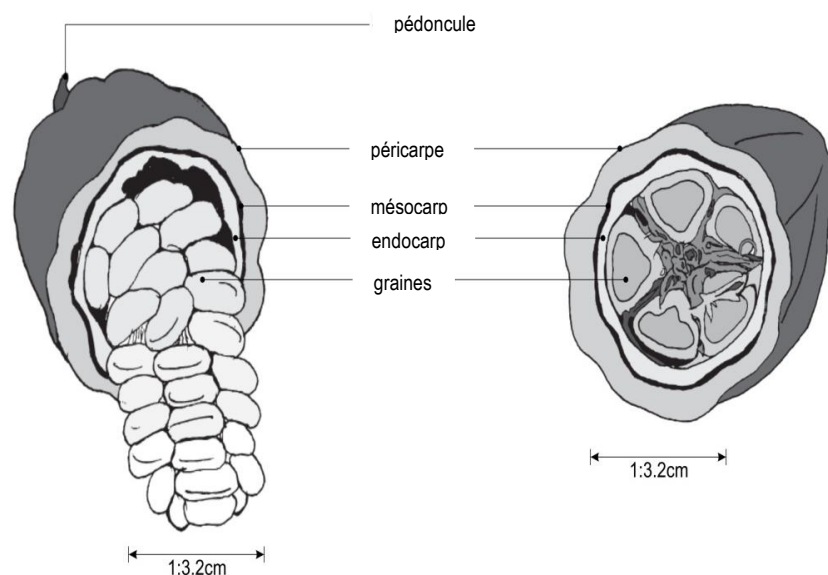


Figure 1a: Coupes longitudinale et transversale de la cosse de cacao
Échelle: 1:3,2 cm

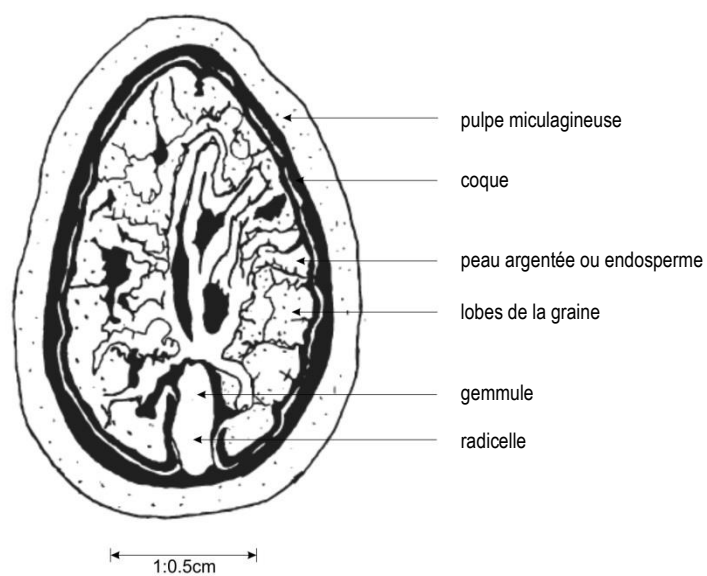


Figure 1b: Coupe longitudinale de la graine de cacao
Échelle: 1:0,5 cm

Figure 2: CHAÎNE DE VALEUR DU CACAO