



GUIDE POUR L'ÉVALUATION DE LA

# Qualité et de la Saveur du Cacao



**mocca** | Maximizing Opportunities  
in Coffee and Cacao in the Americas



**Citation :** Cacao d'Excellence. 2024. Guide pour l'Évaluation de la Qualité et de la Saveur du Cacao. Compilé par le programme Cacao d'Excellence de l'Alliance de Bioversity International et du CIAT, en collaboration avec les membres du Groupe de Travail sur l'Élaboration des Normes internationales pour l'Évaluation de la Qualité et de la Saveur du Cacao (ISCQF). Bioversity International. 216 pages.

ISBN 978-92-9255-313-5 Édition imprimée

ISBN 978-92-9255-314-2 Édition numérique

Compilateurs et éditeurs

**Brigitte Laliberté, Dolores Alvarado, Nadia Villaseñor ( Alliance de Bioversity International et du CIAT) et Sara Fusi (RB-ELLI)**

Traducteurs pour la version française

**Marc Gilot et Karine Chevalier-Watts de KLAS Languages**

Directeur de la création, de la mise en page et de la conception

**Daniel Gutiérrez ( Alliance de Bioversity International et du CIAT, Unité de communication)**

Photo de couverture

**CIAT/Neil Palmer**

Copyright : Bioversity International 2024. Certains droits sont réservés.

Ce travail est soumis à une licence internationale Creative Commons Attribution Non Commerciale 4.0 (CC-BY-NC).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Première version en janvier 2024, mise à jour en mars 2024.



GUIDE POUR L'ÉVALUATION DE LA

# Qualité et de la Saveur du Cacao

**mocca** | Maximizing Opportunities  
in Coffee and Cacao in the Americas







**Renforcer la  
capacité d'action  
d'une nouvelle  
génération de  
producteurs de  
cacao d'excellence**

# Avant-propos

Le marché mondial du cacao a connu une croissance et une diversification remarquables au cours de ces dernières années, avec une demande croissante de cacao de qualité supérieure. Cependant, le secteur du cacao est depuis longtemps confronté à des défis importants en raison de l'absence de standards convenus pour évaluer la qualité du cacao et d'un langage commun pour décrire la diversité des saveurs du cacao. Ces lacunes entravent une communication efficace entre les producteurs et les acheteurs, ce qui affecte particulièrement les agriculteurs des pays en développement qui s'efforcent de vendre un cacao de qualité supérieure méritant des prix plus élevés. Pour résoudre ces problèmes et répondre à l'évolution des besoins des consommateurs, il est essentiel d'établir des méthodes crédibles, fiables et standardisées d'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao.

Ce Guide comprend des protocoles et des procédures détaillés pour évaluer le cacao sous différentes formes, telles que la poudre de cacao non torréfié, la masse de cacao et le chocolat. Ces méthodologies ont été élaborées sur plusieurs années par un groupe d'experts diversifié, permettant des évaluations objectives de la qualité et de la saveur du cacao. Il fournit un langage universel pour décrire les attributs du cacao, pour une compréhension partagée par les professionnels du cacao du monde entier. Ce guide constitue une ressource complète pour les personnes, les associations et les organisations intéressées par le renforcement des capacités au niveau international, dans le but de mettre en place des installations d'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao et des panels d'évaluation sensorielle.

L'élaboration de ce Guide est une entreprise collective qui s'est étalée sur plusieurs années et qui s'appuie sur l'expertise des parties prenantes de l'ensemble du secteur du cacao. Elle a débuté en septembre 2015 avec la formation d'un groupe de travail informel, coordonné par Cacao d'Excellence chargé d'étudier l'établissement de standards internationaux pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao. Le groupe a procédé à un examen approfondi des standards existants pour le cacao, le café, l'huile d'olive et le vin. En 2016, une première proposition de norme harmonisée pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao a été élaborée, sous la direction du Dr Darin Sukha du Centre de recherche sur le cacao de l'Université des Indes occidentales (Cocoa Research Centre of the University of West Indies) à Trinité-et-Tobago (CRC). En 2017 et 2018, des protocoles individuels ont été élaborés sur la base de cette proposition et ont fait l'objet d'un examen approfondi par les membres du groupe de travail et diverses parties prenantes du secteur du cacao. Entre 2018 et 2022, un processus externe méticuleux d'examen et de perfectionnement a impliqué plus de 100 personnes de plus de 30 pays, aboutissant au présent Guide. Au 30 juin 2023, plus de 1 500 personnes de 105 pays avaient téléchargé les protocoles.

Ce Guide présente les ajustements et les innovations essentiels en matière de transformation des fèves de cacao élaborés au cours de chaque édition du prix Cacao d'Excellence depuis 2009 par Ed Seguire, de Seguire Cacao Cocoa and Chocolate Advisors et Guittard Chocolate, président du comité technique, ainsi que par ses membres.

Les producteurs, les acheteurs, les négociants, les fabricants, les chercheurs et les experts en développement des secteurs public et privé ont apporté leurs connaissances et leur expérience pour garantir la pertinence et l'applicabilité de ces protocoles. Leur contribution collective a fait de ce Guide un manuel de référence précieux pour toutes les parties prenantes de la chaîne de valeur du cacao.

Ces protocoles sont mis en œuvre dans plusieurs pays et organisations, ce qui ouvre la voie à une utilisation mondiale. Nous envisageons que ce Guide devienne la ressource de référence pour les évaluations de la qualité et de la saveur, les programmes de formation et l'établissement de standards nationaux pour la qualité et la saveur du cacao, avec des laboratoires et des panels d'évaluation sensorielle. Ce Guide a pour but de permettre aux producteurs de mieux comprendre la qualité de leur cacao, de se mettre en relation avec des marchés de plus grande valeur et de recevoir un retour d'information objectif pour améliorer les processus antérieurs et postérieurs à la récolte.

Nous exprimons notre profonde gratitude à toutes les personnes et aux organisations qui ont consacré leur temps et leur expertise à la réalisation de ce Guide. Nous espérons que son adoption généralisée élèvera l'ensemble du secteur du cacao, améliorera la compréhension des attributs uniques du cacao et, en fin de compte, garantira que les producteurs de cacao exceptionnel reçoivent la reconnaissance qu'ils méritent, ce qui se traduira par une augmentation de la valeur et des revenus pour des moyens de subsistance durables. Cela permettra aux consommateurs du monde entier de savourer les produits de cacao les plus fins et les plus caractéristiques.

Ensemble, continuons à cultiver l'excellence dans l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao.

### **Brigitte Laliberté**

Conseillère stratégique, Programme Cacao d'Excellence

### **Dolores Alvarado**

Technologue alimentaire et chef intérimaire du laboratoire de R&D Cacao d'Excellence



# Clause de non-responsabilité

Les protocoles relatifs à l'évaluation physique des fèves de cacao, au traitement des échantillons et à l'évaluation sensorielle de la masse de cacao et du chocolat ont été élaborés sur plusieurs années par Ed Seguire, de Seguire Cacao Cocoa and Chocolate Advisors, et Guittard Chocolate. Darin Sukha du Centre de Recherche sur le Cacao de l'Université des Indes Occidentales (CRC) et Edward Seguire ont codéveloppé le protocole d'évaluation sensorielle de la masse de cacao et du chocolat. Ces protocoles sont mis en œuvre par le programme Cacao d'Excellence depuis 2009.

Le contenu du protocole sur l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de poudre de cacao non torréfié (section 17) a été élaboré par l'Institut du Cacao et du Chocolat fins (FCCI) [Fine Cacao and Chocolate Institute] et revu par les membres du Groupe de Travail de l'ISCQF.

Depuis 2017, l'élaboration de tous les protocoles est le fruit d'une étroite collaboration avec un large éventail de parties prenantes et d'experts en évaluation sensorielle. Les premières versions publiques de neuf protocoles ont été publiées entre 2019 et 2021, dans le cadre des Standards Internationaux pour l'Évaluation de la Qualité et de la Saveur du Cacao (ISCQF, International Standards for the Assessment of Cocoa Quality and Flavour) et examinées par les membres du groupe de travail sur l'ISCQF.

Au cours de l'élaboration de ce Guide, les premières versions publiques ont fait l'objet d'un grand nombre de commentaires de la part de nombreux évaluateurs représentant diverses organisations et divers pays. Une vaste période de consultation publique a eu lieu entre 2019 et 2022 afin de recueillir des commentaires et des opinions. Tous les commentaires reçus ont été soigneusement évalués et intégrés dans la version finale, le cas échéant. Les points de vue contradictoires ont été abordés dans le cadre de discussions avec des experts du secteur.

Ce Guide contient des suggestions de marques et de modèles à titre d'information uniquement, sans aucune visée commerciale. Il est important de faire preuve de prudence et de respecter les mesures de sécurité appropriées lors de l'utilisation des outils et équipements mentionnés. Il est conseillé aux utilisateurs de consulter les manuels d'utilisation spécifiques de chaque article pour obtenir des instructions détaillées.



# Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux membres du groupe de travail sur les Standards Internationaux pour l'Évaluation de la Qualité et de la Saveur du Cacao (ISCQF, International Standards for the Assessment of Cocoa Quality and Flavour), coordonné par l'Alliance de Bioversity International et du CIAT, ainsi qu'à Cacao d'Excellence, pour leurs conseils et leur soutien dans l'élaboration de ce document. La compilation des protocoles présentés dans ce Guide est le résultat de consultations approfondies et de nombreuses contributions d'experts, ainsi que d'un large examen public.

Nous remercions tout particulièrement Ed Seguire, de Seguire Cacao Cocoa et Chocolate Advisors, président du Comité Technique de Cacao d'Excellence, et consultant auprès de Guittard Chocolate pour ses contributions significatives au secteur du cacao et aux protocoles et procédures de Cacao d'Excellence depuis sa création en 2009, qui constituent l'épine dorsale de ce Guide. En outre, nous exprimons notre appréciation et notre gratitude au Dr Darin Sukha du Centre de recherche sur le cacao de l'Université des Indes occidentales (CRC) pour avoir réalisé un premier examen complet des standards existants dans le domaine du cacao et d'autres produits de base tels que le café, l'huile d'olive et le vin. Le travail du Dr Sukha a abouti à l'élaboration de la première proposition intitulée « Éléments de Standard International Harmonisé pour l'Évaluation de la Qualité et de la Saveur du Cacao » en 2016.

Nous remercions sincèrement les organisations suivantes pour leur soutien financier :

- Le programme Cacao d'Excellence d'Alliance de Bioversity International et du CIAT et tous ses partenaires, sponsors et contributeurs depuis sa création en 2009.
- Le projet MOCCA (Maximizing Opportunities in Coffee and Cacao in the Americas), Maximiser les opportunités dans le secteur du café et du cacao dans les Amériques, financé par le ministère américain de l'Agriculture (USDA) et mis en œuvre par un consortium dirigé par TechnoServe, avec des activités liées au cacao dirigées par Lutheran World Relief (LWR) de Corus International et des composantes sur la recherche sur le cacao et les standards de qualité dirigées par Cacao d'Excellence d'Alliance de Bioversity International et du CIAT, d'avril 2019 à juin 2023.
- Programme de Recherche et d'Échange Scientifique de l'Université d'État de Pennsylvanie (Penn State), pour soutenir le développement du cacao à saveur fine en Amérique latine et dans les Caraïbes (LAC), financé par l'USDA et mis en œuvre de juillet 2018 à mai 2019.
- Le projet MOCA (Maximizing Opportunities for Cacao Activity), Maximiser les Opportunités dans le Secteur du Cacao, financé par l'USDA et mis en œuvre par Cultivating New Frontiers in Agriculture (CNFA) [Cultiver de nouvelles frontières dans l'agriculture], pour son aide à la traduction en français d'une sélection de premières ébauches de protocoles en 2020.
- European Cocoa Association (ECA), l'Association of Chocolate, Biscuit and Confectionery Industries of Europe (CAOBISCO), et la Federation of Cocoa Commerce London (FCC) pour leur soutien financier au programme Cacao d'Excellence en 2016–2017, contribuant ainsi à ce processus.

Nous remercions les organisations suivantes, qui ont participé au groupe de travail sur l'ISCQF, pour leurs précieuses contributions en nature :

- Alliance de Bioversity International et du CIAT et son programme Cacao d'Excellence.
- Asociación Mesoamericana del Cacao y Chocolate Finos (AMACACAO).
- Barry Callebaut.
- Centre for the Promotion of Imports from developing countries (CBI) [Centre pour la Promotion des Importations en Provenance des Pays en Développement].
- Cocoa Research Centre of the University of the West Indies (CRC) [Centre de Recherche sur le cacao de l'Université des Indes Occidentales].
- ECOM Trading.
- Fine Cacao and Chocolate Institute (FCCI) [Institut du Cacao et du Chocolat Fins].
- Fine Chocolate Industry Association (FCIA) [Association de l'industrie du chocolat fin].
- Guittard Chocolate Company.
- Organisation internationale du cacao (ICCO).
- International Institute for Cacao and Chocolate Tasting (IICCT) [Institut international de dégustation du chocolat et du cacao].
- Lutheran World Relief (LWR).
- Puratos/Belcolade.
- Seguire Cacao Cocoa and Chocolate Advisors.
- TCHO Chocolate.
- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- USAID–Equal Exchange–TCHO Cooperative Development Programme (CDP) [Programme de Développement Coopératif USAID–Equal Exchange–TCHO].
- Chocolat Valrhona.
- World Cocoa Foundation (WCF) [Fondation Mondiale du Cacao].

Nous tenons à remercier les organisations suivantes pour leur soutien financier lors des consultations et des réunions de consultation entre 2017-2020 :

- Alliance de Bioversity International et du CIAT et son programme Cacao d'Excellence.
- Asociación Mesoamericana de Cacao y Chocolate Finos (AMACACAO).
- Catholic Relief Services.
- Programme de Recherche du CGIAR sur les Forêts, les Arbres et l'Agroforesterie.
- Christian Aid.
- Corus International Lutheran World Relief et son projet Cacao Móvil, soutenu par le Département d'État des États-Unis et la Direction du développement et de la coopération de la Suisse.
- Event International et Salon du Chocolat.
- Projet de Penn State financé par l'USDA.

Nous remercions également les personnes suivantes qui ont apporté un soutien inestimable à la relecture et à l'édition des versions anglaise, espagnole et française des premiers projets de protocoles publics : Dolores Alvarado, Brigitte Laliberté, Olga Spellman, Silvia Araujo de Lima, de l'Alliance de Bioversity International et du CIAT, et Pierre Costet de Chocolat Valrhona.

Ce guide a été révisé en anglais par Nadia Villaseñor, spécialiste en communication du programme Cacao d'excellence, et Sara Fusi de RB-ELLI. Le contenu a été traduit en espagnol par Karen Amaya Vecht, en italien par Silvia Brizi Mariotti, consultants de l'Alliance de Bioversity International et du CIAT, et en français par Marc Gilot et Karine Chevalier-Watts de KLAS Languages. La version française a été revue par Brigitte Laliberté. La version italienne a été revue par Andrea Mecozzi, Cacao Solution, Italie.

La conception et la mise en page de la version originale en anglais ont été créées et traduites en italien par Daniel Gutiérrez, Senior Graphic Designer de l'équipe Communication de l'Alliance of Bioversity International et du CIAT. Les éléments graphiques ont été traduits en espagnol et en français par Lorena García, consultante de l'Alliance de Bioversity International et du CIAT.

Enfin, nous remercions les nombreux contributeurs qui ont participé au processus de consultation et apporté leur contribution précieuse aux protocoles (pour une liste complète des contributeurs, consulter la section intitulée « Contributeurs »).

# À propos d'Alliance de Bioversity International et du CIAT

L'Alliance de Bioversity International et le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT) proposent des solutions fondées sur la recherche qui répondent aux crises mondiales de la malnutrition, du changement climatique, de la perte de biodiversité et de la dégradation de l'environnement. L'Alliance se concentre sur le lien entre l'agriculture, la nutrition et l'environnement. Nous travaillons avec des partenaires locaux, nationaux et multinationaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes, ainsi qu'avec les secteurs public et privé et la société civile. Grâce à des partenariats novateurs, l'Alliance génère des données probantes et diffuse des innovations pour transformer les systèmes alimentaires et les paysages afin qu'ils soutiennent la planète, favorisent la prospérité et nourrissent les populations dans un contexte de crise climatique. L'Alliance fait partie du CGIAR, un partenariat mondial de recherche pour un avenir sûr sur le plan alimentaire, qui se consacre à la transformation des systèmes alimentaires, des terres et de l'eau dans un contexte de crise climatique.

[alliancebioiversityciat.org](http://alliancebioiversityciat.org)

[cgiar.org](http://cgiar.org)

# À propos de Cacao d'Excellence

Cacao d'Excellence, dirigé par l'Alliance de Bioversity International et du Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT) du CGIAR, est une plateforme mondiale unique qui découvre, rassemble, promeut et récompense les producteurs de cacao d'excellence de toutes origines, en mettant l'accent sur la qualité supérieure du cacao et la diversité des saveurs. Depuis 2009, la plateforme organise les prestigieux prix Cacao d'Excellence, qui célèbrent le travail des producteurs de cacao et mettent en valeur des saveurs exceptionnelles dans le monde entier. La vision de Cacao d'Excellence est de favoriser l'expansion du cacao de qualité supérieure, en veillant à ce que davantage de producteurs prospèrent et à ce que les systèmes agricoles résilients en bénéficient. En reconnaissant, en préservant et en valorisant la qualité du cacao et la diversité des saveurs tout au long de la chaîne de valeur, Cacao d'Excellence améliore les moyens de subsistance des petits producteurs et favorise la durabilité de la chaîne d'approvisionnement en cacao, en encourageant des communautés prospères, résilientes et saines, depuis l'origine jusqu'au consommateur. Ses cinq piliers stratégiques sont les suivants (1) Promotion mondiale commune des origines du cacao par le biais des Prix, (2) développement et adoption d'innovations fondées sur des données, (3) sauvegarde de la diversité génétique du cacao, (4) développement de la capacité à adopter des innovations génératrices de valeur et (5) une communauté d'excellence.

[cacaoofexcellence.org](http://cacaoofexcellence.org)

# À propos de MOCCA

MOCCA (Maximizing Opportunities in Coffee and Cacao in the Americas), Maximiser les opportunités dans le secteur du café et du cacao dans les Amériques, est un consortium dirigé par Technoserve, Lutheran World Relief et World Coffee Research, avec des partenaires de mise en œuvre tels que l'Alliance de Bioversity et du CIAT, qui facilite une série d'avantages pour les producteurs de café et de cacao, notamment : la possibilité d'intégrer des modèles commerciaux de plus grande valeur, l'assistance technique, l'accès à du matériel végétal de meilleure qualité, l'accès aux résultats de la recherche et la possibilité de participer à des modèles de financement catalytiques. MOCCA est principalement financé par le ministère de l'Agriculture des États-Unis dans le cadre de son programme Alimentation pour le progrès, qui vise à augmenter la productivité et le commerce agricoles. Les autres bailleurs de fonds de MOCCA sont les suivants : The J.M. Smucker Company, JDE, Peets, Keurig-Dr. Pepper, Nespresso, Olam et Kellogg's Company.

[mocca.org](http://mocca.org)

# À propos de l'USDA

Le Ministère de l'Agriculture des États-Unis (USDA) est le département exécutif fédéral chargé d'élaborer et d'appliquer les lois fédérales relatives à l'agriculture, à la sylviculture, au développement économique rural et à l'alimentation. Son objectif est de répondre aux besoins de l'agriculture commerciale et de la production alimentaire animale, de promouvoir le commerce et la production agricoles, d'assurer la sécurité alimentaire, de protéger les ressources naturelles, d'encourager les communautés rurales et de lutter contre la faim aux États-Unis et dans le monde.

[usda.gov](http://usda.gov)

## Acronymes

<b>Acronyme</b>	<b>Signification de l'acronyme</b>
<b>AFCC</b>	Association Française du Commerce des Cacaos
<b>AMACACAO</b>	Asociación Mesoamericana del Cacao y Chocolate Finos (Association méso-américaine pour le cacao et le chocolat fins)
<b>AMAF</b>	ASEAN Ministers on Agriculture and Forestry (Ministres de l'agriculture et des forêts de l'ANASE)
<b>ARMPC</b>	Analyse des risques et de maîtrise des points critiques (HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points)
<b>ASEAN Stan</b>	Stan Association of Southeast Asian Nations Standards (Association Normes des nations de l'Asie du Sud-Est)
<b>ASTM</b>	ASTM ASTM International (anciennement American Society for Testing and Materials)
<b>CAOBISCO</b>	Association of Chocolate, Biscuit and Confectionery Industries of Europe (Association des industries européennes du chocolat, de la biscuiterie et de la confiserie)
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement supérieur)
<b>CBI</b>	Centre for the Promotion of Imports from developing countries
<b>CDP</b>	Cooperative Development Program (USAID – Equal Exchange – TCHO Cooperative Development Programme) (Programme de développement coopératif (USAID - Equal Exchange - TCHO Cooperative Development Programme))
<b>CGIAR</b>	CGIAR - formerly Consultative Group on International Agricultural Research (anciennement Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale)
<b>CIAT</b>	International Center for Tropical Agriculture (Centre international d'agriculture tropicale)
<b>CMAA</b>	Cocoa Merchants' Association of America (Association des marchands de cacao d'Amérique)
<b>CNFA</b>	Cultivating New Frontiers in Agriculture (Cultiver de nouvelles frontières dans l'agriculture)
<b>C-PET</b>	Polyéthylène téréphtalate cristallisé
<b>CRC</b>	Cocoa Research Centre of the University of the West Indies (Centre de recherche sur le cacao de l'Université des Indes occidentales)
<b>CRIG</b>	Cocoa Research Institute of Ghana (Institut de recherche sur le cacao du Ghana)
<b>CU</b>	Contenu en humidité
<b>DS</b>	Déviation standard
<b>ECA</b>	European Cocoa Association (Association européenne du cacao)
<b>EPI</b>	Équipements de protection individuelle
<b>FAO</b>	l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

## **Acronyme      Signification de l'acronyme**

<b>FCC</b>	Federation of Cocoa Commerce (Fédération du commerce du cacao)
<b>FCCI</b>	Fine Cacao and Chocolate Institute (Institut du cacao et du chocolat fins)
<b>FCIA</b>	Fine Chocolate Industry Association (Association de l'industrie du chocolat fin)
<b>HR</b>	Humidité relative
<b>ICCO</b>	Organisation internationale du cacao
<b>IICCT</b>	International Institute of Chocolate and Cacao Tasting (Institut international du chocolat et dégustation de cacao)
<b>ISCQF</b>	International Standards for the Assessment of Cocoa Quality and Flavour (Standards internationaux pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao)
<b>ISO</b>	International Standards Organisation (Organisation Internationale de Normalisation)
<b>LAC</b>	Latin America and the Caribbean (Amérique latine et Caraïbes)
<b>LWR</b>	Lutheran World Relief
<b>MOCA</b>	Maximizing Opportunities for Cocoa Activity (Maximiser les opportunités pour l'activité cacaoyère)
<b>MOCCA</b>	Maximising Opportunities in Coffee and Cacao in the Americas (Maximiser les opportunités dans le secteur du café et du cacao dans les Amériques)
<b>OMC</b>	Organisation mondiale du commerce
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCC</b>	Point de contrôle critique
<b>PVC</b>	Polychlorure de vinyle
<b>UNALM</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>UNCTAD</b>	United Nations Conference on Trade and Development (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement)
<b>US FDA</b>	Food and Drug Administration (Administration des aliments et des médicaments des États-Unis)
<b>USAID</b>	United States Agency for International Development (Agence des États-Unis pour le développement international)
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture (Département de l'agriculture des États-Unis)
<b>WCF</b>	World Cocoa Foundation (Fondation mondiale du cacao)
<b>ZHAW</b>	Zürich Hochschule für Angewandte Wissenschaften (Université de Zürich pour les sciences appliquées)

# Table des matières

## **6 Avant-propos**

## **8 Avis de non-responsabilité**

## **9 Remerciements**

## **12 À propos de l'Alliance de Bioversity International et du CIAT**

## **12 À propos de Cacao d'Excellence**

## **13 À propos de MOCCA**

## **13 À propos de l'USDA**

## **14 Acronymes**

## **18 Introduction générale**

## **23 Partie A : Considérations générales**

23 Chapitre 1. Introduction

24 Chapitre 2. Paramètres et spécifications clés

25 Chapitre 3. Considérations relatives à la sécurité alimentaire

31 Chapitre 4. Stockage et vieillissement des produits du cacao

33 Chapitre 5. Échantillonnage des fèves de cacao en sacs et en vrac

## **45 Partie B : Évaluation physique**

45 Chapitre 6. Introduction

46 Chapitre 7. Détermination du taux d'humidité

51 Chapitre 8. Évaluation physique des fèves de cacao entières

56 Chapitre 9. Évaluation physique des fèves de cacao coupées

## **63 Partie C : Transformation des échantillons de fèves de cacao**

63 Chapitre 10. Introduction

64 Chapitre 11. Torréfaction des fèves de cacao

71 Chapitre 12. Concassage et vannage des fèves de cacao

77 Chapitre 13. Transformation des grués de cacao en masse

83 Chapitre 14. Transformation de la masse de cacao en chocolat noir

## **93 Partie D : Évaluation sensorielle**

93 Chapitre 15. Introduction

94 Chapitre 16. Lignes directrices générales pour l'évaluation sensorielle

103 Chapitre 17. Évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière

107 Chapitre 18. Évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse de cacao

115 Chapitre 19. Évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de chocolat noir

118 Chapitre 20. Instruments d'évaluation sensorielle



## **136 Annexes**

- 136 Annexe 1. Étapes de la sélection aléatoire de sacs spécifiques dans un lot
- 137 Annexe 2. Diagrammes du processus de la méthode des quartiers
- 138 Annexe 3. Exemple de calcul du taux d'humidité par la méthode de l'étuve
- 140 Annexe 4. Calcul de l'écart-type du nombre de fèves
- 142 Annexe 5. Exemples de fèves entières défectueuses
- 143 Annexe 6. Images de référence des fèves coupées
- 146 Annexe 7. Exemples de guides de couleurs pour la prise de vue
- 147 Annexe 8. Normes relatives aux fèves de cacao par pays et par organisation
- 152 Annexe 9. Ajustement de la durée et de la température de torréfaction en fonction de la taille et de la teneur en eau des fèves de cacao
- 155 Annexe 10. Utilisation d'un micromètre pour mesurer la taille des particules de la masse de cacao
- 159 Annexe 11. Exemples de calcul des ingrédients pour la transformation du chocolat
- 160 Annexe 12. Chauffage et refroidissement du chocolat manuellement pendant le processus de tempérage
- 161 Annexe 13. Résolution des problèmes de tempérage
- 162 Annexe 14. Ensemble des équipements, outils et matériaux

## **190 Liste des tableaux**

## **193 Liste des figures**

## **198 Contributeurs**

## **204 Références**

# Introduction générale



La qualité et la saveur du cacao proviennent de divers facteurs, notamment de la variété de cacao, des pratiques culturelles, des conditions environnementales et des techniques de transformation. Ces interactions sont à l'origine de la diversité des arômes et des saveurs qui caractérisent certains des meilleurs chocolats dans le monde.



Cacao d'Excellence Carte des origines © Bioversity International MMXXIII

Il est surprenant de constater qu'il n'existait pas, jusqu'à présent, de protocoles communément acceptés pour évaluer la qualité et la saveur du cacao. Cette divergence a entravé une communication efficace entre les acheteurs et les producteurs, empêchant les agriculteurs de tirer le meilleur parti des possibilités offertes par un cacao de qualité supérieure.

L'objectif de ce Guide est de modifier cette situation. Il est destiné aux personnes et aux organisations qui souhaitent mettre en place des installations et des panels d'évaluation sensorielle complets et standardisés pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao, sur la base de protocoles internationaux. Ce Guide est le fruit de consultations approfondies avec un large éventail de parties prenantes des secteurs public et privé de la chaîne de valeur du cacao, depuis les agriculteurs, les acheteurs, les négociants et les fabricants jusqu'aux chercheurs universitaires.

Cette publication va cependant au-delà de son rôle de manuel d'instruction. Il s'agit d'une ressource éducative qui permet aux producteurs de cacao de renforcer leur position dans le commerce du cacao, d'élever la qualité de leur production de cacao et d'améliorer leurs moyens de subsistance et leurs revenus. En améliorant la compréhension des saveurs uniques des diverses variétés de cacao, ce Guide favorise une meilleure appréciation et la préservation des types de cacao traditionnels.

Nous espérons que ce Guide deviendra la référence pour toutes les parties prenantes du secteur du cacao afin d'améliorer la qualité du cacao et de contribuer à une communauté cacaoyère plus dynamique et plus équitable.

Conduite par Cacao d'Excellence d'Alliance de Bioversity International et du CIAT, cette initiative a été réalisée en collaboration avec les membres du groupe de travail de l'ISCF. L'objectif de ce groupe était d'examiner les pratiques actuelles et d'explorer l'élaboration de standards internationalement reconnus et harmonisés pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao.

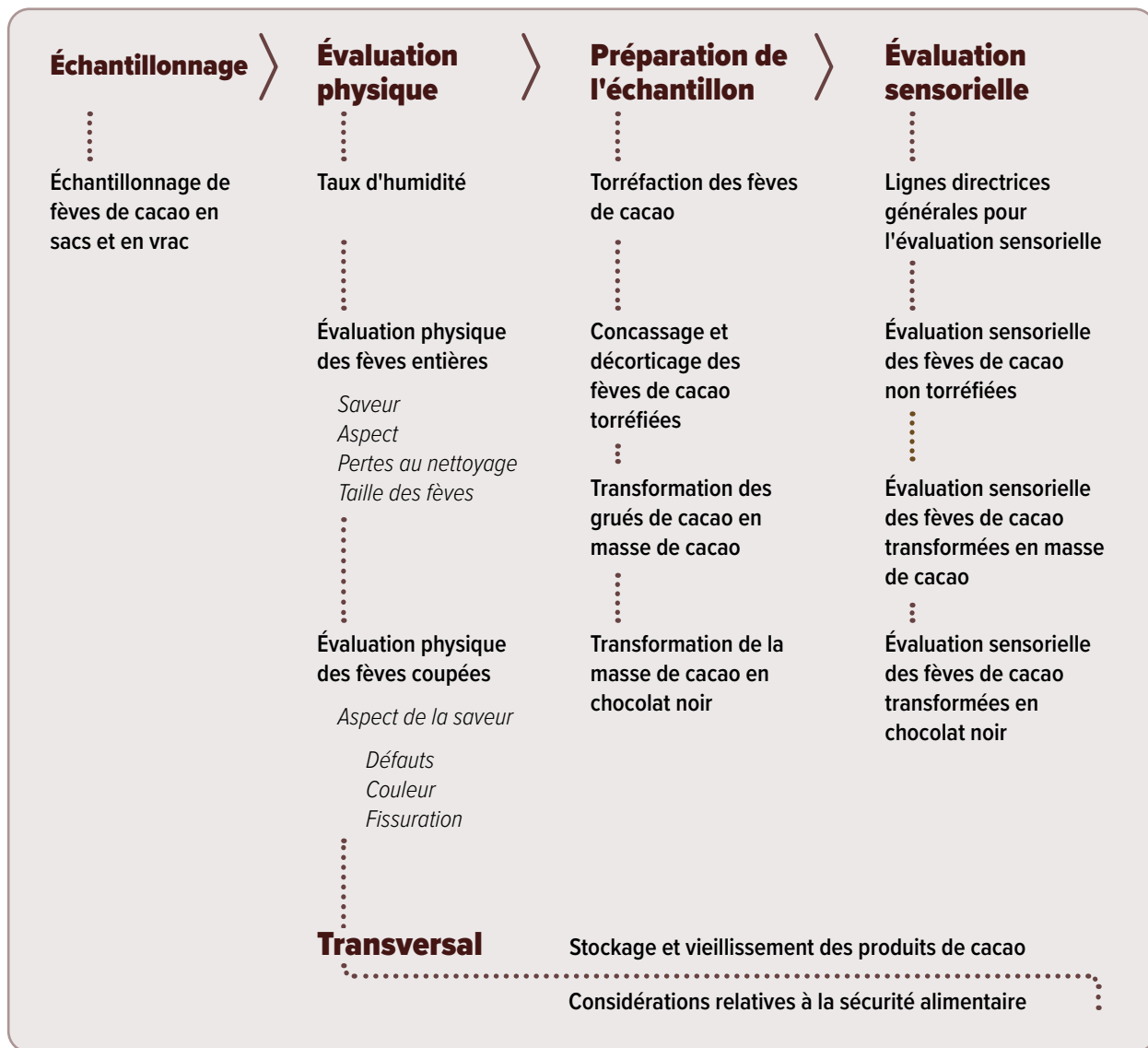
Les objectifs de ce Guide sont les suivants :

- Faciliter la communication et établir des liens entre les producteurs de cacao et les opérateurs de la chaîne d'approvisionnement afin d'améliorer les débouchés commerciaux.
- Promouvoir l'utilisation d'un langage commun et standardisé pour faciliter une communication et une collaboration efficaces entre les laboratoires, les institutions, les entreprises et les plateformes impliquées dans la chaîne de valeur du cacao.
- Renforcer la capacité des origines productrices à identifier, rechercher, valoriser et préserver la qualité et la diversité du cacao.
- Proposer un standard international éventuel pour l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao et servir de référence pour les standards internationaux et nationaux ainsi que pour le matériel de formation.
- Fournir des orientations et une interprétation des standards, des termes et des définitions internationaux existants publiés par des organisations compétentes telles que l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Il convient de noter que ce Guide est conçu comme une norme volontaire et non comme une prescription obligatoire. En outre, les protocoles peuvent être appliqués à tous les types de cacao.

Les éléments essentiels de ce Guide consistent en des protocoles pour les différentes étapes de la transformation du cacao en vue de l'évaluation de la qualité et de la saveur, notamment l'échantillonnage, l'évaluation physique, la préparation de l'échantillon et l'évaluation sensorielle, illustrés à la figure 1.





**Figure 1.** Éléments d'évaluation de la qualité et de la saveur inclus dans ce Guide.



## PARTIE A | CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

### Chapitre 1. **Introduction**

Les considérations fondamentales pour la manipulation, le traitement, l'utilisation et le stockage appropriés des échantillons et des produits de cacao constituent des étapes préliminaires essentielles pour garantir des évaluations fiables de la qualité et de la saveur. Ces étapes sont détaillées et complétées par une description détaillée des considérations en matière de sécurité alimentaire pour garantir que les échantillons sont exempts de contaminants et que les évaluateurs peuvent reconnaître quand les échantillons ont été affectés par des ravageurs ou des maladies.

Cette section résume les paramètres et spécifications clés de tous les protocoles, depuis l'échantillonnage, l'évaluation physique, la transformation en masse de cacao et en chocolat et l'évaluation sensorielle.

Des conseils sont fournis sur le processus de stockage et de vieillissement des fèves de cacao, de la masse de cacao (également appelée pâte) et du chocolat, ce qui est crucial pour stabiliser leurs caractéristiques aromatiques.

Cette section comprend un protocole complet d'échantillonnage des fèves de cacao en sac et en vrac afin d'obtenir un échantillon représentatif pour une analyse et une évaluation plus approfondies d'un lot de fèves de cacao.

## Ch 2. Paramètres et spécifications clés

L'établissement de paramètres et de spécifications clés est essentiel pour minimiser les variations et assurer la cohérence entre les différents laboratoires et techniciens qui suivent différents protocoles. Les principaux paramètres et spécifications des protocoles de ce guide sont répertoriés dans le tableau 1 ci-dessous.

**Tableau 1.** Paramètres et spécifications clés pour tous les protocoles.

Paramètre	Spécification
<b>Échantillonnage</b>	
Pourcentage de sacs de fèves de cacao à échantillonner par lot	30%
Quantité minimale de fèves de cacao à échantillonner par tonne	300g
Taille minimale de l'échantillon de référence des fèves de cacao	2 000g
<b>Détermination du taux d'humidité</b>	
Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao	500g
<b>Évaluation physique des fèves de cacao entières</b>	
Taille minimale de l'échantillon de fèves de cacao pour le tamisage et calculer la perte au nettoyage	500g
Taille minimale de l'échantillon de fèves de cacao pour le comptage des fèves	500g
<b>Évaluation physique des fèves de cacao coupées</b>	
Taille minimale de l'échantillon de test de fève de cacao pour l'épreuve à la coupe	300 fèves de cacao
<b>Torréfaction des fèves de cacao</b>	
Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao	600g
Type de four	Four de laboratoire à convection à air pulsé
Type de torréfaction de base : température et durée	<b>Légère :</b> 112°C (234°F) x 25min <b>Moyenne :</b> 120°C (248°F) x 25min <b>Complète :</b> 130°C (266°F) x 25min
Ajustements de la température et du temps de torréfaction	Basés sur la taille des fèves et la teneur en humidité
<b>Concassage et vannage des fèves de cacao</b>	
Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao – résultat de la torréfaction	600g
Objectif pour le rapport coque/grués – visuellement	0%
<b>Raffinage des grués de cacao en masse de cacao</b>	
Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao – résultat de l'affinage	600g
Cible pour la taille finale des particules de la masse de cacao	14–20µm
Température maximale pour la transformation en masse du cacao	55°C (131°F)
<b>Transformation de la masse de cacao en chocolat noir</b>	
Objectif pour la granulométrie finale du chocolat	≤18µm
Température maximale pour la transformation en chocolat	55°C (131°F)
% de la masse de cacao	63
% de beurre de cacao	7
% de sucre	30
% total de cacao	70



Paramètre	Spécification
<b>Évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière</b>	
Taille de l'échantillon représentatif de 2 kg	500g
Taille de l'échantillon de test pour un petit lot uniforme de fèves de cacao	30–50 fèves de cacao
Taille des particules de la poudre grossière	0,5mm
Quantité de poudre grossière pour l'évaluation sensorielle	Une demi-cuillère à café (2,5ml)
<b>Évaluation sensorielle des fèves de cacao en masse</b>	
Quantité de masse de cacao pour l'évaluation sensorielle par dégustation	1 à 2g
Volume du récipient pour l'échantillon de masse de cacao	28ml avec couvercle
Température de l'échantillon de masse de cacao	Fondue à 48–50°C (118–122°F)
Durée maximale pendant laquelle l'échantillon doit être à 48-50°C (118-122°F) chauffé une seule fois, pas réchauffé	5 minutes
<b>Évaluation sensorielle des fèves de cacao en chocolat noir</b>	
Quantité de chocolat noir à évaluer par dégustation	2 à 3g
Température de l'échantillon de chocolat noir au moment de l'évaluation sensorielle	Température ambiante
<b>Éléments communs à l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse et de chocolat noir</b>	
Nettoyant pour le palais entre l'évaluation sensorielle d'un échantillon	Craquelins à l'eau sans levure, sans sel et sans saveur et eau tiède à 40–50°C (104–122°F)
Nombre minimum d'évaluateurs dans un panel d'évaluation sensorielle pour les profils sensoriels conventionnels (moyenne basée sur les données)	6
Nombre minimum d'évaluateurs dans un panel d'évaluation sensorielle pour des profils sensoriels consensuels (valeurs finales convenues)	4
Nombre maximum d'échantillons de masse de cacao dégustés lors d'une séance d'évaluation	6
Nombre minimum d'échantillons de masse de cacao de référence connus dégustés avant chaque session d'évaluation pour l'étalonnage	2
Répétitions : nombre de fois que chaque masse de cacao est répétée est évaluée (minimum)	2
Minimum d'échantillons de masse de cacao de contrôle en aveugle par session d'évaluation en l'absence de répétitions	1
Attributs d'arômes (principaux et complémentaires) à évaluer	Glossaire des termes
Échelle d'intensité des attributs d'arômes et de qualité globale	0 à 10

## Ch 3. Considérations sur la sécurité alimentaire

Garantir des pratiques de sécurité alimentaire telles que de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication est essentiel dans la mise en œuvre d'un système d'analyse des risques et de maîtrise des points critiques (ARMPC, HACCP en anglais). Les restrictions hygiéniques, la lutte antiparasitaire et la prévention des corps étrangers peuvent éviter l'introduction de contaminants, de ravageurs ou de maladies dans les produits à base de cacao pendant le processus d'évaluation de la qualité et de la saveur.

Les éléments généraux des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication sont les suivants :

- Personnel.
- Matières premières, ingrédients alimentaires et autres produits.
- Installations.
- Équipements, outils et appareils.
- Entretien des installations, service et étalonnage des équipements.
- Nettoyage et désinfection.

L'équipe de direction de toute installation d'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao doit documenter par écrit, communiquer, mettre en œuvre et évaluer régulièrement les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication au sein de l'organisation, afin de garantir que les objectifs de sécurité alimentaire sont remplis.

Des lignes directrices détaillées sur les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication pendant les étapes d'échantillonnage, d'évaluation physique, de préparation des échantillons et d'évaluation sensorielle des fèves de cacao sont présentées dans le tableau 2. Ces lignes directrices sont basées sur les recommandations élaborées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation de la santé (OMS) (FAO, OMS, 2020).

**Tableau 2.** Lignes directrices pour de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication pour la qualité et la saveur du cacao (Bioversity International\ Dolores Alvarado, 2022, basé sur la FAO et l'OMS, 2020).

Tableau	Directives
<b>Personnel</b>	<p>L'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI), tels que des blouses de laboratoire (idéalement avec des poches intérieures), une couverture pour cheveux et barbe, des chaussures et des lunettes, doit être respectée le cas échéant.</p> <p>Les coupures et blessures, notamment pour le personnel affecté à la zone de traitement et d'analyse, doivent être couvertes par des pansements imperméables appropriés.</p> <p>Le port de bijoux, de vernis à ongles, de faux ongles et autres objets personnels flottants doit être restreint dans les zones de traitement et d'analyse.</p> <p>Toute personne qui entre dans les locaux (par exemple, les employés et les visiteurs) doit respecter strictement les normes d'hygiène personnelle de base, notamment, mais sans s'y limiter : se laver et se sécher soigneusement les mains, éviter tout contact entre les mains et le visage, éviter de manger en dehors de la zone désignée et signaler les cas de maladie.</p>
<b>Matières premières, ingrédients alimentaires et autres produits</b>	<p>Il convient de rappeler aux fournisseurs d'échantillons de fèves de cacao à analyser de se conformer aux directives de sécurité alimentaire prescrites, par exemple les échantillons, les impuretés, les traitements pesticides, etc.</p> <p>Les fèves de cacao non torréfiées doivent être séparées des produits à base de cacao dérivés après torréfaction, c'est-à-dire les grués, la masse de cacao et les chocolats.</p> <p>Les ingrédients utilisés pour la transformation des produits à base de cacao (par exemple sucre, lécithine, beurre de cacao) doivent être triés et séparés des matériaux et substances impropres à la consommation humaine (par exemple produits chimiques de nettoyage).</p>
<b>Installations</b>	<p>La manipulation des matières premières ou non transformées (c'est-à-dire les fèves de cacao non torréfiées) et des produits transformés (c'est-à-dire les fèves torréfiées, les grués, la masse de cacao, les chocolats) doit être effectuée dans des zones séparées.</p> <p>L'utilisation d'articles en verre dans la zone de transformation doit être minimisée ; les objets en verre tels que les ampoules ou les lampes dans les zones de travail doivent être protégés.</p> <p>L'utilisation du bois, en raison du risque potentiel d'éclatement, doit être limitée.</p>

L'installation, en particulier la zone de transformation, doit être à l'épreuve des parasites. Cela peut être fait par des fenêtres à moustiquaire, en comblant les espaces sous les portes et en installant des systèmes efficaces de lutte antiparasitaire tels que des pièges à insectes et des appâts à rongeurs.

Des zones et/ou conteneurs désignés pour les objets égarés (par exemple, les écrous et boulons desserrés), les matières étrangères collectées (par exemple, protocole pour les pertes de nettoyage) et autres déchets (notamment les équipements de protection individuelle jetables – EPI) doivent être établis.

Une ventilation adéquate est cruciale, en particulier dans les zones de transformation et de stockage, pour minimiser la contamination aérienne des produits à base de cacao pendant la transformation.

Un éclairage naturel ou artificiel adéquat doit être installé selon les normes prescrites, c'est-à-dire des exigences de luminosité pour les analyses externes et les tests de coupe des fèves de cacao. L'eau utilisée pour le traitement et le nettoyage doit être de qualité potable, c'est-à-dire respecter ou dépasser les normes minimales de sécurité microbiologique.

Des systèmes de contrôle appropriés doivent être en place pour la température, l'humidité et d'autres facteurs environnementaux dans la mesure du possible.

Des installations d'hygiène personnelle, telles qu'une station de lavage des mains, doivent être disponibles, conçues et construites pour faciliter le maintien de l'hygiène personnelle.

**Équipement, des outils, et appareils**

L'équipement doit être installé de manière à permettre un entretien, un nettoyage et une surveillance adéquats.

Les outils tels que les couteaux, les spatules et les pelles doivent avoir des emplacements de stockage solidement construits et clairement désignés.

Les cuillères d'échantillonnage, les lances et les outils connexes doivent être maintenus propres, exempts d'accumulation et en bon état.

Les containers de stockage réutilisables (par exemple en plastique) doivent être inspectés pour détecter tout signe de dommage physique avant utilisation.

Les équipements liés à la transformation tels que les moulins, les broyeurs et les mélangeurs doivent être couverts pendant leur utilisation autant que possible.

Les résidus, fuites et déversements pouvant survenir lors de la préparation des échantillons dans les environs doivent être immédiatement nettoyés et éliminés de manière appropriée.

**Entretien des installations, service des équipements et étalonnage**

Des tests de dépistage des salmonelles doivent être effectués régulièrement dans l'installation, selon une approche fondée sur les risques, c'est-à-dire que les zones de l'installation présentent des niveaux de risque différents en ce qui concerne les salmonelles..

Un entretien préventif de routine doit être effectué sur les lieux, comme sur la toiture et les bacs de stockage, afin de minimiser la présence de corps étrangers, tels que des morceaux de métal, de béton ou de verre.

Les installations de stockage (par exemple, bacs et compartiments) doivent être nettoyées et désinfectées régulièrement, en particulier lorsqu'elles sont utilisées pour stocker des matières premières ou des déchets fortement contaminés par des insectes, des moisissures et des salmonelles.

Les surfaces exposées au contact des aliments doivent être régulièrement examinées et, si possible, être protégées contre une contamination potentielle.

Les vis, écrous, boulons et autres éléments potentiellement desserrés doivent être périodiquement inspectés et réparés dans des équipements et des installations appropriés.

Les produits chimiques utilisés pour entretenir les équipements et les outils de transformation (par exemple les huiles et les graisses) doivent être de qualité alimentaire, car ils peuvent entrer en contact avec les produits à base de cacao pendant la transformation.

La maintenance préventive, telle que la lubrification avec des agents de qualité alimentaire, doit être effectuée sur les équipements et outils qui présentent des risques élevés de présence de corps étrangers en raison de bris.

Un plan d'échantillonnage pour surveiller l'état microbiologique des surfaces en contact avec les aliments et autres équipements de transformation des produits à base de cacao doit être mis en place.

Un programme de maintenance générale et préventive des équipements ayant un impact sur la sécurité et la sécurité des produits doit être établi, qui prend en compte : (1) un système de priorités pour aborder la sécurité des produits et les problèmes de qualité, (2) un système de processus pour l'ajout de nouveaux équipements ou la mise à niveau d'équipements existants, et (3) les documents de vérification qui soutiennent l'achèvement des travaux d'entretien. (3) les documents de vérification qui soutiennent l'achèvement des travaux d'entretien.

#### Nettoyage et désinfection

Les programmes de nettoyage et de désinfection doivent être établis et appuyés par des dossiers d'achèvement documentés.

Les éponges, les serviettes en tissu réutilisables et les outils à manche en bois ne doivent pas être utilisés pour le nettoyage.

Le matériel de nettoyage doit être adapté à l'usage prévu et conçu pour minimiser les risques physiques, par exemple en utilisant des brosses de nettoyage à poils liés à la résine plutôt que des brosses métalliques ou des tampons à recurer qui présentent des risques physiques.

Les outils de nettoyage similaires (par exemple, les brosses) doivent être codés par couleur pour distinguer les utilisations spécifiques, c'est-à-dire pour les surfaces en contact avec les denrées alimentaires par rapport au nettoyage général.

Les produits chimiques de nettoyage doivent être préparés conformément aux instructions prescrites et doivent être manipulés et éliminés avec précaution.

Les containers pour les déchets, les sous-produits et les autres substances non alimentaires ou toxiques doivent porter une identification appropriée et être construits de manière adéquate, c'est-à-dire en matériau imperméable.

L'identification des risques en matière de sécurité alimentaire est réalisée selon la démarche d'analyse des risques et de maîtrise des points critiques (ARMPC, HACCP en anglais), décrite dans le tableau 3 ci-dessous.

**Tableau 3.** Principes de base de la démarche HACCP (US FDA, 2017 ; Velmourougane et al., 2014).

	Principes	Étapes
1	<b>Mener une analyse de risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les dangers.</li> <li>• Évaluer les risques associés à chaque danger à chaque étape du système.</li> <li>• Décrire les mesures de contrôle possibles.</li> </ul>
2	<b>Déterminer le(s) point(s) de contrôle critique (PCC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier la ou les étapes du processus auxquelles des mesures de contrôle peuvent être appliquées afin de prévenir ou d'éliminer un risque pour la sécurité alimentaire ou de le ramener à un niveau acceptable.</li> </ul>
3	<b>Établir la/les limite(s) critique(s)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir la/les limite(s) critique(s) pour chaque mesure de maîtrise associée à un PCC.</li> <li>• Utiliser les limites critiques pour distinguer les paramètres de contrôle acceptables des paramètres inacceptables.</li> </ul>
4	<b>Établir un système de surveillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des procédures de surveillance qui décrivent comment, quand et à quelle fréquence mesurer les limites critiques à chaque PCC, et déterminer qui est responsable de ces mesures.</li> <li>• Les procédures de surveillance doivent être conçues de manière à déterminer les écarts par rapport à la limite critique, afin que des mesures correctives appropriées puissent être prises.</li> </ul>
5	<b>Établir des mesures correctives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les mesures à prendre pour éviter que des éléments potentiellement dangereux (par exemple des contaminants) ne pénètrent dans le processus.</li> <li>• Déterminer les mesures nécessaires pour corriger tout écart par rapport à la/aux limite(s) critique(s) établie(s) lors de la surveillance d'un PCC.</li> </ul>
6	<b>Établir une/des procédure(s) de vérification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler le plan HACCP afin d'examiner les écarts.</li> <li>• Procéder à un échantillonnage et à un contrôle aléatoires pour valider l'ensemble du plan.</li> </ul>
7	<b>Établir la documentation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Établir une documentation concernant toutes les procédures et tous les enregistrements à ces principes et à leur application.</li> </ul>

Les dangers sont classés en trois catégories : biologiques, chimiques et physiques. Lors de la conduite d'une évaluation de la qualité et de la saveur du cacao, il est crucial de prendre en compte les dangers généralement associés aux produits à base de cacao. Certains dangers importants dont il faut tenir compte comprennent :

- **Biologique** : insectes, rongeurs, salmonelle.
- **Chimiques** : les métaux lourds (arsenic, cadmium, plomb, mercure), les résidus de pesticides, les mycotoxines (aflatoxine et ochratoxine A), les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les résidus d'huiles minérales, tels que les hydrocarbures saturés d'huile minérale et les hydrocarbures aromatiques d'huile minérale.
- **Physiques** : morceaux de plastique, copeaux de métal, grué de bois, morceaux de verre, cheveux humains, petites pierres, poussière et fibres.

Comme tout produit agricole brut, les fèves de cacao peuvent contenir des agents pathogènes qui présentent un risque pour la sécurité alimentaire. Afin d'éviter la contamination des matériaux transformés (par exemple la masse de cacao ou le chocolat pour l'évaluation sensorielle), les fèves non torréfiées doivent être manipulées (c'est-à-dire pendant l'échantillonnage) et conservées dans une pièce séparée des fèves torréfiées, des grué, de la masse de cacao et du chocolat. Si elles doivent être traitées dans le même espace, utilisez un système par lots pour travailler dans des délais distincts. Nettoyez et désinfectez tous les espaces de comptoir, les surfaces de contact et les outils entre les lots.

Pour nettoyer et désinfecter toutes les surfaces, outils et équipements, utilisez un agent nettoyant et désinfectant de qualité alimentaire et inodore. Deux options pour les désinfectants de base sont :

- L'alcool isopropylique en spray à 70 %.
- Une solution d'hypochlorite de sodium à 1 % qui peut être préparée en mélangeant neuf parties d'eau potable et une partie de concentré d'hypochlorite de sodium à 10 %. Une fois préparé, le désinfectant ou la solution a une durée de conservation de six mois.

Pour tous les protocoles dans lesquels des fèves de cacao brutes sont manipulées, c'est-à-dire le chapitre 7 « Détermination du taux d'humidité », le chapitre 8 « Évaluation physique des fèves de cacao entières » et le chapitre 9 « Évaluation physique des fèves de cacao coupées », il est important de prendre en compte les recommandations suivantes :

- Les sacs destinés à contenir les échantillons doivent être constitués d'un matériau sans danger pour les aliments, comprenant un marquage et un étiquetage de sécurité alimentaire tels que de l'encre ou de la peinture. Les sacs doivent être neufs, propres, suffisamment solides et correctement cousus.
- La surface sur laquelle les échantillons sont manipulés doit être propre avant le début du processus.
- Les échantillons doivent être placés dans des contenants séparés et propres (par exemple des sacs en plastique) scellés et correctement étiquetés.
- Des masques faciaux ou des lunettes de protection doivent être portés en particulier pour le déplacement de lots de fèves où un flux de poussière est constamment produit.
- Les équipements de protection individuelle usagés doivent être retirés, tels que les masques faciaux et les lunettes de sécurité, et éliminés ou soigneusement nettoyés.



- Lavez et/ou désinfectez soigneusement les mains en utilisant les techniques suivantes, illustrées dans la figure 2 ci-dessous.

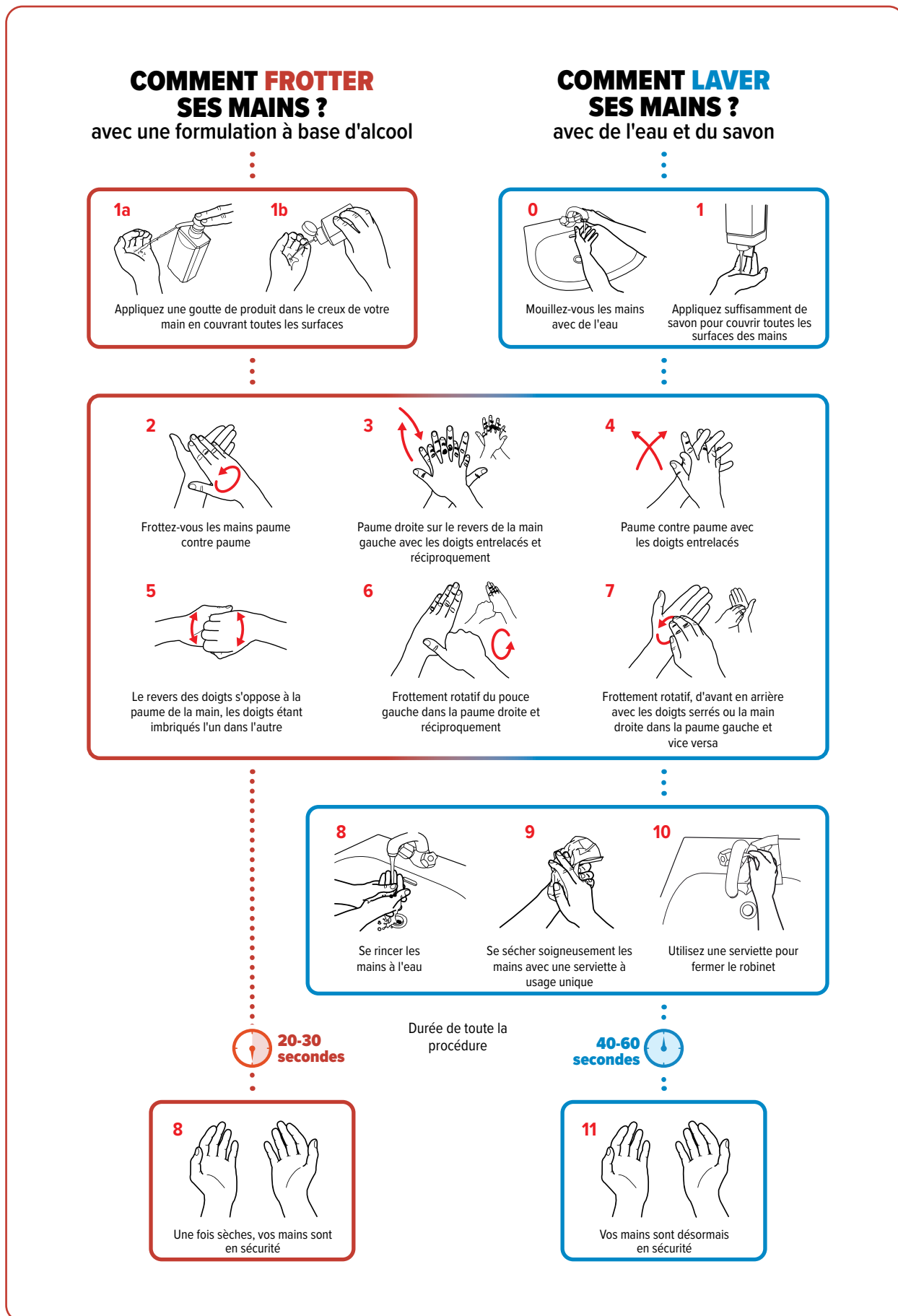


Figure 2. Techniques appropriées de lavage et de désinfection des mains (OMS, 2006).

# Ch 4. Stockage et vieillissement des produits à base de cacao

Un stockage approprié des produits à base de cacao est crucial pour maintenir une qualité et une saveur optimales depuis la phase d'échantillonnage initiale jusqu'au processus d'évaluation et au stockage ultérieur. Les conditions de stockage optimales, y compris les caractéristiques de disposition des pièces et les conditions environnementales, sont détaillées ci-dessous.

## 4.1 Local de stockage

### Disposition des pièces

- Les sols et les murs doivent être en béton et/ou en briques.
- Les portes et fenêtres des pièces doivent fournir une lumière et une ventilation adéquates, tout en empêchant efficacement l'entrée de parasites tels que les oiseaux et les rongeurs.
- Les zones de stockage doivent être équipées de dispositions permettant de maintenir les différents lots de fèves (tels que les fèves torréfiées et non torréfiées) séparés par une distance d'au moins 60 cm. Cette séparation est nécessaire pour éviter les mélanges et les contaminations croisées entre les différents lots.
- Les zones de stockage, les armoires et les conteneurs pour les produits à base de cacao doivent être propres et exempts de corps étrangers, tels que saleté, insectes morts, coques de nymphes et sangles.
- Les produits à base de cacao doivent être stockés sur des grilles, des platelages ou des récipients situés à  $\geq 7$  cm du sol et à  $\geq 60$  cm des plafonds et des murs, pour une circulation d'air suffisante et à distance de toute matière contaminante, telle que les insectes et la peinture.

### Conditions environnementales

- Les produits à base de cacao ne doivent pas être stockés avec des éléments dégageant des odeurs, tels que des produits de nettoyage, des épices, des herbes et des arômes.
- Les produits à base de cacao doivent être conservés à l'abri de la lumière directe du soleil ou de toute source de chaleur afin d'éviter les différences de température, la migration de l'eau ou la dégradation des graisses.
- Les fluctuations de température et d'humidité relative (HR) doivent être évitées.
- L'humidité relative doit être maintenue à moins de 70 % pour empêcher ou réduire la croissance de moisissures.
- La durée et les températures optimales pour des produits à base de cacao spécifiques sont répertoriées dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Température et humidité relative optimales pour stocker les produits à base de cacao afin de conserver leur qualité et leur saveur.

Produit	Durée	Température	HR
Fèves de cacao	<3 mois	23 à 33°C (73 à 91°F)	65 à 75%
	>3 mois	20 à 24°C (68 à 75°F)	
Grués de cacao pour la transformation	Pas plus de 7 jours	10 à 24°C (50 à 75.2°F)	
Masse de cacao	<3 mois	$\leq 22^\circ\text{C}$ (71°F) – ambiante	
	>3 mois <1 an	5 à 8°C (41 à 46°F) – réfrigérateur	
	>1 an	-18 à -5°C (0–23°F) – congélateur	
Chocolat	<2 ans	10 à 18°C (50 à 64°F)	

## 4.2 Emballage et étiquetage

Un emballage adéquat des produits à base de cacao stockés (fèves, grués, masse de cacao, chocolat) doit empêcher la réhumidification, la dégradation et la contamination croisée. Les matériaux d'emballage doivent posséder les caractéristiques suivantes :

- Suffisamment solide, correctement cousu ou hermétiquement scellé pour résister au transport et au stockage.
- Convient pour une utilisation en contact avec les aliments et pour décourager les infestations de parasites.
- Bonnes propriétés de barrière à l'oxygène et à l'humidité.
- Exempt de substances nocives telles que les huiles minérales.
- Sacs en plastique scellables à pression ou sous vide fabriqués à partir de l'un des éléments suivants :
  - » Polyéthylène/alcool vinylique linéaire basse densité.
  - » Polypropylène/polypropylène orienté.
  - » Nylon/polyéthylène orienté.

Les produits à base de cacao stockés doivent être clairement étiquetés avec les informations suivantes, le cas échéant :

- Nom du produit (c'est-à-dire fèves, grués, masse de cacao, chocolat).
- Référence du code interne (c'est-à-dire exemple de code).
- Lots de fèves de cacao correctement identifiés, soit au niveau de la ferme, soit dans un entrepôt hors ferme.
- Date de réception du produit (jj/mm/aaaa).
- Emplacement de stockage (local, étagère, box).



**NOTE :** Afin d'éviter la condensation, ramenez tous les échantillons de cacao (fèves, grués, masse, chocolat) froids à température ambiante à l'intérieur de leur emballage ou de leurs pots. Si les échantillons de cacao sont volumineux et surgelés, ils doivent être laissés décongeler et atteindre la température ambiante (20 à 22 °C ou 68 à 72 °F) pendant la nuit. Si la température ambiante est plus élevée, la décongélation doit être effectuée en deux étapes : (1) transférer du congélateur au réfrigérateur et (2) laisser refroidir à température ambiante pendant la nuit. Cette approche minimisera les risques de condensation.





# Ch 5. Échantillonnage des fèves de cacao en sacs et en vrac

## 5.1 Objectif

Ce protocole décrit la procédure d'échantillonnage de différents lots de fèves de cacao dans le but d'obtenir un échantillon représentatif pour une analyse et une évaluation plus approfondies. L'objectif est de garantir que l'échantillon représente avec précision l'ensemble du lot de fèves de cacao évalué.

## 5.2 Spécifications clés

**Tableau 5.** Spécifications clés pour l'échantillonnage.

	Paramètre	Spécification
	Pourcentage de sacs à échantillonner dans un lot	30% (ISO, 2292:2017)
	Quantité minimale de fèves de cacao à échantillonner par tonne	300g
	Taille minimale de l'échantillon de référence de fèves de cacao	2.000g

## 5.3 Équipements, outils et matériaux

- Lance d'échantillonnage (Annexes, Figure 43).
- Pelles à main pour l'échantillonnage (Annexes, Figure 44).
- Conteneurs de stockage en plastique ou en métal (Annexes, Figure 46).
- Diviseurs d'échantillons (Annexes, Figure 47).
- Balances d'une capacité minimale de 2 kg et d'une précision de 0,5 g.
- Les sacs utilisés pour contenir les échantillons de référence doivent avoir les caractéristiques suivantes :
  - » Encres ou peintures de marquage et d'étiquetage non toxiques de qualité alimentaire.
  - » Neufs ou recyclés, propres, suffisamment solides et correctement cousus.

## 5.4 Procédure

### 5.4.1 Généralités

Les lots de fèves peuvent être conditionnés en sacs ou en vrac. Différents échantillons sont prélevés au cours du processus pour garantir une représentation maximale du lot et sont définis comme suit :

- Les **Échantillons primaires** sont de petites quantités de fèves prélevés en un seul endroit dans un sac sélectionné au hasard.
- Les **Échantillons incrémentiels** sont de petites quantités de fèves ne dépassant pas 1 kg provenant d'un lot en vrac.
- Les **Échantillons composites** sont tous les échantillons primaires ou incrémentiels combinés et soigneusement mélangés pour les homogénéiser.
- Les **Échantillons de référence** sont les échantillons représentatifs ciblés de 2 kg obtenus en coupant successivement en quatre l'échantillon composite pour évaluation physique et sensorielle.
- Les **Échantillons de test** sont prélevés sur l'échantillon de référence, ils représentent au moins 500g et sont prélevés à l'aide d'une pelle à fond plat tirée au milieu de l'échantillon de référence pour effectuer un test spécifique.

Le processus d'échantillonnage doit être mené et complété dans la même journée, sans interruption, pour garantir la représentation du lot d'échantillon à un moment précis.

Afin d'obtenir des échantillons représentatifs précis, la procédure d'échantillonnage doit prendre en compte une répartition proportionnelle par rapport à la taille du lot d'origine et minimiser les biais dans l'obtention des échantillons. Ceux-ci sont abordés dans ce protocole en recommandant des tailles d'échantillon minimales en fonction de la taille du lot et en appliquant une randomisation assistée par des outils (par exemple, lance d'échantillonnage, outil de quartier).

L'échantillonnage de très grands ou de très petits lots de fèves présentera des défis et nécessitera d'adapter la taille de l'échantillon.

La procédure d'échantillonnage peut être modifiée pour répondre aux besoins de l'utilisateur, notamment dans le but d'analyser le lot de fèves. Bien que la taille des lots puisse varier, l'approche d'échantillonnage telle que décrite dans ce protocole reste la même.

Dans les scénarios où l'utilisateur soupçonne un degré élevé de variabilité au sein du lot, il peut être préférable de prélever initialement un échantillon plus grand que le minimum recommandé. Une fois cette première étape terminée, des étapes supplémentaires de réduction de l'échantillon sont utilisées (par exemple, le partage en quatre) pour obtenir l'échantillon représentatif final.

Un échantillon de référence de 2 kg est ciblé et donnera suffisamment d'échantillons de test pour réaliser tous les protocoles de ce guide, comme le montre la figure 6. Cependant, un échantillon de référence plus grand peut être nécessaire si davantage de masse de cacao ou de chocolat est nécessaire pour l'évaluation sensorielle. Si des échantillons de sauvegarde sont nécessaires, ils doivent avoir la même taille que l'échantillon de référence. Le processus général d'échantillonnage et les types d'échantillons sont illustrés dans la figure 3 ci-dessous.



Figure 3. Représentation schématique du processus d'échantillonnage et des types d'échantillons (basée sur : ISO, 2292:2017 et ISO, 2451:2017).

## 5.4.2 Échantillonnage des fèves à partir de sacs

La procédure d'échantillonnage des fèves dans les sacs est décrite ci-dessous :

1. Déterminez le nombre minimum d'échantillons de référence, chacun pesant au minimum 2 kg, en fonction de la taille du lot et du nombre de marques d'expédition. Cela peut être fait en se référant à l'arbre de décision fourni dans la figure 4 ci-dessous.

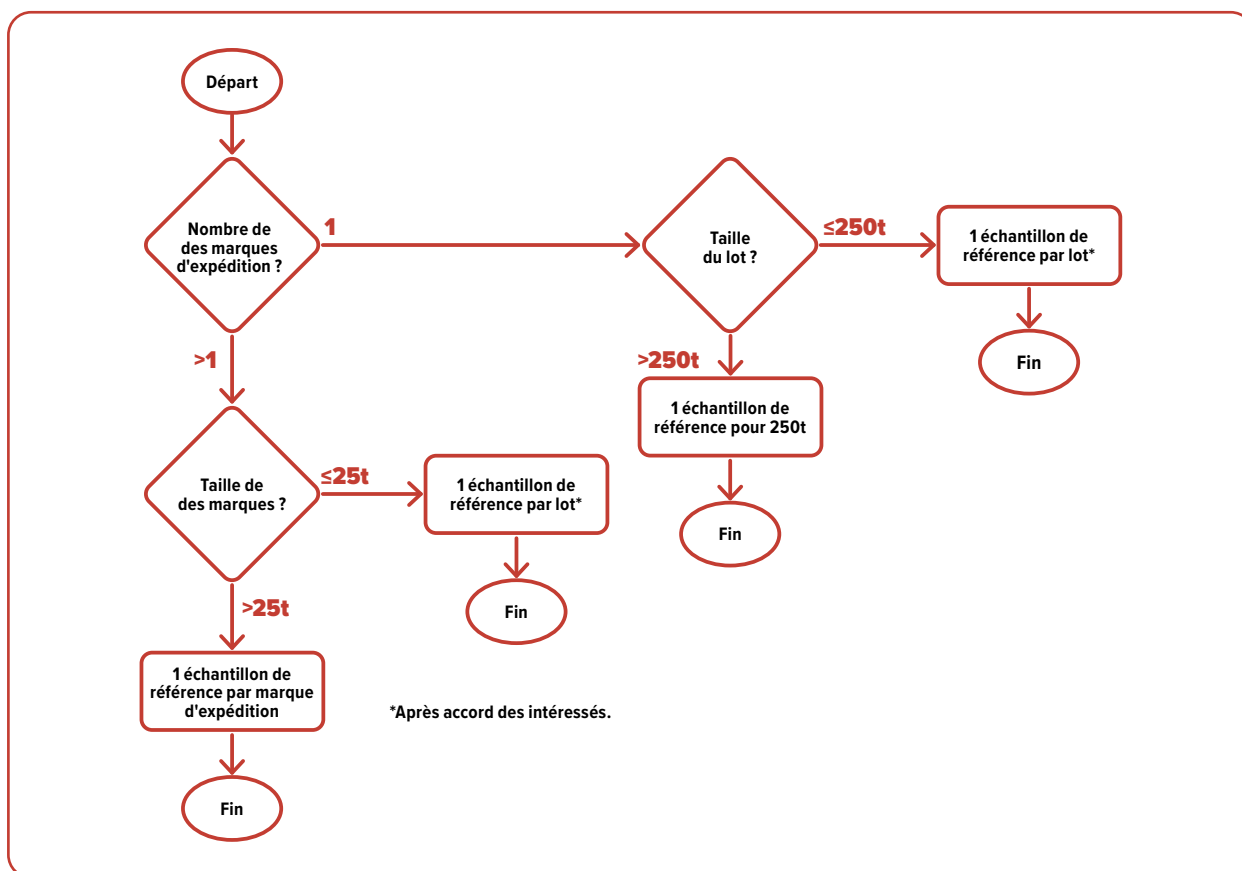


Figure 4. Arbre de décision pour déterminer le nombre minimum d'échantillons de référence (t=tonne).



**NOTE :** Une marque d'expédition est l'identification d'un propriétaire d'un sac de fèves de cacao à un moment donné de la chaîne d'approvisionnement jusqu'au port de chargement (c'est-à-dire un producteur ou un commerçant). Les marques d'expédition sont généralement apposées au pochoir sur les sacs. Un expéditeur peut regrouper du cacao provenant de différentes sources avec différentes marques d'expédition en un lot.

2. Lors de l'extraction des échantillons primaires, échantillonner au minimum 30 % des sacs du lot. Prélevez suffisamment de fèves de cacao pour obtenir un minimum de 300g de fèves par tonne dans l'échantillon composite.



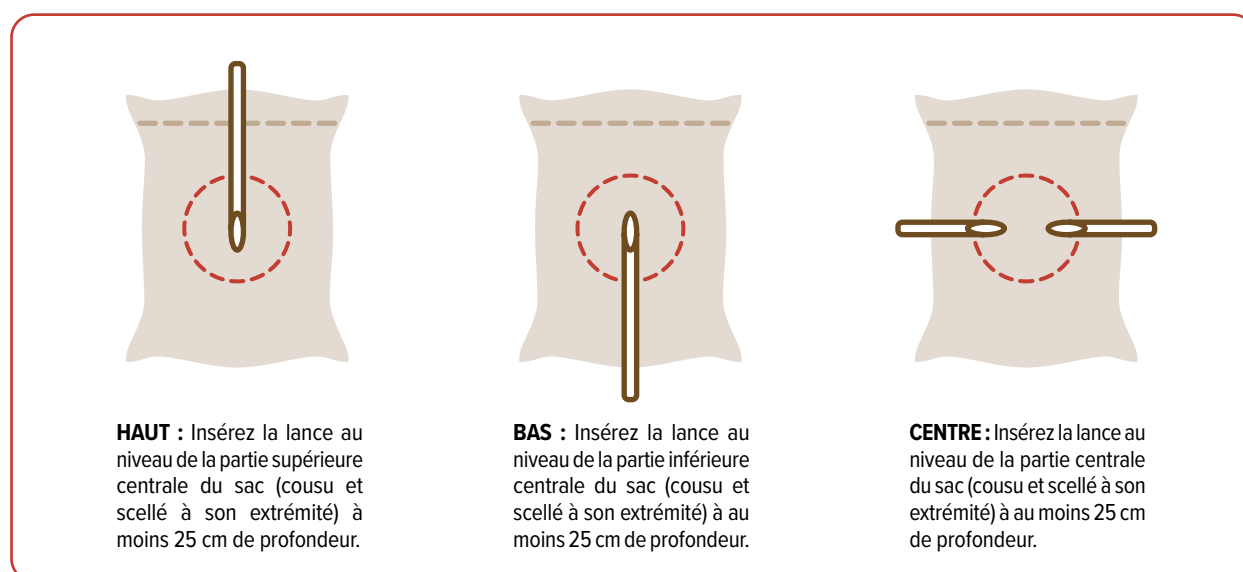
**NOTE :** Ces deux spécifications sont des minimums et doivent toutes deux être remplies. Dans les lots plus importants, un échantillon composite plus grand peut être nécessaire pour obtenir 300g de fèves par tonne. Dans les lots plus petits, l'exigence d'échantillonnage de 300g de fèves par tonne peut être dépassée afin d'obtenir un échantillon de référence de 2 kg. Les deux situations sont acceptables car elles sont supérieures aux spécifications minimales.

Choisissez des sacs dans toute la zone occupée par le lot et évitez de prélever uniquement des sacs adjacents. La sélection aléatoire des sacs spécifiques à échantillonner est l'approche privilégiée (voir l'annexe 1). Cependant, dans certaines situations, il peut être plus pratique d'utiliser les lignes directrices fournies dans le tableau 6 ci-dessous. Ce tableau peut aider à sélectionner les sacs à échantillonner et à estimer la quantité de fèves à prélever dans chaque sac pour répondre aux exigences spécifiées. Des variations peuvent survenir en raison du poids des sacs et du poids moyen des fèves individuelles.

**Tableau 6.** Guide d'échantillonnage des fèves de cacao ensachées par taille de lot (hypothèse : poids du sac de 65 kg).

Poids du sac	Taille du lot (t)	Nombre de sacs dans le lot	Montant recommandé de sacs à échantillonner	Nombre de sacs échantillonnés	Taille recommandée de l'échantillon composite (kg)	Fèves à prendre de chaque sac (g)
<b>60kg</b>	<1	Variable	50% – chacun 2 <sup>e</sup> sac	Variable	2	250
	1	17	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	6	4	700
	10	167	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	55	4	75
	12	201	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	66	4	60
	20	334	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	110	8	75
	24	401	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	132	8	60
.....						
<b>30kg</b>	<1	Variable	50% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	Variable	2	150
	1	34	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	11	4	350
	10	334	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	110	4	50
	12	401	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	132	4	30
	20	667	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	220	8	50
	24	801	33% – chacun 3 <sup>e</sup> sac	264	8	30

- Nettoyez et séchez les outils et équipements à utiliser pendant le processus d'échantillonnage.
- Choisissez des points d'échantillonnage dans chaque sac à différentes positions pour garantir une répartition égale des échantillons collectés en haut, au centre et en bas des sacs. Si une seule position est échantillonnée par sac, variez le point de prélèvement d'un sac à l'autre, en fonction des points accessibles si par exemple les sacs sont emballés sur palette. Utilisez la figure 5 ci-dessous comme guide.



**Figure 5.** Prélèvement d'échantillons à l'aide d'une lance à partir d'un sac en bon état.

5. Faites un trou dans le sac à l'aide de la lance à échantillonner.
6. Extrayez l'échantillon primaire par le trou créé à l'aide de la lance d'échantillonnage.
7. Fermez le trou créé dans le sac pour minimiser les dommages supplémentaires, par exemple en utilisant du ruban adhésif d'emballage. Dans le cas des sacs de jute, cela peut facilement être fait en poussant les fibres de jute autour du point d'échantillonnage vers le centre du trou.



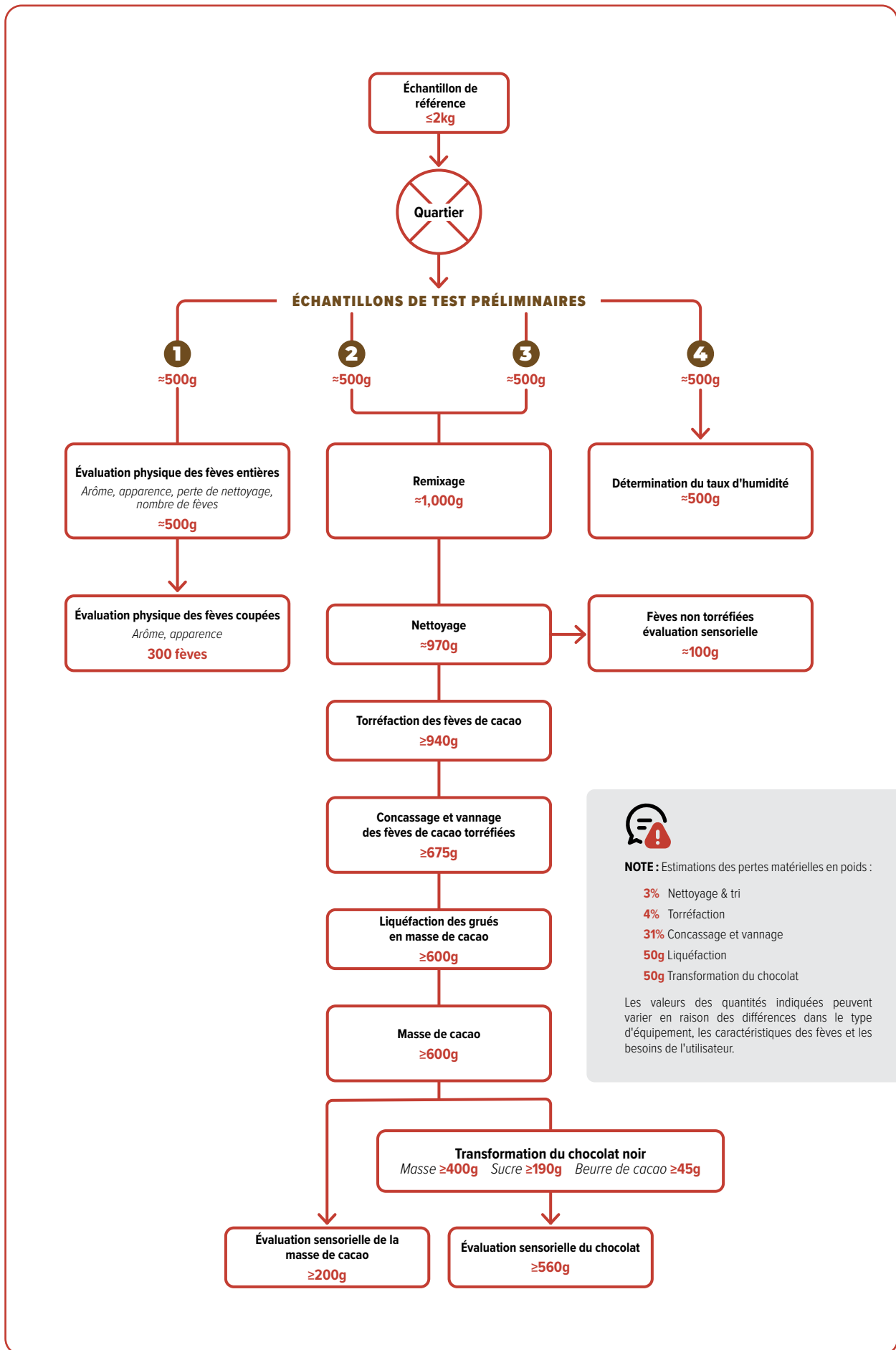
**NOTE :** Si les sacs sont destinés à protéger les fèves de l'humidité et ne doivent pas être perforés, prélevez les échantillons en ouvrant chaque sac échantillonné et récupérez les fèves dans différentes positions. Utilisez une lance d'échantillonnage spéciale comme indiqué dans les « Annexes », Figure 43d. S'ils ne sont pas disponibles, il est nécessaire de verser les fèves sur une surface propre et de les retirer du tas.

8. Recueillez tous les échantillons primaires dans un récipient ou un sac de stockage propre.
9. Videz les échantillons primaires sur une surface plane et propre dans une zone exempte de contamination.
10. Mélangez immédiatement et soigneusement les échantillons primaires collectés avec les lances d'échantillonnage pour obtenir l'échantillon composite.
11. Divisez l'échantillon composite en quartiers pour obtenir l'échantillon de référence (voir annexes, figure 28 et figure 29 pour les visuels) :
  - Nettoyez la surface où aura lieu le découpage.
  - Inclinez l'échantillon composite sur la surface.
  - Rassemblez les fèves en forme de cône.
  - Aplatissez le cône en formant une forme circulaire ou une ellipse.
  - Divisez la forme circulaire en deux.
  - Divisez chaque moitié en quatre.
  - Jetez les fèves du premier et du dernier quartier (en diagonale).
  - Mélangez les quarts deux et trois.
  - Répétez la procédure jusqu'à ce que la quantité ciblée de fèves soit obtenue.



**NOTE :** La division en quartiers peut également être effectuée à l'aide de dispositifs spéciaux, comme un outil de découpage en quartiers (Annexes, Figure 47). L'utilisation de tels dispositifs comporte un risque qui ne doit pas être sous-estimé, car elle peut potentiellement entraîner la création d'un plus grand nombre de fèves cassées, de grués, de résidus et d'autres éléments indésirables. Les échantillons de cacao doivent être prélevés et coupés en quartiers avec soin et délicatesse. Les fèves ne doivent pas être soumises à une manipulation brutale.

12. Emballez l'échantillon de référence dans un nouveau sac et fermez-le rapidement.
13. Étiquetez le sac avec une identification (numéro, nom, code, etc.) qui le relie aux données associées à l'échantillon. Ces données peuvent être différentes d'un cas à l'autre.
14. Ensachez, étiquetez et stockez les fèves excédentaires de l'échantillon composite avec le lot original de fèves.
15. Prélevez des échantillons de test pour chaque analyse de l'évaluation de la qualité physique et sensorielle. Les quantités recommandées sont basées sur un échantillon de test préliminaire (défini par la norme ISO 2451:2017 comme un « quart de l'échantillon de référence obtenu à l'aide d'un diviseur/diviseur, qui peut peser moins de 600g ») et sont illustrées dans la figure 6. Si le test est non destructif, les échantillons peuvent être réutilisés.



**Figure 6.** Graphique illustrant la division d'un échantillon de référence de 2 kg en échantillons de test préliminaires pour toutes les évaluations décrites dans ce guide (basé sur la norme ISO 2451:2017).

### 5.4.3 Échantillonnage des fèves de cacao en vrac

L'échantillonnage des fèves en vrac implique le prélèvement d'échantillons incrémentiels pendant que le lot est en mouvement pendant le chargement. Les étapes suivantes doivent être suivies :

1. Calculez la durée des intervalles d'échantillonnage pour un lot en mouvement en tenant compte de la capacité de la ou des pelles à main, du temps nécessaire pour charger ou décharger les fèves (t) avec 2 kg comme taille minimale de l'échantillon de référence. Utilisez la formule (1) dans la figure 7 ci-dessous.

#### Définition des variables

- t:** temps total requis pour charger/décharger les fèves en minutes
- s:** capacité de la pelle à main en kilogrammes (kg)
- w:** poids minimum de l'échantillon de référence en kilogrammes (kg)
- n:** nombre de points de prélèvement
- i:** durée des intervalles d'échantillonnage en minutes

#### Formule

(1) Nombre de points de prélèvement :  $n = \frac{w}{s}$                       (2) Intervalles d'échantillonnage :  $i = \frac{t}{n}$

**EXEMPLE :** Le lot de fèves de cacao pèse 12 tonnes et sera chargé en 20 minutes environ. Les échantillons peuvent être obtenus manuellement à l'aide d'une pelle à main d'une capacité de 250 g.

w = 2kg ; s = 0.25kg ; t = 20 minutes

- Le nombre requis de points de prélèvement est de 8 (en utilisant la formule 1 : 2 kg/0,25 kg par mesure = 8 points de prélèvement).
- Un échantillon doit être prélevé toutes les 2,5 minutes (en utilisant la formule 2 : 20 minutes/8 échantillons = 2,5 minutes)

Figure 7. Exemple de calcul d'intervalles d'échantillonnage pour un lot en mouvement (Bioversity International, 2022).

2. Prélevez des échantillons incrémentiels sur toute la section du flux, perpendiculairement à la direction du flux et à des intervalles de temps préalablement établis (voir exemple dans la figure 7).
3. Commencez le temps d'échantillonnage dès l'ouverture des écoutilles et arrêtez le temps d'échantillonnage lorsque le récipient de chargement est complètement vidé ou rempli.
4. Recueillez tous les échantillons incrémentiels dans un récipient de stockage propre, tel qu'un seau avec un couvercle (Annexes, Figure 46).
5. Mélangez soigneusement et minutieusement les échantillons incrémentiels collectés pour former l'échantillon composite.
6. Réduisez l'échantillon composite en suivant les instructions de l'étape 11 de la section 5.4.2 « Échantillonnage des fèves à partir de sacs ».

Prélèvement d'échantillons incrémentiels sur des lots, wagons ou véhicules immobiles/statiques :

1. À l'aide du tableau 7 ci-dessous, définissez le nombre minimum de points d'échantillonnage dans chaque wagon ou véhicule.

Tableau 7. Points d'échantillonnage minimaux pour prélever des échantillons incrémentiels sur un wagon ou un véhicule en fonction de la quantité de fèves contenues.

Quantité de fèves par wagon ou véhicule (t)	Points de prélèvement par wagon ou véhicule
15 ou moins	5
15 à 30	9
plus de 30	15

2. Attribuez les points de prélèvement aux emplacements correspondant au milieu des wagons ou véhicules et à environ 50 cm de leurs côtés extérieurs.
3. À chaque point d'échantillonnage, prélevez des échantillons incrémentiels à trois niveaux à l'intérieur des wagons ou des véhicules.
4. Recueillez tous les échantillons incrémentiels dans un récipient de stockage propre.
5. Mélangez soigneusement et minutieusement les échantillons incrémentiels collectés pour former l'échantillon composite.
6. Réduisez l'échantillon composite en suivant les instructions de l'étape 11 de la section 5.4.2 « Échantillonnage des fèves à partir de sacs ».

Étapes à suivre pour prélever des échantillons incrémentiels à partir de lots fixes/statiques avec des conteneurs d'expédition :

1. Chaque barge ou navire doit être échantillonné. Si les échantillons ne peuvent pas être obtenus à l'intérieur de la barge ou du navire, le contenu du conteneur d'expédition peut d'abord être vidé dans un entrepôt ou un lieu de stockage d'où les échantillons incrémentiels peuvent être prélevés.
2. Les piles doivent être accessibles de tous les côtés et ne doivent pas dépasser 25 t chacune.
3. Le nombre minimum de points d'échantillonnage est de neuf dans chaque pile.
4. Prélevez les échantillons incrémentiels de tous les côtés et assurez-vous qu'un nombre suffisant de fèves est obtenu du centre (point médian de haut en bas) de la barge, du navire ou de la pile.
5. Recueillir tous les échantillons incrémentiels dans un récipient de stockage propre.
6. Mélangez soigneusement et minutieusement les échantillons supplémentaires collectés pour former l'échantillon composite.
7. Réduisez l'échantillon composite en suivant les instructions de l'étape 11 de la section 5.4.2 « Échantillonnage des fèves à partir de sacs ».

## 5.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

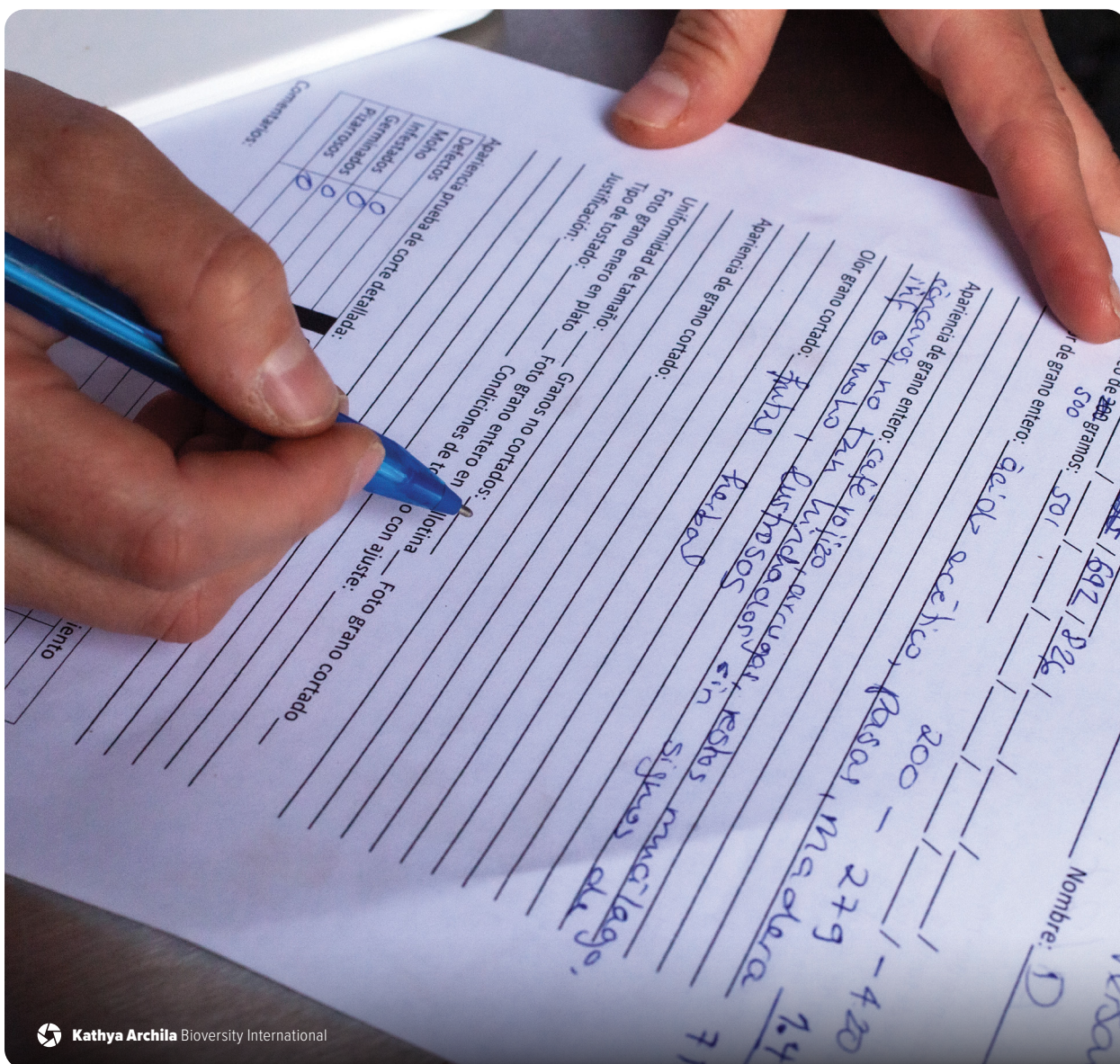
La documentation d'informations précises et détaillées sur le processus d'échantillonnage est cruciale pour interpréter les résultats de l'évaluation physique et sensorielle, qui fournissent des déductions sur les caractéristiques de l'ensemble du lot.

Chaque processus d'échantillonnage doit être accompagné d'un identifiant d'échantillon unique attribué selon le système d'identification spécifique de l'utilisateur qui relie l'échantillon à un lot spécifique. Les données à enregistrer à partir du processus d'échantillonnage peuvent inclure (sans toutefois s'y limiter) les informations suivantes :

- ID de l'échantillon.
- Poids (kg) de l'échantillon.
- Origine de l'échantillon.
- Producteur d'échantillons.
- Date de prélèvement.
- Nom de la personne qui a soumis l'échantillon.
- Nom de l'échantillonneur.
- Lieu où l'échantillon a été prélevé, par exemple entrepôt.
- Types d'analyses demandées.
- Lot que représente l'échantillon.
- Nombre de sacs dans le lot où l'échantillon a été prélevé.
- Nombre d'échantillons de référence.
- Taille des échantillons de référence.
- Marque(s) du ou des sacs d'origine à partir desquels l'échantillon a été prélevé.



- Description des sacs (matériel, double sac, etc.).
- Nombre de points de prélèvement.
- Notes sur les conditions externes du ou des sacs à partir desquels l'échantillon a été prélevé.
- Matériel d'échantillonnage utilisé.
- Le cas échéant, conditions de conservation de l'échantillon (ex : réfrigération à XX°C ou °F).
- Type de méthode d'échantillonnage (c.-à-d. en sac, en vrac, stationnaire, en flux mobile).
- Origine génétique dominante ou variété de fève de l'échantillon.
- Période de récolte, c'est-à-dire récolte principale ou intermédiaire.
- Conditions post-récolte, c'est-à-dire méthodes de fermentation et de séchage.
- Conditions de stockage, c'est-à-dire température, humidité relative et utilisation d'un produit antiparasitaire de l'échantillon avant la réception.
- Conditions du sac ou de l'emballage, par exemple le matériau utilisé pour l'échantillon à la réception.
- Si disponible :
  - » Qualité des fèves, par exemple A, B, C ou SS pour les fèves de qualité inférieure.
  - » Données physicochimiques, par exemple teneur en humidité.



Le tableau 8 ci-dessous montre un exemple des informations qui pourraient être enregistrées sur le lot, sa provenance et/ou son lieu d'origine et des informations sur le processus post-récolte. Ces informations peuvent varier en fonction des besoins et des situations spécifiques.

**Tableau 8.** Exemple d'information à enregistrer sur un lot de fèves.

Numéro/ID de l'échantillon	_____
Date de prélèvement (jj/mm/aaaa)	_____
ID du sac ou du conteneur dans lequel les échantillons ont été reçus	_____
Pays d'origine des fèves de cacao	_____
Nom du propriétaire de l'échantillon (agriculteur)	_____
Emplacement de la ferme – adresse, ville, village/village, pays	_____
Processeur (fermentation et séchage)	_____
Date d'arrivée (jj/mm/aaaa)	_____
Date de fermentation (mm/aaaa)	_____
Durée de fermentation (jours)	_____
Méthode de fermentation	_____
Régime de tournage utilisé, etc.	_____
Dates de séchage (jj/mm/aaaa)	_____
Méthode de séchage	_____
Identité et origine de l'échantillon	_____
Conditions de conservation des échantillons avant réception et avant évaluation	_____
Nom de l'échantillonneur	_____
ID/numéro de lot	_____
Taille du lot (kg)	_____
Type de lot (sacs ou vrac)	_____
État général du lot	_____
Marques d'expédition (unités x poids)	_____
Échantillons de référence (unités x poids)	_____
<b>Remarques additionnelles</b> : état de l'échantillon (visuel, arôme, présence de déchets, insectes, moisissures, fèves cassées etc.)	_____





## PARTIE B | ÉVALUATION PHYSIQUE

### Chapitre 6. **Introduction**

L'évaluation physique des échantillons de cacao fermenté et séché constitue la première étape de l'évaluation de la qualité et de la saveur du cacao. Les producteurs et les acheteurs attachent une grande importance à ces évaluations, en se concentrant sur des indicateurs tels que la taille des fèves, leur couleur, leur taux d'humidité, la présence de contaminants et les signes de parasites ou de maladies. En outre, l'évaluation de l'arôme des fèves entières et des fèves coupées est effectuée au cours de cette étape.

Cette section fournit un protocole complet pour déterminer le taux d'humidité des échantillons de fèves de cacao. Elle comprend également la détermination de la taille des fèves en fonction de leur poids et de leur nombre. Elle comprend le protocole d'évaluation des fèves de cacao entières, qui vise à caractériser les fèves et à identifier tout défaut sur la base de leur surface extérieure. Cela est essentiel pour évaluer la consistance de la qualité physique des fèves au sein d'un même lot, ainsi que pour établir des comparaisons entre différents lots.

En outre, cette section couvre le protocole de réalisation des tests de coupe, où les fèves entières sont coupées en deux afin d'examiner leurs caractéristiques internes. Ces tests prennent en compte la couleur, l'arôme, la fissuration interne et la présence de défauts, qui peuvent tous affecter la qualité et la saveur des fèves.

Qui plus est, cette section fournit des détails sur l'équipement, les outils et le matériel requis pour les évaluations, le processus de classification des fèves de cacao et les lignes directrices pour la documentation des résultats.

# Ch 7. Détermination du taux d'humidité

## 7.1 Objectif

L'objectif de ce protocole est de mesurer le taux d'humidité des fèves de cacao fermentées, séchées et non torréfiées en vue d'un traitement ultérieur.

Il décrit deux méthodes : (1) la méthode de séchage au four, qui est la référence standard pour la calibration des méthodes alternatives et (2) la méthode utilisant un humidimètre portatif (voir la figure 8 pour la comparaison entre les deux méthodes).

Le choix d'une méthode dépend des besoins et des ressources de l'utilisateur. Les deux méthodes présentent des avantages. La méthode de séchage au four permet de mesurer directement la perte d'humidité. L'humidimètre est portatif, ce qui permet à l'utilisateur d'effectuer des mesures à partir de n'importe quel endroit. Toutefois, pour garantir l'exactitude et la précision des résultats, les humidimètres doivent être calibrés et entretenus périodiquement, par exemple, une ou deux fois par an.

Le taux d'humidité optimale pour les fèves de cacao fermentées et séchées se situe entre 6,5 et 7,5 %. Un taux d'humidité inférieur à 6 % peut rendre la coque trop fragile et augmenter le risque de désintégration des fèves, ce qui se traduit par un plus grand nombre de fèves cassées. Un taux d'humidité supérieure à 8 % entraîne une perte de matière comestible et un risque accru de développement de moisissures et de bactéries, avec des conséquences potentiellement graves pour la sécurité alimentaire, la saveur et la qualité de la transformation.

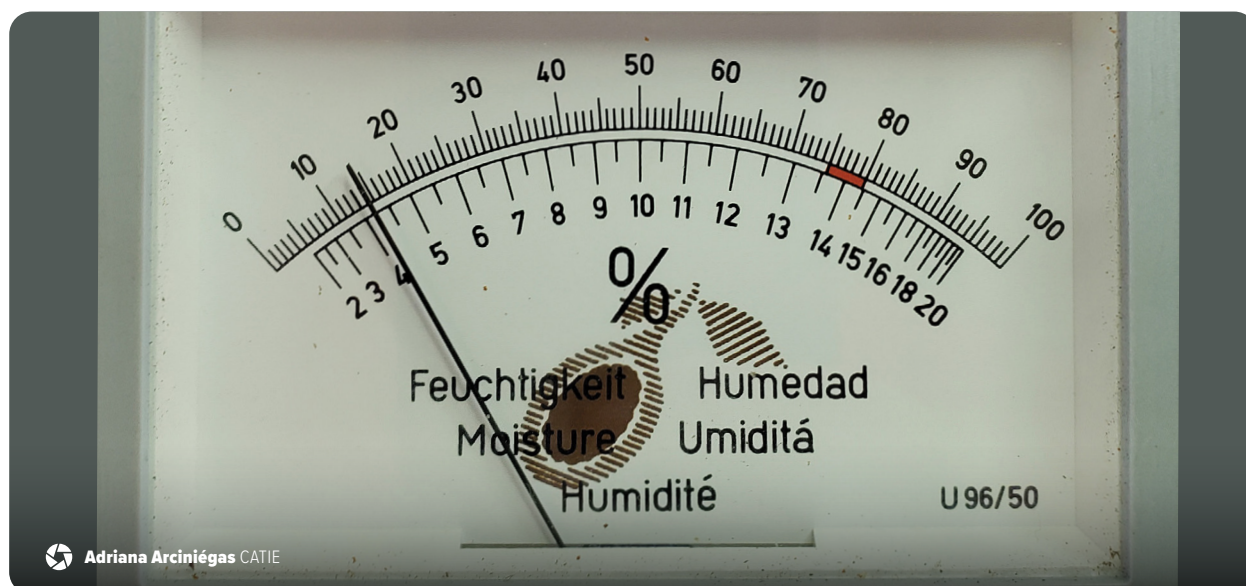
Lors de l'évaluation de la saveur, la détermination du taux d'humidité des fèves de cacao a deux objectifs principaux :

- Vérifier que l'échantillon se situe dans la plage appropriée pour la sécurité alimentaire, la saveur et la transformation.
- Rendre possible la détermination des conditions de torréfaction, ce qui permet d'adapter plus précisément la torréfaction à chaque échantillon spécifique afin d'exprimer tout le potentiel aromatique des fèves (voir chapitre 11 « Torréfaction des fèves de cacao »).

## 7.2 Spécifications clés

Tableau 9. Spécifications clés pour la détermination du taux d'humidité.

Paramètre	Spécification
Taille minimale de l'échantillon de fèves de cacao	500g



## 7.3 Équipements, outils et matériaux

### Fèves de cacao

La taille minimale de l'échantillon test est de 500g de fèves de cacao à température ambiante (20–25 °C/68–77 °F), coupées en quatre à partir de l'échantillon de référence, conformément au processus d'échantillonnage décrit au chapitre 5 « Échantillonnage des fèves de cacao en sacs et en vrac ».

### Méthode de séchage au four

- **Broyeur** : Pour réduire les fèves en poudre grossière sans les chauffer (voir annexes, figure 72 pour des exemples).
- **Four ventilé ou à air pulsé** : Avec contrôle de la température à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $217 \pm 3,6^\circ\text{F}$ ), (voir annexes, figure 48).
- **Plats en métal ou en verre résistant à la chaleur** : Équipés d'un couvercle pour chaque échantillon (au moins deux), d'une surface utile minimale de  $35\text{ cm}^2$ , d'un diamètre minimal de 70 mm et d'une profondeur de 20 à 25 mm (voir annexes, figure 48).
- **Déshydrateur** : Suffisamment grand pour contenir tous les échantillons, il peut être bien scellé et rempli d'un déshydratant sec (voir annexes, figure 48).
- **Balance de mesure analytique** : Avec une précision de 1 mg

### Méthode de l'humidimètre

- **Humidimètre** : Calibré pour les fèves de cacao dont le taux d'humidité est compris entre 2 et 20 %. Des exemples sont présentés dans les annexes, figure 49, figure 50 et figure 51.

## 7.4 Procédure

### 7.4.1 Méthode de séchage au four

Les étapes suivantes décrivent la procédure de mesure du taux d'humidité à l'aide d'un four:

1. Vérifiez que le déshydratant contenu dans le déshydrateur est sec et qu'il n'a pas changé de couleur. S'il n'est pas sec ou s'il a changé de couleur (ce qui indique qu'il est humide), séchez-le en suivant les instructions du fabricant pour le matériau et la marque spécifiques du déshydratant.
2. Vérifiez que les plats et les couvercles sont secs. Si ce n'est pas le cas, séchez-les pendant une nuit au four à  $110^\circ\text{C}$  ( $230^\circ\text{F}$ ) et conservez-les dans le déshydrateur jusqu'à leur utilisation.
3. Étiquetez clairement les plats et leurs couvercles (par exemple A et B pour les deux échantillons à mesurer).
4. Broyez 500g de fèves de cacao en une poudre grossière ne dépassant pas une taille de particules de 5 mm (cette taille peut être contrôlée visuellement). Évitez la formation d'une masse, qui peut se produire si les fèves sont broyées trop finement.
5. À partir des fèves de cacao broyées, prélevez au moins deux échantillons tests (A et B) et suivez les étapes 6 à 7 pour chacun d'entre eux.
6. Pesez le plat vide avec son couvercle et enregistrez sa masse de cacao comme  $m_o$  ( $m_{oA}$  pour l'échantillon A et  $m_{oB}$  pour l'échantillon B).
7. Sans mettre les balances à zéro, transférez rapidement 10g de l'échantillon test dans chacun des plats et recouvrez-les immédiatement de leur couvercle. Enregistrez la masse totale de chaque plat avec le couvercle et l'échantillon test comme  $m_1$  ( $m_{1A}$  pour l'échantillon test A et  $m_{1B}$  pour l'échantillon test B).



**NOTE :** Il est important d'effectuer le broyage et le pesage (étapes 4 à 7) le plus rapidement possible, en cinq minutes au maximum, afin d'éviter toute absorption d'échantillon ou perte d'humidité due aux conditions ambiantes. Lorsque ces deux étapes ne peuvent être réalisées immédiatement dans le délai maximum indiqué, les fèves de cacao broyées devront être conservées dans un sac en plastique ou un récipient hermétique pendant un maximum de deux heures.

8. Réglez le four à  $103^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $217^{\circ}\text{F}$ ).
9. Ouvrez le four et placez les plats contenant les fèves de cacao broyées sur la grille. Retirez les couvercles et placez chaque plat ouvert sur le couvercle correspondant. Les échantillons doivent sécher à découvert.
10. Réglez le four pour  $16\text{h}\pm 1\text{h}$  à  $103^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $217^{\circ}\text{F}$ ). Utilisez une minuterie externe si le four ne dispose pas d'une fonction de minuterie intégrée pour cette durée. Évitez d'ouvrir le four pendant ce processus. Le processus de mesure peut être effectué pendant la nuit, car les 16 heures dépassent les heures de travail quotidiennes normales.
11. Lorsque la 16<sup>e</sup> heure est atteinte, ouvrez le four et couvrez les plats avec les couvercles avant de les retirer du four.
12. Transférez les plats couverts dans le déshydrateur et fermez ou scellez.



**NOTE :** Pour éviter toute variation du taux d'humidité due aux conditions ambiantes, il convient d'être très attentif et d'ouvrir et de fermer le déshydrateur le plus rapidement possible.

13. Laissez les plats dans le déshydrateur jusqu'à ce que les échantillons aient refroidi à la température ambiante ( $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$  ou  $68\text{--}77^{\circ}\text{F}$ ). Cela devrait prendre environ 30–40 minutes.
14. Pour éviter le transfert d'humidité, utilisez des pinces pour prendre les plats refroidis contenant l'échantillon et apportez-les à la balance pour les peser. Enregistrez la masse comme  $m_2$  ( $m_{2A}$  pour l'échantillon A et  $m_{2B}$  pour l'échantillon B).
15. Calculez le taux d'humidité en pourcentage de la masse initiale, en utilisant la formule suivante (voir annexe 3 pour un exemple de calcul) :

$$\text{taux d'humidité} = (m_1 - m_2) \times \frac{100}{m_1 - m_0} \quad \text{où : } \begin{array}{l} m_0 : \text{masse du plat vide avec couvercle} \\ m_1 : \text{masse du plat avec couvercle et de l'échantillon de test avant séchage (g)} \\ m_2 : \text{masse du plat avec couvercle et de l'échantillon de test après séchage (g)} \end{array}$$

16. Exprimez le résultat comme la moyenne du taux d'humidité de tous les échantillons (échantillon A, échantillon B, etc.).



**NOTE :** La mesure est considérée comme répétable si la différence entre deux mesures (effectuées simultanément et par le même analyste) ne dépasse pas une perte de masse de 0,3g/100g.

## 7.4.2 Méthode utilisant un humidimètre

Cette méthode utilise un humidimètre. Il existe plusieurs modèles d'appareils et différentes marques qui peuvent être utilisés. Le choix dépend de la préférence de l'utilisateur et/ou de la disponibilité des produits commerciaux.

La procédure consiste à verser les fèves directement dans la chambre ou le gobelet de l'humidimètre. La taille de la portion dépend de la taille de la chambre ou de la tasse ainsi que des fèves, les fèves plus petites s'adaptant mieux à la tasse. Les mesures sont prises l'une après l'autre et le résultat est la moyenne de toutes les lectures.



### 7.4.3 Comparaison des méthodes

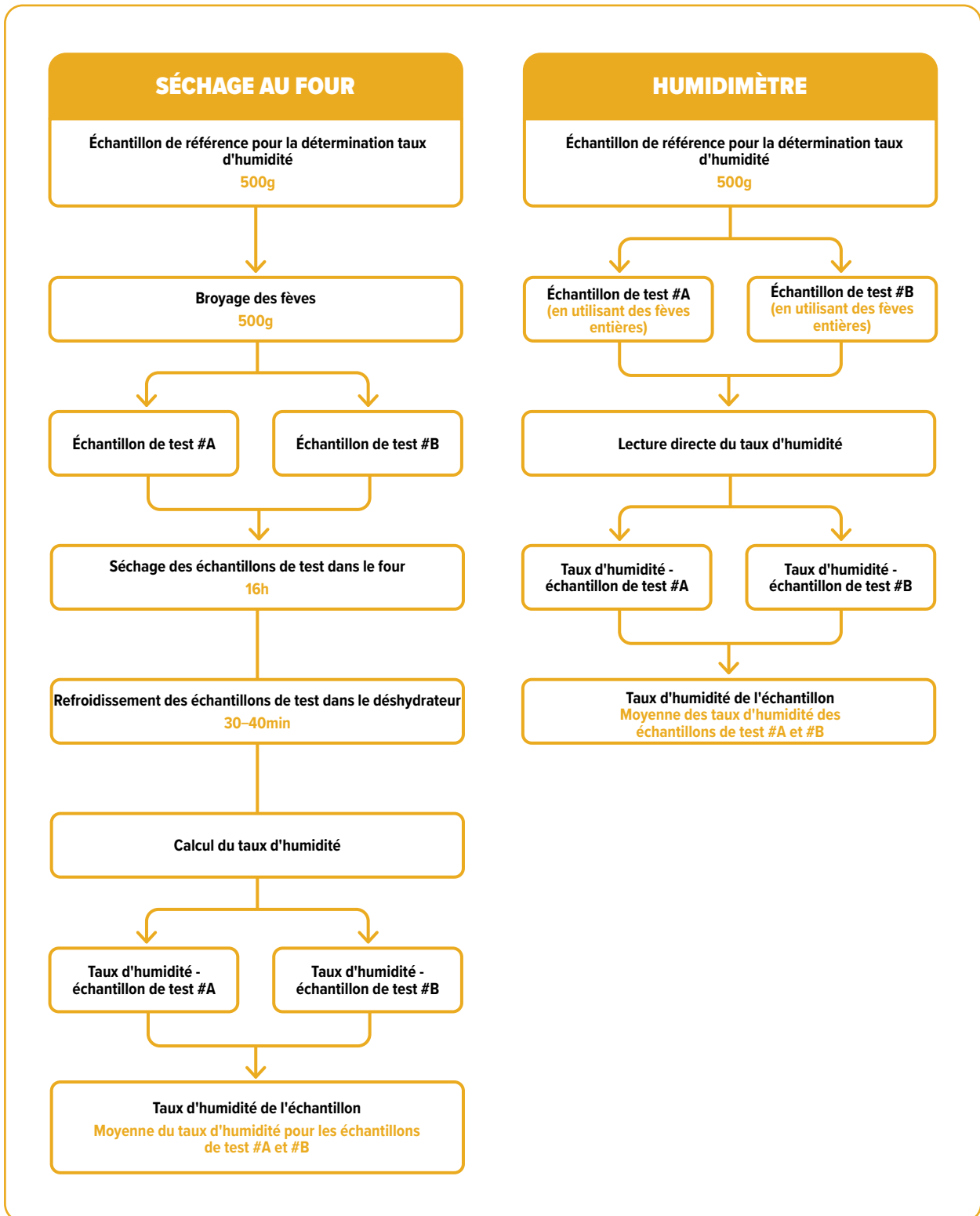


Figure 8. Comparaison entre la méthode de séchage au four et la méthode de l'humidimètre.

## 7.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

L'absorption, la malabsorption et la libération de l'humidité sont des processus dynamiques. Par conséquent, lors de l'enregistrement des données pour la détermination du taux d'humidité, les conditions telles que la température ambiante et l'humidité relative dans la zone d'essai à ce moment précis doivent être enregistrées.

Les informations à documenter pour chaque échantillon de fèves sont présentées dans les tableaux 10 et 11 ci-dessous, en fonction de la méthode utilisée.

**Tableau 10.** Mesure du taux d'humidité par la méthode de séchage au four.

Numéro de référence de l'échantillon/ID	_____	_____
Date de traitement (jj/mm/aaaa)	_____	_____
Poids total de l'échantillon (g)	_____	_____
Marque et modèle du broyeur	_____	_____
Marque et modèle du four	_____	_____
Heure de début du séchage (hh:mm)	_____	_____
Heure de fin du séchage (hh:mm)	_____	_____
Durée totale du séchage (hh:mm)	_____	_____
Température de séchage (°C ou °F)	_____	_____
Humidité relative de la pièce (HR) au départ	_____	_____
Humidité relative de la pièce (HR) à la fin	_____	_____
		<b>Échantillon de test A    Échantillon de test B</b>
Masse du plat vide avec couvercle- $m_0$ (g)	_____	_____
Masse du plat avec couvercle contenant l'échantillon de test avant séchage- $m_1$ (g)	_____	_____
Masse du plat avec couvercle contenant l'échantillon de test près séchage- $m_2$ (g)	_____	_____
Taux d'humidité (%) ( $m_1-m_2$ ) (g)	_____	_____
<b>Commentaires</b>	_____	

**Tableau 11.** Mesure du taux d'humidité à l'aide d'un humidimètre.

Numéro/ID de l'échantillon de référence	_____	_____
Date de traitement (jj/mm/aaaa)	_____	_____
Marque et modèle de l'humidimètre	_____	_____
Quantité de fèves par mesure (g)	_____	_____
		<b>Échantillon de test A    Échantillon de test B</b>
Taux d'humidité (%)	_____	_____
Taux d'humidité moyen (%)	_____	_____
<b>Commentaires</b>	_____	

# Ch 8. Évaluation physique des fèves de cacao entières

## 8.1 Objectif

Ce protocole décrit la procédure d'évaluation de l'apparence et de l'arôme des fèves de cacao entières par l'inspection visuelle et l'odorat. Il décrit également le processus de nettoyage et de triage d'un échantillon donné en tant qu'étape préparatoire à la transformation des fèves en masse de cacao et en chocolat pour l'évaluation sensorielle. Il comprend des procédures suivantes :

- Description de l'aspect extérieur général.
- Description de l'arôme extérieur.
- Mesure de la perte au nettoyage.
- Catégorisation des corps étrangers et liés au cacao.
- Calcul du rendement des fèves de cacao propres, entières et bien formées.
- Estimation de la taille moyenne des fèves par le biais du nombre de fèves et de l'indice de fève.

Les objectifs spécifiques de ce protocole sont les suivants :

- Évaluer l'aspect extérieur général et l'arôme des fèves de cacao entières afin de caractériser l'échantillon de fèves et d'identifier les défauts graves.
- Mesurer et classer la perte au nettoyage pour calculer le rendement en fèves propres.
- Obtenir un indicateur de la taille des fèves de cacao en la comparant au poids des fèves, soit en comptant les fèves de cacao par 100 g, soit en calculant le poids individuel moyen des fèves.

Ce protocole est important pour évaluer la consistance de la qualité physique des fèves de cacao au sein d'un même lot, ou entre différents lots. Pour l'évaluation de la saveur, l'évaluation physique des fèves de cacao entières permet d'obtenir les résultats suivants :

- Déterminer les ajustements de durée et de température pour une torréfaction de base, en fonction de la taille et de l'humidité des fèves.
- Réduire au minimum les dommages causés au matériel de concassage et de vannage par des abrasions, telles que des corps étrangers, y compris des cailloux ou des pierres.
- Augmentation de l'efficacité de la séparation des parties comestibles et non comestibles des fèves, c'est-à-dire des coques des grappes de fèves ou des fèves ratatinées.
- Réduire les risques pour la sécurité alimentaire en éliminant les particules de poussière qui abritent des micro-organismes potentiellement pathogènes et en éliminant les risques physiques (par exemple, les fragments de verre).

## 8.2 Spécifications clés

**Tableau 12.** Spécifications clés pour l'évaluation physique des fèves de cacao entières.

	Paramètre	Spécification
	Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao pour le tamisage et le calcul de la perte au nettoyage	500g
	Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao pour une description du nombre de fèves, de l'aspect et de l'arôme des fèves	500g

## 8.3 Équipements, outils et matériaux

### Fèves de cacao

La taille minimale de l'échantillon de test pour le tamisage et la détermination de la perte au nettoyage est de 500 g, obtenus en coupant en quatre l'échantillon de référence avec un minimum de 2 kg de fèves (voir chapitre 5 « Échantillonnage des fèves de cacao en sacs et en vrac »).

Environ 500g de fèves nettoyées et triées sont sélectionnés au hasard pour déterminer le nombre de fèves, décrire l'apparence et l'arôme.

### Outils de pesée

- Balances – Balances électroniques à chargement par le haut (annexes, figure 52), d'une capacité de 2 kg et d'une précision de 0,1 g.
- Plateaux de pesée.
- Pelle à main.

### Autres outils

- Tamis avec une maille de 5 mm.
- Un agitateur mécanique peut également être utilisé.
- Appareil photo pour prendre des photos.
- Lumière artificielle avec un éclairage de 800 à 1 000 lux si la lumière naturelle n'est pas suffisante.

## 8.4 Procédure

### 8.4.1 Détermination de la perte au nettoyage

La perte au nettoyage correspond à la réduction globale du poids de l'échantillon de fèves de cacao résultant de l'élimination des petites particules, telles que la saleté, par le processus de tamisage. Elle comprend également l'élimination de particules plus grosses telles que les pierres, les vis, les fèves plates ou les grappes de fèves.

Le tamisage fait référence à la perte de fines particules de l'échantillon qui passent à travers un tamis de 5 mm de maille. Ces particules fines de cacao sont généralement des poussières présentes dans le sac des fèves de cacao.

La procédure de détermination de la perte au nettoyage est la suivante :

1. À l'aide d'un plateau propre, pesez l'échantillon de fèves de cacao et notez le poids total de la masse.
2. Passez l'échantillon à travers un tamis d'une taille de maille de 5 mm. Un agitateur mécanique peut être utilisé pour assurer une séparation maximale du tamisage (particules fines).
3. Rangez le tamis pour le pesage.
4. Transférez le reste de l'échantillon de fèves sur un plateau plat, de préférence avec une surface blanche, afin de voir clairement tous les fèves en une seule couche.
5. Éliminez une à une toutes les matières cacaotées contenant des pépites, telles que les fèves cassées et les grés de fèves, les grappes de fèves (agglutinées ensemble et doublées) et les fèves infestées présentant des dommages causés par les insectes.
6. Retirez tous les corps étrangers tels que les pierres, les bâtons de bois, les morceaux de plastique, le verre, les vis et le placenta sec.
7. Laissez toutes les fèves propres, entières et bien formées, sur le plateau. Il s'agit de l'échantillon propre et trié.
8. Pesez-le et calculez le pourcentage de fèves propres par rapport à la masse totale. La perte au nettoyage peut être classée par catégorie en pesant chacune des catégories et en calculant le pourcentage de chaque catégorie par rapport à la masse totale de l'échantillon.
9. Enregistrez les données des échantillons de fèves originaux et des échantillons de fèves nettoyées et triées pour calculer le rendement (voir tableau 15).
10. Prenez des photos de la perte au nettoyage sous une bonne lumière naturelle ou artificielle, avec un éclairage de 800 à 1 000 lux, à des fins de documentation.

### 8.4.2 Détermination de la taille des fèves

La procédure de calcul de la taille des fèves est la suivante :

1. Utilisez au moins 500g de l'échantillon nettoyé et trié pour déterminer le nombre de fèves.
2. Mesurez le poids de la masse de l'échantillon de fèves entières jusqu'à 0,1 g. Enregistrez ce poids comme  $m_{TOTAL}$ .
3. Comptez le nombre de fèves dans l'échantillon pesé. Enregistrez ce chiffre comme  $n_{TOTAL}$ .
4. Enregistrez le nombre de fèves ( $n_{FÈVE}$ ) comme le nombre de fèves par 100g en utilisant la formule ci-dessous :

$$\tilde{x} = \frac{m_{TOTAL}}{n_{TOTAL}}$$

5. Enregistrez le poids moyen des fèves ( $\tilde{x}$ ) en utilisant la formule ci-dessous :

$$n_{FÈVE} = \frac{n_{TOTAL}}{m_{TOTAL}} \times 100$$

6. Conservez l'échantillon de fèves de cacao nettoyé et trié dans un sac ou un récipient propre et sans danger pour les aliments.
7. Jetez toute particule d'échantillon résiduelle trouvée dans les outils utilisés et sur les surfaces de travail.
8. Nettoyez et désinfectez tous les outils et surfaces de travail.
9. Examinez visuellement l'homogénéité de la taille de l'échantillon propre et laissez un commentaire sur votre impression générale de l'échantillon.
10. Enregistrez les données (voir tableau 16).



**NOTE :** La taille des fèves est une étape essentielle pour déterminer les conditions précises de torréfaction d'un échantillon de fèves spécifique en vue de l'évaluation sensorielle de la saveur (voir chapitre 11 « Torréfaction des fèves de cacao »). En outre, les fèves peuvent être classées sur la base du nombre de fèves, comme indiqué dans les tableaux 13 et 14.

**Tableau 13.** Classification des fèves par calibre sur la base du nombre de fèves/100g (ISO 2451:2017). Les réglementations nationales peuvent différer.

Code de taille	Classification descriptive par taille	Nombre de fèves (100g)
1	Fèves standard	<100
2	Fèves moyennes	101–110
3	Petites fèves	111–120
4	Très petites fèves	>120

**Tableau 14.** Exemple d'indemnités de classement pour les fèves de cacao à la suite d'une évaluation de la qualité (ICE, 2017). Les systèmes de classement nationaux peuvent varier en fonction des lois nationales ou des accords avec les clients.

Facteurs	Qualité des fèves de cacao		
	Remarquable	Satisfaisant	Inacceptable
<b>Nombre de fèves présentant des défauts</b> (pour 100 fèves)	0–5	6–15	>15
<b>% de résidus et de corps étrangers</b> (par échantillon de 2kg)	–	1.30–3.75%	>3.75%
<b>Nombre de fèves - nombre de fèves</b> (pour 100g)	90–99	101–120	>120
<b>Écart-type du nombre de fèves</b> (par 2kg)	–	26–40	>40
<b>% de grappes de fèves</b> (par 2kg)	–	2.60–7.50%	>7.50%

### 8.4.3 Description de l'aspect et de l'arôme des fèves de cacao entières

Choisissez un endroit exempt d'odeurs fortes et faites particulièrement attention aux odeurs de parfums, de crèmes, de déodorants et de produits capillaires qui peuvent altérer l'arôme des fèves.

1. Placer les 500g de fèves nettoyées et triées sur un plateau, un bol ou une assiette.
2. Sentez les fèves à une distance d'environ 2 cm.
3. Décrivez les odeurs et veillez tout particulièrement à identifier celles qui peuvent indiquer des défauts. Se référer au tableau 40 pour une liste des mauvaises odeurs.
4. Examinez visuellement les fèves à la lumière du jour ou sous une lumière artificielle équivalente avec une intensité d'éclairage de 800 à 1 000 lux :
  - **Surface de la fève** : ratatinée ou ridée, dodue ou unie, concave ou convexe, avec ou sans restes de mucilage collés, propre ou sale. Ce point est important car les fèves dont la coque est ratatinée ou ridée ne sont pas faciles à vider et les pertes dues à la transformation sont plus élevées en raison de l'adhérence de la coque aux cotylédons ou aux cosses. En revanche, les fèves bien dodues se torréfient facilement ; leurs coques se détachent plus facilement, ce qui nécessite un concassage plus doux.
  - **Couleur** : brun clair ou foncé, tirant sur l'orange ou le rouge, avec ou sans taches, taches blanches, vertes ou noires. La décoloration peut être due à une forte moisissure externe et les taches sombres sont souvent dues au contact avec le métal.
  - **Signes d'infestation** : présence de larves vivantes et mortes, de peaux de larves muées, de matériaux de palmage et d'excréments d'insectes, qui peuvent présenter un risque pour la sécurité alimentaire et affecter la saveur des fèves.
5. Prenez des photos à la lumière du jour ou à la lumière artificielle avec une intensité d'éclairage de 800 à 1 000 lux. Documentez l'apparence et l'arôme des fèves (voir tableau 17).

## 8.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

**Tableau 15.** Données à enregistrer pour le tamisage, la perte au nettoyage et les rendements en fèves propres.

<b>Numéro de l'échantillon/ID</b> _____	
Date de transformation (jj/mm/aaaa)	_____
Poids de l'échantillon original de fèves de cacao (g)	_____
Poids de l'échantillon nettoyé et trié (g)	_____
Perte au nettoyage calculée (%)	_____
Rendement calculé de fèves propres, entiers et bien formés (%)	_____
.....	
<b>Catégorisation des pertes au nettoyage</b>	
<b>Tamisage</b>	Poids (g) _____
	Pourcentage (%) _____
<b>Matière liée au cacao</b>	Poids (g) _____
	Pourcentage (%) _____
<b>Corps étrangers</b>	Poids (g) _____
	Pourcentage (%) _____

**Tableau 16.** Données à enregistrer pour le comptage des fèves et le poids moyen des fèves en tant qu'indicateurs du calibre des fèves.

<b>Numéro de l'échantillon/ID</b> _____	
Poids des fèves entiers (g)	_____
Nombre de fèves	_____
Nombre de fèves calculés (100g)	_____
Poids moyen calculé des fèves (g/fève)	_____
Impression visuelle générale d'homogénéité de la taille	_____

**Tableau 17.** Données à enregistrer pour l'aspect et l'arôme des fèves entières.

<b>Numéro de l'échantillon/ID</b> _____	
<b>Paramètre</b>	<b>Description</b>
<b>Aspect</b>	Surface de la fève _____
	Couleur _____
	Signes d'infestation _____
	Signes de moisissure _____
<b>Arôme</b>	Mauvaises odeurs _____
	Attributs aromatiques dominants _____

# Ch 9. Évaluation physique des fèves de cacao coupées

## 9.1 Objectif

Les fèves fermentées et séchées sont soumises à un test de coupe qui constitue la principale méthode d'évaluation visuelle de la qualité physique des fèves, y compris la couleur, la fissuration interne et la présence de défauts. En outre, l'arôme des fèves coupées est évalué. Ces informations sont essentielles pour caractériser l'échantillon de fèves, confirmer la composition génétique des fèves et déterminer les conditions optimales de torréfaction pour la transformation des fèves en masse de cacao en vue de l'évaluation sensorielle.

Les résultats des analyses décrites dans le présent protocole peuvent entraîner le rejet des échantillons en vue d'une analyse sensorielle plus poussée en raison de risques pour la sécurité alimentaire, si certains niveaux de défauts sont constatés. Ces défauts sont caractérisés par (1) une présence extrême de moisissures internes ou externes, (2) une infestation de mites ou (3) une forte intensité d'odeurs de fumée. L'expérience de la personne chargée de l'analyse des coupes est essentielle.

L'arôme du test de coupe donne une bonne indication initiale des arômes dominants qui peuvent être présents dans la masse de cacao et/ou le chocolat. Il guide également la sélection des conditions de torréfaction.

Cette évaluation permet d'identifier les fèves défectueuses et de les exclure de l'évaluation sensorielle en raison des risques liés à la sécurité alimentaire.

L'objectif est d'évaluer un minimum de 50 et jusqu'à 300 fèves, coupées soit à l'aide d'un couteau et d'une planche à découper, soit à l'aide d'une guillotine, afin d'exposer des moitiés égales qui sont rapidement examinées sous une bonne lumière avant qu'une oxydation superficielle ne se produise. L'utilisation d'une guillotine permet à l'évaluateur de sentir immédiatement l'arôme de 50 fèves coupées en même temps. Si les fèves sont coupées individuellement, l'utilisation de gants de protection est une mesure de précaution importante qui nécessite une attention particulière pour éviter de se blesser les mains et/ou les doigts.

Toutes les inspections visuelles (c'est-à-dire l'évaluation de l'aspect et de la fissuration) doivent être effectuées à la lumière du jour ou à l'aide d'une lumière artificielle équivalente d'une intensité de 800 à 1 000 lux.

L'endroit doit être inodore, en particulier pour l'évaluation de l'arôme des fèves coupées. La température des fèves et de la pièce doit être d'au moins 22°C (72°F). Si ce n'est pas le cas, les fèves ne dégageront pas d'odeur, car elles sont mal perçues sous des températures froides.

## 9.2 Caractéristiques clés

**Tableau 18.** Spécifications clés pour l'évaluation physique des fèves de cacao coupées.

Paramètre	Spécification
Nombre minimum de fèves de cacao pour le test de coupe	300 (ISO 2292:2017) – voir note ci-dessous

## 9.3 Équipements, outils et matériaux

### Fèves de cacao

Au total, 300 fèves de cacao sont prélevées au hasard dans l'échantillon de référence en évitant les fèves vides et plates (voir chapitre 8 « Évaluation physique des fèves de cacao entières »).



**NOTE :** Tous les contrats commerciaux sont régis par des exigences d'arbitrage formelles qui requièrent que des tests de coupe soient effectués sur un maximum de 300 fèves. Le test de coupe peut être répété autant de fois que nécessaire pour se conformer aux exigences légales et à celles du client. Les entreprises ont tendance à commencer par 50 fèves. Si celles-ci ne révèlent aucun défaut, aucune autre coupe n'est effectuée.



## Autres outils

- Pour couper les fèves individuellement :
  - » Un couteau, un sécateur ou un cutter en plastique à bord fin sont indispensables pour s'assurer que la structure interne de la fève n'est pas ou peu altérée, afin d'avoir une vue précise de la texture interne fissurant les fèves (annexe, figure 54).
  - » Planche à découper.
  - » Gants de protection.
  - » Tableau de classification des fèves coupées (annexe, figure 55).
- Une guillotine pour couper 50 fèves à la fois (annexe, figure 56f).
- Outil de référence du guide des couleurs (annexe, figure 35), pour les photos des fèves coupées.
- Tableau du test de coupe du cacao (annexe, figure 33).
- Appareil photo pour la prise de photos.
- Lumière artificielle de 800 à 1 000lux d'éclairage.
- Endroit inodore avec une température ambiante de 22°C (72°F), au minimum.

## 9.4 Procédure

### 9.4.1 Couper les fèves en deux

Les procédures pour couper les fèves en deux à l'aide d'un couteau sont les suivantes :

1. Sélectionnez au hasard la première série de 50 fèves à couper, indépendamment de leur taille, de leur forme et de leur état, dans l'échantillon test de 300 fèves.
2. Portez des gants de protection.
3. Utilisez un couteau, un sécateur ou un cutter en plastique à bord fin (annexes, figure 54) pour couper chaque fève en le tenant fermement afin d'assurer une coupe régulière dans le sens de la longueur, le long de l'axe longitudinal central.
4. Sentez immédiatement la fève et notez vos observations.
5. Placez les deux moitiés du fève sur le tableau de classification (annexe 14.4, figure 54).
6. Prenez des photos en utilisant la référence du guide des couleurs et une bonne lumière naturelle ou artificielle de 800 à 1 000lux, dans les 15 minutes qui suivent la découpe, car les couleurs s'altèrent.
7. Enregistrez les observations en nombre et en pourcentage pour chaque catégorie (fèves défectueuses, couleur, fissuration, fermentation, moisissure et infestation d'insectes).
8. Répétez l'opération pour toutes les fèves jusqu'à 300.
9. Prenez une poignée de fèves coupées au hasard, écrasez-les avec vos mains et sentez-les.
10. Enregistrez la description de l'arôme.

La procédure d'utilisation de la guillotine pour 50 fèves à la fois est la suivante :

1. Ouvrez la guillotine et posez les deux côtés horizontalement sur une table ou sur un plan de travail plat et propre.
2. Placez une fève dans chacune des 50 chambres de la guillotine, d'un côté de la guillotine. Sélectionnez les fèves au hasard, indépendamment de leur taille, de leur forme et de leur état, dans l'échantillon d'essai de 300 fèves. Disposer les fèves de manière à ce que leur axe longitudinal s'aligne sur l'axe longitudinal de la chambre du banc de coupe (annexes, figure 56a).

3. Fermez le côté supérieur de la guillotine et appuyez fermement sur le loquet pour sécuriser la guillotine en position fermée après le remplissage avec les fèves (annexes, figure 56b et figure 56c).
4. Placez la guillotine verticalement sur ses pieds sur le sol ou sur une table basse (Annexes, Figure 56d).
5. Insérez la lame de la guillotine pour commencer la coupe. La lame ne peut entrer dans la chambre de coupe que d'une seule manière, car l'un des rails en laiton est plus grand que l'autre (voir annexe, figure 56d).
6. Appliquez une pression prudente et régulière pour couper les fèves et créer une coupe lisse et régulière afin de garantir que la lame se déplace verticalement le long des rails, jusqu'à ce qu'elle s'arrête avec la poignée sur le dessus du bloc de coupe (annexes, figure 56e). L'application d'une pression irrégulière peut entraîner une rupture irrégulière des fèves et une coupe grossière, ce qui rend l'examen plus difficile. Ne retirez pas la lame de coupe lorsque la guillotine est positionnée verticalement, afin d'éviter que les moitiés de la partie supérieure ne tombent de leur chambre de la guillotine.
7. Posez la guillotine à plat sur une table ou sur une surface de travail plane et propre (annexes, figure 56f) ; défaites le loquet et ouvrez la partie supérieure de la guillotine (annexes, figure 56g).
8. Retirez la lame (annexes, figure 56h).
9. À l'aide d'un couteau, couper manuellement les fèves qui n'ont pas été coupées par la guillotine.
10. Prenez des photos pour vos dossiers en utilisant la référence du guide des couleurs et une bonne lumière naturelle ou artificielle de 800 à 1 000 lux dans les 15 minutes qui suivent la coupe, car les couleurs s'estompent.
11. Enregistrez les observations en nombre et en pourcentage pour chaque catégorie (fèves défectueuses, couleur, fissuration, fermentation, moisissure, infestation d'insectes, voir tableau 20).

#### 9.4.2 Description de l'arôme

1. Immédiatement après la coupe, évaluez l'arôme en sentant les fèves à une distance de 2 cm du nez, en bougeant la tête de haut en bas des échantillons pour percevoir l'odeur générale.
2. Évaluez tous les arômes perçus, tels que les odeurs dominantes, bonnes et mauvaises, comme indiqué dans le tableau 40.
3. Enregistrez l'arôme perçu à l'aide du formulaire du tableau 20. Les arômes perçus sont utiles pour sélectionner les conditions de torréfaction les plus appropriées pour la transformation des fèves en masse de cacao en vue de l'évaluation sensorielle (voir chapitre 11 « Torréfaction des fèves de cacao »).

#### 9.4.3 Évaluation des défauts d'aspect, de la couleur et de la fissuration

1. Examinez visuellement les deux moitiés de chaque fève à la lumière du jour ou à une lumière artificielle équivalente de 800 à 1 000 lux pour les caractères énumérés par groupe dans le tableau 19.
2. Consignez vos observations à l'aide du formulaire d'évaluation du tableau 20.
3. Évaluez chaque fève sur la base du niveau de défaut (groupe 1), de la couleur (groupe 2) et de la fissuration (groupe 3) détaillés dans le tableau 19.
4. Comptez les fèves pour chaque groupe, en utilisant le guide du tableau 19.
  - a. **Groupe 1 – fèves défectueuses** : comptez le nombre de fèves moisies, endommagées par les insectes, germées et avariées, par ordre décroissant de gravité. Si une fève présente deux défauts ou plus, notez le défaut le plus élevé sur cette liste. Par exemple, si une fève est à la fois moisie et germée, inscrivez le défaut comme « moisie » et non comme « germée ». Notez le nombre de fèves dans chaque catégorie
  - b. **Groupe 2 – couleur** : il faut compter environ 15 minutes à partir du moment où les fèves sont coupées avant que la couleur ne commence à s'estomper et à changer en raison de l'oxydation. Les photos doivent donc être prises dans ce laps de temps. Afin de normaliser les couleurs en fonction de l'éclairage et de l'appareil photo, les photos doivent être prises dans ce laps de temps. Pour les expositions de longue durée, un guide de référence pour la couleur (voir les annexes, figure 35) peut être utilisé. Les figures 33

et 34 des annexes montrent des photos en couleur de fèves coupées qui illustrent différents degrés de fermentation. D'une manière générale, les fèves violettes sont moins fermentées que les fèves marron clair à foncé, tandis que les fèves marron très foncé, voire noires, indiquent une surfermentation. Notez le nombre de fèves dans chaque catégorie.

- c. Groupe 3 – fissuration** : la fissuration se caractérise par l'ouverture de grandes fentes ou de failles dans la structure interne des fèves à la suite de la protéolyse qui s'est produite pendant la fermentation et qui s'est maintenue pendant le séchage. Les fèves fortement fissurées sont généralement plus fermentées que les fèves qui, à la coupe, ont un aspect de fromage ou sont ardoisées. Notez le nombre de fèves dans chaque catégorie.

**Tableau 19.** Caractéristiques de l'aspect interne des fèves par groupe (d'après Sukha, 2016 ; et Seguine, 2014).

Groupe 1: fèves défectueuses	Groupe 2: couleur	Groupe 3: fissuration
Fèves moisies	<b>Faiblement fermentées</b>	Fissuration grade 1
Fèves endommagées/ infestées par des insectes	Entièrement pourpre/violet	Fissuration grade 2
Fèves germées	Ivoire/blanc/blond	
Fèves blanches	<b>Partiellement fermentées</b>	Fissuration grade 3
	Partiellement pourpre/violet	
	Partiellement brun	Fissuration grade 4
	<b>Bien fermentées</b>	
	Brun clair/jaunâtre	
	Entièrement brun clair	
	Entièrement brun	
	<b>Surfermentées</b>	
	Entièrement brun foncé	
	Entièrement brun très foncé	
	Entièrement noir	

La fissuration et les changements de couleur sont deux processus distincts qui se produisent pendant la fermentation. Bien que le degré de fissuration et la couleur soient liés, ils ne sont pas toujours corrélés et peuvent dépendre des caractéristiques génétiques des fèves et des conditions post-récolte, lors de la fermentation et du séchage. Lorsqu'ils sont utilisés seuls, ni le degré de fissuration ni la couleur ne peuvent fournir des informations complètes sur le degré de fermentation, c'est pourquoi il est recommandé de procéder à une analyse complète comprenant toutes les observations relatives à l'apparence des fèves.

Il faut faire preuve de discernement dans l'interprétation des tests de coupe. Le test de coupe et le profil aromatique sont importants pour évaluer le niveau de fermentation. Le test de coupe est indicatif et ne permet pas de prédire les résultats d'une évaluation de l'arôme.

## 9.5 Classification des fèves de cacao

Les différentes normes d'évaluation de la qualité physique des fèves de cacao et les méthodes de classement reposent sur l'évaluation qualitative et quantitative de critères spécifiques, principalement déterminés par le test de coupe. Ces critères d'évaluation comprennent :

- **Défauts** : Évaluation de l'aspect des fèves, comme la présence de fèves moisies, germées ou endommagées par des insectes.
- **Attributs sensoriels** : Évaluation de l'arôme des fèves, y compris la détection d'odeurs de fumée, de moisissure ou de jambon.
- **Degré de fermentation** : L'examen de la couleur et de la fissuration de la surface des fèves coupées permet de déterminer le degré de fermentation, en distinguant les surfaces lisses et les surfaces fissurées.

L'Organisation internationale de normalisation (ISO), la Cocoa Merchants' Association of America (CMAA), la Federation of Cocoa Commerce London (FCC), la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis, les ministères de l'agriculture et des forêts de l'ANASE (AMAF) et d'autres organismes ont établi différents grades et catégories pour classer les fèves de cacao, en fonction du pourcentage de défauts et/ou du niveau de fermentation (voir tableau 47 en annexe). Les réglementations nationales sur le classement des fèves de cacao varient d'un pays à l'autre - voir la compilation en annexe, tableau 48.



## 9.6 Documentation des données, des calculs et des résultats

**Tableau 20.** Formulaire d'enregistrement de l'aspect et de l'arôme des fèves coupées. Il est recommandé de décrire 50 fèves.

<b>Numéro de l'échantillon/ID</b> _____								
<b>Arôme</b>								
Description de l'arôme _____								
<b>Apparence</b>								
Description de l'aspect général des fèves coupées _____								
<b>Fèves défectueuses</b>								
		<b>Nombre de fèves</b>						
	<b>DÉFAUT</b>	<b>Coupe 1</b>	<b>Coupe 2</b>	<b>Coupe 3</b>	<b>Coupe 4</b>	<b>Coupe 5</b>	<b>Coupe 6</b>	<b>Total%</b>
	Moisies	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Endommagées par les insectes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Germées	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Ardoisées	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	<b>Total</b>	_____	_____	_____	_____	_____	_____	<b>100%</b>
<b>Couleurs</b>								
		<b>Nombre de fèves</b>						
	<b>CATÉGORIE</b>	<b>Coupe 1</b>	<b>Coupe 2</b>	<b>Coupe 3</b>	<b>Coupe 4</b>	<b>Coupe 5</b>	<b>Coupe 6</b>	<b>Total%</b>
↑ - FERMENTATION + ↓	Entièrement pourpre/violet	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Ivoire/blanc/blond	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Partiellement pourpre/violet	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Partiellement brun	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Brun clair/jaunâtre	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Entièrement brun clair	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Entièrement brun	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Entièrement brun foncé	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Entièrement brun très foncé	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	Entièrement noir	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	<b>Total</b>	_____	_____	_____	_____	_____	_____	<b>100%</b>
<b>Niveau de fissuration</b>								
		<b>Nombre de fèves</b>						
	<b>GRADE DE FISSURATION</b>	<b>Coupe 1</b>	<b>Coupe 2</b>	<b>Coupe 3</b>	<b>Coupe 4</b>	<b>Coupe 5</b>	<b>Coupe 6</b>	<b>Total%</b>
	1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	4	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	<b>Total</b>	_____	_____	_____	_____	_____	_____	<b>100%</b>
	<b>Commentaires</b>	_____						



## PARTIE C | TRANSFORMATION DES ÉCHANTILLONS DE FÈVES DE CACAO

### Chapitre 10. **Introduction**

L'objectif de la transformation des fèves de cacao fermentées et séchées en masse et en chocolat est d'effectuer l'évaluation sensorielle et de décrire leur profil aromatique et de déterminer leur qualité globale.

Cette section fournit des protocoles pour les différentes étapes de la transformation des échantillons de fèves de cacao, depuis la torréfaction, le concassage et le vannage, jusqu'à la transformation des grué de cacao en masse et en chocolat noir.

Après avoir analysé les qualités physiques des échantillons de fèves, telles que le taux d'humidité, la taille des fèves et l'arôme du test de coupe, des températures et des durées de torréfaction précises peuvent être déterminées pour chaque échantillon afin d'obtenir une expression optimale de la saveur. Les fèves de cacao ainsi obtenues sont ensuite broyées en une fine masse de cacao et en chocolat pour l'évaluation sensorielle.

# Ch 11. **Torréfaction des fèves de cacao**

## 11.1 **Objectif**

Ce protocole décrit le processus de torréfaction des fèves de cacao fermentées et séchées. Il est le fruit d'une longue expérience de la torréfaction des fèves de cacao provenant de toutes les régions et de tous les pays producteurs de cacao du monde, ce qui représente un large éventail de diversité génétique et de profils aromatiques résultant des pratiques post-récolte. L'objectif de la détermination des conditions optimales de torréfaction est de garantir l'expression optimale de la saveur de chaque fève de cacao. La durée et la température de torréfaction de base sont sélectionnées en fonction de la génétique dominante et ajustées en fonction de la taille et du taux d'humidité des fèves.

Une fois torréfiées, les fèves peuvent être concassées et vannées, puis transformées en masse et en chocolat en vue d'une évaluation sensorielle ultérieure. À cette fin, les échantillons de fèves de cacao ne sont torréfiés qu'une seule fois. Les conditions optimales de torréfaction doivent donc être sélectionnées avec soin. Les fabricants de chocolat depuis la fève jusqu'à la tablette procèdent généralement à plusieurs torréfactions afin de déterminer le profil aromatique souhaité pour le produit final qu'ils ont l'intention de créer. Ce protocole fournit des conseils sur la sélection des conditions de torréfaction les plus appropriées lors d'une torréfaction unique.

La procédure décrite dans ce protocole s'applique spécifiquement à l'utilisation d'un four à convection à air pulsé équipé de commandes précises de température et de durée, afin de garantir la précision et la reproductibilité du processus de torréfaction.

Il est important de noter que les conditions de torréfaction décrites dans ce protocole peuvent ne pas éliminer les risques microbiologiques, car elles dépendent en fin de compte de la charge microbiologique initiale présente dans les fèves non torréfiées. Il incombe à l'utilisateur de mettre en œuvre des contrôles supplémentaires et d'effectuer des analyses microbiologiques pour garantir la sécurité alimentaire lors de la transformation des échantillons en masse ou en chocolat destinés à être consommés par les membres du panel pour l'évaluation sensorielle.

## 11.2 **Spécifications clés**

**Tableau 21.** Spécifications clés pour la torréfaction des fèves de cacao.

<b>Paramètre</b>	<b>Spécification</b>
Taille minimale de l'échantillon de fèves de cacao	600g
Type de four	Four à convection à air pulsé, spécifications dans les tableaux 60 et 61 Plateaux de four en maille - voir section 11.3.2 « Plateaux de four ».
Torréfaction de base : température et durée	<b>Torréfaction basse :</b> 112°C (234°F) x 25min <b>Torréfaction moyenne :</b> 120°C (248°F) x 25min <b>Torréfaction haute température :</b> 130°C (266°F) x 25min
Ajustements de la température et de la durée de torréfaction	En fonction du calibre et de la teneur en eau des fèves (voir annexes, tableau 49)



## 11.3 Équipements, outils et matériaux

### Fèves de cacao

L'échantillon de test minimal est de 600g de fèves de cacao nettoyées et triées qui représentent un lot. La quantité de fèves de cacao doit être suffisante pour couvrir chaque plateau de four d'une seule couche (voir section 11.4.2 « Chargement des fèves sur les plateaux de four »). Cette quantité peut être comprise entre 600 et 800g si l'on utilise deux plateaux par torréfaction. Si la quantité de masse de cacao visée est supérieure, le processus de torréfaction est répété jusqu'à ce que l'échantillon complet soit torréfié.

#### 11.3.1 Four de torréfaction

La procédure concerne l'utilisation d'un four à convection à air pulsé avec les spécifications minimales recommandées dans le tableau 22.

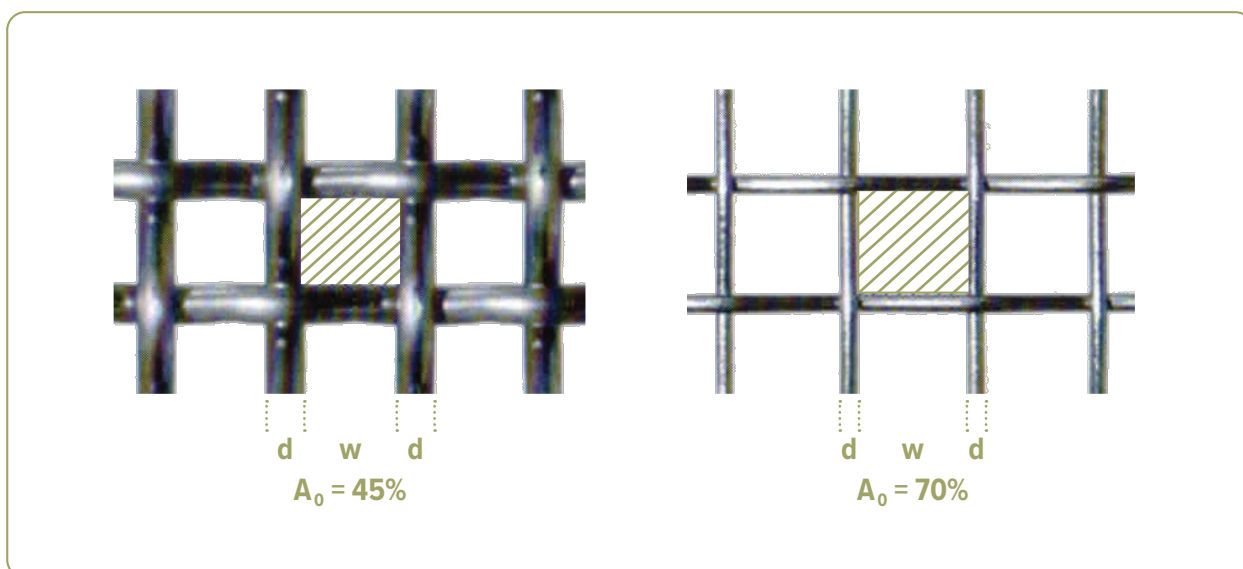
**Tableau 22.** Spécifications clés pour le four à rôtir.

Paramètre	Spécification
Type	Four à convection à air pulsé
Variables à contrôler	Température et durée (réglage numérique)
Plage de température	100–200°C (212–392°F)
Temps de récupération après 30s d'ouverture de la porte à 150°C (302°F) dans un four vide	Moins de 5 minutes
Uniformité de la température dans le four à 150°C (302°F)	Variation de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 3.6^{\circ}\text{F}$ )
Stabilité de la température (dans le temps) dans le four à 150°C (302°F)	Fluctuation de $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 0.6^{\circ}\text{F}$ )
Vitesse d'augmentation de la température (à partir de la température ambiante) à 150°C/302°F, four vide)	6°C (11°F) par minute maximum
Ventilation	Fermée
Taux de circulation de l'air	80 échanges d'air de la chambre/heure
Nombre de plateaux	2
Position des plateaux	Placement symétrique au-dessus et au-dessous de l'ouverture du ventilateur
Conformité	Qualité alimentaire, réglementations nationales et locales



### 11.3.2 Plateaux de four

- Il est recommandé d'utiliser deux plateaux de four recouverts d'un grillage approprié pour le contact avec les aliments, de préférence en acier inoxydable. Toutefois, l'acier ordinaire peut être utilisé comme alternative (voir les annexes, figure 58 et figure 59). Il est important d'éviter d'utiliser les grillages en acier zingué ou traité en raison de leur toxicité potentielle à haute température et de leur réactivité avec l'acidité des fèves.
- Pour minimiser le contact entre les fèves et la surface du plateau du four, il est conseillé d'utiliser des plateaux dotés de grillages à mailles fines. Cela permet d'éviter un transfert excessif de chaleur vers les fèves par conduction. Des exemples de grilles sont présentés à la figure 60 des annexes. Pour les spécifications standard des grillages en maille métallique, voir le tableau 62 des annexes.
- Il est recommandé de veiller à ce que la surface ouverte du grillage entre chaque fil d'acier, qui forme la maille, soit supérieure à 75 % de la surface totale du plateau. La surface ouverte du grillage correspond au pourcentage d'ouverture de la maille par rapport à la surface totale du grillage et est déterminée par le rapport entre la largeur de la maille ( $w$ ) et le diamètre de la maille ( $d$ ) (voir figure 9).
- Évitez d'utiliser des plaques ou des plateaux métalliques perforés, car ils n'offrent pas une surface ouverte suffisante pour le grillage. Ces plaques ou plateaux peuvent entraîner une torréfaction inégale en raison de la conduction lorsque le métal entre en contact avec les fèves.



**Figure 9.** La surface ouverte d'un grillage ( $A_0$ ) définit les ouvertures de la maille en pourcentage de la surface totale du grillage et est basée sur le rapport entre la largeur de la maille ( $w$ ), en supposant que l'espace est carré, et le diamètre du fil ( $d$ ). ([metalmesh.com.au/glossary](http://metalmesh.com.au/glossary))

$$A_0 = \frac{(w \text{ (mm)})^2 \times 100\%}{w \text{ (mm)} + d \text{ (mm)}}$$

- En cas d'utilisation de fèves de remplissage, utilisez de fines cloisons en acier inoxydable ou en aluminium pour séparer les deux types de fèves.

### 11.3.3 Fèves de remplissage

- S'il n'y a pas assez de fèves de cacao pour remplir les deux plateaux du four, il convient d'utiliser des fèves de remplissage.
- Les fèves de remplissage doivent présenter les caractéristiques suivantes :
  - » Exemptes de défauts et de mauvais goûts (voir chapitre 9 « Évaluation physique des fèves de cacao coupées »), afin d'éviter le transfert d'odeurs étrangères à l'échantillon de fèves de référence.
  - » Neutres en termes de saveur, avec un profil de saveur similaire à la référence (si elle est connue) afin de garantir que la torréfaction des fèves de remplissage ne transmette pas d'odeurs fortes à l'échantillon de fèves de référence.

- » Correspondent à l'échantillon de référence en termes de génétique dominante, de nombre de fèves et du taux d'humidité. Cela est nécessaire pour éviter tout transfert de saveurs trop torréfiées vers l'échantillon de référence. Bien que les notes insuffisamment torréfiées soient moins préoccupantes et moins susceptibles d'être transférées, il est toujours important d'assurer la consistance des conditions de torréfaction pour les fèves de remplissage.

### 11.3.4 Autres outils

- Une balance numérique à chargement par le haut d'une capacité minimale de 400g et d'une précision de 1g pour peser les fèves.
- Une minuterie numérique en plus de celle fournie par le four.
- Des gants résistants à la chaleur pour manipuler, charger et retirer les plateaux de torréfaction en toute sécurité.
- Des récipients résistants à la chaleur et de qualité alimentaire pour peser les fèves et les transférer de la balance aux plateaux de torréfaction.
- Un support résistant à la chaleur pour permettre aux plateaux de torréfaction de refroidir ou un plateau séparé pour placer les fèves fraîchement torréfiées afin qu'elles refroidissent.
- Une brosse pour nettoyer le four.
- Un thermomètre infrarouge sans contact avec une plage de mesure de 0-100°C (32-212°F) pour mesurer la température des fèves pendant le processus de refroidissement, avant le concassage et le vannage.

## 11.4 Procédure

### 11.4.1 Sélection des conditions de torréfaction

La température et la durée de torréfaction spécifiques sont déterminées sur la base des informations disponibles dans les échantillons et/ou de la vérification par des experts de la génétique dominante des échantillons (selon qu'ils penchent vers le type Criollo, Trinitario ou Forastero). En outre, l'analyse physique des fèves entières et coupées, ainsi que l'arôme, servent d'indicateurs des caractéristiques génétiques décrites aux chapitres 8 et 9. Il est important de veiller à ce que l'échantillon de fèves soit propre et trié, en éliminant les fèves endommagées (telles que celles qui présentent des coques manquantes, des germes, des défauts évidents ou des coupures), les corps étrangers et les fèves petites ou plates.

Le choix de la torréfaction de base (basse, moyenne ou haute) doit être effectué avec soin afin d'optimiser l'expression des caractéristiques aromatiques inhérentes. Par exemple, une torréfaction élevée peut favoriser le développement d'arômes de cacao intenses dans les types Forastero, alors qu'elle peut entraîner la perte de notes aromatiques délicates (par exemple, florales, fruitées) dans les types Trinitario et Criollo. Selon les conditions de torréfaction de base, d'autres ajustements sont effectués en fonction de la taille des fèves et de leur taux d'humidité. Ces ajustements tiennent compte des différences de transfert de chaleur, qui à leur tour influencent le développement de la saveur.

Pour déterminer les conditions de torréfaction de base appropriées du tableau 23, les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Type génétique dominant (si connu).
- Aspect physique des fèves entières et coupées, y compris leur couleur, qui peut indiquer le type génétique ou le degré de fermentation.
- L'arôme du test de coupe (voir le point 9.4.2 « Description de l'arôme »), qui est une indication des notes aromatiques susceptibles d'être exprimées.
- Les ajustements nécessaires de la durée et de la température sont basés sur la taille et le taux d'humidité des fèves. Voir le tableau 49 dans les annexes.
- Si les notes aromatiques des fèves non torréfiées ne sont pas clairement perçues ou identifiées, il est recommandé d'effectuer des essais de torréfaction en utilisant au moins deux types de torréfaction différents (voir tableau 23).

- Il est essentiel de documenter et de communiquer les conditions de torréfaction sélectionnées (durée et température), ainsi que les données d'évaluation sensorielle pertinentes (voir le formulaire de la section 11.5, tableau 24).

**Tableau 23.** Les conditions de base de la torréfaction, y compris la température et la durée, sont déterminées en fonction des arômes identifiés lors du test de coupe et du type génétique dominant des fèves de cacao (s'il est connu).

Torréfaction de base	Température	Temps (Minutes)	Arôme de la fève de cacao à partir d'un test de coupe et informations sur les types génétiques
Basse	112°C (234°F)	25	Des notes significatives de noix ou de caramel sont perçues. Cette torréfaction peut être mieux adaptée à certains types de Criollo.
Moyenne	120°C (248°F)	25	Des notes significatives de fruits frais, de fruits brunis, d'épices ou de fleurs sont perçues. Cette torréfaction peut être mieux adaptée à certains types de Trinitario.
Haute	130°C (266°F)	25	Aucune des notes susmentionnées n'est perçue de manière significative. Dans ces conditions de torréfaction, les notes de cacao sont renforcées. Cette torréfaction peut convenir à certains types de Forastero.

#### 11.4.2 Chargement des fèves sur les plateaux du four

1. Nettoyez soigneusement les plateaux grillagés du four à l'aide d'une brosse appropriée avant de les charger.
2. Chargez chaque plateau avec une seule couche de fèves. Pour chaque session de torréfaction, préparez au maximum deux plateaux.
3. Pesez les fèves (en grammes) et veillez à enregistrer les données.
4. S'il n'y a pas assez de fèves pour couvrir complètement les deux plateaux, remplissez la surface vide avec des fèves de remplissage. Utilisez des intercalaires pour séparer les fèves de remplissage. Pour plus d'informations, reportez-vous à la section 11.3.3 « Fèves de remplissage »
5. Placer les deux plateaux à égale distance en dessous et au-dessus des ventilateurs.



**NOTE :** La charge du four affecte de manière significative les résultats de la torréfaction. Il est donc essentiel de s'assurer que les deux plateaux sont recouverts avec précision d'une seule couche de fèves, chacun ayant le même poids.

#### 11.4.3 Processus de torréfaction

1. Allumez le four et réglez la température de torréfaction souhaitée comme indiqué dans la procédure 11.4.1 « Sélection des conditions de torréfaction », étape 2.
2. Gardez les deux plateaux chargés près du four, prêts à être enfournés rapidement dès que le four atteint la température cible.
3. Réglez la minuterie sur 20 secondes, ce qui correspond à la durée maximale d'ouverture et de fermeture du four pour minimiser la chute de température.
4. Lorsque le four atteint la température souhaitée, démarrez la minuterie, ouvrez la porte du four, placez les deux plateaux à l'intérieur et refermez rapidement la porte du four. Positionnez les plateaux de la manière la plus symétrique possible, l'un au-dessus et l'autre au-dessous du ventilateur de circulation. Optionnellement, vous pouvez noter la température la plus basse atteinte après la fermeture de la porte, ce qui indique la baisse de température.
5. Lorsque la température atteint 2°C (3,6°F) en dessous de la température de torréfaction cible, démarrez la minuterie pour la durée de torréfaction ciblée.
6. Lorsque le temps de torréfaction visé est atteint, ouvrez la porte du four, retirez les deux plateaux et placez-les sur une surface propre et résistante à la chaleur.

7. Chargez deux plateaux supplémentaires si nécessaire pour achever la torréfaction d'un échantillon spécifique. Veillez à ce que le processus de retrait et de chargement ne dépasse pas 20 secondes. Répétez ce processus jusqu'à ce que la torréfaction de l'échantillon soit terminée.



**NOTE :** Toute recommandation concernant les durées de torréfaction est basée sur un contrôle minutieux en laboratoire. Cela permet de s'assurer que les temps de récupération des températures du four après le chargement des plateaux de torréfaction sont maintenus aussi constants que possible. Des fours différents du type spécifié, y compris leurs temps de récupération, peuvent toujours être utilisés. Néanmoins, l'expérience et l'expérimentation peuvent être nécessaires pour ajuster le début du temps de torréfaction, car il est essentiel que la température soit uniforme dans l'ensemble du four.

#### 11.4.4 Refroidissement des fèves et taux d'humidité

1. Faites refroidir les fèves sur les plateaux maintenus à température ambiante, à l'écart de tout ce qui dégage une forte odeur. Si vous en disposez, utilisez un plateau de refroidissement (voir annexes, figure 61).
2. Les fèves sont considérées comme prêtes à être concassées et vannées lorsque leur température est d'environ 40°C (104°F), température qui peut être mesurée à l'aide d'un thermomètre à infrarouge ou ressentie comme étant à peine chaude au toucher. Le temps nécessaire pour que les fèves atteignent cette température peut varier en fonction de la température ambiante et de la ventilation, mais il est généralement d'environ 10 minutes.
3. Après la torréfaction, pesez les fèves et enregistrez les données.
4. Il est recommandé de concasser et de vanner les fèves torréfiées dans les 60 minutes qui suivent la torréfaction. Ce délai permet de séparer plus facilement les coques des grûés.
5. Dans certains scénarios de transformation, il peut être utile de connaître le taux d'humidité des fèves après la torréfaction. Pour savoir comment mesurer le taux d'humidité, reportez-vous à la section 7.4.1 « Méthode de séchage au four ». En moyenne, la torréfaction entraîne une perte d'humidité de 4 %.



**NOTE :** Les fèves non torréfiées sont des produits agricoles bruts qui peuvent contenir des agents pathogènes avant la torréfaction et qui peuvent contaminer les fèves torréfiées s'il n'y a pas de séparation claire des processus. Nettoyez et désinfectez tous les comptoirs, les surfaces de contact et les outils entre les lots et les échantillons. Voir la partie A, chapitre 3, pour des recommandations supplémentaires.



## 11.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

**Tableau 24.** Données à enregistrer pour le processus de torréfaction et les résultats de la torréfaction.

<b>Général</b>		
Numéro de l'échantillon de référence/ID	_____	_____
Date (jj/mm/aaaa)	_____	_____
Nom de la personne effectuant la torréfaction	_____	_____
<b>Four</b>		
Marque	_____	_____
Modèle	_____	_____
Type	_____	_____
Année	_____	_____
<b>Plateaux</b>		
Matériau	_____	_____
Surface ouverte du grillage métallique (%)	_____	_____
Épaisseur du grillage métallique (mm)	_____	_____
Nombre de plateaux utilisés	_____	_____
<b>Poids des fèves avant torréfaction (g)</b>	_____	_____
<b>Poids des fèves par plateau (g)</b>	_____	_____
<b>Conditions de base de la torréfaction</b>		
BASSE	112°C (234°F)	25min _____
MOYENNE	120°C (248°F)	25min _____
HAUTE	130°C (266°F)	25min _____
<b>Teneur en eau (%)</b>	_____	_____
<b>Taille des fèves (g)</b>	_____	_____
<b>Conditions de torréfaction adaptées</b>		
Température (°C ou °F)	_____	_____
Temps (min)	_____	_____
<b>Poids des fèves après torréfaction (g)</b>	_____	_____
<b>Taux d'humidité après torréfaction (%)</b>	_____	_____
<b>Informations complémentaires</b>	_____	_____

## Ch 12. Concasser et vanner les fèves de cacao

### 12.1 Objectif

Ce protocole décrit le processus de concassage et de vannage des fèves de cacao torréfiées pour obtenir les grués, qui sont ensuite broyés en masse et en chocolat pour l'évaluation sensorielle.

Le concassage des fèves torréfiées permet de réduire leur taille et de détacher les coques des grués ou cotylédons. Le vannage vise à séparer les coques des grués. Pour faciliter la séparation des coques des grués, il est recommandé de concasser et de vanner les fèves torréfiées dans les 60 minutes suivant la torréfaction. Le concassage et le vannage des fèves torréfiées peuvent être effectués à l'aide de systèmes manuels, semi-manuels ou électromécaniques. Il est essentiel de manipuler les fèves avec précaution pendant le processus de concassage afin d'éviter la production de particules fines et de poussières.

Une fois que les fèves torréfiées concassées ont été vannées, l'inspection visuelle doit indiquer qu'il ne reste aucune coque de cacao dans les grués. Cette opération est essentielle pour réduire le risque de dommages à l'équipement et garantir la sécurité sanitaire, car les coques peuvent contenir des agents pathogènes qui n'ont pas été éliminés au cours du processus de torréfaction. Les coques de cacao sont fibreuses et dures, et peuvent également contenir des matériaux silicatés abrasifs à l'extérieur. Leur présence lors du broyage en masse et en chocolat peut entraîner l'abrasion de l'équipement et avoir un impact négatif sur la saveur. Selon le Codex Alimentarius (Codex Stan 141-1983, révisé en 2001 et amendé en 2014), la teneur maximale acceptable en coques dans la masse de cacao est de 1,75 %. Bien que cette teneur ne puisse être mesurée analytiquement à l'aide d'une balance, l'objectif est d'éliminer toutes les coques sur la base d'une inspection visuelle, en veillant à ce qu'il y ait moins de 0,1 % de fines coques dans les grués.

L'extérieur des coques de cacao peut contenir des spores bactériennes thermophiles non pathogènes qui survivent au processus de torréfaction. En éliminant complètement les coques et les grués de coques par une inspection visuelle, les données de Cacao d'Excellence montrent que le nombre de micro-organismes thermophiles est bien inférieur à 10 000/g, avec une moyenne d'environ 100/g.

Un vannage inefficace peut entraîner une perte importante de petites particules de fèves, ce qui peut avoir un impact économique considérable, en particulier lorsqu'il s'agit de gros volumes de fèves. En fonction de l'échantillon, certaines coques peuvent rester collées aux fèves et ne pas se séparer pendant le processus de vannage. Ces coques restantes doivent être retirées manuellement (prélevées) à l'aide de pinces.

Il est important de noter que le concassage et le vannage ne doivent pas être effectués à proximité de fèves de cacao non torréfiées. En outre, il est recommandé de calculer le rendement des grués obtenus à partir des fèves torréfiées, une fois les coques complètement enlevées, afin d'estimer la quantité de masse de cacao à produire.

### 12.2 Spécifications clés

**Tableau 25.** Spécifications clés pour le concassage et le vannage des fèves de cacao.

	Paramètre	Spécification
	Taille minimale de l'échantillon de test de fèves de cacao torréfiées pour la représentativité d'un lot de fèves	600g
	Objectif pour le ratio coques/grués - visuellement	0%

## 12.3 Équipements, outils et matériaux

### Fèves de cacao

Le résultat du processus de torréfaction est un minimum de 600g de fèves de cacao, représentant un lot de fèves. Cette quantité peut être augmentée en fonction de la capacité de l'équipement et/ou pour obtenir une plus grande quantité de masse de cacao et de chocolat pour l'évaluation sensorielle.

#### 12.3.1 Procédures manuelles et semi-manuelles

##### Outils recommandés pour un processus manuel

- 3 plateaux ou bols pour collecter séparément les coques et les grués.
- Gants en caoutchouc bien ajustés.

##### Outils recommandés pour un processus semi-manuel

- Sacs en plastique refermables à fermeture éclair, de gros calibre ( $\geq 3$  mm) (annexes, figure 62a).
- Un rouleau à pâtisserie (annexe, figure 62a).
- Un plateau plat de taille appropriée, en fonction des quantités torréfiées.
- Au moins un plateau ou un bol pour recueillir séparément les coques et les grués.

##### Options recommandées pour les outils de vannage

- Un sèche-cheveux ou un ventilateur (annexes, figure 62b).
- Un panier de vannage.
- Un vanneur artisanal (annexes, figure 63).

#### 12.3.2 Procédure électromécanique

Il est nécessaire de disposer d'un concasseur de fèves de cacao et d'un vanneur. Voici quelques exemples de marques commerciales disponibles :

- Concasseur et vanneur de fèves de cacao CAPCO (annexe, figure 64).
- Concasseur de fèves de cacao CocoaTown™ (annexes, figure 65) et vanneur (annexes, figure 66).
- Concasseur et vanneur Conversitech (annexes, figure 67).
- Au moins deux plateaux ou bols pour recueillir séparément les coques et les grués.

#### 12.3.3 Outils recommandés pour prélever les coques parmi les grués

- Un plateau en acier inoxydable.
- Pince pour prélever les grués dont les coques sont collées.
- Un bol pour collecter les grués dont les coques sont collées.
- Protection des yeux.
- Protection des oreilles pendant les procédures mécaniques.

## 12.4 Procédure

### 12.4.1 Processus manuel

1. Portez des gants en caoutchouc bien ajustés du début à la fin.
2. Remplissez un plateau ou un bol propre avec les fèves de cacao torréfiées et disposez deux plateaux ou bols propres et vides à proximité afin de collecter séparément les grués et les coques.
3. Concassez les fèves individuellement entre vos doigts et les coques pour obtenir les grués.
4. Rassemblez les fèves et les coques dans des plateaux ou des bols séparés.
5. Si des fragments de coque restent parmi les grués, et si la coque est collée au grué, jetez le grué.



6. Jetez les coques.
7. Vérifiez visuellement qu'il n'y a pas de coques parmi les grués.
8. Notez le poids des grués.
9. Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6 « Conservation des grués de cacao »).
10. Entre les lots, nettoyez et désinfectez les comptoirs, les surfaces de contact et les outils à l'aide d'un produit de nettoyage ou d'un désinfectant inodore et approprié pour les aliments, comme indiqué au chapitre 3 « Considérations relatives à la sécurité alimentaire ».

## 12.4.2 Processus semi-manuel

### Concassage

1. Remplissez un tiers à la moitié d'un nouveau sac refermable de type zip avec des fèves de cacao torréfiées.
2. Placez le sac sur une surface plane.
3. Exercez une pression en passant un rouleau à pâtisserie sur les fèves pour les concasser (voir annexe, figure 62a).
4. Retournez le sac sur l'autre face et passer le rouleau à pâtisserie sur les fèves une fois de plus, en veillant à casser toutes les fèves entières restantes.



**NOTE :** il est recommandé d'utiliser un nouveau sac refermable de type zip pour chaque échantillon ou pour le même échantillon, en particulier lorsque le sac est percé.

### Vannage

Le vannage ou l'utilisation d'un sèche-cheveux ou d'un ventilateur peuvent créer un salissage. Il est conseillé d'effectuer ces opérations dans un endroit extérieur protégé afin de s'assurer que les coques soient emportées par le vent et ne se dispersent pas à l'intérieur.

La technique du vannage par vent est la suivante :

1. Transférez les fèves concassées avec les coques dans un plateau ou un panier de vannage.
2. Tenez le récipient des deux mains d'un côté, lancez les fèves concassées et les coques en l'air et laissez-les retomber dans le plateau.
3. Tout en remuant, laissez le vent emporter les coques les plus légères. S'il n'y a pas de courant d'air, utilisez un ventilateur pour souffler les coques dans une direction.
4. La technique du vannage par vent peut ne pas permettre d'éliminer complètement toutes les coques. Par conséquent, utilisez une pince pour retirer complètement ces coques. Portez une attention particulière aux coques qui restent attachées aux grués et retirez-les.
5. Recueillez les fèves vannées dans un récipient séparé.
6. Notez le poids des grués.
7. Jetez les coques.
8. Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6 « Conservation des grués de cacao »).

La technique du vannage par sèche-cheveux est la suivante :

1. Transférez les fèves concassées avec les coques sur un plateau plat dans un endroit bien ventilé.
2. Réglez le sèche-cheveux sur la température la plus basse ou sur le réglage sans chaleur.
3. Tenez le sèche-cheveux à un angle de 30-45° à une distance de  $\geq 15$ cm du plateau.
4. Déplacez doucement la buse du sèche-cheveux le long du plateau pour maximiser le vannage et retirer autant de coques que possible, en jetant légèrement le matériau concassé dans le plateau pour l'exposer au flux d'air.
5. Augmentez progressivement la vitesse du sèche-cheveux, en particulier vers la fin du processus, lorsque des coques plus grosses sont encore présentes.

6. L'utilisation du sèche-cheveux pour le vannage n'éliminera pas complètement toutes les coques. Utilisez une pince pour retirer complètement les coques restantes. Accordez une attention particulière aux coques qui restent attachées aux grués et retirez-les.
7. Recueillez les fèves vannées dans un récipient séparé.
8. Notez le poids des grués.
9. Jetez les coques.
10. Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6 « Conservation des grués de cacao »).

L'utilisation d'un vanneur artisanal avec un aspirateur et un ventilateur (Annexes, Figure 63) se fait comme suit :

1. Mettez l'aspirateur en marche.
2. Introduire les fèves concassées dans la trémie d'entrée.
3. Mettez le ventilateur en marche et réglez la vitesse (haute ou basse) en fonction des besoins.
4. Répétez l'opération autant de fois que nécessaire pour éliminer toutes les coques.
5. Inspectez les grués sortants pour vérifier la présence de coques.
6. Utilisez une pince pour retirer complètement les coques restantes. Portez une attention particulière aux coques qui restent attachées aux grués et retirez-les.
7. Recueillez les fèves vannées dans un récipient séparé.
8. Notez le poids des grués.
9. Jetez les coques.
10. Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6).
11. Entre les lots, nettoyez et désinfectez les comptoirs, les surfaces de contact et les outils à l'aide d'un produit de nettoyage ou d'un désinfectant inodore et approprié pour les aliments, comme indiqué au chapitre 3 « Considérations relatives à la sécurité alimentaire ».

### 12.4.3 Processus électromécanique

La procédure de concassage et de vannage des fèves de cacao à l'aide de machines électriques peut varier en fonction du type et du modèle de l'appareil. Il est préférable de consulter le manuel. Les étapes générales de l'utilisation des machines électriques sont présentées ci-dessous. Les images, les spécifications et la procédure pour quelques marques sont détaillées dans les annexes, Figure 64, Figure 65, Figure 66, Figure 67 et les annexes, Tableau 64 et Tableau 65.

#### Concassage

1. Vérifiez que l'équipement est prêt à être utilisé, en s'assurant qu'il est propre et que tous ses composants sont correctement assemblés.
2. Mettez le concasseur en marche.
3. Introduisez les fèves de cacao dans la trémie d'entrée du concasseur.
4. Adaptez le réglage de la vitesse (si applicable à l'équipement) du broyeur à percussion en fonction de la taille souhaitée des fèves cassées ou fissurées.
5. Recueillez les fèves cassées et placez-les dans un récipient propre.
6. Arrêtez le concasseur.

## Vannage

1. Vérifiez que l'équipement est prêt à être utilisé, en s'assurant qu'il est propre et que tous ses composants sont correctement assemblés.
2. Allumez le vanneur.
3. Introduisez progressivement les fèves concassées dans la section de tamisage et d'aspiration du vanneur.
4. Ajustez le réglage du vide (aspiration) (si applicable à l'équipement) du vanneur en fonction des variations de taille et/ou de densité des fèves concassées. Par exemple, sélectionnez un réglage d'aspiration plus élevé pour les grosses fèves.
5. Recueillez les fèves vannées dans un récipient séparé.
6. Jetez les coques.
7. Utilisez une pince pour retirer complètement les coques restantes. Portez une attention particulière aux coques qui restent attachées aux grués et retirez-les.
8. Combinez les grués recueillis à l'étape 5.
9. Éteignez l'appareil.
10. Notez le poids des grués.
11. Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6).
12. Entre les lots, nettoyez et désinfectez les comptoirs, les surfaces de contact et les outils à l'aide d'un produit de nettoyage ou d'un désinfectant inodore et approprié pour les aliments, comme indiqué au chapitre 3 « Considérations relatives à la sécurité alimentaire ».

### 12.4.4 Calcul du rendement des grués

Le calcul du rendement des grués obtenus à partir des fèves torréfiées est essentiel pour estimer la quantité de masse de cacao pouvant être transformée. La formule est présentée dans la figure 10 ci-dessous.

$$\text{Rendement} = \frac{\text{poids des grués sans coques (g)}}{\text{poids de la fève de cacao torréfiée (g)}} \times 100$$

Figure 10. Formule de calcul du rendement des grués de cacao torréfiés.

### 12.4.5 Considérations relatives au concassage et au vannage des fèves de cacao non torréfiées

Lors du concassage et du vannage des fèves de cacao non torréfiées, il est impératif de respecter des mesures supplémentaires de sécurité alimentaire afin d'éviter la contamination des grués par des agents pathogènes. Certaines des mesures recommandées sont, entre autres, les suivantes :

- Veillez à ce que les fèves soient bien nettoyées avant d'être concassées et vannées.
- Suivez les étapes indiquées au chapitre 8 « Évaluation physique des fèves de cacao entières ».
- Effectuez une analyse microbiologique approfondie des fèves non torréfiées et vérifiez que la numération se situe dans les limites acceptables. Si les résultats de l'échantillon dépassent les limites acceptables, il est essentiel de ne pas poursuivre le traitement des fèves non torréfiées en vue d'une évaluation sensorielle. Il est essentiel de respecter les réglementations nationales concernant les limites microbiologiques acceptables dans ce processus.
- Il est préférable de suivre le processus manuel afin d'éviter de mélanger les coques avec les grués
- Réduisez au minimum le contact entre les grués nettoyés et les coques retirées.
- Notez le poids des grués
- Conservez les grués jusqu'à leur utilisation ultérieure (voir section 12.4.6).

### 12.4.6 Conservation des grués de cacao

Pour l'évaluation de la saveur des fèves de cacao sous forme de masse, les grués doivent être transformés en masse dans les 48 heures suivant le vannage. Pour éviter la réhumidification et l'absorption d'odeurs, les grués destinés à une utilisation immédiate doivent être stockés dans des récipients propres de qualité alimentaire ou dans un film barrière multicouche (sacs sous vide). Si les grués sont destinés à être transformés ultérieurement en masse de cacao, ils doivent être conservés à une température comprise entre 10 et 16°C (50–61°F) pendant sept jours au maximum. Avant d'ouvrir le récipient destiné à la transformation en masse de cacao, il convient de laisser les grués atteindre la température ambiante.

### 12.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

Les informations nécessaires pour documenter le processus de concassage et de vannage de chaque échantillon de fèves sont fournies dans le tableau 26. Il est essentiel de décrire le processus de manière précise et détaillée pour faciliter l'interprétation des résultats de l'évaluation sensorielle de la masse de cacao et/ou du chocolat. Cette documentation permet d'établir des comparaisons entre les échantillons et de communiquer efficacement les conditions requises pour la reproduction ou la répétition du processus.

**Tableau 26.** Données à enregistrer pour le concassage et le vannage des fèves de cacao.

Numéro de référence de l'échantillon/ID	_____
Date de traitement (jj/mm/aaaa)	_____
Nom de la personne qui traite les fèves	_____
Poids total des fèves torréfiées avant le concassage et le vannage (g)	_____
Poids total des gruésa près concassage et vannage (g)	_____
Rendement (%) (poids des grués/ poids des fèves torréfiées x 100)	_____
Procédé utilisé (manuel, semi-manuel ou électromécanique)	_____
Marque et modèle du concasseur	_____
Marque et modèle du vaneur	_____
Autres notes sur l'équipement utilisé	_____
<b>Commentaires</b>	_____



# Ch 13. Transformation des grués de cacao en masse

## 13.1 Objectif

Le présent protocole décrit la procédure à suivre pour transformer les grués de cacao en masse de cacao, également appelée pâte ou liqueur de cacao, d'une granulométrie spécifique. La masse de cacao ainsi obtenue est destinée à l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse de cacao ou de chocolat.

Les étapes détaillées ci-dessous sont spécifiques aux broyeurs qui utilisent la tension des pierres de granit pour appliquer différents degrés de cisaillement. Cette opération permet de réduire la taille des grués, de briser les cellules contenant la graisse, de libérer le beurre de cacao et d'affiner la taille des particules du mélange entre 20 et 14  $\mu\text{m}$ . La taille des particules ne doit pas être trop faible, par exemple 10  $\mu\text{m}$ . Il en résulterait une texture trop collante et gluante. Le processus de liquéfaction peut également être facilité par le pré-broyage des grués. Ce protocole décrit également comment mesurer la taille des particules de la masse de cacao.

## 13.2 Spécifications clés

**Tableau 27.** Spécifications clés pour la transformation des grués de cacao en masse.

	Paramètre	Spécification
	Taille minimale de l'échantillon de test de grués de cacao - résultat de la torréfaction, du concassage et du vannage	600g
	Objectif pour la taille finale des particules de la masse de cacao	14–20 $\mu\text{m}$
	Température maximale pour la transformation de la masse de cacao	55°C (131°F)

## 13.3 Équipements, outils et matériaux

### Grués de cacao

La taille de l'échantillon de test doit correspondre au résultat de la torréfaction de 600g de fèves de cacao. Cette quantité peut être augmentée pour répondre à des besoins spécifiques tels que la capacité de travail de l'équipement disponible et la quantité souhaitée de masse de cacao et de chocolat pour l'évaluation sensorielle de la saveur.

### 13.3.1 Broyeurs

- Les broyeurs, les moulins, les mélangeurs et les raffineurs ont la même fonction. Dans le présent guide, le terme « broyeur » est utilisé. Ils broient les grués de cacao en masse de cacao d'une taille de particules de 20  $\mu\text{m}$  ou moins, ce qui peut prendre de 10 à 20 heures, sans que la température de la masse de cacao ne dépasse 55°C (131°F). Cacao d'Excellence utilise un moulin pierre sur pierre. D'autres peuvent être utilisés, mais ils peuvent produire des profils aromatiques légèrement différents. Voir les exemples en annexe, figure 69, figure 70 et figure 71. C'est pourquoi il est essentiel de documenter le type de broyeur, le modèle et les spécifications lors de l'enregistrement des résultats.
- Un broyeur est constitué d'un bol ou d'un tambour avec un fond en granit et un ensemble de pierres placées sur un axe qui peut être conique ou cylindrique.
- Si nécessaire, une étape de pré-broyage peut être effectuée pour faciliter la liquéfaction. Des exemples sont présentés dans les annexes, figure 72.
- Un pré-broyeur est doté d'un bol et de lames semblables à celles d'un mixeur ou d'un blender.

### 13.3.2 Micromètre

Le micromètre doit répondre aux spécifications suivantes. Voir les exemples en annexe, figure 73.

- Analogique ou numérique.
- Une plage de mesure de 0 à 25 µm.
- Une précision de 0,001µm.
- Faces de mesure plates (voir les pièces du micromètre dans les annexes, figure 37).

### 13.3.3 Autres outils et matériaux

- Un four avec une plage de température de 35 à 100°C (95 à 212°F) comprenant un contrôle de la température pour réchauffer les grués, les bols de broyage et les pierres.
- Des récipients sûrs pour l'alimentation, résistants à la chaleur et inodores, avec couvercles, pour le préchauffage des grués.
- Une balance d'une capacité de 2,5 à 10 kg avec une précision de 0,1 g, pour peser le bol du broyeur et son contenu, ainsi que les gouttes de masse de cacao, le beurre de cacao, etc.
- Un thermomètre à infrarouge sans contact avec une plage de mesure de 0–100°C (32–212°F) (voir annexes, figure 73).
- Du beurre de cacao désodorisé au goût neutre pour lubrifier les meules et brosser le bol du broyeur.
- Un grattoir.
- 2–3 spatules.
- Une poche à douille.
- Du papier sulfurisé ou papier de cuisson (non ciré) pour produire 1–2g de gouttes.
- Deux plateaux résistants à la chaleur, comme ceux utilisés pour la cuisson.
- Un plateau en matériau alimentaire.
- Des récipients stériles pour le stockage de la masse de cacao.
- Un réfrigérateur ou un congélateur pour la conservation à long terme de la masse de cacao.
- Des minuteurs.

## 13.4 Procédure

### 13.4.1 Nettoyage

Avant de commencer, assurez-vous que toutes les surfaces de travail, les outils et le matériel sont soigneusement nettoyés et désinfectés, à l'exception de l'intérieur du bol et des pierres du broyeur. Les pierres de granit poreuses peuvent retenir le savon et les désinfectants, qui risquent de contaminer la masse de cacao au cours de la transformation. Il est recommandé de nettoyer les pierres uniquement à l'eau chaude (voir la section 13.4.6 « Considérations relatives au nettoyage des broyeurs ») pour plus de détails).

Mesurez le poids des grués de cacao à broyer pour chaque échantillon, ainsi que le poids de chaque bol et pierre de broyage.

### 13.4.2 Pré-broyage (facultatif)

Les grués doivent être pré-broyés à une taille d'environ 500 µm (0,5 mm). L'étape du pré-broyage est utilisée lorsque le chargement progressif des grués dans le broyeur n'est pas pratique. Le pré-broyage des grués permet de les charger en une seule fois dans le broyeur. Toutefois, il convient de noter que le pré-broyage nécessite un

temps supplémentaire pour le nettoyage de l'équipement et qu'il peut y avoir une certaine perte de produit au cours du processus.

Il existe différentes options d'équipement pour le pré-broyage des grués de cacao. Des exemples de ces équipements sont présentés dans les annexes, notamment à la figure 72.

Voici les étapes pour un broyeur à café (annexe, figure 72a) :

1. Versez environ 50g de fèves de cacao dans le broyeur.
2. Broyez les grués jusqu'à environ 0,5 mm (500  $\mu$ m), ce qui donne une poudre grossière.
3. Transférez la poudre grossière dans un bol propre.
4. Répétez les étapes 1 à 3, en ajoutant 50g à la fois, jusqu'à ce que tous les grués soient broyés.
5. Mesurez le temps nécessaire au pré-broyage et enregistrez les données.

### 13.4.3 Pré-chauffage des grués de cacao et du matériel de broyage

Avant de commencer, il est recommandé de chauffer les grués, le bol du broyeur et les pierres afin d'assurer un roulement régulier des pierres et d'éviter qu'elles ne collent, ainsi que pour éviter la surchauffe du moteur. Pour ce faire, suivez les étapes ci-dessous, en utilisant un four :

1. Réglez le four à 40–45°C (104–113°F).
2. Versez les grués dans un récipient alimentaire, résistant à la chaleur et exempt d'odeurs, et fermez hermétiquement le couvercle. Cela permet d'éviter que grués ne perdent leurs arômes volatils et n'absorbent les odeurs qui peuvent être présentes dans le four pendant le préchauffage.
3. Transférez le récipient contenant les grués, ainsi que le bol et les meules (placés sur un plateau), à l'intérieur du four.
4. Il faut compter entre deux et quatre heures pour que les grués, le bol et les meules atteignent une température de 40–45 °C (104–113 °F).

### 13.4.4 Broyage

1. A l'aide d'un pinceau et de beurre de cacao désodorisé fondu, lubrifiez la surface et l'axe central des meules. Pour les masses de cacao à forte teneur en matières grasses, il est optionnelle d'utiliser du beurre de cacao pour lubrifier les meules.
2. Mettez le broyeur en marche.
3. Notez l'heure à laquelle le broyage commence.
4. Pendant que le tambour tourne, ajoutez 40 à 50g de grués (environ une tasse) à la fois entre les pierres.
5. Ajoutez la portion suivante de grués une fois que la portion précédente a commencé à se liquéfier, et répétez ce processus jusqu'à ce que tous les grués aient été ajoutés. Fermez le couvercle entre chaque versement de grués. Chaque intervalle dure généralement entre 2 et 5 minutes, et le processus complet peut prendre environ 10 à 15 minutes pour 600g de grués, en fonction de la fermentation et de la teneur en matières grasses des fèves.
6. Pendant le versement des grués, il peut être nécessaire d'interrompre occasionnellement le processus et d'utiliser une spatule pour débloquer les grués et la masse accumulées.
7. Contrôlez régulièrement la température de la masse de broyage à l'aide d'un thermomètre à infrarouge, toutes les demi-heures pendant les deux premières heures. La température doit être maintenue en dessous de 55°C (131°F). Si la température dépasse 55°C (131°F), vous pouvez prendre les mesures suivantes pour refroidir la masse de broyage : aérer la pièce, placer un ventilateur vers le broyeur ou arrêter temporairement le broyeur.
8. Une fois que la masse a atteint le stade où il n'y a plus de grosses particules visibles, vérifiez régulièrement la taille des particules de la masse de cacao à l'aide d'un micromètre. Pour des instructions détaillées sur l'utilisation d'un micromètre et l'interprétation d'un relevé d'échelle, se référer à l'annexe 10.

9. Lorsque la masse de cacao atteint la taille de particules visée de 20 µm ou jusqu'à 14 µm, éteignez le broyeur.
10. Notez la taille finale des particules.
11. Enregistrez l'heure à laquelle le broyage se termine.
12. Si vous ne transformez pas la masse de cacao en chocolat, procédez immédiatement au versement et à la conservation afin d'éviter que la masse de cacao ne se solidifie dans le bol du broyeur (voir section 13.4.5 « Versement et conservation de la masse de cacao » ci-dessous).
13. Pesez la masse finale de cacao versé et enregistrez les données.



**NOTE :** La fréquence du raclage, de la mesure de la température et de la mesure de la taille des particules dépend de la quantité de masse de cacao et de l'équipement utilisé, entre autres facteurs. Il est recommandé de commencer toutes les heures et d'ajuster.

### 13.4.5 Verser et conserver la masse de cacao

La masse de cacao peut être immédiatement versée dans des récipients stériles et conservée soit sous forme de bloc solide, soit sous forme de gouttes de 1 à 2 g. Il est recommandé d'utiliser les gouttes si elles sont destinées à être utilisées dans les six mois à venir. En outre, les gouttes sont pratiques pour l'évaluation sensorielle car elles sont déjà divisées en portions individuelles. Pour minimiser tout biais potentiel dans l'apparence visuelle lors de l'évaluation, il est conseillé de suivre une méthode standardisée pour créer des gouttes de masse de cacao de taille égale. Par exemple, on peut utiliser des moules à chocolat avec des cavités de 1 à 2g ou un plateau en acier inoxydable avec des trous standard adaptés à 1 à 2g de masse de cacao.

Pour la masse de cacao conservée dans des récipients sous forme de masse solide, versez la masse de cacao du bol du broyeur dans les récipients. Raclez les parois et les pierres pour éliminer toute la masse de cacao.

Couvrez les récipients et laissez-les refroidir à température ambiante. Si la température ambiante est supérieure à 23°C (73°F), utilisez une armoire réfrigérante ou un réfrigérateur sans odeur. Veillez à ce que la masse de cacao commence à se solidifier dans les 15 à 20 minutes suivant la liquéfaction, afin d'éviter la stratification et d'obtenir un échantillon homogène. La masse de cacao n'étant pas tempérée, la masse solidifiée peut ne pas avoir un aspect brillant, c'est-à-dire que des taches blanches peuvent apparaître.



**NOTE :** Les échantillons de masse de cacao stratifiée sont blanchâtres dans la partie supérieure et de plus en plus foncés dans la partie inférieure du récipient. La stratification se produit lorsque la vitesse de refroidissement de la masse de cacao chaude est lente avant qu'elle ne se solidifie. Le beurre de cacao reste liquide plus longtemps, ce qui permet aux minuscules particules solides de sédimenter. La sédimentation augmente la concentration de solides au fond du récipient. Par conséquent, la composition et la saveur ne sont pas homogènes dans l'échantillon. En cas de stratification, il convient de refondre la masse de cacao, de bien la mélanger pour l'homogénéiser et de la resolidifier immédiatement de manière appropriée.

Une fois solidifiée en un bloc, elle peut être démoulée ou placée dans un sac sous vide.

Pour la conservation, la masse de cacao doit être placée dans des récipients hermétiques (blocs ou bocaux) afin d'éviter l'absorption d'odeurs étrangères et/ou la perte de substances volatiles. Pour un stockage de plus d'un an, conservez dans un congélateur à une température de -18°C (-0,4°F). Si la durée de conservation est inférieure à un an, conservez au réfrigérateur ou à l'abri de la lumière, à une température inférieure à 20°C (68°F).

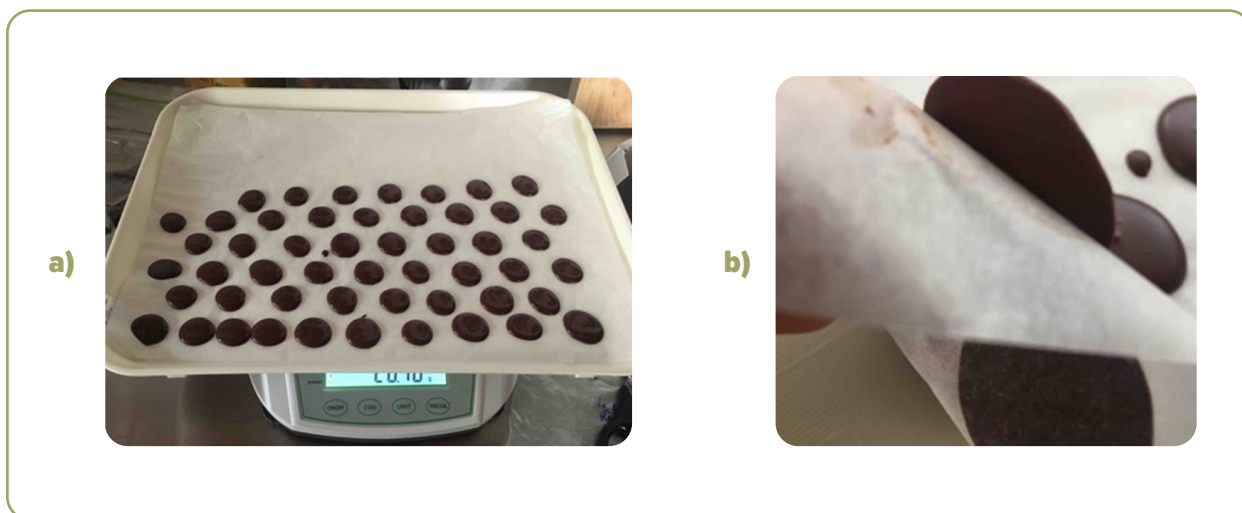
Toute masse de cacao stockée, que ce soit à court ou à long terme, doit être étiquetée avec un code d'identification unique qui la relie à toutes les données associées.

Lorsqu'un échantillon est retiré d'un congélateur ou d'un réfrigérateur, il convient de le laisser dans le récipient fermé jusqu'à ce que la masse ait atteint la température ambiante afin d'éviter la condensation de l'humidité dans la masse de cacao.



Étapes du portionnement de la masse de cacao en gouttes de 1 à 2g (voir figure 11 ci-dessous) :

1. Placez une feuille de papier parchemin non ciré sur un plateau.
2. Placez le plateau sur la balance et le tarer.
3. Remplissez une poche à douille avec la masse de cacao tiède résultant du broyage et coupez l'embout.
4. Déposez une goutte de 1 à 2g de masse de cacao sur le papier parchemin, en vous laissant guider par l'indication du poids sur la balance. Une alternative à l'utilisation d'une poche à douille consiste à utiliser deux cuillères à café pour prélever des portions de 1 à 2g de la masse et les placer sur le plateau.
5. Répétez l'opération jusqu'à ce que toute la surface du papier parchemin soit recouverte de gouttes de masse de cacao en rangées parallèles.
6. Laissez les gouttes refroidir à température ambiante jusqu'à ce que les morceaux se solidifient.
7. Comme elles ne sont pas tempérées, elles n'auront naturellement pas un aspect brillant et des taches apparaîtront.
8. En portant des gants, détachez les gouttes de masse de cacao du papier parchemin et déposez-les dans un récipient hermétique ou un sac sous vide. Il faut veiller à ne pas écraser les gouttes.



**Figure 11.** Production de gouttes de masse de cacao en portions : a) gouttes pipées sur le papier sulfurisé b) gouttes détachées après solidification (Bioversity International, Alvarado, 2019).

#### 13.4.6 Points à prendre en compte pour le nettoyage du broyeur

- Nettoyez les bols et les pierres du broyeur en utilisant uniquement de l'eau chaude (50–70°C ou 122–158°F).
- N'utilisez pas de savon ou de désinfectant, car le granit a une porosité qui peut retenir le savon et le désinfectant et les libérer dans le lot suivant de masse de cacao.
- Après un lavage à l'eau chaude uniquement, séchez le bol du broyeur et les pierres dans une étuve à 40°C (104°F).

## 13.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

Les informations nécessaires pour documenter le processus de broyage pour chaque échantillon de fève sont présentées dans le tableau 28 ci-dessous. Il est essentiel de fournir une description précise et détaillée du processus de broyage. Cette documentation est essentielle pour interpréter les résultats de l'évaluation sensorielle de la masse de cacao et/ou du chocolat, pour effectuer des comparaisons entre les échantillons et pour communiquer efficacement les conditions précises de broyage à des fins de reproduction ou de répétition.

**Tableau 28.** Données à enregistrer pour le broyage en masse des fèves de cacao.

Numéro de référence de l'échantillon	_____
Date de traitement (jj/mm/aaaa)	_____
Nom de la personne qui traite l'échantillon	_____
Poids des grésés de cacao (g)	_____
Poids net de la masse de cacao (g)	_____
Taille des particules de la masse de cacao finale ( $\mu\text{m}$ )	_____
Durée totale d'affinage (heures:minutes)	_____
Température maximale atteinte pendant le processus ( $^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{F}$ )	_____
Marque et modèle du pré-broyeur, s'il est utilisé	_____
Type de broyeur, marque et modèle	_____
Conditions de stockage de la masse de cacao ( $^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{F}$ )	_____
Forme finale de la masse de cacao (gouttes/masses solides individuelles)	_____
<b>Commentaires</b>	_____



# Ch 14. Transformation de la masse de cacao en chocolat noir

## 14.1 Objectif

Ce protocole fournit une procédure détaillée de transformation de la masse de cacao en chocolat noir, spécifiquement à des fins d'évaluation sensorielle, à l'aide d'une recette standardisée. L'objectif est d'établir une méthode consistante pour mélanger les ingrédients et affiner le mélange afin de créer un chocolat noir qui capture les saveurs intrinsèques des fèves de cacao. Bien que le protocole ne soit pas conçu pour la production commerciale de chocolat, ses principes peuvent être appliqués. Le présent protocole se réfère à la masse de cacao transformée selon le protocole décrit au chapitre 13 « Transformation des fèves de cacao en masse ».

## 14.2 Spécifications clés

**Tableau 29.** Spécifications clés pour la transformation de la masse de cacao en chocolat noir.

Paramètre	Spécification
Objectif pour la taille finale des particules du chocolat	≤18µm
Température maximale pour la transformation du chocolat	55°C (131°F)
% de la masse de cacao	63
% de beurre de cacao	7
% de sucre	30
% total de cacao	70

## 14.3 Équipements, outils et matériaux

### 14.3.1 Ingrédients

Les ingrédients nécessaires à la transformation de la masse de cacao en chocolat sont les suivants :

#### Masse de cacao fondue

La masse de cacao doit être fondue à une température d'environ 40–45°C (104–113°F) et avoir une granulométrie de 14–20µm. La quantité requise variera en fonction de la capacité de l'équipement et du nombre de membres du panel participant à l'évaluation sensorielle.

#### Beurre de cacao désodorisé

Cet ingrédient est ajouté pour améliorer l'écoulement de la masse de cacao pendant la transformation. Utilisez du beurre de cacao désodorisé de qualité pressée, expulsée ou raffinée. Veillez à respecter les réglementations nationales concernant les normes d'identité du beurre de cacao, car elles peuvent varier d'un pays à l'autre. En l'absence de réglementation spécifique, se référer à la norme Codex Stan 86–1981, Norme pour le beurre de cacao (tableau 30 ci-dessous), pour vérifier les spécifications du produit fournies dans la fiche technique ou sur l'étiquette du produit.

**Tableau 30.** Norme pour le beurre de cacao selon le *Codex Stan 86-1981*.

Acides gras libres	≤1.75% (poids)
Matière insaponifiable	≤0.70% (poids), sauf dans le cas du beurre de cacao pressé, qui doit être ≤0,35 % (poids)
Hexane	≤1 mg/kg, à l'exclusion du beurre de cacao pressé
Taux d'humidité	≤0.1% (poids)

## Sucre

Le sucre blanc au goût neutre est ajouté pour apporter de la douceur et équilibrer l'amertume de la masse de cacao. Son goût neutre permet de s'assurer que la seule saveur du chocolat provient de la masse de cacao.

### Qualité des ingrédients

La qualité des ingrédients doit être contrôlée avant leur utilisation, en tenant compte des critères suivants :

- **Sécurité et absence de contaminants** : Tous les ingrédients doivent répondre aux normes minimales de sécurité alimentaire afin de minimiser les risques biologiques, chimiques et physiques.
- **Étiquetage correct** : Garantit le respect des réglementations en matière d'étiquetage des aliments et des ingrédients, y compris la déclaration correcte des allergènes.
- **Fonctionnalité** : Vérifiez les informations relatives à l'utilisation et à la fonctionnalité des ingrédients, en particulier si elles ont une incidence sur la transformation des ingrédients.
- **Absence d'arômes** : Il s'agit de s'assurer que l'évaluation sensorielle se concentre sur les arômes de la masse de cacao et non sur les ingrédients.

Pour évaluer la neutralité de la saveur du beurre de cacao, procédez comme suit :

- Faites fondre le beurre de cacao.
- Goûtez le beurre de cacao fondu pour vérifier qu'il ne présente pas de saveurs atypiques ou étrangères.

Veillez à ce que le beurre de cacao ait un goût propre, sans aucune saveur indésirable. Il convient de noter que le beurre de cacao non désodorisé a naturellement un arôme de chocolat sucré en raison de la présence de 2,3-butanediol. Toutefois, ce composé ne doit pas être présent dans le beurre de cacao évalué, c'est pourquoi le beurre de cacao désodorisé est utilisé. Il convient de prêter attention à toute saveur atypique ou indésirable dans le beurre de cacao, telle que des saveurs de moisi, de rance, de caoutchouc, de torréfaction ou de vert, car elles indiquent un écart par rapport à la neutralité souhaitée.

Pour évaluer la neutralité de l'arôme du sucre, procédez comme suit :

- Préchauffez le four à 50°C (122°F) ou 65°C (149°F).
- Pesez 50g de sucre dans un bocal en verre.
- Fermez le pot hermétiquement.
- Placez le pot dans le four préchauffé pendant une heure à 50°C (122°F) ou pendant 20 minutes à 65°C (149°F).
- Après le temps indiqué, retirez le bocal du four.
- Ouvrez le pot et évaluez l'odeur qui s'en dégage. Tenez-vous suffisamment près pour percevoir l'arôme, mais maintenez une distance de sécurité pour éviter de vous brûler.

Le sucre doit avoir un parfum très léger et sucré, avec seulement des notes subtiles de sucre roux ou de caramel.

Détectez toute odeur désagréable, telle que des notes de végétation, de végétation pourrie ou de sucre fermenté. Si des odeurs désagréables sont détectées, le sucre ne doit pas être utilisé et une autre source ou un autre lot doit être évalué pour vérifier la neutralité de l'arôme.

### 14.3.2 Équipement de mélange

Le matériel et les outils suivants sont nécessaires pour le processus de mélange :

- **Broyeurs** : Les broyeurs doivent être capables de mélanger les ingrédients et d'affiner la taille des particules jusqu'à 18µm sans que la température ne dépasse 55°C (131°F) au cours du processus. Des exemples de broyeurs appropriés figurent dans les annexes, figures 68, 69, 70 et 71. D'autres équipements de broyage peuvent être utilisés pour autant qu'ils soient sûrs pour les aliments, qu'ils permettent d'obtenir la taille de particule cible et qu'ils respectent les limites de temps et de température de traitement spécifiées.

- **Micromètre** : Un micromètre analogique ou numérique (annexes, figure 73) avec une plage de mesure de 0–25 mm et une résolution de 0,001 mm. Il doit avoir des faces d'enclume de mesure plates (voir annexe 10).
- **Thermomètre à infrarouge** : Un thermomètre à infrarouge avec une plage de mesure de 0–100°C (32–212°F) (voir annexes, figure 74).
- **Balances** : Balances d'une capacité de 1 à 8 000g et d'une précision de 0,1 g.
- **Bols** : Trois à quatre bols sont nécessaires pour peser chaque ingrédient séparément.
- **Cuillères** : Deux à trois cuillères sont nécessaires pour servir les ingrédients séparément.
- **Couteau et planche à découper** : Ils sont nécessaires pour découper des portions de blocs de masse de cacao.
- **Four** : Four dont la température varie de 45 à 100°C (113 à 212°F).
- **Grattoir ou spatule en plastique** : Utilisés pour gratter et transférer le mélange.
- **Produit de nettoyage et désinfectant** : Ces produits sont essentiels pour maintenir la propreté et assurer une bonne hygiène pendant le processus.

### 14.3.3 Équipement supplémentaire pour le tempérage

- Moules en polycarbonate, PVC ou silicone avec des cavités pour des barres de chocolat fines, moules d'environ 3–5g.
- Une armoire réfrigérante ou un réfrigérateur réglé à une température de 13–16°C (55–61°F).

#### Pour le tempérage manuel

- Un thermomètre numérique avec une plage de mesure de 20–60°C (68–140°F) (voir figure 79) avec une fonction sonde ou infrarouge.
- Le beurre de cacao désodorisé bien tempéré (uniquement pour la méthode d'ensemencement) doit présenter certaines caractéristiques visuelles permettant de s'assurer qu'il est correctement tempéré. Il doit être à l'état solide et présenter un aspect uniforme sans aucune tache blanche à la surface. En outre, lorsqu'il est cassé, il doit produire un claquement distinct et clair. Reportez-vous à la figure 84 pour une référence visuelle.
- Équipement de chauffage tel qu'un four chauffant pouvant maintenir une température de 40°C (104°F) ou un four à micro-ondes.
- Équipements ou outils de refroidissement tels que :
  - » Une plaque de marbre d'au moins 2 cm de large (figure 77) avec un environnement de travail de 18–20°C (64–68°F).
  - » Une armoire réfrigérante ou un réfrigérateur fonctionnant à une température comprise entre 13 et 16°C (55–61°F).
- Autres outils et matériaux :
  - » Une râpe.
  - » Une spatule en plastique thermorésistant (figure 80a).
  - » Un pistolet thermique (figure 81).
  - » Une louche ou des poches à douille.
  - » Du papier parchemin non collant et non ciré.
  - » Des serviettes en papier.

#### Pour le tempérage en machine

Il existe plusieurs options pour les tempéreuses, qui varient en termes de prix, de capacité, de mécanismes de refroidissement et de chauffage, ainsi que de système continu ou discontinu et de mode d'écoulement du chocolat.

Le choix spécifique de la machine de tempérage dépend des besoins de l'utilisateur et des ressources disponibles.

Ce protocole couvre deux types de machines de tempérage :

- **Machines entièrement automatiques** : Ces machines peuvent exécuter un programme de tempérage complet et fournir un signal, sonore ou visuel, pour indiquer que le chocolat est prêt (voir figure 83).
- **Machines semi-automatiques** : Ces machines sont dotées d'un bol à chocolat avec brassage automatique et contrôle de la température, l'utilisateur devant régler manuellement chaque température (voir figure 82).

## 14.4 Procédure

### 14.4.1 Recette

Cacao d'Excellence a utilisé une recette standard de 66 % de cacao depuis sa première édition des prix en 2009 jusqu'en 2021. Récemment, Cacao d'Excellence a révisé sa recette sur la base du profil aromatique des divers échantillons de fèves provenant de plus de 55 pays et en tenant compte des tendances du marché. Le tableau 31 ci-dessous détaille la recette standard utilisée aujourd'hui par Cacao d'Excellence pour la transformation des fèves en masse de cacao et en chocolat noir d'une teneur en cacao de 70% aux fins de l'évaluation sensorielle.

**Tableau 31.** Recette standard utilisée par Cacao d'Excellence pour transformer la masse de cacao en chocolat pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao.

Ingrédients	Composition
Masse de cacao	63%
Sucre (sans saveur)	30%
Beurre de cacao désodorisé	7%
<b>Total</b>	<b>100%</b>
Teneur en cacao (masse de cacao + beurre de cacao)	70%
Rapport entre la masse de cacao et le sucre ( <i>masse de cacao/sucre</i> )	2.1
Finesse - taille des particules	14–18µm

### 14.4.2 Préparation de la masse de cacao

Pour préparer la masse de cacao, suivez les étapes décrites ci-dessous.

1. Nettoyez et désinfectez tous les outils et surfaces de travail.
2. Retirez la masse de cacao du stockage et laissez-la atteindre la température ambiante. Pour éviter la condensation, conservez les échantillons de masse de cacao à l'intérieur de leur emballage ou de leur bocal pendant qu'ils atteignent la température ambiante. Si les échantillons de masse de cacao sont volumineux et ont été congelés, décongelez-les progressivement en les plaçant d'abord au réfrigérateur, puis à température ambiante.
3. Chauffez le tambour et les pierres du broyeur dans un four à 40–45°C (104–113°F) pendant au moins 1 heure.
4. Placez la masse de cacao durcie sur une planche à découper et coupez-la en petits morceaux à l'aide d'un couteau.

### 14.4.3 Production du chocolat

Les étapes fondamentales de la production du chocolat sont les processus de mélange et d'affinage, qui visent à obtenir la taille de particule souhaitée de 14 à 18 µm.

La masse de cacao, le beurre de cacao et le sucre sont soigneusement mélangés. Le mélange s'effectue à des températures inférieures à 55°C (131°F), ce qui garantit que les ingrédients sont bien mélangés sans dépasser cette limite de température.

Le mélange de chocolat est broyé afin de réduire la taille des particules à une fourchette de 14 à 18  $\mu\text{m}$ . Ce processus d'affinage contribue à la texture générale et à l'onctuosité du chocolat, permettant une meilleure évaluation sensorielle.

### Processus

1. Veillez à ce que tous les outils et surfaces de travail soient nettoyés et désinfectés.
2. Pesez la masse de cacao, le beurre de cacao et le sucre dans des bols séparés.
3. Faites fondre le beurre de cacao au four à une température de 40-45°C (104-113°F) et mettez de côté jusqu'à ce qu'il soit utilisé.
4. Démarrez le broyeur et ajoutez la masse de cacao fondue dans le tambour, en le laissant tourner pendant 2 à 5 minutes.
5. Pendant que le broyeur est en marche, versez soigneusement le sucre dans la masse de cacao de manière uniforme.
6. Après les 30 à 45 premières minutes de broyage, utilisez une spatule pour racler le chocolat des surfaces intérieures du tambour, ainsi que des pierres et du racloir, et incorporez-le à la masse de chocolat.
7. Toutes les 2 ou 3 heures, effectuez les contrôles suivants :
  - » Surveillez la température de la masse de chocolat en vous assurant qu'elle reste inférieure à 55°C (131°F). Si la température dépasse cette limite, arrêtez le broyeur pendant environ une heure ou jusqu'à ce que la température redescende en dessous du seuil avant de poursuivre le processus.
  - » Évaluez la consistance de la masse de chocolat, qui doit rester fluide. Si la masse s'épaissit au cours de l'opération, comme l'indique la diminution de la vitesse de rotation des meules, ajoutez un tiers du beurre de cacao au mélange en le versant sur les meules. Cette opération permet une répartition immédiate dans la masse de chocolat, ce qui lui redonne de la fluidité. Répétez ce réglage si nécessaire jusqu'à ce que tout le beurre de cacao ait été ajouté à la masse de chocolat.
  - » Mesurez la taille des particules de la masse de chocolat à l'aide d'un micromètre, en suivant les instructions de l'annexe 10. Surveillez la diminution de la taille des particules jusqu'à ce qu'elle atteigne la fourchette souhaitée de 14-18 $\mu\text{m}$ , lorsque le processus d'affinage est presque terminé. À ce stade, il est conseillé de vérifier la taille des particules plus fréquemment, environ toutes les heures.
8. Lorsque la granulométrie du chocolat atteint la finesse souhaitée de 18 $\mu\text{m}$ , arrêtez le broyeur.
9. Retirez les pierres et leur axe du broyeur et raclez tout le chocolat des côtés des pierres et de l'axe central dans le tambour. Veillez à ne pas racler les solides secs ou granuleux, car il peut s'agir de particules qui n'ont pas atteint la taille cible. Ces parties doivent être jetées. Mettez les pierres et l'axe de côté pour le nettoyage.
10. Transférez le chocolat liquide dans un bol afin de procéder au tempérage et au moulage (voir les sections 14.4.4 et 14.4.5 ci-dessous).



**NOTE :** Le temps nécessaire pour achever le processus de production du chocolat dépend généralement des facteurs suivants :

- Quantité de mélange de chocolat (un temps plus long est nécessaire pour les volumes plus importants).
- Recette de chocolat choisie (proportion des ingrédients).
- Composition de la masse de cacao (teneur en beurre de cacao).
- Efficacité du broyeur (spécifications techniques).
- Température de broyage (plus elle est élevée, mieux c'est, sans dépasser 55°C- 131°F).

Le processus de production du chocolat peut durer au moins dix heures, en fonction de la quantité produite. Par exemple, le mélange et l'affinage de 500g de chocolat à une granulométrie de 18 µm à l'aide d'un broyeur d'une capacité de 250 à 1 000g peut prendre de huit à douze heures.

Il est essentiel que les broyeurs ne soient jamais laissés sans surveillance pendant le processus de production du chocolat. Si l'opération de broyage doit se prolonger au-delà des heures de travail normales, les machines ne doivent pas être laissées en marche sans surveillance. Contrairement au broyage des grûes de cacao en une masse, où la température n'augmente généralement qu'au début, l'ajout de sucre à la masse de cacao au cours de la transformation en chocolat augmente sa viscosité et, par conséquent, la température peut dépasser la limite recommandée de 55°C (131°F). Pour atténuer ce phénomène, on ajoute du beurre de cacao afin de réduire la viscosité et, par conséquent, la température.

Toutefois, ce processus doit être étroitement surveillé, car le risque de dépassement de la température maximale recommandée peut entraîner une détérioration de la masse et de l'arôme, ainsi qu'un risque d'incendie.

#### 14.4.4 Tempérer le chocolat

Il existe plusieurs méthodes pour tempérer le chocolat, qui impliquent une manipulation précise de la température pendant le processus de cristallisation du beurre de cacao. Le beurre de cacao sert de matrice alimentaire au chocolat, en suspendant le sucre et les solides de cacao. Cette matière grasse peut cristalliser sous six formes différentes (I - VI). Parmi ces formes, la présence de minuscules cristaux de type V est souhaitable dans le chocolat fondu, car elle maintient une consistance fluide. Un chocolat correctement tempéré doit toujours rester fluide et ne pas présenter de grumeaux cristallisés.

La température ambiante idéale pour le tempérage du chocolat est d'environ 20°C (68°F), avec une humidité relative de 40%.

##### Tempérer le chocolat à la main selon la méthode de l'ensemencement

Le tempérage manuel du chocolat selon la méthode de l'ensemencement consiste à faire fondre la masse de chocolat à une température spécifique et à y introduire le type de cristal V souhaité, que l'on trouve dans le beurre de cacao. Ce processus d'ensemencement stimule la reproduction des cristaux de type V dans toute la masse, assurant ainsi une distribution uniforme. Les étapes suivantes décrivent le processus :

1. Transférez la masse de chocolat du tambour du broyeur dans un bol. Si le chocolat est solide, hachez-le en morceaux et placez ces derniers dans le bol. Chauffez la masse de chocolat à 45°C (113°F) pour faire fondre tous les types de cristaux.
2. Râpez finement le beurre de cacao solide et bien tempéré. La quantité nécessaire est égale à 0,5 % de la masse totale de chocolat à tempérer.
3. Refroidissez la masse de chocolat chauffée de 45 °C (113 °F) à 32,5 °C (90,5 °F) en choisissant l'une des méthodes suivantes :



- a. Versez une partie de la masse de chocolat sur une plaque de marbre pour la refroidir, puis mélangez-la avec le reste du chocolat chaud. La pratique est nécessaire pour déterminer le bon moment et la bonne quantité pour des conditions spécifiques. Mesurez la température lorsque le chocolat est mélangé au chocolat chaud.
  - b. Mélangez continuellement la masse de chocolat à température ambiante (environ 20°C ou 68°F) jusqu'à ce qu'elle atteigne 32,5°C (90,5°F).
  - c. Placez le bol contenant la masse de chocolat au réfrigérateur pendant quelques minutes, puis retirez-le et mélangez bien jusqu'à ce que la masse atteigne 32,5°C (90,5°F).
4. Ajoutez le beurre de cacao râpé et bien tempéré, qui doit représenter 0,5 % du poids de la masse de chocolat.
  5. Remuez le mélange en continu pendant 1 minute, en veillant à ce que tous les grumeaux soient bien éliminés.
  6. Procédez immédiatement au moulage du chocolat.



**NOTE :** Il n'est pas recommandé d'utiliser un bain d'eau chaude pour chauffer la masse de chocolat, car cela augmenterait l'humidité relative de la pièce. Si nécessaire, suivez les recommandations de la figure 74.

### Tempérer le chocolat à l'aide d'une machine

Reportez-vous au manuel d'utilisation de la tempéreuse choisie et suivez les instructions pour établir un programme de tempérage adapté au chocolat noir. Les réglages spécifiques varient en fonction de la machine.

Pour s'assurer de la température optimale de la tempéreuse, il faut tester la température à l'aide de morceaux de papier épais trempés dans le chocolat.

Les étapes sont les suivantes :

1. Faites fondre le chocolat dans un bol à 45°C (122°F).
2. Découpez 20 petites bandes de papier épais et écrivez des températures allant de 29°C à 32°C (84°F à 90°F) par incréments de 0,2°C (0,4°F) sur chaque bande. Vous devriez avoir un total de 16 bandes de papier.
3. Transférez le chocolat fondu à 45°C (122°F) dans la tempéreuse.
4. Réglez la température de refroidissement de l'appareil sur 29°C (84°F).
5. Lorsque l'affichage de la température de refroidissement atteint 32°C (90°F), trempez l'extrémité de la première bande de papier marquée 32°C (90°F) dans le chocolat et mettez-la de côté.
6. Lorsque l'écran affiche 31,8°C (89°F), répétez le processus pour chaque diminution de température de 0,2°C (0,4°F) jusqu'à ce que vous ayez 16 bandes d'échantillons de chocolat avec leur température enregistrée.
7. Réglez la machine à 45°C (113°F) pour éviter que le chocolat ne se solidifie.
8. Laissez les bandes d'échantillons de chocolat prendre à température ambiante (environ 20°C [68°F] pendant 30 minutes).
9. Examinez les bandes de papier et identifiez celle sur laquelle le chocolat a pris avec l'aspect le plus brillant. Cette température spécifique doit être programmée dans la tempéreuse pour le chocolat testé.

## 10.4.5 Moulage du chocolat

### Moulage

1. Maintenez les moules à température ambiante (tiède) et placez-les sur le plan de travail.
2. Remplissez la poche à douille avec le chocolat tempéré et coupez l'embout ou utilisez la louche, une poche à douille assure plus de précision et moins de perte de masse de chocolat.
3. Répartissez le chocolat dans chaque cavité des moules.
4. Après avoir rempli les moules de chocolat, pour assurer une répartition uniforme et éliminer les bulles d'air, tapotez doucement les moules sur le plan de travail pour les faire vibrer. Cette action permet de répartir uniformément le chocolat dans les cavités des moules et d'éliminer les éventuelles bulles d'air.
5. Placez les moules dans un réfrigérateur à une température de 4–8°C (39–46°F) pendant 10 minutes ou dans une armoire réfrigérante à une température de 13–16°C (55–61°F) pendant un maximum de 30 minutes. Cette durée dépend de l'épaisseur de la barre et de l'humidité de l'environnement. Ne laissez pas le chocolat dans l'armoire réfrigérante ou le réfrigérateur plus longtemps que les durées mentionnées, car cela peut entraîner une condensation d'eau à la surface du chocolat.
6. Lorsque les morceaux de chocolat (barres) se détachent de la cavité du moule, retirez les moules de l'armoire réfrigérante ou du réfrigérateur.
7. Pour démouler les barres, il faut d'abord faire craquer le moule et le retourner sur une surface propre en un seul mouvement décisif et rapide.
8. Il est conseillé de porter des gants pour manipuler les barres de chocolat afin d'éviter qu'elles ne fondent, de ne pas laisser d'empreintes digitales et de maintenir la sécurité alimentaire.
9. Après le démoulage, placez les barres de chocolat dans un récipient approprié ou les emballer dans des sacs scellés pour garantir leur fraîcheur et leur bonne conservation.

### Découpage de formes sans moules

1. Préparez un plateau ou une tablette en y plaçant une feuille de papier parchemin.
2. Versez le chocolat tempéré directement du bol sur le papier parchemin, en l'étalant pour créer une couche d'une épaisseur d'environ 3 mm.
3. Transférez le plateau ou la tablette dans une armoire réfrigérante réglée à 13–16°C (55–61°F) ou dans un réfrigérateur dont la température varie de 4 à 8°C (39–46°F).
4. Surveillez l'aspect du chocolat, qui passe d'une texture brillante à une texture satinée, mais qui n'est pas encore complètement solidifié. Lorsqu'il a atteint l'aspect désiré, sortez le plateau ou la tablette de l'armoire réfrigérante ou du réfrigérateur et coupez le chocolat en carrés de la taille souhaitée. Remettez-les dans le réfrigérateur ou l'armoire réfrigérante.
5. Lorsque les carrés de chocolat se sont solidifiés, retirez le plateau ou la tablette de l'armoire réfrigérante ou du réfrigérateur.
6. Portez des gants pour manipuler les barres de chocolat, afin d'éviter qu'elles ne fondent et de garantir la sécurité alimentaire. Détachez délicatement les morceaux de chocolat du papier parchemin.
7. Placez les morceaux de chocolat dans un récipient approprié ou les emballer dans des sacs hermétiques pour préserver leur fraîcheur et les conserver correctement.

## 14.5 Documentation des données, des calculs et des résultats

**Tableau 32.** Données à enregistrer pour le processus de production du chocolat.

Numéro/ID de l'échantillon de fèves de cacao de référence	_____	
Date de transformation en chocolat (jj/mm/aaaa)	_____	
Nom de la personne qui a traité l'échantillon	_____	
<b>Recette utilisée - Ingrédients</b>	<b>Proportion (%)</b>	<b>Poids (kg)</b>
Masse de cacao	_____	_____
Beurre de cacao désodorisé	_____	_____
Sucre	_____	_____
Type de sucre - canne à sucre, betterave, etc.	_____	_____
<b>Quantité totale de la recette</b>	<b>100%</b>	_____
Poids total de chocolat produit (g)	_____	_____
Temps total de broyage pour atteindre la taille de particule cible (hh:mm)	_____	_____
Taille finale des particules (µm)	_____	_____
Température maximale atteinte au cours du processus de mélange et d'affinage (°C ou °F)	_____	_____
Informations sur le beurre de cacao désodorisé	_____	_____
Description du sucre	_____	_____
Commentaires	_____	_____
Date de tempérage	_____	_____
Température de stockage	_____	_____





## PARTIE D | ÉVALUATION SENSORIELLE

### Chapitre 15. **Introduction**

Cette section présente les protocoles d'évaluation sensorielle des fèves de cacao, qu'elles soient sous forme de poudre grossière de fèves non torréfiées, transformées en masse de cacao ou en chocolat noir.

Les principaux éléments à prendre en compte sont la sélection et la conduite des membres du panel d'évaluation sensorielle et des évaluateurs individuels, les installations et l'environnement appropriés, la préparation des échantillons liés au cacao, les méthodes de service et le processus d'évaluation sensorielle.

Les résultats de l'évaluation sensorielle sont présentés sous la forme de profils aromatiques pour chaque échantillon de cacao, accompagnés d'une note de qualité globale. Pour faciliter l'interprétation précise des caractéristiques aromatiques, un glossaire est fourni, qui comprend des descripteurs et des échelles d'intensité des arômes. Ces termes sont basés sur le glossaire du Cacao d'Excellence, qui comprend la description des attributs aromatiques et de l'échelle d'intensité, la note de qualité globale et la Roue des Saveurs. Les résultats de l'évaluation sensorielle doivent être documentés à l'aide du formulaire d'évaluation, ainsi que les conditions dans lesquelles les évaluations ont eu lieu.

# Ch 16. Lignes directrices générales pour l'évaluation sensorielle

## 16.1 Objectif

Les objectifs de cette section sont de fournir des orientations et de promouvoir la mise en œuvre effective des meilleures pratiques et des principes de l'évaluation sensorielle pour évaluer la qualité et la saveur des fèves de cacao fermentées et séchées. Cela s'applique aux fèves de cacao non torréfiées, à la masse de cacao et au chocolat noir. Cette section couvre les domaines clés suivants :

- Évaluation sensorielle des installations et de l'environnement.
- Préparation des fèves de cacao, de la masse et du chocolat pour l'évaluation sensorielle.
- Lignes directrices pour les évaluateurs responsables de l'évaluation sensorielle.

Les détails des procédures d'évaluation sensorielle, tels que la numérotation, la codification et la mise en place des échantillons, sont décrits. Des données sensorielles fiables et cohérentes générées par ces pratiques sont essentielles pour obtenir des informations précises et significatives sur les produits de cacao évalués.

## 16.2 Installation et environnement pour évaluations sensorielles

Lors du choix ou de la conception d'une installation d'évaluation sensorielle, les éléments suivants doivent être pris en compte :

- Un emplacement accessible et exempt de bruits et d'odeurs.
- Une construction qui accorde de l'attention à la couleur des murs, aux luminaires et à la qualité de la construction.
- Une disposition interne qui respecte l'intimité des évaluateurs et permet une circulation fluide des échantillons et la communication des données.
- Un environnement offrant une bonne ventilation, une température ambiante et une humidité relative confortable.

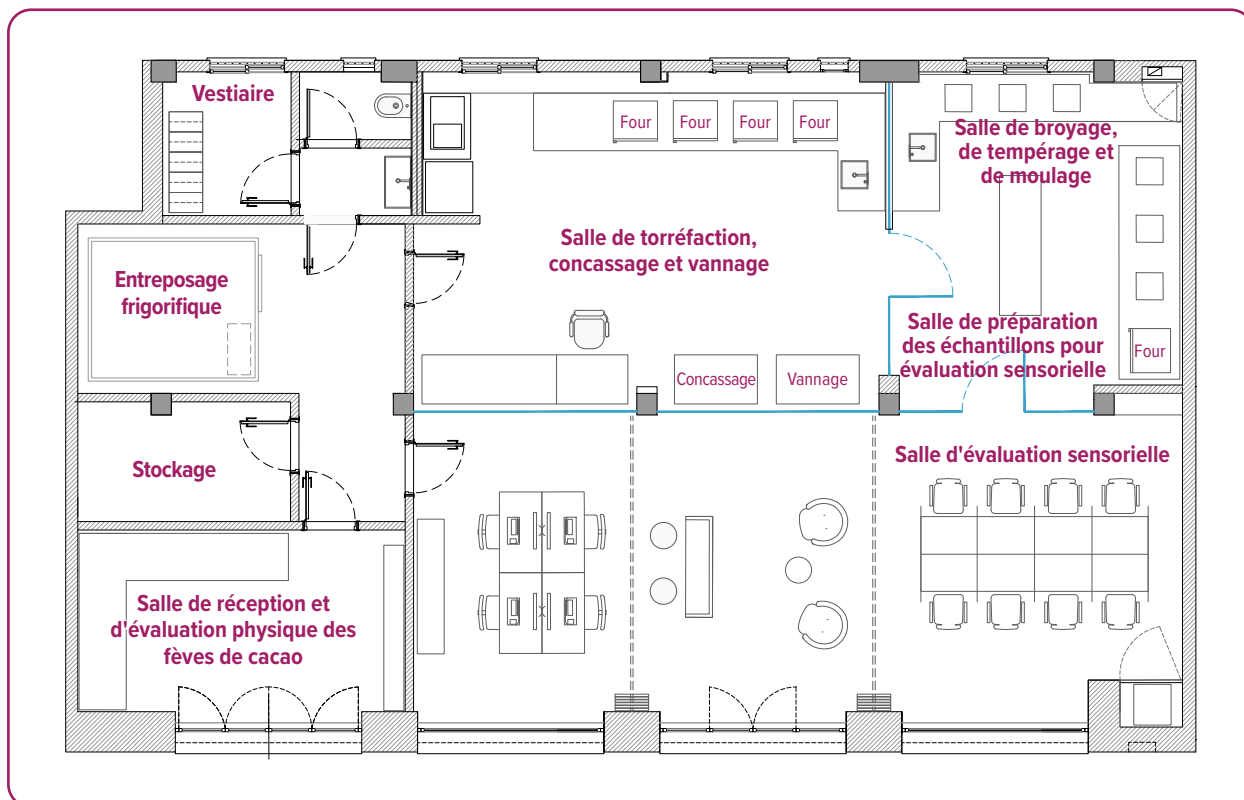
Dans la plupart des cas, l'aménagement d'une installation d'évaluation sensorielle est divisé en trois zones principales : préparation des échantillons, dégustation des échantillons et bureaux/administration. La zone de préparation des échantillons sert d'espace de stockage temporaire pour les échantillons de cacao, où ils peuvent être préparés (par exemple, fondus) et organisés avec d'autres matériaux nécessaires. La zone de dégustation est l'endroit où les évaluateurs procèdent à des évaluations individuelles sans interruption ni distraction, ou participent à des discussions de groupe pour des évaluations consensuelles. Ces zones doivent être situées à proximité les unes des autres afin de faciliter la distribution des échantillons, tout en garantissant une séparation suffisante pour minimiser les risques d'interférence. Les évaluateurs devraient entrer et sortir de la zone de dégustation sans passer par la zone de préparation afin d'éviter d'avoir accès à des informations susceptibles de fausser leur évaluation. À titre de référence, la figure 12 présente un exemple d'aménagement d'une telle installation.

Les installations supplémentaires suivantes peuvent être envisagées :

- Des salles de stockage pour les fournitures.
- Entreposage frigorifique des échantillons de cacao.
- Bureaux et salles de classe.
- Vestiaire et toilettes.

### 16.2.1 Zone de préparation des échantillons liés au cacao

Avant d'évaluer les échantillons liés au cacao, il est important de planifier et de préparer le nombre d'évaluateurs, le nombre d'échantillons à évaluer et l'ordre de service des échantillons. Ces considérations permettent de garantir un processus d'évaluation bien organisé et systématique.

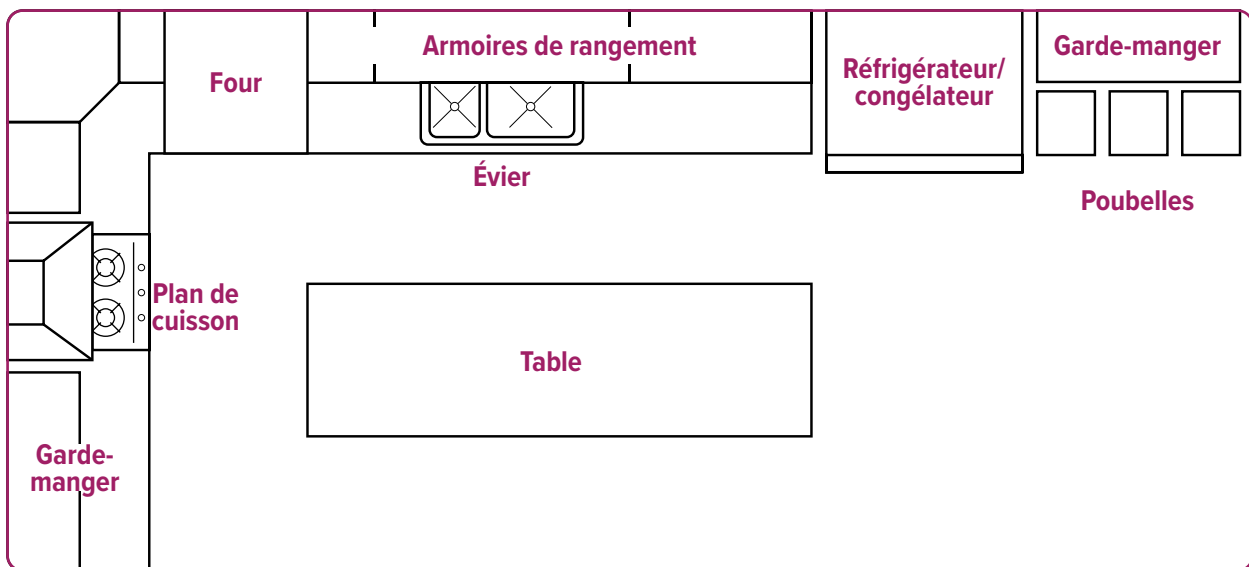


**Figure 12.** Exemple d'installation d'évaluation sensorielle : Schéma du laboratoire Cacao d'Excellence à Rome, en Italie.

Les principales caractéristiques d'une zone de préparation d'échantillons idéale sont les suivantes :

1. **Séparation physique de la zone d'évaluation sensorielle :** Bien que les espaces de préparation des échantillons et d'évaluation sensorielle doivent être adjacents pour faciliter le transfert et la distribution des échantillons aux évaluateurs, il est idéal de maintenir une barrière physique entre eux. C'est important, car cela permet de :
  - Prévenir le risque de fuite d'information (par exemple, l'identité des échantillons à évaluer) qui peut conduire à des biais.
  - Minimiser les distractions potentielles provenant de l'espace de préparation des échantillons (par exemple, le bruit ou les odeurs externes) qui peuvent affecter la manière dont les évaluateurs évaluent les échantillons.
2. **Aménagement de type cuisine :** L'espace doit comprendre un évier, une cuisinière, un réfrigérateur, un congélateur et des armoires de rangement. Un espace de stockage des échantillons sera nécessaire pour la réfrigération et la congélation de la masse de cacao et du chocolat, ainsi que des armoires de stockage pour les ustensiles, les récipients de service, les crachoirs, les documents et autres matériels utilisés pour la préparation des échantillons et l'évaluation sensorielle. En outre, la zone devra disposer d'un espace de travail suffisant pour la préparation des échantillons et le service. La conception et la construction de la zone, y compris l'emplacement des équipements fixes, doivent faciliter le nettoyage et l'entretien.
3. **Disponibilité des équipements et des installations appropriés :** L'espace doit répondre aux exigences techniques minimales en matière d'équipement et d'outils, telles que spécifiées dans le présent guide :
  - Des prises pour le branchement d'appareils et de dispositifs électriques tels que les broyeurs, les mixeurs et les appareils de chauffage.
  - Des réfrigérateurs pour conserver les fèves de cacao, la masse de cacao et les échantillons de chocolat, en particulier lorsque la température ambiante dépasse 22°C (72°F) pour un stockage immédiat ou à court terme (moins d'un an). Les congélateurs doivent être utilisés pour un stockage à plus long terme (plus d'un an).

- Un système de ventilation adéquat avec des filtres à air et des systèmes d'évacuation des fumées pour la préparation de produits ayant des propriétés aromatiques.
- Un approvisionnement adéquat en eau propre.
- Une installation de broyeurs d'ordures et de poubelles.



**Figure 13.** Exemple de configuration pour la préparation d'échantillons similaire à celui d'une cuisine.

### 16.2.2 Espace pour la réalisation d'évaluations sensorielles

L'espace d'évaluation sensorielle doit être conçu de manière à minimiser les biais, à renforcer la sensibilité de l'évaluateur et à éliminer les influences extérieures afin de garantir que les évaluations soient effectuées dans un environnement calme et ininterrompu.

Les principales caractéristiques d'un espace d'évaluation sensorielle idéal sont les suivantes :

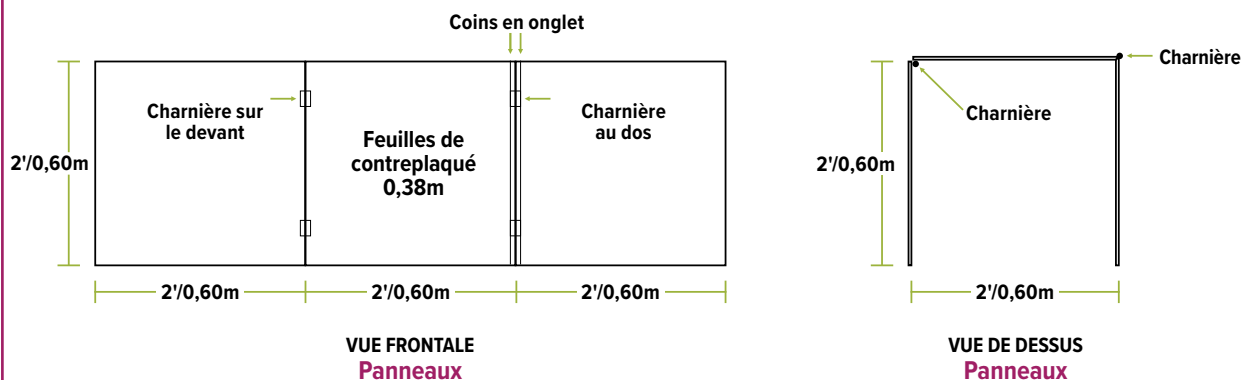
- Un emplacement central et pratique permettant d'accueillir un nombre suffisant de participants.
- Une isolation des sources d'odeurs et de bruits pour éviter les distractions. Les produits de nettoyage utilisés dans la zone, en particulier dans les zones de préparation des échantillons et de dégustation, doivent être exempts d'odeurs.
- Une ventilation et une circulation de l'air efficaces, avec l'inclusion de filtres à charbon actif dans le système de ventilation ou le climatiseur pour absorber les odeurs. Si nécessaire, une légère pression d'air positive peut être créée dans la zone de dégustation afin de minimiser l'afflux d'air provenant d'autres zones.
- Un mobilier simple et des couleurs neutres, comme le blanc cassé et le gris clair neutre, afin de minimiser les distractions et de maintenir la concentration de l'évaluateur. Les plans de travail doivent être lisses, non absorbants et faciles à nettoyer.
- Un éclairage suffisant dans les zones de préparation des échantillons et de dégustation, avec un éclairage sans ombre équivalent aux niveaux d'intensité de l'éclairage de bureau de 300-500lux et de 700-800lux à la surface de la table.
- L'existence d'un système de communication par signaux, tel que l'utilisation d'ampoules de couleur actionnées par un interrupteur, pour faciliter la communication entre les évaluateurs.
- Maintenir une humidité relative confortable de 45 à 55 % et une température de 20 à 22 °C dans la zone d'évaluation sensorielle.
- Prévoir des espaces de dégustation spacieux avec environ un mètre carré (1m<sup>2</sup>) d'espace par personne pour accueillir les évaluateurs, les échantillons d'essai et de référence, ainsi que les systèmes de saisie des données.



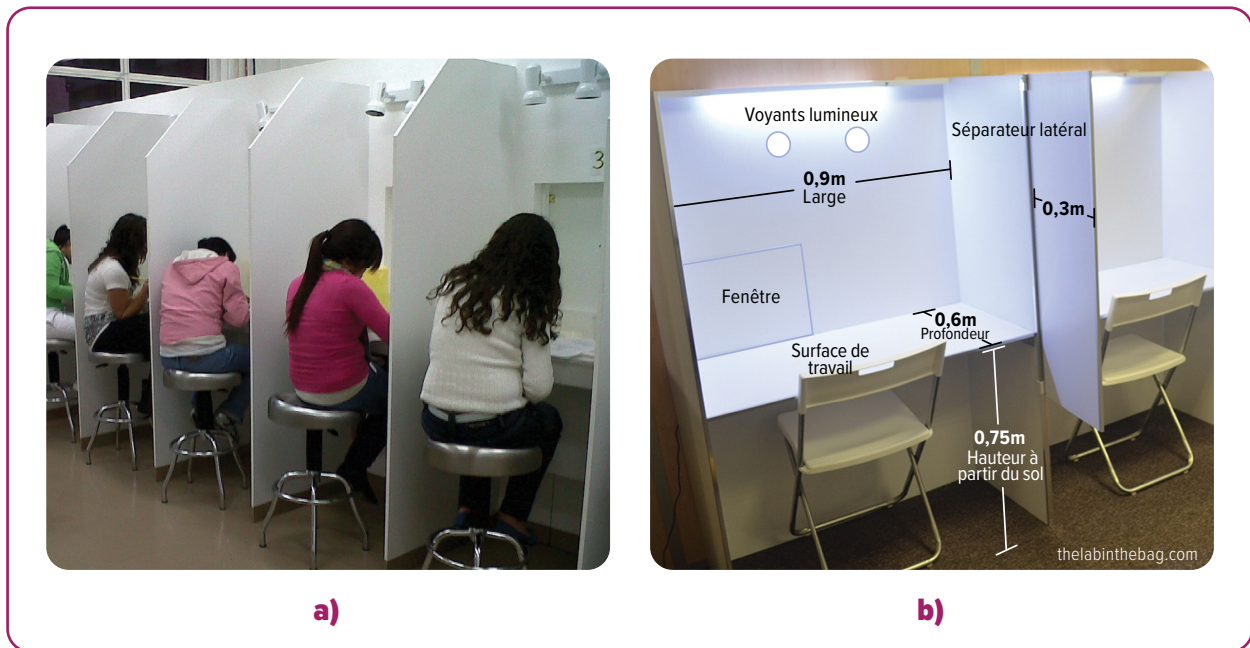
- Prévoir des sièges individuels, des cabines ou des cloisons dans les zones de dégustation afin d'éviter que les évaluateurs ne s'influencent ou ne s'interrompent les uns les autres. Si possible, séparez physiquement les évaluateurs en plaçant des tables avec des cloisons mobiles en bois non résineux ou en contreplaqué, peintes avec une peinture à base d'eau à faible odeur et de couleur neutre (voir figure 14). Utilisez des cloisons opaques, non réfléchissantes et faciles à nettoyer entre les différentes cabines. Idéalement, les cloisons devraient dépasser le comptoir d'environ 46 cm afin de minimiser les distractions auditives et visuelles. Bien que l'intimité soit importante, il faut veiller à ce que la ventilation et l'espace de nettoyage soient suffisants.
- Envisager des cloisons permanentes pour les cabines individuelles, équipées de prises électriques pour les systèmes informatisés de saisie des données et les appareils électriques nécessaires. Chaque cabine doit disposer d'un éclairage contrôlé et d'une trappe de service reliée à la zone de préparation des échantillons. Le nombre de cabines dépend de l'espace disponible et varie généralement de 3 à 25.
- Les éviers ne sont pas recommandés dans la zone d'évaluation sensorielle pour éviter la contamination par les odeurs, et des crachoirs ou des ramequins dédiés doivent être fournis.
- Aménager l'espace avec des chaises et des tables confortables à des hauteurs appropriées, en prévoyant suffisamment d'espace pour évaluer les échantillons et utiliser les appareils nécessaires, tels que les ordinateurs et les claviers.
- Prévoir une zone de discussion séparée pour les briefings, les discussions ou les exercices de recherche de consensus. Équiper cette zone d'outils tels que des tableaux noirs ou blancs, des marqueurs inodores, des papiers et des supports visuels.



**REMARQUE :** Tous les bords sont coupés bout à bout, sauf indication contraire.



**Figure 14. (Haut)** Espaces sensoriels équipés de tables et de cloisons mobiles en bois non résineux ou en contreplaqué peint de couleurs neutres. **(Bas)** Exemple de plan de construction pour des cabines sensorielles portables. (Alejandro Anzueto/Universidad del Valle de Guatemala ; <https://thelabinthebag.com> et Lawless et Heymann, 2010).



**Figure 15. a)** Cabines d'évaluation sensorielle fixes, individualisées et limitant les interactions entre les évaluateurs ; **b)** Exemple d'aménagement d'une cabine d'évaluation sensorielle fixe (Alejandro Anzueto/Universidad del Valle de Guatemala et ISO 8589:2007).

## 16.3 Préparation des échantillons, distribution et évaluation sensorielle

La standardisation est cruciale lors de la préparation, de la distribution et de l'évaluation des échantillons. Elle garantit des résultats consistants et fiables. Pour parvenir à la standardisation :

- Préparer tous les échantillons dans les mêmes conditions, en utilisant le même lieu, la même personne et les mêmes ustensiles.
- Conserver les échantillons dans des équipements de stockage identiques, tels que des réfrigérateurs, des congélateurs ou des armoires de stockage.
- Veiller à ce que les échantillons aient un aspect visuel, une taille, une forme et une température de service uniformes au cours de l'évaluation afin de minimiser les biais.
- Utiliser des outils identiques pour servir les échantillons afin d'éviter d'influencer les attributs sensoriels. Par exemple, lors de l'évaluation de la masse de cacao, utiliser des contenants neutres en termes d'odeur et munis d'un couvercle pour préserver les arômes et empêcher les odeurs extérieures d'interférer.
- Maintenir un nombre égal d'échantillons par session pour tous les évaluateurs afin d'assurer la consistance.

### 16.3.1 Nettoyage du palais entre les échantillons

Lors d'une session d'évaluation sensorielle, plusieurs échantillons sont souvent dégustés. Alors que l'eau permet d'éliminer les résidus de la langue après la dégustation d'un échantillon, des nettoyants pour palais sont utilisés pour nettoyer en profondeur et neutraliser la cavité buccale. Ce processus permet d'éliminer les saveurs et les résidus persistants dans la bouche, ce qui garantit qu'il n'y ait pas de chevauchement des saveurs, en particulier lors de l'évaluation d'échantillons aux profils aromatiques variés.

Pour nettoyer le palais entre deux dégustations de masse de cacao ou d'échantillons de chocolat, les étapes suivantes peuvent être suivies :

1. Rincer sa bouche avec de l'eau tiède à une température de  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $122 \pm 4^\circ\text{F}$ ) et recracher.
2. Mâcher un petit morceau (environ  $2 \times 2$  cm) de craquelin non-salé (voir description ci-dessous) en utilisant uniquement les dents de devant. Déplacer les miettes avec la langue pour capturer les particules restantes de la masse de cacao ou du chocolat et avaler.
3. Rincer sa bouche à nouveau la bouche avec de l'eau tiède et recracher.

4. Rincer sa bouche une troisième fois avec de l'eau tiède et avaler.

Plusieurs nettoyants pour le palais, généralement d'origine alimentaire, peuvent être utilisés au cours du processus. Il peut s'agir de :

- Craquelins à l'eau sans levure, non salés et sans saveur (fabriqués uniquement avec de la farine et de l'eau), tels que recommandés par Cacao d'Excellence.
- Solutions de pectine ou de carboxyméthylcellulose, notamment pour l'évaluation de l'astringence.
- Produits frais tels que des pommes, des carottes et des concombres.

### 16.3.2 Nombre d'échantillons à base de cacao et instructions

Les instructions destinées aux évaluateurs doivent être communiquées de manière claire et concise, de préférence sous forme orale et écrite, conformément aux procédures opérationnelles normalisées. Des quantités suffisantes d'échantillons liés au cacao doivent être disponibles, compte tenu du nombre d'évaluateurs, de la taille des portions, du nombre d'attributs à évaluer et du nombre souhaité de répétitions.

Le nombre maximal d'échantillons pouvant être évalués en une seule séance est déterminé par des facteurs tels que l'adaptation sensorielle et la fatigue. La fatigue peut être influencée par la taille de l'échantillon et le nombre d'échantillons par session de dégustation. La complexité de la tâche peut également contribuer à la fatigue. De nombreux experts en évaluation du cacao estiment que la dégustation du chocolat est plus fatigante que celle de la masse de cacao.

Il est important que le panel se mette d'accord sur le nombre et la taille des échantillons à déguster avant la session d'évaluation. Lorsque des échantillons de référence sont utilisés avant chaque session, il est conseillé de limiter le nombre total d'échantillons dégustés à un maximum de 10 par session. Il est également recommandé de faire une pause jusqu'à la session suivante pour permettre aux sens de se reposer et de récupérer.

Dans le cadre d'une évaluation sensorielle analytique, il est généralement recommandé de recracher le produit plutôt que de l'avalier. Cela permet de réduire l'effet de report ou l'influence d'un produit sur la perception du suivant.

### 16.3.3 Codifications aveugle des échantillons

La codification et l'étiquetage aveugles des échantillons jouent un rôle crucial en empêchant les évaluateurs d'avoir des informations sur les échantillons autres que celles indiquées sur le récipient. Cette pratique est essentielle pour éliminer les biais potentiels liés à l'origine et au traitement des échantillons.

Pour la codification, il est recommandé d'utiliser des nombres aléatoires à trois chiffres. Il est important d'éviter d'utiliser des chiffres qui peuvent avoir une signification ou créer des biais parmi les évaluateurs. Des exemples tels que 911 ne doivent jamais être utilisés. Divers outils tels que Microsoft® Excel®, des générateurs de codes aléatoires en ligne et des tables de nombres aléatoires peuvent être utilisés pour générer ces codes (voir figure 16). Il est essentiel de conserver une trace de l'identité des échantillons et des codes. Les codes aveugles doivent être inscrits à la fois sur le récipient servi et sur son couvercle afin de minimiser le risque de confusion des échantillons.

### 16.3.4 Ordre randomisé des échantillons

La randomisation de l'ordre de présentation des échantillons est nécessaire pour la validité statistique et pour atténuer les effets potentiels de l'ordre, en particulier les effets de l'ordre de première position. Cette pratique est particulièrement utile dans les scénarios où des effets de report peuvent se produire.

Pour minimiser l'impact des effets de l'ordre de première position, la randomisation peut être mise en œuvre en veillant à ce que chaque échantillon soit présenté en première position un nombre égal de fois, répartissant ainsi l'effet de manière égale sur tous les échantillons et évaluateurs. Une autre approche consiste à servir un échantillon fictif comme présentation initiale. Des exemples de randomisation figurent dans les tableaux 33 et 34.

Tableau 33. Exemple de codification d'échantillons et d'ordres de service pour 6 échantillons évalués par 6 évaluateurs.







	ÉCHANTILLON A	ÉCHANTILLON B	ÉCHANTILLON C	ÉCHANTILLON D	ÉCHANTILLON E	ÉCHANTILLON F
EVALUATEUR	 820	 314	 582	 172	 738	 552
I	6 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>
II	2 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
III	4 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>	3 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
IV	3 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>
V	1 <sup>er</sup>	2 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>
VI	5 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>	4 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>
Notes						

Tableau 34. Exemple de l'ordre de service final pour chaque évaluateur avec les codes.

EVALUATEUR I	 552	 172	 582	 314	 738	 820
EVALUATEUR II	 314	 820	 552	 738	 172	 582
EVALUATEUR III	 582	 314	 172	 820	 552	 738
EVALUATEUR IV	 552	 738	 820	 582	 172	 314
EVALUATEUR V	 820	 314	 738	 552	 582	 172
EVALUATEUR VI	 582	 738	 314	 172	 820	 552

## 16.4 Considérations pour les évaluateurs sensoriels

La sélection des évaluateurs pour l'évaluation sensorielle doit être basée sur des critères spécifiques liés aux tâches, au type de test sensoriel et au produit alimentaire évalué. Divers facteurs susceptibles d'influencer les performances des évaluateurs doivent être soigneusement pris en compte pour garantir l'efficacité de l'évaluation sensorielle, tant au niveau individuel qu'au niveau du panel. Ces facteurs concernent la sélection, la formation, les performances, le suivi et l'évaluation des évaluateurs.

- **Sélection des évaluateurs :** Les évaluateurs doivent être sélectionnés en fonction de leur expérience des produits à évaluer, de leur disponibilité, de leur engagement et des incitations à participer (telles qu'une compensation financière, une reconnaissance ou des avantages liés à l'emploi). Les processus de recrutement peuvent inclure des questionnaires afin de recueillir des informations sur les préférences alimentaires, les allergies,

les restrictions et l'intérêt général pour la participation. En outre, les évaluateurs peuvent subir un examen médical afin d'évaluer leur état de santé général, ainsi que des tests de dépistage de l'acuité sensorielle, tels que la discrimination par le seuil, les tests de différence, les tests de classement, etc. Le nombre et la diversité des évaluateurs recrutés doivent également être pris en compte.

- **Formation des évaluateurs** : La formation doit comprendre une session d'orientation qui fournit des informations générales sur le projet, les bonnes pratiques, le(s) produit(s) alimentaire(s) spécifique(s) à évaluer (y compris le nombre et les types), le type de test d'évaluation sensorielle et le niveau d'engagement attendu. Le matériel de formation doit comprendre des échantillons de référence, un manuel de formation, des formulaires, des fiches de données, etc. Les procédures d'évaluation doivent couvrir la préparation et le service des échantillons, les listes d'attributs ou de descripteurs de la saveur (glossaire), le système de notation, l'utilisation d'échelles, etc.
- **Conduite des évaluateurs lors des évaluations sensorielles** : Les évaluateurs ainsi que toute personne participant à la préparation et à la manipulation des échantillons doivent éviter d'utiliser des odeurs fortes, des parfums ou des lotions après-rasage. Les mains doivent être lavées avec un savon non parfumé avant la dégustation. Les personnes souffrant d'un rhume ou d'une infection des voies respiratoires ne devraient pas assister ou participer aux séances de préparation des échantillons et d'évaluation sensorielle. Idéalement, les évaluations devraient avoir lieu au moins deux heures après un repas et une heure après avoir consommé des produits tels que des cigarettes, du café, des aliments épicés, des boissons alcoolisées ou avoir fait un exercice physique intense. La date et l'heure doivent être notées sur la feuille d'évaluation sensorielle.
- **Instructions** : Des instructions claires et concises doivent être fournies aux évaluateurs avant le début de l'évaluation, à la fois oralement et par écrit. Les évaluateurs doivent se sentir à l'aise pour poser des questions en cas de doute sur les instructions. Les instructions peuvent être testées au préalable sur des personnes qui ne sont pas familiarisées avec l'évaluation sensorielle et le projet. Les évaluateurs doivent s'efforcer d'être indépendants dans leurs évaluations, en suivant leur instinct initial et en faisant confiance à leurs capacités. Ils doivent éviter de faire des expressions faciales ou de verbaliser leurs réactions jusqu'à ce que tout le monde ait fini de goûter. Les évaluateurs doivent également s'abstenir de discuter de l'évaluation tant que tout le monde n'a pas terminé l'évaluation sensorielle.
- **Évaluation et suivi des performances** : Comme pour tout appareil d'analyse ou de mesure, les évaluateurs doivent faire l'objet de contrôles réguliers afin de s'assurer de leur capacité à mener des évaluations de manière cohérente et valable. Il est important de contrôler les performances des évaluateurs individuellement et par rapport au panel, en tenant compte de facteurs tels que la répétabilité, la capacité de discrimination et l'alignement sur les autres membres du panel. Des critères et des procédures clairs pour l'évaluation des performances des évaluateurs doivent être définis et présentés au panel d'évaluation sensorielle.

Pour l'analyse descriptive, la performance des évaluateurs, en particulier dans l'utilisation des échelles, peut être évaluée et calibrée si nécessaire pour chaque attribut, en utilisant des matériaux de référence appropriés tels que la masse de cacao ou le chocolat.

Il est essentiel de maintenir la motivation des évaluateurs à participer aux sessions d'évaluation sensorielle. Cet objectif peut être atteint grâce à un système de retour d'information et/ou de récompense qui inculque aux évaluateurs un sentiment d'utilité et d'importance. Le retour d'information sur les performances des évaluateurs peut être présenté en partageant des données sur leurs performances individuelles au fil des sessions et en les comparant à celles des autres évaluateurs du panel. Il est essentiel de préserver l'anonymat des évaluateurs, en veillant à ce que les membres du panel ne reçoivent que leur propre retour d'information et non celui des autres membres.

Les certificats d'assiduité ou d'évaluation des performances peuvent constituer des facteurs de motivation efficaces. En mettant en œuvre ces stratégies, les évaluateurs sont plus susceptibles de rester engagés et dévoués à leur rôle dans l'évaluation sensorielle.

8	2	0	3	1	4	5	8	2	1	7	2	7	3	8	5	5	2	9	0	6	3	1	8	4
0	8	7	3	3	1	9	7	5	2	5	7	8	9	8	0	3	8	2	5	1	2	7	5	2
2	3	3	8	8	1	4	2	4	0	2	6	1	8	9	5	2	8	9	8	3	4	0	1	0
4	7	5	5	8	3	0	7	7	1	9	1	8	1	7	4	1	7	1	3	7	9	3	3	7
1	9	3	9	5	3	4	9	5	5	2	7	5	8	0	3	4	8	8	1	2	7	5	3	4
2	8	7	8	1	4	1	4	9	4	2	4	1	5	2	9	4	8	2	1	5	2	8	1	9
8	4	8	5	1	3	9	8	6	0	7	2	1	9	0	2	0	8	7	0	8	0	1	3	0
0	3	8	8	4	7	5	1	5	1	7	3	4	5	2	0	7	4	7	9	8	6	7	7	4
3	5	3	1	9	3	7	4	9	5	0	2	0	1	4	6	2	5	4	5	8	5	0	9	2
3	4	5	9	5	2	7	9	8	9	0	5	5	8	5	1	7	7	3	5	5	4	7	7	2
4	1	5	3	0	9	1	3	7	2	5	8	7	7	1	3	6	3	9	7	8	7	9	1	7
7	2	9	5	6	7	8	5	4	5	3	4	5	4	1	9	8	8	7	5	7	9	3	1	8
5	9	2	8	9	8	6	4	4	1	5	3	7	7	0	8	0	2	5	6	0	8	1	2	0
1	3	3	3	9	0	5	2	8	7	4	0	9	0	3	7	3	1	7	9	4	5	5	2	8
4	8	0	1	0	8	6	2	1	0	0	5	0	3	1	5	4	9	0	3	7	4	7	0	1
7	7	0	8	6	3	2	8	8	5	8	9	5	8	4	0	5	9	1	8	0	5	4	9	4
3	3	8	5	7	5	7	4	3	4	5	7	9	8	9	5	0	7	7	6	8	8	8	5	9
9	1	7	1	3	6	9	2	9	1	9	4	2	3	3	0	8	1	8	7	7	6	4	7	2
6	2	2	8	0	9	4	5	3	7	2	5	4	8	8	5	6	6	5	0	4	6	5	6	8
1	7	5	9	0	0	2	0	5	8	5	8	5	1	9	5	3	3	7	4	0	5	8	2	4
0	3	9	6	9	4	7	3	5	7	0	8	5	4	7	1	1	8	5	3	2	8	0	9	8
3	0	8	2	8	1	4	4	1	8	7	8	6	9	9	9	7	5	8	9	8	4	5	9	0
9	4	9	1	2	2	0	1	3	2	4	8	7	9	1	8	8	2	9	8	3	2	8	2	9
7	2	5	1	4	4	9	8	5	2	8	5	5	1	0	8	2	6	2	0	8	9	2	2	3
9	9	2	5	7	4	3	1	2	3	8	4	1	5	2	4	0	4	2	2	8	7	1	8	2
2	0	9	1	8	9	4	4	8	1	4	8	8	7	9	2	5	0	8	9	3	3	0	1	2
8	5	2	8	1	2	1	7	7	1	4	7	8	1	4	2	7	3	7	4	0	0	1	2	9
1	2	9	9	8	4	2	5	3	2	7	4	3	2	3	3	8	5	3	3	8	5	5	3	2
3	2	8	3	7	9	6	0	4	8	8	0	5	4	1	1	4	9	0	5	0	9	4	4	1
0	9	3	4	1	1	9	5	8	3	2	4	6	7	3	4	4	9	2	3	7	2	5	7	8
8	7	5	3	4	2	1	5	5	0	1	2	4	7	5	5	2	8	8	7	8	2	8	0	3
9	6	0	1	3	0	5	3	8	6	2	9	6	0	3	4	7	8	1	1	9	1	6	5	3

**Figure 16.** Tableau de nombres aléatoires : commencez par n'importe quelle colonne ou rangée et lisez dans n'importe quelle direction pour créer des nombres aléatoires à trois chiffres afin d'étiqueter les ramequins de l'échantillon (Lawless et Heymann, 2010).

# Ch 17. Évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière

## 17.1 Objectif

Le présent protocole\* décrit la procédure de préparation et d'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées réduites en poudre grossière. L'objectif principal est d'effectuer un premier contrôle de la qualité des échantillons de fèves de cacao fermentées et séchées mais non torréfiées, en complément de l'évaluation physique et du profil aromatique obtenus à partir des fèves entières et coupées. Cette évaluation permet d'identifier les défauts, les mauvais goûts et d'autres caractéristiques pertinentes pour les processus de prise de décision. En outre, elle fournit un profil aromatique indicatif et une évaluation globale de la qualité à laquelle on peut s'attendre une fois que les fèves sont torréfiées et transformées en masse de cacao ou en chocolat.

Le processus peut être mené sur le terrain ou en laboratoire, avec ou sans accès à l'électricité, et par des évaluateurs individuels ou un groupe d'évaluateurs. Cette méthode complète l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse ou de chocolat. Elle constitue un outil rapide et rentable pour contrôler la qualité et le potentiel gustatif d'un petit échantillon uniforme de fèves de cacao à un stade précoce de la chaîne de valeur, après la récolte et les processus post-récolte. Il est important de noter que les résultats obtenus seront indicatifs et devront être interprétés avec prudence, compte tenu de la représentativité de l'échantillon testé (comme expliqué au chapitre 5, « Échantillonnage des fèves de cacao en sac et en vrac »). Il est également essentiel de reconnaître que les précurseurs d'arômes se développent au cours du processus de torréfaction et que la taille des particules de la poudre peut avoir un impact sur la libération des composés aromatiques.

*\* Le contenu de ce protocole a été élaboré par le Fine Cacao and Chocolate Institute (FCCI) et revu par les membres du groupe de travail de l'ISCCF.*

## 17.2 Spécifications clés

**Tableau 35.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière.

	Paramètre	Spécification
	Taille de l'échantillon représentatif de 2 kg	500g
	Taille de l'échantillon de test pour un petit lot uniforme de fèves de cacao	30–50 fèves de cacao
	Taille des particules de la poudre grossière	0,5mm
	Quantité de poudre grossière pour l'évaluation sensorielle	Une demi-cuillère à café (2,5ml)
	Nettoyant pour palais entre l'évaluation sensorielle d'un échantillon	Eau à température ambiante
	Attributs aromatiques à évaluer	Glossaire des termes
	Échelle d'intensité des attributs aromatiques et de la qualité globale	0–10

## 17.3 Équipements, outils et matériaux

Les outils et équipements recommandés pour la préparation et la réalisation d'une évaluation sensorielle des fèves de cacao fermentées, séchées et non torréfiées sous forme de poudre grossière sont les suivants :

- Un appareil à pop-corn (voir annexes, figure 68) peut être utilisé s'il y a de l'électricité. Dans les cas où l'électricité n'est pas disponible, un casse-noisette (voir annexes, figure 85) ou un couteau peuvent être utilisés.
- Un broyeur capable de broyer les fèves de cacao jusqu'à une granulométrie de 0,5 mm sans chauffage, tel qu'un broyeur électrique à lames en acier inoxydable (annexe, figure 86) ou un broyeur manuel à meules (annexe, figure 87).

- Un récipient de 180-240 ml (3/4 à 1 tasse) fermé par un couvercle, sûr sur le plan alimentaire et inodore, afin de conserver l'échantillon pendant l'évaluation sensorielle (annexes, figure 88). Si l'échantillon n'est pas évalué immédiatement, conservez le récipient scellé afin de préserver les substances volatiles jusqu'à ce qu'une évaluation soit effectuée.
- Des tasses pour cracher et à rincer.
- De l'eau à température ambiante (ni froide ni refroidie) pour rincer le palais entre les échantillons.
- Une cuillère à café d'une capacité standard de 2,5 ml.
- Un formulaire d'évaluation et un stylo à encre non parfumée.
- Une paire de pincettes

## 17.4 Procédure

### 17.4.1 Préparation de l'échantillon

Ce protocole concerne la manipulation de fèves de cacao non torréfiées. Les fèves non torréfiées sont un produit agricole brut qui peut contenir des agents pathogènes, ce qui présente un risque pour la sécurité alimentaire en cas de consommation. La poudre grossière ne doit pas être goûtée par les personnes jeunes, âgées, enceintes ou dont le système immunitaire est affaibli.

Il est important de maintenir une bonne hygiène des mains en se lavant fréquemment, en particulier avant et après la préparation des échantillons et avant et après l'évaluation sensorielle. Si la préparation de l'échantillon est interrompue, il convient de se laver à nouveau les mains avant de reprendre le processus ou de manipuler les fèves. En outre, tous les outils et surfaces de travail doivent être nettoyés et désinfectés avant la transformation. Pour d'autres recommandations en matière de sécurité alimentaire, veuillez-vous référer au chapitre 3.

Les étapes suivantes sont recommandées pour la préparation des échantillons :

1. Si l'évaluation est réalisée à l'aveugle, une personne autre que l'évaluateur doit sélectionner l'échantillon et attribuer un code aléatoire à trois chiffres à l'échantillon de fèves de cacao. Le traitement peut alors être effectué par l'évaluateur.
2. Prélever 500g sur un échantillon représentatif de 2 kg ou sélectionner au hasard 30 à 50 fèves de cacao dans un échantillon qui a fait l'objet d'une évaluation de la qualité physique et du taux d'humidité, comme indiqué au chapitre 7 « Détermination du taux d'humidité », au chapitre 8 « Évaluation physique des fèves de cacao entières » et au chapitre 9 « Évaluation physique des fèves de cacao coupées ».



**NOTE :** 30 à 50 fèves peuvent suffire pour l'évaluation d'un lot uniforme et de petite taille. Toutefois, afin d'obtenir un échantillon statistiquement représentatif, il convient de prélever 500g de fèves sur l'échantillon représentatif de 2 kg, puis de les broyer et de les mélanger pour l'évaluation sensorielle (voir le chapitre 5 « Échantillonnage des fèves de cacao en sac et en vrac »).

3. Détachez les coques des fèves :
  - Si l'électricité est disponible, détachez les coques en faisant gonfler les fèves dans une machine à popcorn (annexe, figure 67) pendant 60 secondes au maximum. Agitez la machine pendant cette période pour minimiser en permanence l'exposition des fèves à la chaleur.
  - S'il n'y a pas d'électricité, utilisez un casse-noisette (annexe, figure 85) pour écraser légèrement les fèves et détacher les coques afin de faciliter l'épluchage. Un couteau peut également être utilisé pour détacher les coques.
4. Pelez les fèves de cacao avec les doigts pour obtenir les grués (fèves de cacao décortiquées). Récupérez-les dans un bol propre et les coques dans un autre bol. Suivez le protocole de vannage manuel pour une quantité de 500 g, chapitre 12 « Concassage et vannage des fèves de cacao ».
5. S'il reste des morceaux de coque sur certains grués, utiliser la pince pour les retirer (saisir) tous.



6. Versez les grûés décortiqués dans le broyeur.
7. Broyez les grûés en une poudre grossière dont la taille des particules est d'environ 0,5 mm (cette taille peut être vérifiée visuellement) :
  - Si vous utilisez un broyeur électrique, procédez pendant 10 secondes tout en secouant vigoureusement le broyeur de haut en bas afin d'éviter la formation de grumeaux et de garantir que les zones du broyeur qui montent en température ne surchauffent pas l'échantillon.
  - Si vous utilisez le broyeur à meules, tournez la poignée en continu jusqu'à ce que les particules aient une taille uniforme, d'environ 0,5 mm.
8. Étiquetez le récipient inodore avec le code d'identification de l'échantillon. Si les échantillons doivent être évalués à l'aveugle, utilisez un code aléatoire à trois chiffres (voir chapitre 16 « Lignes directrices générales pour l'évaluation sensorielle »).
9. Versez la poudre grossière dans le récipient inodore et fermez le couvercle jusqu'au début de l'évaluation sensorielle.



**NOTE :** Une fois réduit en poudre grossière, l'échantillon doit être placé dans un récipient hermétiquement fermé et évalué immédiatement. S'il est stocké en vue d'une évaluation ultérieure, l'échantillon doit être conservé dans un récipient hermétiquement fermé et le délai entre la préparation de l'échantillon et l'évaluation sensorielle ne doit pas dépasser trois heures. Les fèves moulues ne doivent pas être conservées au réfrigérateur ou au congélateur pendant cette période, car de la condensation peut se produire et la congélation peut altérer le profil aromatique. Si les échantillons doivent être conservés pendant une période plus longue, conservez les fèves entières et préparez la poudre grossière peu de temps avant l'évaluation sensorielle.

## 17.4.2 Évaluation sensorielle

Les étapes suivantes sont recommandées pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées réduites en poudre grossière :

1. Remuez ou agitez doucement l'échantillon de poudre grossière tout en plaçant le nez au-dessus du récipient ouvert.
2. Évaluez l'arôme de l'échantillon et notez toute observation dans la section « commentaires » du formulaire d'évaluation (voir le formulaire à la section 20.3).
3. Déposez une demi-cuillère à café (2,5 ml) de l'échantillon sur la langue et gardez-le en bouche pendant la durée nécessaire à la notation des attributs, en le déplaçant sur le palais. Ne pas mâcher.
4. Inspirez de minuscules quantités d'air par la bouche, comme pour une dégustation, et expirez par le nez pour permettre à l'arôme et à la saveur de se manifester pleinement.
5. En bouche, remarquez les différents attributs qui apparaissent à trois intervalles de temps contigus : (1) les notes initiales, (2) les notes du milieu et (3) les notes finales résiduelles. Certains arômes apparaissent ou disparaissent très rapidement ou sont facilement masqués, tandis que d'autres peuvent persister avec un arrière-goût distinct. L'ordre ou l'apparition de ces notes varie d'un échantillon à l'autre.
6. Pendant que les différents attributs deviennent apparents, évaluez la saveur de la poudre grossière à l'aide des attributs et de l'échelle d'intensité de 0 à 10 (voir le tableau 38 au chapitre 20). L'apparition et la perception des attributs aromatiques ne correspondent pas nécessairement à l'ordre indiqué sur le formulaire. Tout attribut peut devenir perceptible au début ou au milieu de la dégustation, puis s'estomper. Évaluez l'intensité des attributs dans l'ordre dans lequel ils apparaissent et sont perçus, en utilisant une échelle de 0 à 10, tout en gardant à l'esprit la signification de l'échelle définie dans le glossaire.



**NOTE :** Les attributs des saveurs sont divisés en trois groupes :

**Attributs principaux :** Cacao, acidité, amertume et astringence qui doivent être présents dans chaque échantillon de cacao et notés.

**Attributs complémentaires :** Caractéristiques qui peuvent être perçues ou non dans un échantillon de cacao.

**Défauts / Saveurs désagréables :** Résultant de défauts qui peuvent ou non être perçus dans un échantillon de cacao.

7. Une fois l'échantillon caractérisé, notez la qualité globale entre 0 et 10. La signification de l'échelle est expliquée à la section 20.2, tableau 39.
8. Recrachez la poudre grossière et le bolus de salive dans un récipient prévu à cet effet.
9. Il convient d'être attentif aux saveurs qui peuvent être présentes en fin de bouche et en arrière-goût et de modifier ou réviser votre notation en conséquence.
10. Dans la section des commentaires, incluez toute observation supplémentaire sur l'échantillon qui n'a pas été mentionnée ailleurs. Cela inclut toute recommandation spécifique pour les producteurs de cacao, en particulier s'il y a des observations notables liées au processus de fermentation et de séchage.
11. Rincez soigneusement le palais avec de l'eau à température ambiante (évittez l'eau froide ou refroidie) et recrachez l'eau de rinçage dans un récipient prévu à cet effet. Répétez l'opération si nécessaire, en particulier en cas de défauts ou saveurs désagréables importants.
12. Notez tout commentaire général sur l'échantillon.
13. Faites une pause si vous ressentez une surcharge du palais ou un effet d'entraînement.
14. Passez à l'échantillon suivant.



# Ch 18. Évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse de cacao

## 18.1 Objectif

Le présent protocole décrit la procédure à suivre pour réaliser une évaluation sensorielle des attributs aromatiques et de la qualité globale des fèves de cacao fermentées, séchées et torréfiées, transformées en masse sans aucun ingrédient supplémentaire. L'objectif principal est de générer l'un des deux types de profils sensoriels distincts (basés et adaptés de la norme ISO 13299) :

- **Profil sensoriel quantitatif** : obtenu par l'analyse statistique des données générées par plusieurs évaluateurs (panel) évaluant les mêmes échantillons et attributs aromatiques.
- **Profil sensoriel consensuel** : obtenu par discussion et accord d'un groupe d'évaluateurs (panel) évaluant les mêmes échantillons et attributs aromatiques après une évaluation individuelle (voir section 20.4.2 « Considérations sur les profils sensoriels obtenus par consensus »).

## 18.2 Spécifications clés

**Tableau 36.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse de cacao.

Paramètre	Spécification
Quantité de masse de cacao à évaluer par dégustation	1–2 g
Caractéristiques du récipient pour l'échantillon de masse de cacao	Récipient de 28 ml avec couvercle, sans odeur
Température de l'échantillon de masse de cacao au moment de l'analyse de l'évaluation sensorielle	Fondue à 48-50°C (118-122°F)
Durée maximale pendant laquelle l'échantillon doit rester à 48-50°C (118-122°F) chauffé une seule fois, c'est-à-dire non réchauffé.	5 minutes
Nettoyage du palais entre l'évaluation sensorielle d'un échantillon	Craquelins à l'eau sans levure, non salés et sans saveur et eau chaude à 40-50°C (104-122°F)
Nombre minimum d'évaluateurs (membres) dans un panel d'évaluation sensorielle pour les profils sensoriels quantitatifs (basés sur l'analyse des données)	6
Nombre minimum d'évaluateurs (membres) dans un panel d'évaluation sensorielle pour les profils sensoriels conventionnels (valeurs finales convenues)	4
Nombre maximal d'échantillons de masse de cacao dégustés lors d'une session d'évaluation	6
Nombre minimum d'échantillons de masse de cacao de référence connus dégustés avant chaque session d'évaluation à des fins de calibration	2
Répétitions : nombre de fois que chaque masse de cacao est répétée est évaluée (minimum)	2
Minimum d'échantillons de masse de cacao de contrôle en aveugle par session d'évaluation en l'absence de répétitions	1
Attributs aromatiques (principaux et complémentaires) à évaluer	Glossaire des termes
Échelle d'intensité des attributs gustatifs et de la qualité globale	0–10

## 18.3 Équipements, outils et matériaux

### 18.3.1 Échantillons de masse de cacao

- Pour la production de la masse de cacao, voir le chapitre 13 « Transformation des grûés de cacao en masse ».
- Les échantillons de masse de cacao doivent être conservés sous forme de masse solide dans des bocaux (annexes, figure 89), en barres ou en gouttes de la taille d'une portion (annexes, figure 90) à l'intérieur d'un récipient ou d'un sac scellé. Les bocaux, sacs ou récipients doivent être inodores et non perméables à l'humidité ou à l'oxygène, et éviter toute perte d'arômes. Les échantillons peuvent être congelés dans un congélateur à environ  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $-0,4^{\circ}\text{F}$ ) pour un stockage à long terme (plus d'un an), ou conservés dans un réfrigérateur à environ  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39^{\circ}\text{F}$ ) ou dans une pièce à environ  $15^{\circ}\text{C}$  ( $72^{\circ}\text{F}$ ) jusqu'à un an si la température est maintenue.
- Pour l'évaluation sensorielle, chaque évaluateur doit recevoir 1 à 2g de l'échantillon de masse de cacao à évaluer (le double s'il est dégusté deux fois). Les échantillons à évaluer sont les suivants :
  - » Échantillons de masse de cacao inconnus avec des profils aromatiques inconnus.
  - » Échantillons de masse de cacao de référence avec des scores d'attributs aromatiques connus pour la calibration.
  - » Échantillons de masse de cacao de contrôle aveugle au cas où aucune réplique ne serait disponible.



**NOTE :** En fonction du nombre d'évaluateurs et d'échantillons par session d'évaluation, prévoyez la quantité totale d'échantillons à chauffer.

- Il est recommandé d'évaluer un maximum de 12 échantillons de masse de cacao inconnue par jour, avec un maximum de 6 échantillons par session. Ces chiffres peuvent être ajustés en fonction de l'expérience des évaluateurs, par exemple en les divisant en deux sessions de 6 échantillons ou en trois sessions de 4 échantillons. Les intervalles entre les sessions dépendront des heures de repas et des autres pauses liées à l'alimentation. Il est important de ne pas procéder à l'évaluation sensorielle immédiatement après un repas.
- À des fins de calibration, il est conseillé d'évaluer deux échantillons de masse de cacao de référence par session avant d'évaluer les échantillons inconnus. Le premier échantillon de référence doit avoir une intensité de cacao élevée, tandis que le second échantillon peut être choisi au hasard ou correspondre au profil aromatique attendu des échantillons inconnus si des informations sur la région ou le pays sont disponibles.
- Dans la mesure du possible, il est recommandé d'évaluer chaque échantillon de masse de cacao inconnu au moins deux fois (deux répétitions) au cours de sessions d'évaluation différentes afin de tenir compte des variations individuelles.
- Pour contrôler les performances d'un évaluateur, il est suggéré d'inclure un échantillon de contrôle en aveugle dans plusieurs sessions d'évaluation.

### 18.3.2 Équipement et outils pour la préparation des échantillons de masse de cacao

Le matériel et les outils suggérés pour la préparation des échantillons de masse de cacao sont les suivants :

- Pour servir les échantillons de masse de cacao, il est recommandé d'utiliser des coupes à soufflé inodores de 28 ml munis d'un couvercle (voir annexe, figure 91). Ces coupes doivent être fabriqués dans un matériau de qualité alimentaire et résister à une température d'au moins  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ). Idéalement, les coupes en plastique C-pet (polyéthylène téréphtalate cristallin), en polystyrène ou en polypropylène sont recommandés. Toutefois, le verre ou tout autre matériau réutilisable peut également être utilisé pour autant qu'il réponde à ces spécifications.



**NOTE :** Pour vérifier si les récipients sont inodores, placez un certain nombre de coupes dans un récipient en verre inodore, fermez-le, faites-le chauffer à  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ) et maintenez-le en place pendant une heure. Ouvrez le couvercle et sentez le contenu. Si aucune odeur n'est perçue, c'est que les coupes sont inodores.

- Étiquettes adhésives et marqueur permanent inodore à pointe fine pour étiqueter les coupes.
- Balances à chargement par le haut avec une précision de 0,1 g.
- Équipement de chauffage à température contrôlée, tel qu'un incubateur à bain sec (annexes, figure 92), un bloc chauffant, une plaque chauffante (annexes, figure 93), un four à plateaux (annexes, figure 95a), un déshydrateur alimentaire (annexes, figure 95b) ou un bain-marie (annexes, figure 95c).
- Un thermomètre infrarouge sans contact (0-100°C ou 32-212°F) pour mesurer la température de la masse de cacao (annexes, figure 74).
- Un minuteur numérique.
- Une spatule de dégustation en métal ou en plastique sans odeur.
- Une spatule de dégustation en métal ou en plastique sans odeur.
- Un couteau dentelé et une planche à découper pour couper les échantillons de masse de cacao solide ou une cuillère ou une spatule pour extraire la masse de cacao d'un pot (annexes, figure 88 et figure 89). Il est important d'éviter de gratter afin d'obtenir suffisamment de masse de cacao qui n'a pas été exposée à la surface.
- Une liste de la séquence de service (codes à trois chiffres générés de manière aléatoire) des échantillons de masse de cacao pour la session d'évaluation (voir chapitre 16 « Lignes directrices générales pour l'évaluation sensorielle »).

## 18.4 Procédure

### 18.4.1 Préparation des échantillons de masse de cacao

1. Nettoyer et désinfecter tous les outils de travail et toutes les surfaces à l'aide de produits de nettoyage et de désinfectants appropriés. Lors du nettoyage des cuillères et des spatules de dégustation, utilisez soigneusement un désinfectant ou un savon totalement inodore. Laissez-les sécher à l'air libre pour vous assurer que la zone est exempte d'odeurs.
2. Amenez progressivement les échantillons de masse de cacao à la température ambiante après les avoir retirés de la chambre froide. S'ils ont été conservés au congélateur, transférez-les au réfrigérateur pendant 24 heures avant de les laisser atteindre la température ambiante.
3. Disposez tous les outils à utiliser par chaque évaluateur à son poste individuel ou à sa cabine d'évaluation sensorielle (voir figure 17).
4. Vérifiez l'aspect des échantillons de masse de cacao à évaluer pour vous assurer qu'ils ont été correctement solidifiés et qu'ils ne sont pas stratifiés (voir chapitre 13 « Transformation des grûés de cacao en masse »). Les échantillons stratifiés ont un aspect blanchâtre dans leur partie supérieure et deviennent de plus en plus foncés vers le bas. La stratification se produit lorsque la vitesse de refroidissement de la masse de cacao fondue est ralentie avant qu'elle ne se solidifie. Le beurre de cacao reste liquide plus longtemps, ce qui permet aux minuscules particules solides de sédimenter. La sédimentation augmente la concentration de solides au fond. Par conséquent, la composition et la saveur ne sont pas homogènes dans l'échantillon. Avant de portionner des échantillons stratifiés, faites refondre l'échantillon à une température ne dépassant pas 45-50°C (113-122°F) et mélangez-le bien pour l'homogénéiser, puis resolidifiez rapidement pour éviter la stratification.
5. Préparez les portions de masse de cacao :
  - a. Si la masse de cacao est solidifiée à l'intérieur d'un pot (annexe, figure 89), utilisez une spatule pour prélever une section verticale de la quantité souhaitée de masse de cacao solide, en considérant une portion de 1 à 2g pour chaque évaluateur. Essuyez la spatule à l'aide d'une serviette en papier non parfumée entre les prélèvements des différents échantillons de masse de cacao.
  - b. Si la masse de cacao est solidifiée sous forme de portions individuelles ou de gouttes (annexes, figure 90), sélectionnez le nombre requis de gouttes et répartissez-les à l'aide d'une cuillère ou d'une spatule, en considérant une portion d'environ 1 à 2g par évaluateur. Nettoyez la cuillère ou la spatule à l'aide d'une serviette en papier non parfumée entre les prélèvements des différents échantillons de masse de cacao.

- c. Si la masse de cacao est solidifiée sous forme de blocs ou de barres (annexes, figure 90), coupez-les en morceaux à l'aide d'un couteau dentelé et d'une planche à découper, en considérant une portion d'environ 1 à 2g par évaluateur. Nettoyez le couteau et la planche à découper à l'aide d'une serviette en papier non parfumée entre chaque portion des différents échantillons de masse de cacao.
6. Étiquetez les coupes avec les codes aléatoires à trois chiffres (annexes, figure 91). L'étiquette doit être adhésive et solidement fixée à la coupe et au couvercle ou le code doit être inscrit directement sur la coupe et le couvercle à l'aide d'un marqueur permanent inodore à pointe fine.
7. Placez 1 à 2g de chaque échantillon de masse de cacao dans la coupe étiquetée correspondant (vérifiez que l'échantillon correspond au code figurant sur la coupe) et fermez hermétiquement le couvercle sur chaque échantillon.
8. Organisez les coupes à couvercle fermé contenant la masse de cacao en groupes selon la séquence de service (voir chapitre 16 « Lignes directrices générales pour l'évaluation sensorielle »). Le premier groupe d'échantillons à fondre devrait être le premier à être évalué, à savoir les échantillons de masse de cacao de référence connus utilisés pour la calibration du palais.



**Figure 17.** a) Cabine d'évaluation sensorielle équipée d'échantillons, d'un formulaire d'évaluation imprimé, d'une spatule et d'un thermos d'eau ; b) avec équipement de chauffage ; et c) avec équipement de chauffage et ordinateur avec formulaire d'évaluation (Bioversity International, Archila, 2022).

### 18.4.2 Faire fondre les échantillons de masse de cacao et servir les évaluateurs

La plage de température optimale pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao est de 48–50°C (118–122°F). Cette plage de températures garantit la meilleure expression de la saveur et minimise les différences entre les échantillons dues à une cristallisation inconsistante ou incontrôlée. Il est important de fixer une température et une durée spécifiques pour chauffer les échantillons afin de s'assurer qu'ils sont suffisamment chauffés pour permettre l'expression optimale des attributs principaux et complémentaires, tout en évitant la volatilisation et la perte des attributs complémentaires délicats. Cette approche permet de minimiser les variations dans le processus d'évaluation sensorielle.

L'équipement de chauffage doit être réglé dans une plage de température de 45–52°C (113–125°F). Toutefois, il est essentiel de veiller à ce que l'échantillon de masse de cacao à évaluer reste à une température comprise entre 48 et 50°C (118–122°F). L'échantillon doit être entièrement fondu, mais il ne doit pas être chauffé pendant plus de cinq minutes après avoir atteint la température souhaitée. Il est important d'éviter de réchauffer ou de prolonger le processus de chauffage, car cela peut entraîner une perte d'arômes due au réchauffement ou à la surchauffe.



**NOTE** N'utiliser que la quantité nécessaire et refermer le reste de l'échantillon de masse de cacao solide afin de minimiser l'exposition à l'air, l'évaporation et l'oxydation des arômes de l'échantillon.

Le temps de fonte d'un échantillon donné dépend de nombreux facteurs. Ces facteurs sont les suivants :

- Dureté inhérente ou point de fonte du beurre de cacao présent naturellement dans la masse de cacao.
- Taille de l'échantillon, par exemple 1g fond plus vite que 2g.
- Type de coupes utilisées, le matériau et son épaisseur.
- Contact du fond des coupes avec la base de l'appareil de chauffage.

Il est recommandé de procéder à quelques essais avant l'évaluation sensorielle afin de déterminer le temps total nécessaire pour faire fondre complètement les échantillons avec l'équipement de chauffage spécifique à utiliser et dans l'environnement donné. Prenez note de ce temps.

Les étapes pour faire fondre les échantillons et servir un échantillon à la fois sont les suivantes :

1. Réglez la température de l'équipement de chauffage pour faire fondre uniformément les échantillons à 48-50°C (118-122°F).
2. Fermez le couvercle ou la porte de la chambre de chauffe pour améliorer l'efficacité thermique.
3. Lorsque la chambre de chauffe a atteint la température programmée, ouvrez le couvercle ou la porte et placez la première coupe ou le premier groupe de coupes avec la masse de cacao dans l'équipement de chauffage.
4. Chauffez les échantillons jusqu'à ce qu'ils soient complètement fondus (durée spécifiée dans les essais). Évitez de chauffer pendant plus de cinq minutes après avoir atteint 48-50°C (118-122°F).
5. Vérifiez la température des échantillons avant de les servir, à l'aide d'un thermomètre infrarouge sans contact pointé sur la coupe fermée, qui fournit une estimation fiable de la température de la masse de cacao. Évitez d'ouvrir les coupes pour éviter la perte d'arômes.
6. Confirmez que les évaluateurs sont prêts à commencer l'évaluation sensorielle.
7. Retirez les échantillons fondus dans les coupes de l'équipement de chauffage.
8. Servez les échantillons dans les coupes aux évaluateurs et demandez-leur de commencer immédiatement l'évaluation sensorielle, en suivant les étapes décrites à la section 18.4.3 « Évaluation de l'arôme des échantillons de masse de cacao ».
9. Pendant que les évaluateurs évaluent le premier groupe d'échantillons, insérez le groupe suivant de coupes contenant les échantillons dans l'équipement de chauffage.
10. Répétez les étapes 3 à 9 jusqu'à ce que tous les échantillons aient été fondus et évalués.

Il est possible de réduire le temps entre deux évaluations successives en échelonnant la fonte des échantillons (voir les figures 18 et 19 ci-dessous) et en la synchronisant avec le processus d'évaluation. Toutefois, la durée d'évaluation de chaque échantillon ne doit pas être fixée arbitrairement, car elle peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment :

- Le laps de temps nécessaire aux évaluateurs pour évaluer un échantillon, c'est-à-dire que les évaluateurs moins expérimentés peuvent prendre plus de temps que les évaluateurs plus expérimentés.
- Le nombre d'attributs à noter et les descriptions écrites de chaque échantillon.

Un exemple de fonte échelonnée des échantillons est décrit à la figure 18 et illustré à la figure 19.

### Exemple d'étapes pour échelonner la fonte des échantillons :

- Intervalle de cinq minutes par échantillon
- Trois groupes d'échantillons dans l'équipement de chauffage
- Quinze minutes de temps de fonte par échantillon avant l'évaluation

#### Les étapes :

1. Réglez la température de l'équipement de chauffage pour chauffer les échantillons uniformément à 48-50°C (118.4-122°F).
2. Fermez le couvercle ou la porte de la chambre de chauffe pour une meilleure efficacité thermique.
3. Placez le premier groupe d'échantillons dans des coupes dans l'appareil de chauffage.
4. Après 5 minutes, placez le deuxième groupe d'échantillons dans des coupes dans l'appareil de chauffage.
5. Après 10 minutes, placez le troisième groupe d'échantillons dans des coupes dans l'appareil de chauffage.
6. Après 15 minutes, retirez le premier groupe d'échantillons dans les coupes de l'équipement de chauffage et insérez le quatrième groupe d'échantillons. Si nécessaire, les deuxième et troisième groupes peuvent être déplacés vers le haut de la chambre de chauffe.
7. Servez le premier groupe d'échantillons dans des coupes aux évaluateurs.
8. Pendant qu'ils évaluent les premiers échantillons, insérez le groupe suivant d'échantillons dans des coupes dans l'équipement de chauffage.
9. Répétez cette procédure (étapes 3 à 9) jusqu'à ce que tous les échantillons aient été évalués.

Par exemple, pour trois groupes d'échantillons avec un intervalle de dégustation de six minutes, le temps de fonte par échantillon serait de 18 minutes. En revanche, pour un intervalle de dégustation de sept ou huit minutes, deux groupes d'échantillons devraient se trouver dans l'équipement de chauffage pour une durée de fonte de 14 à 16 minutes par échantillon. Dans ce cas, il peut être nécessaire d'ajuster la température à  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3.6^{\circ}\text{F}$ ) pour s'assurer que les échantillons sont fondus conformément aux spécifications. Le temps de fonte spécifique doit être déterminé lors des essais, car il dépend de l'équipement de chauffage, du matériau des coupes et des conditions environnementales.

Figure 18. Exemple d'étapes pour échelonner la fonte des échantillons.

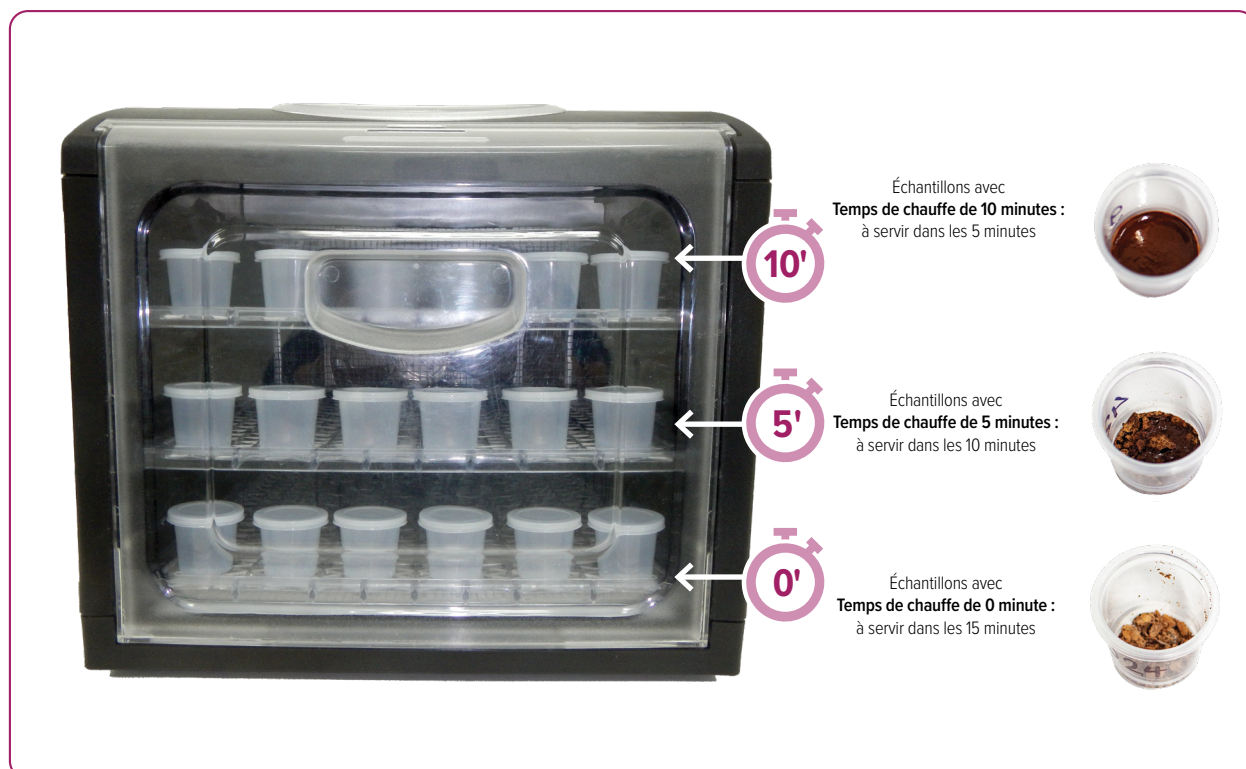


Figure 19. Exemple d'étapes de chauffage d'échantillons de masse de cacao lors de la présentation à un panel (à l'aide d'un déshydrateur alimentaire). (Dolores Alvarado/ Bioversity International).



### 18.4.3 Évaluation de l'arôme des échantillons de masse de cacao

1. Expliquez clairement l'objectif de l'évaluation sensorielle spécifique à tous les évaluateurs.
2. Veillez à ce que les évaluateurs soient formés aux attributs aromatiques à évaluer et à la procédure d'évaluation sensorielle utilisée.
3. Le premier échantillon à évaluer doit être un échantillon de masse de cacao de référence connu pour la calibration avec des données d'évaluation obtenues à partir d'un panel calibré. Il convient de vérifier qu'il est étiqueté comme tel et que les données d'évaluation sont disponibles.
4. Vérifiez que le code à trois chiffres de l'échantillon de masse de cacao à évaluer correspond au code figurant sur le formulaire d'évaluation (chapitre 20 « Outils d'évaluation sensorielle »).
5. Placez le ramequin contenant la masse de cacao fondue près du nez, puis retirez le couvercle.
6. Après avoir dégagé vos narines en expirant, prenez plusieurs bouffées vers l'intérieur pour sentir l'arôme présent dans l'espace de tête de la coupe. Humez profondément l'échantillon immédiatement tout en le mélangeant à l'aide de la spatule de dégustation.
7. Notez toute observation concernant l'arôme dans la section des commentaires du formulaire d'évaluation (voir le chapitre 20 « Outils d'évaluation sensorielle »).
8. Déposez environ 0,75-1g (1ml) de masse de cacao fondue sur la spatule de dégustation.
9. Étalez la masse de cacao sur la langue, maintenez-la en bouche le temps nécessaire pour marquer les attributs, en frottant lentement la langue contre le palais.
10. Inspirez de minuscules quantités d'air par la bouche, comme si vous buviez une gorgée, et expirez par le nez pour permettre à l'arôme et à la saveur de se manifester pleinement. N'inhalez que de petites gorgées d'air.
11. En bouche, remarquez les différents attributs qui apparaissent à trois intervalles de temps contigus : (1) les notes initiales, (2) les notes au milieu et (3) les notes finales résiduelles. Certains arômes apparaissent ou disparaissent très rapidement ou sont facilement masqués, tandis que d'autres persistent avec un arrière-goût distinct. L'ordre dans lequel ces notes se manifestent peut varier d'un échantillon à l'autre.
12. Pendant que les différents attributs deviennent apparents, évaluez la saveur de la masse de cacao à l'aide des attributs et de l'échelle d'intensité de 0 à 10 définie dans le « Glossaire » (chapitre 20 « Outils d'évaluation sensorielle »). L'apparition et la perception des attributs aromatiques ne suivent pas nécessairement l'ordre spécifié dans le « Glossaire » ou dans le formulaire d'évaluation. Tout attribut, quelle que soit sa catégorie (principal, complémentaire, désagréable), peut devenir apparent pendant les intervalles de temps initiaux ou intermédiaires et peut disparaître par la suite.



**NOTE :** Les attributs des saveurs sont divisés en trois groupes :

**Attributs principaux :** Cacao, acidité, amertume et astringence qui doivent être présents dans chaque échantillon de cacao et notés.

**Attributs complémentaires :** Caractéristiques qui peuvent être perçues ou non dans un échantillon de cacao.

**Défauts / Saveurs désagréables :** Résultant de défauts qui peuvent ou non être perçus dans un échantillon de cacao.

13. Une fois le profil aromatique des échantillons documenté, évaluez sa qualité globale sur une échelle de 0 à 10, sur la base de la signification décrite au chapitre 20 « Outils d'évaluation sensorielle ».
14. Recrachez la masse de cacao et le bolus de salive dans un récipient prévu à cet effet.
15. Il convient d'être attentif aux saveurs présentes en fin de bouche et en arrière-goût et d'ajuster ou réviser vos notes en conséquence.
16. Dans la section des commentaires, incluez toute observation supplémentaire sur l'échantillon qui n'a pas été notée ailleurs, y compris toute recommandation pour les producteurs de cacao, en particulier en ce qui concerne le processus de fermentation et de séchage.
17. Procédez au nettoyage du palais pour préparer l'évaluation de l'échantillon suivant.

#### **18.4.4 Nettoyage du palais**

Pour nettoyer le palais entre chaque masse de cacao ou échantillon de chocolat, procédez comme suit :

1. Rincez votre bouche avec de l'eau tiède à une température d'environ 40–50°C (104–122°F) en brassant vigoureusement.
2. Crachez l'eau de rinçage dans un crachoir prévu à cet effet.
3. Mâchez un petit morceau de craquelin non salé sans levure et sans saveur (environ 2x2 cm) avec les dents de devant uniquement (ne pas utiliser les molaires car les craquelines pourraient rester coincés dans les dents et devenir difficiles à déloger). Déplacez les miettes avec la langue pour rassembler les particules de masse de cacao et avalez.
4. Rincez à nouveau votre bouche avec de l'eau tiède et recrachez (rinçage vers l'avant).
5. Rincez votre bouche une troisième fois avec de l'eau tiède, mais cette fois en avalant (rinçage à l'envers).
6. Répétez les étapes de la séquence de rinçage si un échantillon est particulièrement persistant en raison d'un défaut ou d'un attribut intense.
7. Gardez votre bouche fermée pour stabiliser la température et le fonctionnement normal de la salive dans la bouche, pendant 2 à 3 minutes.

#### **18.4.5 Considérations relatives à l'évaluation sensorielle de la masse de cacao solide**

La saveur de la masse de cacao peut également être évaluée sous sa forme solide, qu'elle soit tempérée ou non, fondue à une température non contrôlée ou prélevée directement dans le processus de raffinage. Cela permet une évaluation pratique de la saveur et de la consistance au sein d'une organisation ou d'une entreprise. Toutefois, il est important de noter que l'évaluation de la masse de cacao solide introduit des variations qui peuvent compromettre la reproductibilité d'une organisation à l'autre. Ces variations comprennent des différences dans l'expression de la saveur dues à une cristallisation incontrôlée.

Pour minimiser les variations et garantir une évaluation consistante, l'échantillon de masse de cacao solide doit être bien tempéré, équilibré à température ambiante et moulé en une forme mince d'environ 4g.

Les étapes suivantes sont recommandées pour l'évaluation de la masse de cacao solide :

1. Placez un petit morceau de masse de cacao solide (environ 2g ou la moitié d'un morceau) sur la langue.
2. Placez les morceaux de masse de cacao entre la langue et le palais.
3. Mâchez la masse de cacao deux ou trois fois la bouche fermée, sans l'avalier.
4. Laissez l'échantillon fondre complètement.
5. Percevez les saveurs telles qu'elles apparaissent et enregistrez l'évaluation à l'aide des attributs et de l'échelle d'intensité de 0 à 10 définis dans le « Glossaire » (chapitre 20 « Outils d'évaluation sensorielle »).
6. Nettoyez votre palais comme décrit précédemment.
7. Précisez dans la documentation des résultats que l'échantillon de masse de cacao a été évalué sous sa forme solide, afin que les résultats puissent être interprétés en conséquence.

# Ch 19. Évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de chocolat noir

## 19.1 Objectif

Ce protocole décrit le processus d'évaluation sensorielle des fèves de cacao fermentées, séchées et torréfiées transformées en chocolat noir, afin de décrire les attributs aromatiques et la qualité globale.

## 19.2 Spécifications clés

**Tableau 37.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de chocolat noir.

Paramètre	Spécification
Quantité de chocolat noir à évaluer par dégustation	2–3g
Température de l'échantillon de chocolat noir au moment de l'évaluation sensorielle	Température ambiante
Nettoyage du palais entre deux évaluations sensorielles d'un échantillon	Crackers à l'eau sans levure, non salés et sans saveur et eau chaude à 40-50°C (104-122°F)
Attributs gustatifs (principaux et complémentaires) à évaluer	Glossaire des termes
Échelle d'intensité des attributs gustatifs et la qualité globale	0–10

## 19.3 Équipements, outils et matériaux

### 19.3.1 Échantillons de chocolat noir

- Pour la production de chocolat noir, voir le chapitre 13, « Transformation des fèves de cacao en masse » et le chapitre 14, « Transformation de la masse de cacao en chocolat noir ».
- Les échantillons de chocolat noir doivent être conservés correctement, en veillant à ce qu'ils soient bien cristallisés. Ils doivent être conservés dans un récipient ou un sac scellé, sans odeur et imperméable à l'humidité et à l'oxygène. Cela permettra d'éviter toute perte d'arômes et de préserver la qualité des échantillons.
- Il est recommandé d'évaluer un maximum de 12 échantillons de chocolat par jour, avec un maximum de six échantillons par session. Ces nombres peuvent être ajustés en fonction de l'expérience des évaluateurs. Par exemple, ils peuvent être divisés en deux sessions de six échantillons ou en trois sessions de quatre échantillons. L'intervalle entre les sessions doit tenir compte des heures de repas et des autres pauses liées à l'alimentation. Il est important de noter que l'évaluation sensorielle ne doit pas être effectuée immédiatement après un repas.

### 19.3.2 Équipement et outils pour la préparation des échantillons de chocolate noir

- De petites assiettes ou ramequins pour servir les échantillons de chocolat noir.
- De l'eau chaude (évitant l'eau chlorée du robinet ou l'eau additionnée de sels) pour se rincer la bouche entre les dégustations, conservée dans un thermos capable de maintenir l'eau à 40–50°C (104–122°F) pendant au moins 2 heures ou plus (ou pendant la durée de la session d'évaluation) (Annexes, Figure 94).
- Ramequins pour cracher et à rincer dans une cabine de dégustation.
- Un formulaire d'évaluation et un stylo sans odeur ou un ordinateur pour enregistrer les résultats.

- Des craquelins à l'eau sans levure, non salés et sans saveur, pour nettoyer le palais entre les échantillons.
- Des serviettes en papier.
- Le glossaire des termes, qui contient une échelle d'intensité et de signification à utiliser comme référence pour noter les attributs aromatiques dans le cadre de l'évaluation sensorielle du chocolat.

## 19.4 Procédure

### 19.4.1 Préparation des échantillons de chocolat noir

1. Amenez les échantillons de chocolat à température ambiante. Si les échantillons sont conservés dans une chambre froide, sortez-les une heure avant l'évaluation. Dans le cas d'échantillons conservés au congélateur, placez-les au réfrigérateur pendant la nuit, puis laissez-les atteindre la température ambiante pendant une heure avant l'évaluation.
2. Coupez le chocolat en morceaux de 5g et placez-les sur les assiettes ou les ramequins à servir, préalablement étiquetées avec le numéro d'indentification de l'échantillon (codes à trois chiffres).
3. Placez les chocolats dans le bon ordre de service.

### 19.4.2 Évaluation de la saveur des échantillons de chocolat noir

1. Le premier échantillon à évaluer doit être un échantillon de chocolat noir de référence connu pour des fins de calibration.
2. Vérifiez que le code à trois chiffres de l'échantillon de chocolat noir à évaluer correspond au code correspondant sur le formulaire d'évaluation.
3. Cassez le morceau de chocolat en 2 morceaux.
4. Prenez un morceau et le placer près du nez.
5. Humez profondément l'échantillon tout en frottant sa surface avec les doigts.
6. Après avoir dégagé les narines en expirant, prenez plusieurs bouffées intérieures pour sentir son arôme.
7. Notez toute observation concernant l'arôme dans la section « commentaires » du formulaire d'évaluation.
8. Mordez un morceau de chocolat noir et le placer entre la langue et le palais.
9. Laissez fondre le chocolat en frottant la langue contre le palais.
10. Une fois qu'il commence à fondre, étalez le chocolat noir sur la langue et gardez-le en bouche le temps nécessaire pour noter les attributs.
11. Inspirez de minuscules quantités d'air par la bouche, comme si vous buviez une gorgée, et expirez par le nez pour permettre à l'arôme et à la saveur de se manifester pleinement. N'inhaler que de petites gorgées d'air.
12. En bouche, remarquez les différents attributs qui apparaissent à trois intervalles de temps contigus : (1) les notes initiales, (2) les notes du milieu et (3) les notes finales résiduelles. Certains arômes apparaissent ou disparaissent très rapidement ou sont facilement masqués, tandis que d'autres peuvent persister avec un arrière-goût distinct. L'ordre d'apparition de ces notes varie d'un échantillon à l'autre.

Pendant que les différents attributs apparaissent, évaluez la saveur du chocolat noir à l'aide des attributs et de l'échelle d'intensité de 0 à 10 définie dans le « Glossaire ».

L'apparition et la perception des attributs ne suivront pas nécessairement l'ordre indiqué dans le « Glossaire ». Tous les attributs, quel que soit le groupe auquel ils appartiennent (saveurs principales, complémentaires, secondaires), peuvent apparaître dans les intervalles de temps initiaux ou moyens et disparaître.



**NOTE :** Les attributs des saveurs sont divisés en trois groupes :

**Attributs principaux :** Cacao, acidité, amertume et astringence qui doivent être présents dans chaque échantillon de cacao et notés.

**Attributs complémentaires :** Caractéristiques qui peuvent être perçues ou non dans un échantillon de cacao.

**Défauts / Saveurs désagréables :** Résultant de défauts qui peuvent ou non être perçus dans un échantillon de cacao.

13. Attribuez une note à l'intensité des attributs par ordre d'apparence et de perception sur une échelle de 1 à 10, en tenant compte de la signification de l'échelle.
14. Une fois que l'échantillon est caractérisé par sa saveur, notez la qualité globale entre 0 et 10 à l'aide de l'échelle et de sa signification expliquées dans le glossaire du chapitre 20, « Outils d'évaluation sensorielle ».
15. Si nécessaire, recrachez le bolus de chocolat et de salive dans un ramequin prévu à cet effet.
16. Soyez attentif aux saveurs qui peuvent être présentes en fin de bouche et en arrière-goût et modifiez ou révissez votre notation en conséquence.
17. Dans la section des commentaires, incluez toute observation supplémentaire sur l'échantillon qui n'est pas notée ailleurs, y compris toute recommandation pour les producteurs de cacao, si quelque chose est noté en rapport avec le processus de fermentation et de séchage.
18. Procédez au nettoyage du palais pour préparer l'évaluation de l'échantillon suivant.

### 19.4.3 Nettoyage du palais

Pour nettoyer le palais entre chaque échantillon de chocolat, procédez comme suit :

1. Rincez la bouche avec de l'eau tiède à une température d'environ 40-50°C (104-22°F) en brassant vigoureusement.
2. Crachez l'eau de rinçage dans un crachoir prévu à cet effet.
3. Prenez un petit morceau de craquelin non salé et sans saveur, sans levure et sans saveur, d'une taille d'environ 2 x 2 cm, et mâchez-le en utilisant uniquement les dents de devant. Évitez d'utiliser les molaires, car les craquelins risquent de rester coincés et d'être difficiles à retirer. Utilisez la langue pour déplacer les miettes dans la bouche et leur permettre d'absorber les particules de chocolat. Avalez ensuite le mélange.
4. Rincez à nouveau la bouche avec de l'eau tiède et recrachez (rinçage vers l'avant).
5. Rincez la bouche une troisième fois avec de l'eau tiède, mais cette fois en avalant (rinçage à l'envers).
6. Répétez les étapes de la séquence de rinçage si un échantillon est particulièrement persistant en raison d'un défaut ou d'un attribut intense.
7. Gardez la bouche fermée pour stabiliser la température et la fonction salivaire normale dans la bouche, pendant une période de 2 à 3 minutes.



## Ch 20. Outils d'évaluation sensorielle

Pour garantir la comparabilité des résultats, il est essentiel de disposer d'un vocabulaire commun et d'un ensemble d'outils qui guident l'évaluation sensorielle et le processus d'enregistrement. Ces outils jouent un rôle crucial en fournissant des informations précieuses sur les attributs sensoriels d'un produit. Les fabricants, les spécialistes du marketing et les chercheurs peuvent alors utiliser ces informations pour améliorer la qualité et l'attrait du produit pour les consommateurs. Ce chapitre présente les différents outils utilisés dans l'évaluation sensorielle. Ces outils sont les suivants :

- **Roue des saveurs** : Cet outil fournit une vue d'ensemble rapide et complète d'un vocabulaire partagé pour les attributs d'arôme et leurs sous-attributs. Il permet de standardiser la terminologie utilisée lors des évaluations.
- **Glossaire** : Une collection de termes avec des définitions d'attributs et de sous-attributs d'arômes. Cette ressource permet de comprendre et d'évaluer l'intensité des arômes et la qualité globale du produit.
- **Formulaire d'évaluation sensorielle** : Ce formulaire est conçu pour enregistrer les attributs aromatiques et leurs notes d'intensité, les évaluations de la qualité globale et tout commentaire supplémentaire qui pourrait être utile pour la communication avec les producteurs des échantillons de fèves de cacao et tout utilisateur du produit.
- **Outils d'analyse et de visualisation** : Ces outils permettent d'analyser et de visualiser les évaluations d'arômes, contribuant ainsi à créer un profil d'arôme pour le produit.
- **Lignes directrices supplémentaires en matière de documentation** : Cette section fournit des orientations supplémentaires sur les pratiques en matière de documentation, afin de garantir que les évaluations sont approfondies, consistantes et correctement documentées.

Grâce à ces outils, les évaluations sensorielles peuvent être menées de manière standardisée et systématique, ce qui permet des comparaisons significatives et facilite la communication entre les parties prenantes.

### 20.1 Roue des Saveurs

La roue des saveurs est un outil normalisé permettant de décrire et d'évaluer les arômes. Elle existe pour différents produits alimentaires, notamment le café, le vin et l'huile d'olive. Son objectif est de faciliter la communication et la comparaison cohérentes et objectives des attributs sensoriels. En utilisant une roue des saveurs, les consommateurs, les producteurs et les chercheurs peuvent identifier et décrire efficacement des attributs spécifiques tels que l'acidité, l'amertume, le fruité, l'épicé et d'autres nuances subtiles qui contribuent à l'expérience sensorielle globale. Ce vocabulaire commun améliore la compréhension et l'évaluation des arômes d'une manière consistante et structurée.

Le programme Cacao d'Excellence a mis au point une roue des saveurs (Fig. 20) sur la base de ses 12 années d'expérience dans l'évaluation d'échantillons de cacao provenant du monde entier pour son concours de récompenses. Son élaboration a fait appel à la contribution collective d'experts en évaluation sensorielle et en transformation de produits finis.

Les attributs de saveurs sont divisés en trois groupes :

**Attributs principaux** : Caractéristiques aromatiques que l'on s'attend à trouver dans chaque échantillon de cacao. Elles comprennent le cacao, l'acidité, l'amertume, l'astringence et le degré de torréfaction.

**Attributs complémentaires** : Caractéristiques aromatiques qui peuvent être perçues ou non dans les échantillons de cacao. Ces attributs complémentaires sont décrits comme suit : fruit frais ou fruit bruni, végétal, floral, boisé, épices, noix et caramel/panela. Dans le cas du chocolat noir, le sucré est également incluse.

**Défauts / saveurs désagréables** : Caractéristiques résultant de défauts et pouvant être perçues ou non dans les échantillons de cacao.



Figure 20. Roue des saveurs de Cacao d'Excellence (2024).

## 20.2 Glossaire de l'évaluation sensorielle

Un glossaire est une ressource précieuse qui fournit une liste d'attributs d'arôme avec leur définition.

Ces attributs et sous-attributs aromatiques sont classés en attributs principaux, attributs complémentaires et défauts/saveur désagréables. Chacun de ces attributs est évalué à l'aide d'une échelle d'intensité allant de 0 à 10. Le glossaire comprend également des exemples de notes d'intensité (références) afin d'aider les évaluateurs à comprendre et à appliquer l'échelle avec précision.

En outre, une note de qualité global est défini, fournissant une évaluation complète de la qualité générale de l'échantillon. Le tableau 39 présente une description de chaque note allant de 0 à 10, ce qui facilite l'interprétation et la communication de l'évaluation de l'échantillon.

**Tableau 38.** Glossaire de Cacao d'Excellence pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao transformées en masse et en chocolat noir (Cacao d'Excellence 2024).

### Échelle d'intensité des attributs et significations :

#### Intensité Signification

0	Absent.
1	Légère sensation pouvant ne plus être perçue si goûtée à nouveau.
2	Présent dans l'échantillon mais à faible intensité.
3 à 5	Caractérise clairement l'échantillon.
6 à 8	Caractéristique dominante de l'échantillon.
9 à 10	Maximum. Forte intensité. Domine les autres notes aromatiques de l'échantillon.

### Les attributs d'arôme sont divisés en trois groupes:

- Attributs principaux:** cacao, acidité, amertume, astringence et degré de torréfaction doivent être présents dans chaque échantillon et notés.
- Attributs complémentaires:** caractéristiques qui peuvent ou non être perçues dans les échantillons de cacao.
- Défauts / Saveurs Désagréables:** résultant de défauts qui peuvent être perçus ou non dans les échantillons de cacao.

Descripteur	Description	Niveau d'intensité / Notes de référence
<b>Cacao</b>	Goût typique des fèves de cacao torréfiées, bien fermentées, séchées et exemptes de défauts.	<p>0–2 Cacao sous-fermenté, anciens Criollos.</p> <p>3–5 Lots de « Nacional » et de Papouasie-Nouvelle-Guinée fermentés de manière appropriée.</p> <p>6–8 Cacao fermenté de manière appropriée, certains lots d'Afrique de l'Ouest et d'Hispaniol de la République dominicaine.</p> <p>9–10 Certains lots d'Afrique de l'Ouest.</p>
<b>Acidité</b>	<p><b>L'acidité totale</b> est la somme des acidités individuelles suivantes. Si le résultat est <math>\geq 10</math>, il est arrondi à 10 comme maximum :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fruits</b> : acides citriques ou autres acides de fruits.</li> <li>• <b>Acétique</b> : vinaigre (peut être senti dans l'échantillon).</li> <li>• <b>Lactique</b> : typiquement présent dans le lait acidulé et le yaourt.</li> <li>• <b>Minéral et butyrique</b> : goût métallique âpre (minéral) et beurre rance (butyrique).</li> </ul> <p>La perception de l'intensité de l'acidité dépend particulièrement de la quantité d'échantillon en bouche.</p>	<p>0–2 Quelques lots ouest-africains bien préparés.</p> <p>3–5 Quelques lots équatoriens, péruviens et d'Amérique centrale.</p> <p>6–8 Quelques lots de la République dominicaine, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et de la Malaisie.</p>
<b>Amertume</b>	<p>Goût de base, typiquement perçu dans la caféine, le café, la noix de kola, certaines bières et le pamplemousse.</p> <p>La perception de l'intensité de l'amertume dépend particulièrement de la quantité d'échantillon en bouche.</p>	<p>1–2 Certains anciens Criollos.</p> <p>3–5 Lots ouest-africains bien préparés.</p> <p>6–8 Cacao sévèrement sous-fermenté et non fermenté.</p>





Descripteur	Description	Niveau d'intensité/ Notes de référence			
<b>Astringence</b>	<p><b>L'astringence</b> peut être perçue de 2 façons:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effet tannique asséchant la bouche</b>, tannique, perçu entre la langue et le palais et /ou à l'arrière des dents de l'avant et à l'intérieur des lèvres et des gencives. Typique des peaux de noix crues et de la peau des bananes vertes.</li> <li>• <b>Sensation veloutée</b> sur les côtés de la bouche et de la langue. Typique des tanins de certains vins et bières.</li> </ul> <p>La perception de l'intensité de l'astringence est particulièrement influencée par la quantité d'échantillon dans la bouche.</p>	I N T E N S I T E	1–2	Quelques Criollos anciens.	
			3–5	Intensité normale pour la plupart des cacao.	
			6–8	-	
			9–10	-	
		T Y P E	Tannique asséchant la bouche	Caractéristique du cacao sous-fermenté.	
			Velouté	Caractéristique du « Nacional » fermenté de manière appropriée.	
<b>Fruits frais</b>	<p><b>Le total de fruits frais</b> est composé des sous-attributs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Baie</b> : groseille rouge ou encore cassis, fraise, framboise, mûre, baie d'açaï.</li> <li>• <b>Agrume</b> : orange, citron, citron vert, pamplemousse ou sensation générique d'agrumes.</li> <li>• <b>Sombre</b> : cerise, prune.</li> <li>• <b>Chair jaune/orange/blanche</b> : abricot, pêche, poire, banane.</li> <li>• <b>Tropical</b> : fruit de la passion, ananas, mangue ou corossol.</li> </ul>		0–2	Nombreux lots d'Afrique de l'Ouest.	
			3–5	Certains lots d'Amérique du centrale et d'Amérique du Sud et bien fermentés des pays d'Asie et du Pacifique.	
			6–7	Madagascar, certains lots de pays d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, quelques lots de Papouasie-Nouvelle-Guinée.	
<b>Fruits brunis</b>	<p><b>Le total de fruits brunis</b> est composé des sous-attributs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Séché</b> : abricot sec, banane, raisin jaune, figue ayant subi un séchage sans soufre.</li> <li>• <b>Bruni</b> : raisins noirs, dattes, pruneaux.</li> <li>• <b>Trop mûr</b> : ce ne sont plus des fruits frais et très mûrs, qui brunissent à l'intérieur et à l'extérieur, signe d'une surfermentation.</li> </ul>		0–2	Nombreux lots d'Afrique de l'Ouest.	
			3–5	Lots pleinement fermentés d'Indonésie et de certains pays des Caraïbes.	
			6–8	Quelques lots de Papouasie-Nouvelle-Guinée et de certains pays des Caraïbes.	
<b>Végétal</b>	<p><b>Le total végétal</b> est composé des sous-attributs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Herbeux/ végétal vert / herbacé</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>» Herbeux – herbe fraîchement coupée, jeunes feuilles vertes.</li> <li>» Végétal vert – feuilles mures écrasées.</li> <li>» Herbacé – du foin, de la paille ou des herbes/verts séchés, des herbes comme le thym et le romarin.</li> </ul> </li> <li>• <b>Terreux / champignon / mousse / boisé</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>» Terreux – odeur d'humidité s'élevant du sol après la pluie.</li> <li>» Champignon – odeur de champignons frais.</li> <li>» Mousse – mousse humide souvent associée au côté terreux.</li> <li>» Boisé – feuilles et bois sur le sol forestier.</li> </ul> </li> </ul>		0–2	Lots d'Afrique de l'Ouest.	
			3–5	Lots de « Nacional » fermenté de manière appropriée et de certains pays des Caraïbes.	
			6–8	Certains lots de pays des Caraïbes et quelques lots péruviens.	

**Descripteur****Description****Niveau d'intensité/ Notes de référence**

<b>Floral</b>	<b>Le total floral</b> est composé des sous-attributs suivants :  • <b>Fleur d'oranger</b> : saveur de fleur d'oranger. • <b>Fleurs</b> : jasmin, chèvrefeuille, rose, lilas, lis, etc.	0–2	Lots d'Afrique de l'Ouest.
		3–5	« Nacional » fermenté de manière appropriée et quelques lots de pays des Caraïbes.
		6–8	Certains lots de pays des Caraïbes et quelques lots péruviens.

<b>Boisé</b>	<b>Le total boisé</b> est composé des sous-attributs suivants :  • <b>Bois clair</b> : bois de cacaoyer fraîchement coupé, bois de pin blanc, bois d'érable, bâtonnet en bois de glace/ crème glacées. • <b>Bois sombre</b> : chêne, noyer, teck, acajou. • <b>Résine</b> : poix de pin ou autre bois résineux.	0–2	-
		3–5	Quelques « Nacional » et beaucoup de lots d'Afrique de l'Ouest.

<b>Épicé</b>	<b>Le total épicé</b> est composé des sous-attributs suivants :  • <b>Épices</b> : noix de coco séchée, muscade, cannelle, clous de girofle, réglisse, tonka, vanille, poivre noir. • <b>Tabac</b> : feuilles de tabac séchées. • <b>Salé/Umami</b> : glutamate de sodium, umami.	0–2	Dans la plupart des origines.
		3–5	Certains lots de pays d'Afrique de l'Ouest, d'Amérique centrale et du Sud et des Caraïbes.

<b>Noix</b>	<b>Le total noix</b> est composé des sous-attributs suivants:  • <b>Chair de noix</b> : le noyau comestible d'une noix légèrement grillée – noisette, macadamia, noix de pécan, noix, noix de cajou, amande, noix du Brésil. • <b>Peaux de noix</b> : les saveurs de peaux de noix légèrement torréfiées – noisette, macadamia, noix de pécan, noix, noix de cajou, amande, noix du Brésil.	0–2	Dans la plupart des origines.
		3–5	Certains lots des pays d'Amérique du Sud et des Caraïbes et les Criollos anciens.

<b>Caramel / Panela</b>	Saveurs rappelant le caramel, la cassonade, sucre brun, et la panela (sucre de canne non raffiné).	0–2	Dans la plupart des origines.
		3–5	Certains lots des pays d'Amérique centrale ou d'Amérique du Sud et des Caraïbes et les Criollos anciens.

<b>Douceur (uniquement pour le chocolat)</b>	Goût basique des solutions de sucre blanc, généralement perçu dans les aliments comme les bonbons et les desserts qui contiennent du sucre (ou d'autres édulcorants comme l'aspartame) et que l'on trouve également naturellement dans d'autres aliments comme les fruits.
----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Descripteur	Description	Niveau d'intensité/ Notes de référence
<b>Degré de torréfaction</b>	Une mesure de l'étendue de la torréfaction des fèves. Une torréfaction insuffisante ou excessive modifie de nombreuses valeurs d'attribut.	2–3: Torréfaction légère. 4–6: Torréfaction moyenne. 7: Torréfaction élevée. 8–10: Niveaux brûlé/trop torréfié.
<b>Saveurs désagréables</b>	<p><b>Le total des saveurs désagréables</b> est composé de toute saveur désagréable parmi les suivantes. Si le résultat est <math>\geq 10</math>, il est arrondi à 10 comme maximum:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Sale/poussiéreux</b> : pas lié à la texture mais à une mauvaise saveur.</li><li>• <b>Odeur de renfermé</b> : rassis, humide, mildiou, pourriture.</li><li>• <b>Moisi</b> : caractéristique de la croissance des moisissures.</li><li>• <b>Viande/animal/cuir</b> :<ul style="list-style-type: none"><li>» Viande – charcuterie, jambon, graisse fondue.</li><li>» Animal – animal sale/cour de ferme.</li><li>» Cuir – vieux cuir usagé.</li></ul></li><li>• <b>Fruits trop fermentés/pourris</b> : fruit en décomposition.</li><li>• <b>Putride/fumier</b> :<ul style="list-style-type: none"><li>» Putride – matière végétative humide en décomposition.</li><li>» Fumier – fumier d'animaux de ferme.</li></ul></li><li>• <b>Fumé</b> : contamination par la fumée (de toute sorte).</li><li>• <b>Autres saveurs désagréables</b>: rance, diesel, vapeurs d'huile, pétrole, goudron, peinture, pneus, produits chimiques, brûlé, etc.</li></ul>	0: Absent – propre, bien fermenté, séché et les fèves de cacao stockées. 1–2: Faible intensité. 3+: Caractérisant clairement l'échantillon comme un défaut.
<b>Qualité globale</b>	<p>Le score de <b>Qualité globale</b> reflète l'impression générale :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• du potentiel aromatique exprimé</li><li>• de l'unicité de l'échantillon</li><li>• de l'équilibre des saveurs et propreté du fini</li></ul> <p>Il célèbre l'expression de la génétique et de la diversité des terroirs à travers le savoir-faire des agriculteurs.</p>	Scores de qualité globaux et signification ci-dessous.

**Tableau 39.** Signification des notes de qualité globale pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao transformées en masse et en chocolat (Cacao d'Excellence 2024).

	Saveurs désagréables	Attributs principaux	Attributs complémentaires	Remarque
<b>0</b>	Saveurs désagréables majeures caractérisant clairement l'échantillon comme ayant un défaut	Masqués par les saveurs désagréables	Masqués par les saveurs désagréables	Il faut spécifier autant que possible le type de saveurs désagréable afin de fournir un compte rendu précis aux producteurs  Selon le type, le nombre et l'intensité des saveurs désagréables, 0 serait le pire des cas, 3 restant mauvais
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>	Faible intensité	Fortement déséquilibrés	Masqués par des saveurs désagréables et attributs principaux déséquilibrés	
<b>5</b>	Faible intensité	Déséquilibrés	Partiellement masqués par des attributs principaux déséquilibrés	
<b>6</b>	Faible intensité ou absents	Déséquilibrés	De faible intensité, non prédominants, pas en équilibre avec les attributs principaux	Saveur globale simple – principalement caractérisée par les attributs principaux et faiblement par les attributs complémentaires
<b>7</b>	Absence	En équilibre	Un ou plusieurs attributs complémentaires sont prédominants mais pas en accord avec les attributs principaux	Saveur globale simple – principalement caractérisée par les attributs principaux et faiblement par les attributs complémentaires
<b>8</b>	Absence	Bien équilibrés avec une base modérée de goût de cacao	Un ou plus d'attributs complémentaires sont prédominants, en accord avec les attributs principaux et entre eux	Saveur globale présentant une certaine complexité
<b>9</b>	Absence	Bien équilibrés, bonne base de goût de cacao	Beaucoup d'attributs complémentaires prédominants, en accord avec les attributs principaux et entre eux.	Saveur globale présentant une combinaison de complexité, spécificité, harmonie, intensité, note finale franche
<b>10</b>	Absence	Bien équilibrés, intensité faible ou modérée, bonne base de goût cacao	Clairement reconnaissables, beaucoup sont prédominants, en accord avec les attributs principaux et entre eux	La saveur globale présente une combinaison de complexité, spécificité, harmonie, intensité, note finale franche  L'échantillon est d'une qualité extraordinaire, rarement rencontrée

### 20.3 Formulaires d'évaluation sensorielle des fèves de cacao

Les données sensorielles résultant de l'évaluation de chaque échantillon peuvent être enregistrées sous différents formats. Les tableaux et figures ci-dessous contiennent des exemples de formulaires utilisés pour évaluer les fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière, de masse de cacao et de chocolat noir. Pour une évaluation détaillée, une note total pour les sous-attributs peut être calculé à l'aide de la formule indiquée (une série décroissante). Cela garantit que la note total représente avec précision l'intensité globale de l'attribut de la saveur et n'est pas simplement la somme de tous les sous-attributs, à l'exception de la note d'acidité totale, qui est calculé comme la somme des sous-attributs. Les experts ont conseillé que pour cet attribut de base spécifique (l'acidité étant un goût de base et non volatil), noter d'abord la perception totale, puis décrire chaque composant séparément donne une note total plus précis.

Les données d'évaluation sensorielle peuvent être enregistrées à l'aide d'un formulaire Excel® de Microsoft® tel que le formulaire d'évaluation sensorielle Cacao d'Excellence, qui fournit une interface conviviale (Figure 21). De plus, Cacao d'Excellence propose une version imprimée du formulaire d'évaluation (Figure 22). Le formulaire peut être simplifié en utilisant uniquement les attributs principaux comme indiqué dans le Tableau 42.

**Tableau 40.** Formulaire d'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière (adapté du FCCI).

### Formulaire d'évaluation sensorielle pour les fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière

Jane Doe	jj/mm/aa	hh:mm	000
Nom de l'évaluateur	Date de l'évaluation	Heure de l'évaluation	Code de l'échantillon

---

**NOTE (0-10)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Attributs principaux**

**Cacao**

**Acidité** (fruité, acétique, lactique, minéral, butyrique)

**Amertume**

**Astringence**

**Attributs complémentaires**

**Fruit frais** (baie, agrumes, foncé, chair jaune/orange/blanche, tropical)

**Fruits brunis** (séché, brun, trop mûr)

**Végétal** (herbe/herbe verte/herbes, terreux/champignon, mousse/boisé)

**Floral** (fleur d'oranger, fleurs)

**Boisé** (bois clair ou foncé, résine)

**Épicé** (épices, tabac (feuilles de tabac séchées), salé/umami)

**Noix** (chair de noix, peaux de noix)

**Caramel/panela**

**Défauts / saveur désagréables**

Odeur de renfermé

Fumé

Jambon

Sale/poussiéreux

Moisi

Carton

Viande

Rance

Fromage

Fumier/excréments d'animaux

Cuir

Sueur

Matière végétative putride/humide en décomposition

Fruit pourri/en décomposition

Ammoniaque

Pétrole

Caoutchouteux/souffré

Métallique

Phénolique

Médicinal

Chimique

**Autres saveurs**

**Autre description des saveurs**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Note de qualité globale**

\_\_\_\_\_

**Commentaires** \_\_\_\_\_

Tableau 41. Calculs des notes totales pour les attributs de saveur du formulaire d'évaluation sensorielle Cacao d'Excellence.

### Calculs des scores totaux pour les attributs de saveur

	NOTE (0-10)	
	_____	<b>Attributs principaux</b>
	_____	<b>CACAO</b>
	_____	<b>DEGRÉ DE TORRÉFACTION</b>
	_____	<b>AMERTUME</b>
	_____	<b>ASTRINGENCE</b>
	_____	
	_____	<b>ACIDITÉ TOTALE</b>
	_____	Fruit
	_____	Acétique
	_____	Lactique
	_____	Minéral et Butyrique
	_____	
	_____	<b>Attributs complémentaires</b>
	_____	<b>TOTAL FRUIT FRAIS</b>
	_____	Baies
	_____	Agrumes
	_____	Sombre
	_____	Chair jaune/ orange / blanche
	_____	Tropical
	_____	
	_____	<b>TOTAL FRUIT BRUNI</b>
	_____	Séché
	_____	Bruni
	_____	Trop mûr
	_____	
	_____	<b>TOTAL VÉGÉTAL</b>
	_____	Herbacée/végétale verte/herbacée
	_____	Terreuse/champignon/mousse/boisée
	_____	
	_____	<b>TOTAL FLORAL</b>
	_____	Fleurs d'oranger
	_____	Fleurs
	_____	
	_____	<b>TOTAL BOISÉ</b>
	_____	Bois clair
	_____	Bois foncé
	_____	Résine
	_____	
	_____	<b>TOTAL ÉPICÉ</b>
	_____	Épices
	_____	Tabac (feuilles de tabac séchées)
	_____	Salé/umami
	_____	
	_____	<b>TOTAL NOIX</b>
	_____	Chair de noix
	_____	Peaux de noix
	_____	
	_____	<b>CARAMEL/PANELA</b>
	_____	<b>DOUCEUR</b> (Uniquement pour le chocolat)
	_____	
	_____	<b>Total de saveurs désagréables</b>
	_____	Sale/poussiéreux
	_____	Moisi
	_____	Moisi
	_____	Viande/animal/cuir
	_____	Fruits trop fermentés/pourris
	_____	Putride/fumier
	_____	Fumé
	_____	Autre description de saveur désagréable
	_____	
	_____	<b>Qualité globale</b>
	_____	<b>Commentaires sur la saveur</b>

**TOTAL DE TOUS LES SUBCARACTÉRISTIQUES**  
SI LE RÉSULTAT EST >10, IL EST ARRONDI À 10 COMME MAXIMUM

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU SCORE LE PLUS ÉLEVÉ  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ  
+33% DU 3<sup>E</sup>  
+33% DU 4<sup>E</sup>  
+33% DU 5<sup>E</sup>

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ  
+33% DU 3<sup>E</sup>

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ  
+33% DU 3<sup>E</sup>

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ  
+33% DU 3<sup>E</sup>

**CHAMP CALCULÉ :**  
100% DU MEILLEUR SCORE  
+75% DU 2<sup>E</sup> SCORE LE PLUS ÉLEVÉ

**TOTAL DE TOUS LES SUBCARACTÉRISTIQUES**  
SI LE RÉSULTAT EST >10, IL EST ARRONDI À 10 COMME MAXIMUM









## 20.4 Analyse des données d'évaluation sensorielle et performance de panel

### 20.4.1 Visualisation des données de profil de saveurs

Le résultat de l'évaluation sensorielle peut être exprimé sous forme d'un profil de saveurs pour chaque échantillon de cacao, montrant l'intensité des attributs et des sous-attributs, les éventuels mauvaises saveurs et une note de qualité global ainsi que des commentaires. Pour les profils de saveurs sensorielles conventionnelles, les résultats sont obtenus par l'analyse statistique des données générées par plusieurs évaluateurs (panel) évaluant les mêmes échantillons et attributs de saveur. Par conséquent, les résultats de tous les évaluateurs individuels d'un panel correspondent à la moyenne et à l'écart type de toutes les notes. Et les moyennes sont utilisés pour construire un graphique de saveurs qui peut être visualisé sous différentes formes.

En voici quelques exemples :

- Graphiques linéaires (Figure 23).
- Graphiques à barres (Figure 24).
- Tracés radar ou graphiques en forme d'araignée (Figure 25).
- Profils de saveur de Cacao Excellence (Figure 26).

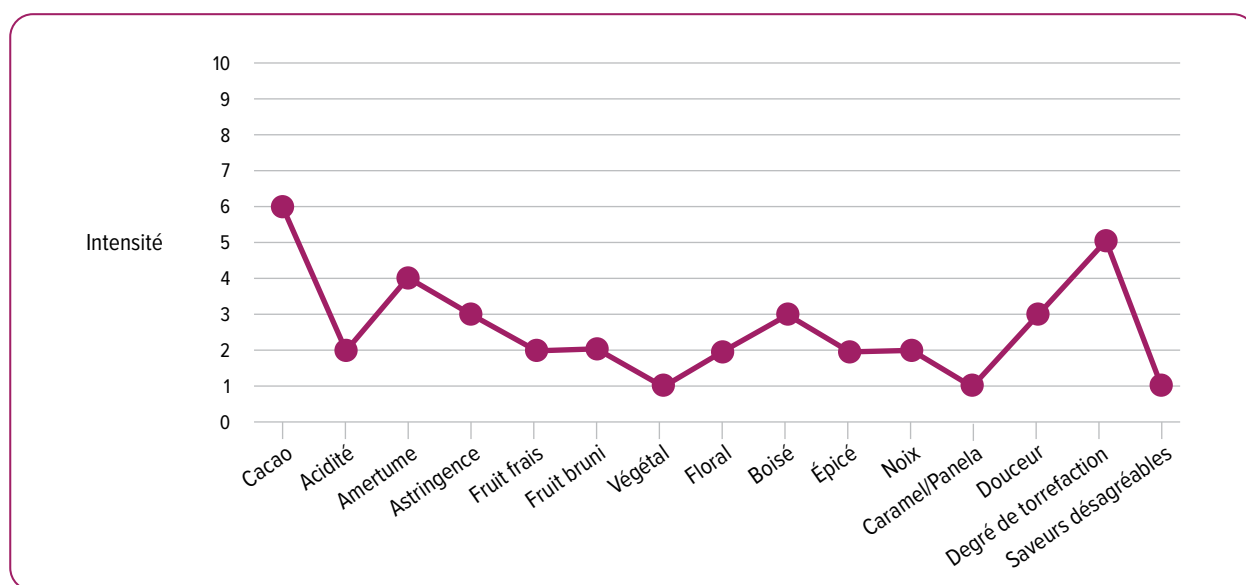


Figure 23. Exemple de graphique linéaire pour un profil de saveurs de masse de cacao (Bioversity International, 2024).

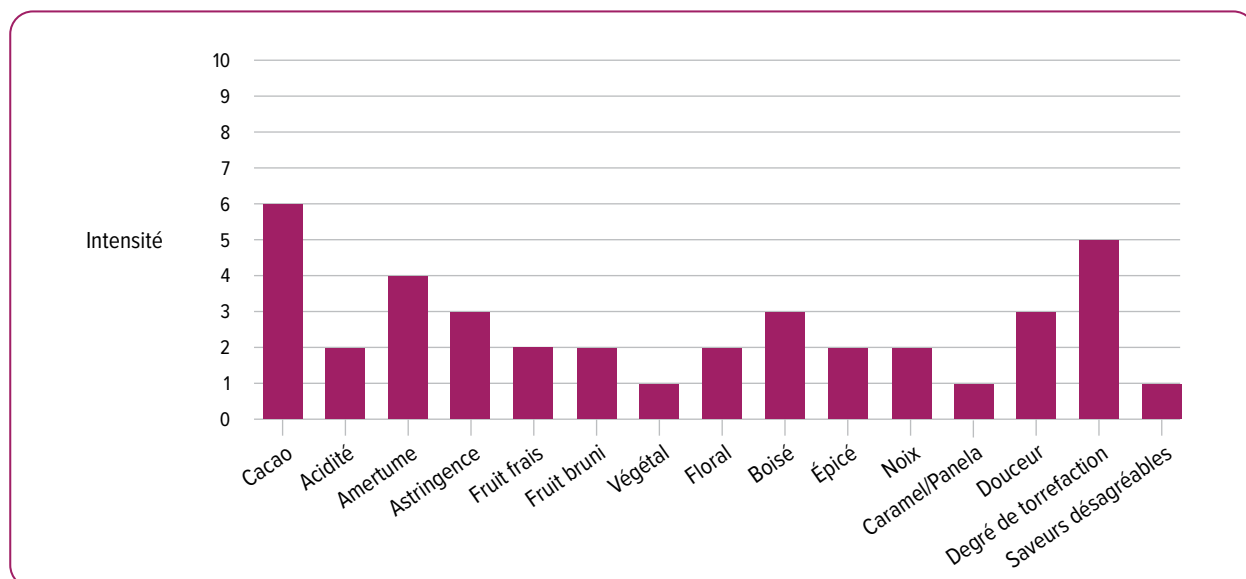


Figure 24. Exemple de graphique à barres pour un profil de saveurs de la masse de cacao (Bioversity International, 2024).

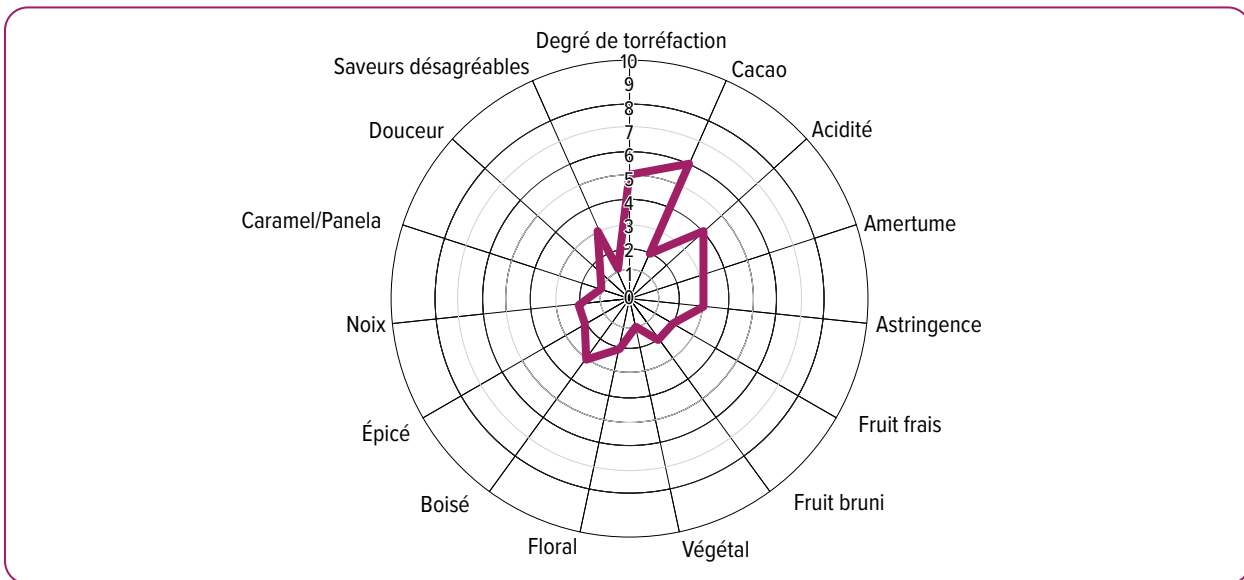


Figure 25. Exemple de graphique araignée/radar pour un profil de saveurs de masse de cacao (Bioversity International, 2024).

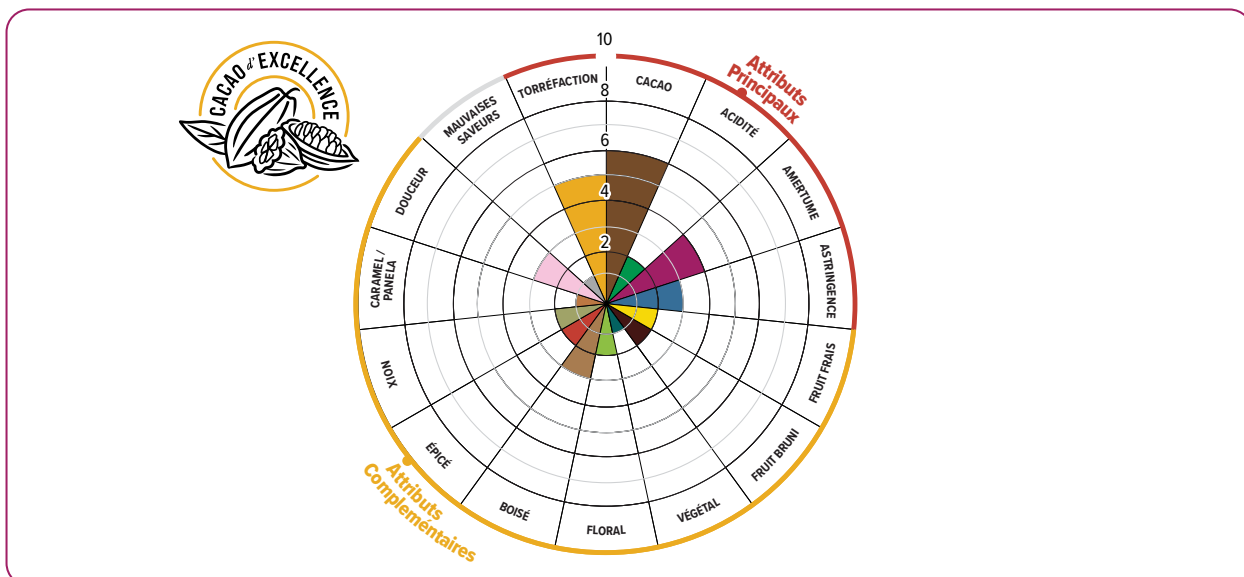


Figure 26. Exemple de graphique du profil de saveurs Cacao d'Excellence (Bioversity International, 2024).

### 20.4.2 Considérations sur le profilage sensoriel obtenu par consensus

Pour les profils de saveur d'évaluation sensorielle basés sur un consensus (tel que défini par la norme ISO 13299:2016), une fois que les évaluateurs ont terminé leurs évaluations individuelles, les chefs du panel ou les animateurs compilent les résultats et modèrent une discussion pour aborder toute différence d'évaluation. Si nécessaire, les échantillons peuvent être réévalués par le panel pour parvenir à un consensus de groupe. Un minimum de 4 évaluateurs est requis pour ce processus. Il est important de noter qu'il y a généralement moins de reproductibilité entre les panels et dans le temps par rapport aux profils de saveur quantitatifs obtenus en calculant la moyenne et l'écart type des notes de tous les membres du panel (comme décrit dans la section 20.4.1).

### 20.4.3 Analyse des performances des membres du panel d'évaluation sensorielle

Pour assurer la cohérence et la fiabilité des panels d'évaluation sensorielle, il est crucial d'analyser et de suivre leurs performances. Cela permet de déterminer s'ils sont alignés dans leurs évaluations, possèdent la capacité de distinguer efficacement les échantillons et font preuve de répétabilité lors de l'évaluation du même échantillon à l'aveugle.

L'analyse des performances peut être réalisée grâce à l'évaluation de répétitions en aveugle et d'un nombre adéquat d'échantillons. Plusieurs logiciels, tels que Panel Check ([panelcheck.com](http://panelcheck.com)), sont conçus à cet effet, axés sur l'évaluation des performances du panel en termes de discrimination, de répétabilité et d'alignement entre les évaluateurs. De plus, ils fournissent des échantillons de profils de saveur (voir Figure 23) et proposent des analyses statistiques descriptives et exploratoires.

Ces informations sont précieuses pour fournir un retour d'information objectif aux membres du panel et pour suivre les améliorations des attributs de saveurs spécifiques, de l'utilisation de l'échelle et de tout autre domaine pouvant nécessiter un alignement plus approfondi.

#### 20.4.4 Documentation des conditions de traitement des échantillons et d'évaluation sensorielle

Une description précise et détaillée du processus de transformation des fèves de cacao en masse de cacao ou en chocolat ainsi que toute information supplémentaire sont essentielles afin d'interpréter les résultats de l'évaluation sensorielle aux fins de comparaison entre les échantillons et de communiquer les résultats aux parties prenantes de la chaîne de valeur du cacao.

Outre les profils de saveurs des échantillons évalués, il est important d'enregistrer les conditions dans lesquelles l'évaluation sensorielle a été réalisée car cela affecte l'interprétation des résultats. La robustesse du processus d'évaluation peut être évaluée en fonction de divers facteurs, notamment le type de panel, le nombre d'évaluateurs, l'utilisation de répétitions et l'inclusion d'échantillons de référence à des fins de calibration

Les tableaux 43 et 44 présentent un exemple des informations qui doivent être enregistrées sur le processus de transformation des échantillons de fèves de cacao évalués en masse de cacao ou en chocolat et les conditions de l'évaluation sensorielle.

En documentant avec diligence ces informations, les organisations peuvent améliorer la fiabilité et la traçabilité de leurs évaluations sensorielles, ce qui leur permet de prendre des décisions éclairées sur la base des données collectées.

**Tableau 43.** Informations à enregistrer pour le traitement des échantillons de cacao.

**Informations sur le traitement des échantillons de cacao**

Date de préparation de l'échantillon \_\_\_\_\_

Nom de la personne qui a préparé les échantillons \_\_\_\_\_

Emplacement de la préparation des échantillons \_\_\_\_\_

Quantité de fèves traitées par échantillon \_\_\_\_\_

Pour masse de cacao - état physique pour évaluation (fondu ou solide) \_\_\_\_\_

Pour le chocolat - état physique pour évaluation (fondu ou solide) \_\_\_\_\_

Type, marque et modèle de torréfacteur \_\_\_\_\_

Température et temps de torréfaction \_\_\_\_\_

Type, marque et modèle de broyeur utilisé \_\_\_\_\_

Nombre d'échantillons évalué \_\_\_\_\_

Nombre d'échantillons inconnus évalué \_\_\_\_\_

Réplique (nombre fois chaque échantillon de masse de cacao est évalué) \_\_\_\_\_

Utilisation d'échantillons de référence pour la calibration (oui/non ou nombre) \_\_\_\_\_

Utiliser d'échantillons de contrôle en aveugle (oui/non ou nombre) \_\_\_\_\_

Commentaires \_\_\_\_\_

**Tableau 44.** Informations à enregistrer pour une évaluation sensorielle.

**Conditions d'évaluation sensorielle**

Date de l'évaluation de l'échantillon \_\_\_\_\_

Panel ou évaluation individuelle \_\_\_\_\_

S'il s'agit d'un panel – nom du leader/facilitateur \_\_\_\_\_

S'il s'agit d'un panel – nombre d'évaluateurs dans le panel \_\_\_\_\_

S'il s'agit d'une personne – nom de l'évaluateur \_\_\_\_\_

Emplacement des membres du panel (tous au même endroit ou virtuel) \_\_\_\_\_

Niveau de formation des évaluateurs (avancé, intermédiaire, débutant) \_\_\_\_\_

Type de profil sensoriel (quantitatif ou consensuel) \_\_\_\_\_

Nombre de sessions pour évaluer tous les échantillons inconnus \_\_\_\_\_

Intervalle de temps entre les échantillons \_\_\_\_\_

Commentaires \_\_\_\_\_



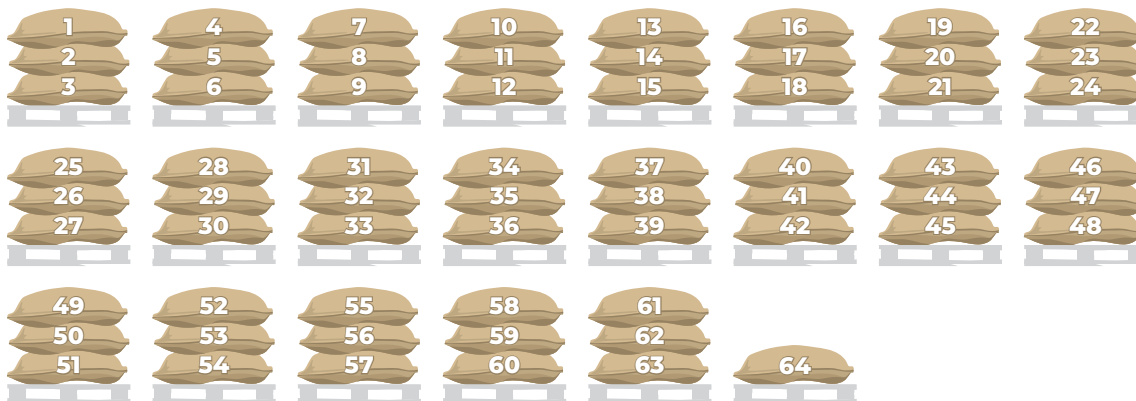




# Annexes

## Annexe 1. Étapes de la sélection aléatoire de sacs spécifiques dans un lot

**Étape 1.** Numérotez les sacs dans le lot



**Étape 2.** Calculez le nombre de sacs à échantillonner

$$\text{Nombre de sacs à échantillonner} = 30\% \times 64 = 20$$

**Étape 3.** Générez des nombres aléatoires

20 nombres aléatoires compris entre 1 et 64

50	12	7	62	44	26	36	3	24	61
32	53	46	14	16	5	39	58	18	33

**Étape 4.** Échantillonnez les sacs correspondant aux numéros

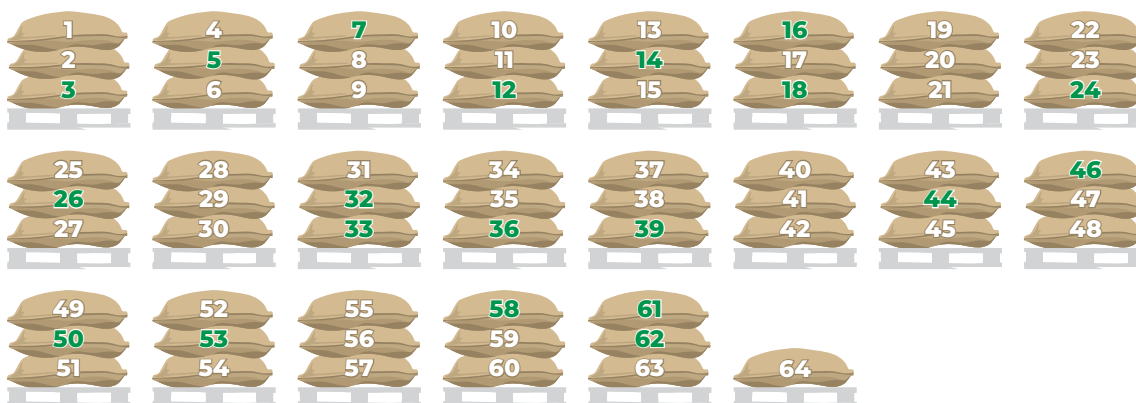


Figure 27. Étapes de la sélection aléatoire de sacs spécifiques dans un lot.



## Annexe 2. Diagrammes du processus de la division en quarts

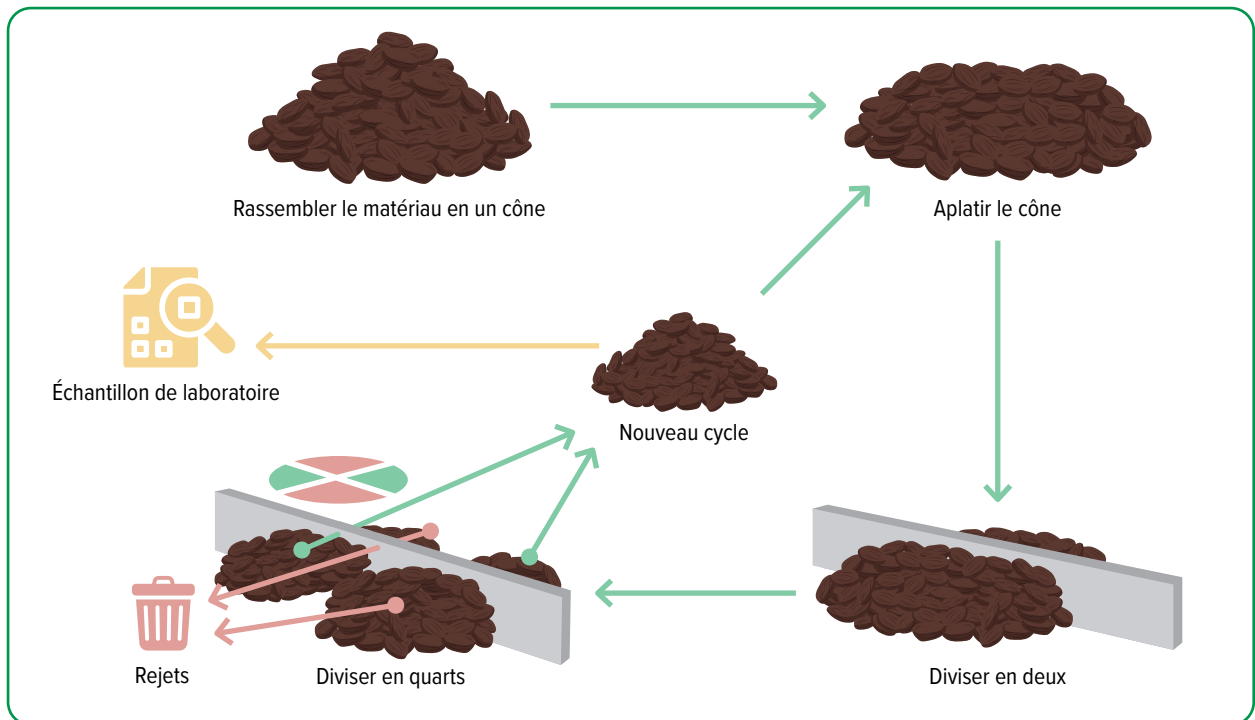


Figure 28. Diagramme du processus de division en quarts (Harvey, 2013).

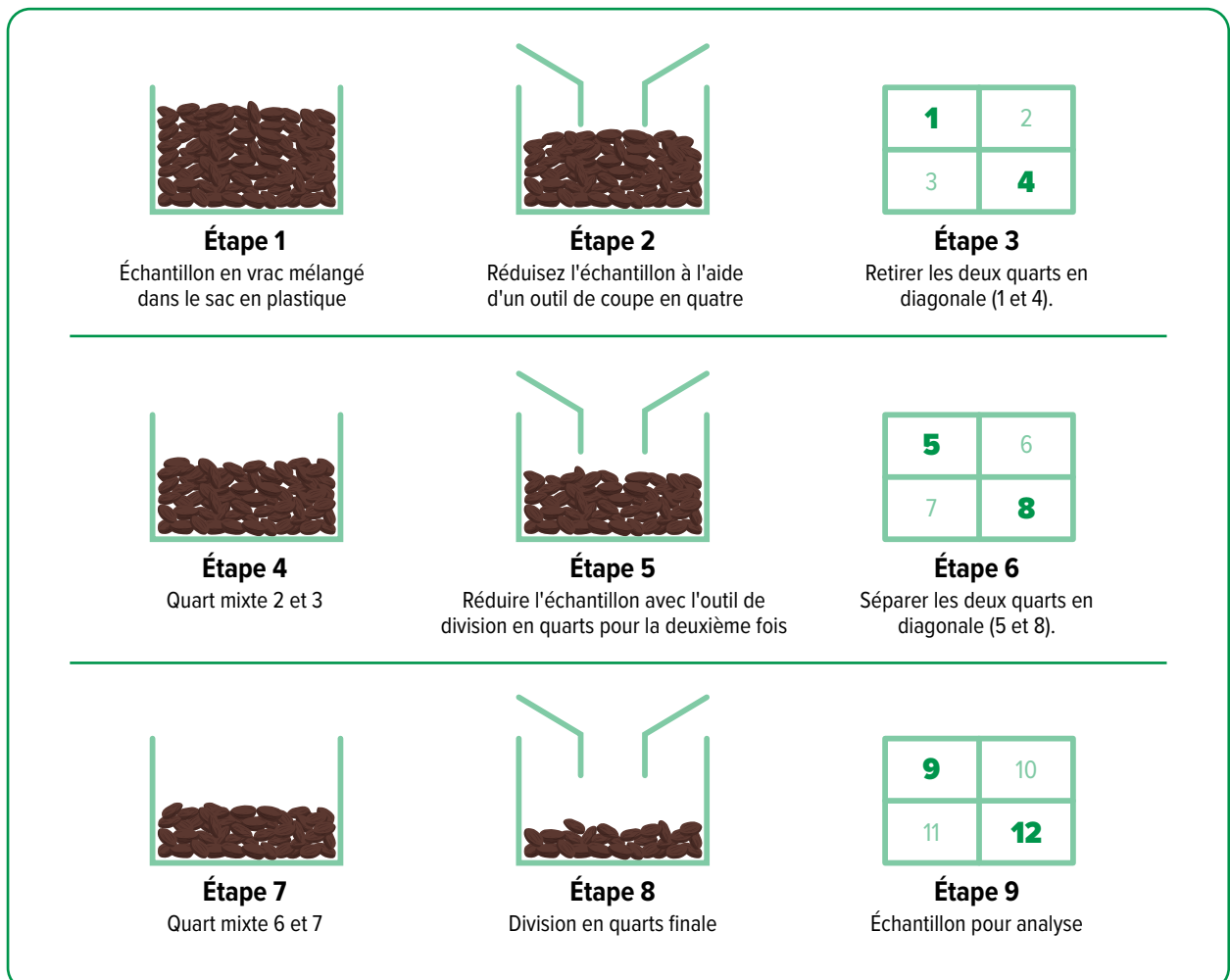


Figure 29. Préparation des échantillons de référence à l'aide d'un outil de division en quarts (MS, 230:2007).

## Annexe 3. Exemple de calcul de la teneur en eau pour la méthode de l'étuve

Un analyste de laboratoire qui détermine la teneur en eau d'un échantillon de fèves de cacao fermentées et séchées a enregistré les données suivantes :

	Masse (g)	Essai n° 1	Essai n°2
Plat vide avec couvercle ( $m_0$ )		21,1304	23,6706
Plat avec couvercle + échantillon avant séchage ( $m_1$ )		31,1364	33,6881
Plat avec couvercle + échantillon d'essai après séchage ( $m_2$ )		30,4119	32,9558

Pour déterminer la teneur en eau, les calculs suivants sont effectués à l'aide de la formule :

$$\text{Teneur en humidité} = (m_1 - m_2) \times \frac{100}{m_1 - m_0}$$

### Pour l'essai n° 1

$$\begin{aligned} \text{teneur en eau} &= (m_1 - m_2) \times \frac{100}{m_1 - m_0} \\ &= (31,1364 - 30,4119) \times \frac{100}{31,1364 - 21,1304} \\ &= 0,7245 \times 9,9940 \\ &= \mathbf{7,24\%} \end{aligned}$$

### Pour l'essai n°2

$$\begin{aligned} \text{teneur en eau} &= (m_1 - m_2) \times \frac{100}{m_1 - m_0} \\ &= (33,6881 - 32,9558) \times \frac{100}{33,6881 - 23,6706} \\ &= 0,7323 \times 9,9825 \\ &= \mathbf{7,31\%} \end{aligned}$$

La teneur en eau de cet échantillon de cacao est la moyenne de ces deux mesures :

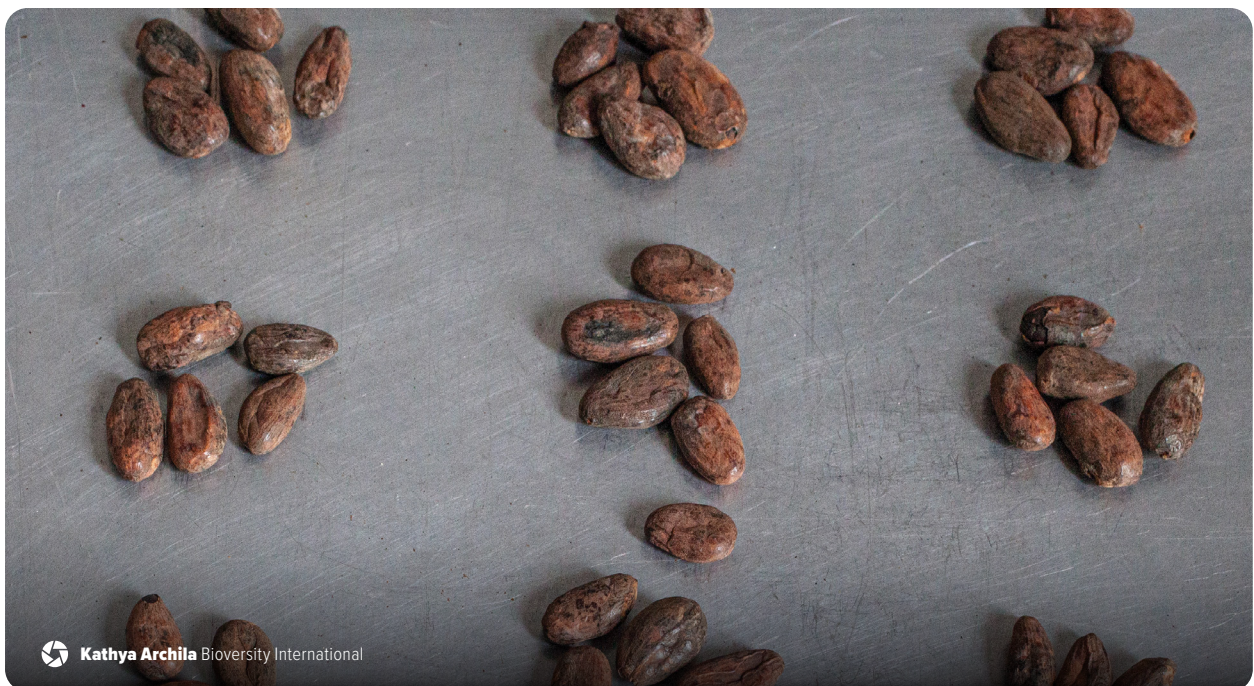
$$\begin{aligned} \text{teneur en humidité} &= \frac{PC_{\text{ESSAI\#1}} + PC_{\text{ESSAI\#2}}}{2} \\ &= \frac{7,24\% + 7,31\%}{2} \\ &= \mathbf{7,28\%} \end{aligned}$$

Par conséquent, la teneur en eau de l'échantillon est de **7,28%**

Figure 30. Exemple de calcul de la teneur en eau.

Tableau 45. Exemples d'humidimètres.

Marque	Modèles	Méthode de mesure	Taille de l'échantillon	Plage de mesure	Précision	Page web
<b>Aqua Boy</b>	• KAM I	Conductivité électrique	≈200g	N/A	±0.1%	<a href="http://aqua-boy.co.uk">aqua-boy.co.uk</a>
	• KAM II			2–20%	±0.1%	
	• KAM IIIa			10–34%	±0.1%	
<b>Dickey-John</b>	• mini GAC® 2500	149MHz – UGMA technologie, échelle interne, température, c'est-à-dire la mesure de la constante diélectrique à la fréquence près de 149MHz	≈450g	5–45%	±0.1%	<a href="http://dickey-john.com">dickey-john.com</a>
<b>Wile</b>	• Café Wile 200	Détection capacitive de l'humidité	≤500g	3–18%	±0.6%	<a href="http://wile.fi/en">wile.fi/en</a>
	• Café et cacao Wile		≈70g	4–20%	±0.5%	
<b>AgraTronix</b>	• Testeur portable d'humidité de café 08150	Détection de l'humidité capacitive	≤80g	4–20%	±0.5%	<a href="http://agratronix.com">agratronix.com</a>
<b>Schaller Messtechnik</b>	• Humidimètre FS3	• Mesure de l'humidité d'équilibre	≈300g	0–40%	±0.4%	<a href="http://humimeter.com/en">humimeter.com/en</a>
	• Humidimètre FS4	• Infrarouge	≈450g	0–50%	N/A	



## Annexe 4. Calcul de l'écart-type du nombre de fèves

Si nécessaire, l'écart type du nombre de fèves peut être calculé. Il s'agit d'une évaluation de l'homogénéité de la taille des fèves d'un lot donné de fèves de cacao. Le calcul de l'écart type prend en compte le nombre moyen de fèves par 100g pour l'ensemble du lot et le compare à la variabilité globale de la taille des fèves au sein d'un même lot. Des écarts types inférieurs à  $\leq 25$  sont attendus. Des valeurs d'écart-type élevées ( $>25$ ) indiquent que le lot de fèves est hétérogène.

Afin d'obtenir l'écart-type du nombre de fèves :

- Nombre de fèves par tamis et par base (A, B, C ou D ci-dessous) :

$$(A, B, C, \text{ ou } D) = \frac{\text{nombre de fèves dans le tamis}}{\text{poids des fèves dans le tamis}} \times 100$$

- Poids des fèves par tamis et par base (P, Q, R ou S ci-dessous) :

$$(P, Q, R, \text{ ou } S) = \frac{\text{poids des fèves dans le tamis}}{\text{poids total des fèves}}$$

- Nombre total de fèves par 100g (Z ci-dessous) :

$$Z = \frac{\text{Nombre total de fèves dans chaque tamis et base}}{\text{Poids total des fèves dans chaque tamis et base}} \times 100$$

Utilisez la formule suivante pour calculer l'écart-type du test de comptage des fèves :

$$SD = \sqrt{(P(Z-A))^2 + Q(Z-B)^2 + R(Z-C)^2 + S(Z-D)^2}$$

Où:

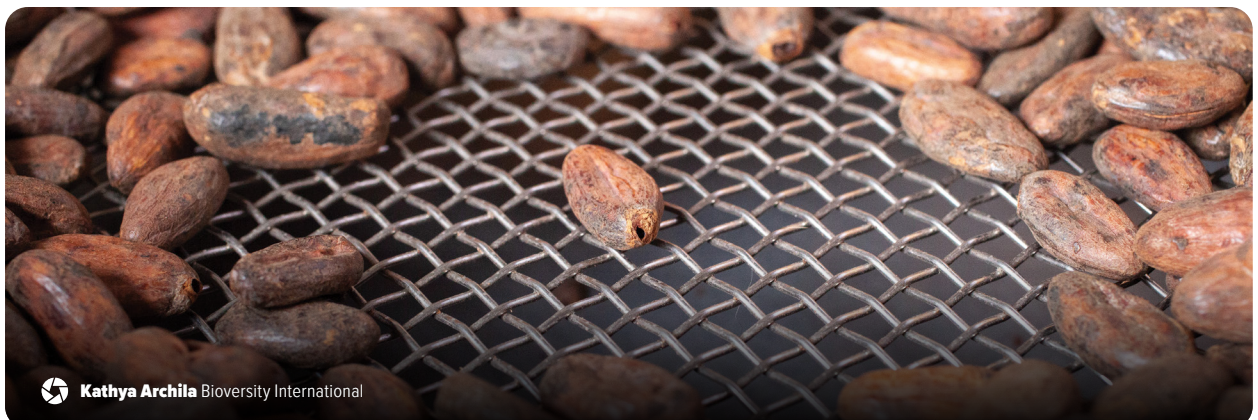
- A** = nombre de fèves/100g dans le tamis à trous ronds de 13 mm
- B** = nombre de fèves/100g dans le tamis à trous ronds de 11,5 mm
- C** = nombre de fèves/100g dans le tamis à trous ronds de 10,5 mm
- D** = nombre de fèves/100g dans la base
- P** = % du poids des fèves par rapport au poids total dans le tamis à trous ronds de 13 mm
- Q** = % du poids des fèves par rapport au poids total dans un tamis à trous ronds de 11,5 mm
- R** = % du poids des fèves par rapport au poids total dans un tamis à trous ronds de 10,5 mm
- S** = % du poids des fèves par rapport au poids total de la base nombre
- Z** = total de fèves/100 g

Le tableau 46 donne un exemple de système de classement qui inclut l'écart-type du nombre de fèves.

Un échantillon de 600g de fèves de cacao propres et triées a été prélevé sur l'échantillon de référence initial de 2 kg et passé à travers trois tamis de tailles de maille différentes afin de déterminer l'écart type du nombre de fèves et l'indicateur de l'homogénéité de la taille dans le lot, comme le montre le tableau 46 ci-dessous.

**Tableau 46.** Exemple de variables pour le calcul de l'écart-type.

Tamis	Variable	Unité	Valeur
13mm	Fèves	Masse (g)	240g
	P	Nombre de fèves	192
	A	%	40%
		Nombre de fèves	80 fèves/100g
.....			
11,5mm	Fèves	Masse (g)	280g
	Q	Nombre de fèves	280
	B	%	47%
		Nombre de fèves	100 fèves/100g
.....			
10,5mm	Fèves	Masse (g)	60g
	R	Nombre de fèves	72
	C	%	10%
		Nombre de fèves	120 fèves/100g
.....			
Base	Fèves	Masse (g)	20g
	S	Nombre de fèves	30
	D	%	3%
		Nombre de fèves	150 fèves/100g
.....			
Total	Fèves	Masse (g)	600g
		Nombre de fèves	574
	Z	Nombre de fèves	96 fèves/100g
	<b>Écart-type</b>	<b>Nombre de fèves</b>	<b>16 fèves/100g</b>



## Annexe 5. Exemples de fèves entières défectueuses



**a) Matières étrangères**



**b) Placenta**



**c) Fèves plates**



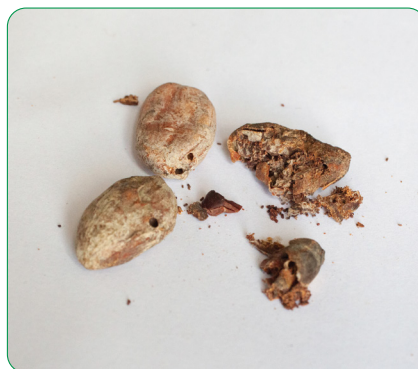
**d) Amas**



**e) Fèves cassées**



**f) Coques et grués de fèves**



**g) Fèves infestées**

**Figure 31.** Catégories de perte de nettoyage des fèves de cacao : **a)** matières étrangères ; **b)** placenta ; **c)** fèves plates ; **d)** amas de fèves ; **e)** fèves cassées ou coupées ; **f)** coques et grués de fèves ; et **g)** fèves infestées (Bioversity International, Archila, 2022).

## Annexe 6. Images de référence de fèves coupées



**Figure 32.** Couleur habituelle des fèves de cacao en fonction du degré de fermentation (de gauche à droite) (Bioversity International, Archila, 2022).



## Graphique du test de coupe du cacao

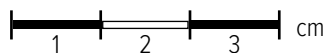


Figure 33. Exemples de fèves de cacao coupées à différents stades de la fermentation (Sukha et Rohsius, 2004).





**Figure 34.** Degré croissant de fissuration des fèves de cacao, du haut à gauche au bas à droite (Bioversity International, Archila, 2022).



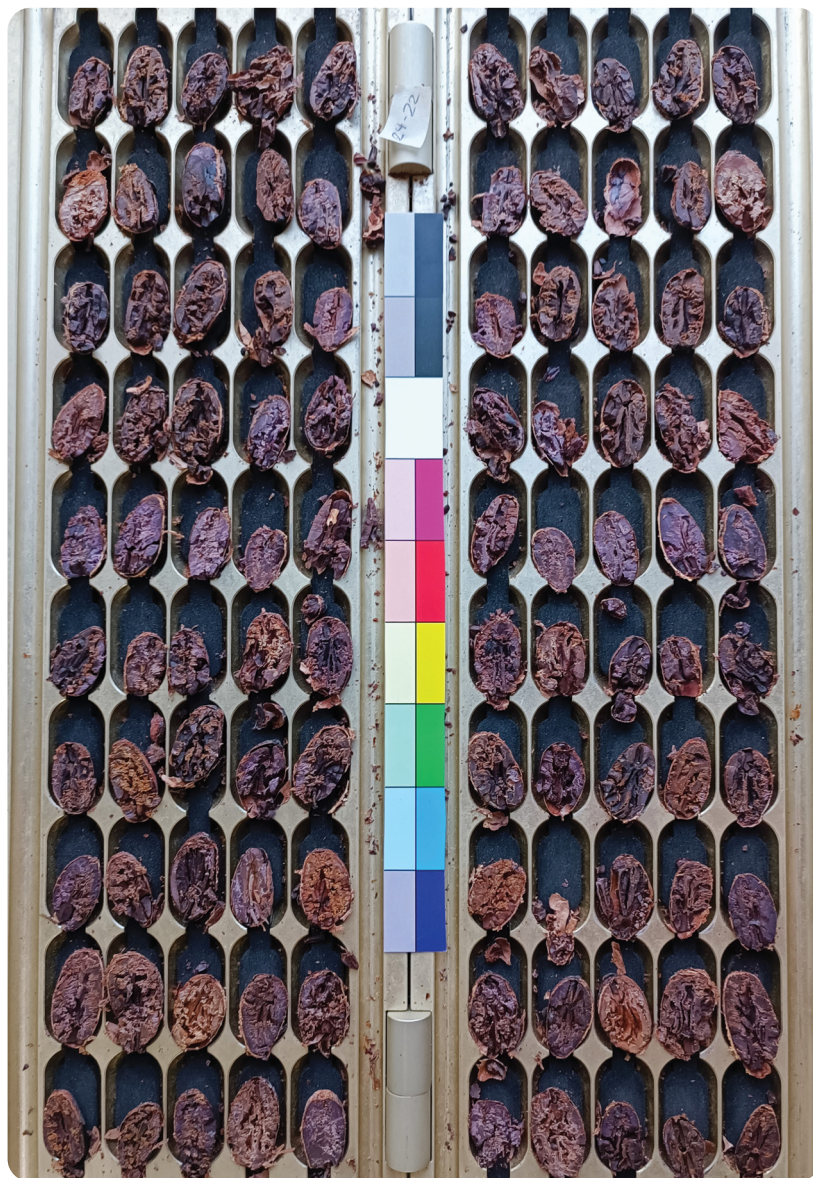
## Annexe 7. Exemples de guides de couleurs pour la prise de photos



a)



b)



c)

**Figure 35.** Outil de référence des couleurs pour les photographies de fèves. **a)** MacBeth ColorChecker (Kresliin et al, 2014) ; **b)** patches de contrôle des couleurs Tiffen ; des patches similaires existent pour d'autres marques comme Kodak, Fuji Film et d'autres ; et **c)** utilisation d'un outil de référence des couleurs adapté pour la photo de test de coupe (Bioversity International, Alvarado, 2018 ).

## Annexe 8. Normes relatives aux fèves de cacao par pays et par organisation

**Tableau 47.** Comparaison de la qualité des fèves selon les normes existantes (Beckett, 2009, End et Dand, 2015, US FDA, 2017).

Normes	Grade/ description de la fève	Nombre de fèves	CATÉGORIES DE DÉFAUTS			Humidité %	Matières étrangères
			Moisies %	Ardoisées %	Infestées d'insectes %		
<b>ISO 2451:2017</b>	Grade I	NS <sup>a, b</sup>	3	3	3	≤7,50 <sup>b</sup>	0,75% <sup>b</sup>
	Grade II		4	8	6		
<b>FCC<sup>c</sup></b>	Bien fermentée	100 pour	5 <sup>d</sup>	5	5 <sup>d</sup>	NS <sup>b</sup>	<1,50% <sup>b, e</sup>
	Fermentée équitablement	100g <sup>b</sup>	10 <sup>d</sup>	10	10 <sup>d</sup>		
<b>CMAA<sup>f</sup></b>	Ghana	1000 par kg	4 <sup>g</sup>	10	4 <sup>g</sup>	NS	NS
<b>FDA</b>	Acceptable	NS	4	-	4	NS	≥10,00 mg/lb <sup>h</sup>
<b>ANASE Stan 34:2014</b>	Classe supplémentaire	NS <sup>b</sup>	3	3	2,5	<7,50 <sup>b</sup>	Pratiquement sans déchets
	Classe 1		3	5	3		<2,00%
	Classe 2		4	8	5		<2,50%
<b>The Conseil Café Cacao, Côte d'Ivoire</b>	Grade I	105 pour	3	3	3 <sup>i</sup>	≤8,00 <sup>b</sup>	≤1,00 <sup>b</sup>
	Grade II	100g	4	8	6 <sup>i</sup>		
	Sous-grade		>4	>8	>6 <sup>i</sup>		

**Clé**

- a** NS - Non spécifié.
- b** Les valeurs ne sont pas distinctes d'une classe à l'autre.
- c** La Federation of Cocoa Commerce (FCC) précise que les fèves doivent être de taille uniforme, homogènes et aptes à la production de denrées alimentaires. Les fèves doivent être pratiquement exemptes de contamination, c'est-à-dire d'arômes de fumée, de jambon ou d'autres saveurs, goûts ou odeurs indésirables.
- d** Valeurs maximales pour les produits défectueux (moisies + infestés).
- e** Valeur représentant les déchets passant au travers d'un tamis de 5 mm. En outre, les fèves plates, les grappes de fèves et les matières étrangères ne doivent pas être excessives.
- f** La Cocoa Merchants' Association of America (CMAA) précise que les fèves à odeur de jambon ou de fumée ne sont pas livrables.
- g** La quantité maximale de moisissures et d'infestations est de 6 % (niveaux d'action des défauts de la FDA américaine).
- h** Critères pour recommander une action en justice.
- i** Le nombre maximum de fèves pour les classes primaires et intermédiaires est respectivement de 105 et 120.
- j** Autres défauts, y compris la présence d'insectes.

**Tableau 48.** Normes de classement des fèves de cacao par pays (Dand et Scheu, 1995 publié dans CNUCED et OMC, 2001).

Pays	Autorité standard	Description	Défauts (en pourcentage)										Autres spécifications et commentaires
			Nombre de fèves par 100g	Moisies	Ardoisées	Infestées	Germées	Plates	Violettes	Humidité	% Matières étrangères		
AFCC, à partir du 1/1/99	Bien fermentée	100 (h)	5	5	(d)	NS	(i)	NS	(j)	1,5	Rejet possible si le nombre de fèves est supérieur à 120		
		100 (h)	10	10	(d)	NS	(i)	NS	(j)	1,5	-		
	CAL, à ratifier	Bien fermentée	100 (h)	5	5	(d)	NS	(k)	NS	(j)	1,5	-	
		Fermentée équitablement	100 (h)	10	10	(d)	NS	(k)	NS	(j)	1,5	-	
<b>(a)</b>	Ordonnance type de la FAO	Grade I	(b)	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,5	0	Pour être de qualité marchande, le cacao doit être exempt d'odeurs étrangères et ne doit pas être frelaté.	
		Grade II	(b)	4	8	6	(c)	(c)	NS	7,5	0		
<b>Brésil</b>	Conseil national du commerce extérieur	Supérieure	NS	4	2	(d)	2	(e)	NS	8,0	SN	Maximum de chaque défaut individuel 2%, somme ne dépassant pas 4%	
		Bonne Passable	NS	6	4	(d)	4	(e)	NS	8,0	SN	Maximum de chaque défaut individuel 4%, somme ne dépassant pas 6%.	
		Sous-sol	NS	8	8	5	10	(e)	NS	8,0	1	Légère odeur de fumée admissible.	
<b>Cameroun</b>	Office National du Cacao et du Café	Grade I	(b)	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,5	0	Normes de la FAO. Pour être de qualité marchande, le cacao doit être exempt d'odeurs étrangères et ne doit pas être frelaté.	
		Grade II	(b)	4	8	6	(c)	(c)	NS	7,5	0	Comme pour le grade I. Ne peut être commercialisé que dans le cadre d'un contrat spécial.	
<b>Congo</b>	Office de Commercialisation du Café et du Cacao	Supérieure	NS	3	3	3	3	3	NS	NS	NS	Max. de 3% de la surface infestée, germée ou plate.	
		Courante	NS	4	8	6	6	6	NS	NS	NS	Max. de 6% des plantes infestées, germées ou plates.	
		Limite	NS	NS	20	12	12	12	NS	NS	NS	Sacs de "supérieure" marqués d'un disque, de "courante" de 2, et de "limite" de 3.	
<b>Côte d'Ivoire</b>	Ministère de l'agriculture	Grade I	Uniforme	3	3	3	(c)	(c)	(c)	8,0	0	Les lots doivent être de couleur et de saveur uniformes, sans goût de moisir ou de fumée, avec un maximum de 10% en plus ou en moins de la moyenne de 1/3 du poids moyen des fèves (grade 1 uniquement).	
		Grade II	NS	4	8	6	(c)	(c)	(c)	8,0	0	Tout cacao ne répondant pas aux spécifications du grade 2. Exportation interdite.	

Pays	Autorité standard	Description	Nombre de fèves par 100g	Défauts (en pourcentage)							Humidité	% Matières étrangères	Autres spécifications et commentaires
				Moisies	Ardoisées	Infestées	Germées	Plates	Violettes	Plates			
République dominicaine	Département du cacao, ministère de l'agriculture	Sánchez	159	4	NS	3	3	(e)	NS	NS	9,5	1	Les fèves fumées ne sont pas autorisées, le nombre maximum de défauts sur le cacao exportable est de 6 %.
		Hispaniola, Grade I	120	3	1	3	3	(e)	10	10	7,5	0	Le cacao qui ne répond pas aux normes de classement doit être marqué « stocklot » sur les sacs et les documents, et peut être vendu sur contrat spécial contre échantillon uniquement.
		Hispaniola, Grade II	130	3	3	3	3	(e)	15	15	7,5	0	
Équateur	Ministère de l'industrie, du commerce, etc.	ASSPS	71-74	0	5	0	0	0	10	10	NS	0	Arriba Superior Summer Plantation Sélectionné
		ASSS	75-77	1	9	(d)	(d)	(d)	15	15	NS	0	Arriba Superior Summer Sélectionné
		ASS	81-83	3	12	(d)	(d)	(d)	20	20	NS	0	Arriba Superior Sélectionné
		ASNS	81-83	2	13	(d)	(d)	(d)	25	25	NS	0	Arriba Superior Navidad Sélectionné
		ASW	80-91	5	18	(d)	(d)	(d)	25	25	NS	0	Arriba Superior W
		ASES	80-83	2	18	(d)	(d)	(d)	30	30	NS	0	Arriba Superior Epoca Sélectionné
ASE	91-95	6	30	(d)	(d)	(d)	25	25	NS	0	Arriba Superior Epoca		
Gabon		Naturel	80-83	4	19	(d)	(d)	(d)	30	30	NS	0	Peut comprendre 1% de fèves plates, 1% de monilia ( <i>Monilia fructigena</i> ) endommagées, 1 % de fèves endommagées par des insectes et 1 % de fèves noires.
		Supérieure	NS	3	3	3	3	3	NS	NS	NS	NS	Max. de 3% de la surface infestée, germée ou plate
		Courant	NS	4	8	6	6	6	NS	NS	NS	NS	Max. de 6% de la surface infestée, germée ou plate
		Limite	NS	NS	20	12	12	12	NS	NS	NS	NS	-
Ghana	Ministère de l'agriculture	Grade I	NS	3	3	3	(c)	(c)	NS	NS	7,5	0	-
		Grade II	NS	4	8	6	(c)	(c)	NS	NS	7,5	0	-
Indonésie	Indonesia Cacao Association	Grade AA I	≤85	3	3	3	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	Pour être de qualité marchande, tout le cacao doit être exempt de substances étrangères, d'odeurs et ne doit pas être falsifié.
		Grade AA II	≤85	4	8	6	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	-
		Grade A I	≤100	3	3	3	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	-
		Grade A II	≤100	4	8	6	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	Insectes vivants – aucun.
		Grade B I	101-110	3	3	3	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	-
		Grade B II	101-110	4	8	6	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	Fèves cassées, grües ou coques <3%.
		Grade C I	111-120	3	3	3	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	-
		Grade C II	111-120	4	8	6	(c)	(c)	(c)	NS	7,5	0	La mention "F" dans la description indique une saveur fine.
Sous-grade												Cacao dépassant les limites de la catégorie II	

Pays	Autorité de normalisation	Description	Défauts (en pourcentage)										% Matières étrangères	Autres spécifications et commentaires
			Nombre de fèves par 100g	Moisisés	Ardoisées	Infestées	Germées	Plates	Violettes	Humidité				
<b>Malaisie</b>	Federal Agricultura	SMC 1-A	<100	3	3	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	Cacao présentant une infestation vivante (plus de 10 insectes par sac exige une fumigation).		
		SMC 1-B	100-110	3	3	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	SMC signifie Standard Malaysia Cacao.		
		SMC 1-C	110-120	3	3	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	-		
		SMC 2-A	<100	4	8	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	-		
		SMC 2-B	100-110	4	8	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	-		
		SMC 2-C	110-120	4	8	2,5	(c)	NS	NS	7,5	0	-		
	Inférieure à la norme	>120	>4	>8	>5	-	(c)	NS	NS	NS	-	-		
<b>Nigeria</b>	Federal Produce Service d'inspection	Grade I	(b)	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,5	0	Pour être de qualité marchande, tout le cacao doit être exempt d'odeurs étrangères et ne doit pas être frelaté.		
		Grade II	(b)	4	8	6	(c)	(c)	NS	7,5	0	-		
		Sous-norme											-	
												Cacao dépassant les limites de la catégorie II		
<b>Papouasie Nouvelle-Guinée</b>	Conseil du cacao	Qualité des exportations	(d)	5	1	(d)	(f)	(f)	NS	5,5-7,5	1	Processus de séchage de la fermentation approuvé par le conseil d'administration et exempt d'odeurs étrangères.		
<b>Sierra Leone</b>	Office de commercialisation des produits	Grade I	<96	3	3	3	3	3	NS	NS	NS	Max 15 % de moisissures, ardoisées, infestées, germées ou plates.		
		Grade II	<96	4	8	6	6	6	NS	NS	NS	Max 30 % de moisissures, ardoisées, infestées, germées ou plates.		
		Sous-catégorie										-	-	
												Cacao dépassant les limites de la catégorie II		
<b>Îles Salomon</b>	Office de commercialisation des produits de base d'exportation	Grade I	NS	3	3	(c)	(c)	(c)	NS	NS	0	Le cacao destiné à l'exportation doit être fermenté, bien sec, exempt de 'odeurs anormales ou étrangères et exempts d'adulteration, raisonnablement exempt d'insectes vivants, de fèves cassées, de grués et de morceaux de coques.		
		Grade II	NS	4	8	6	(c)	(c)	NS	NS	0	-		
<b>Togo</b>		Grade I	(b)	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,5	0	Pour être de qualité marchande, tout le cacao doit être exempt de substances étrangères et ne doit pas être frelaté.		
		Grade II	(b)	4	8	6	(c)	(c)	NS	7,5	0	-		
		Sous-norme											Ne peut être commercialisé que dans le cadre d'un contrat spécial.	
												Cacao qui dépasse les limites de la catégorie II		

Pays	Autorité standard	Description	Nombre de fèves par 100g	Défauts (en pourcentage)							% Matière étrangère	Autres spécifications et commentaires
				Moisies	Ardoisées	Infestées	Germées	Plates	Violettes	Humidité		
Vanuatu	Département de l'Agriculture	I-A	<100	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,0	NS	-
		I-B	101-120	3	3	3	(c)	(c)	NS	7,0	NS	-
		II	<120	4	<8	<6	(c)	(c)	NS	7,0	NS	-
		Inférieur à la norme	<120	5-10	8	6-20	(c)	(c)	NS	7,0	NS	-
		Inférieur	>200	>10	>50	>20	(c)	(c)	NS	7,0	NS	-
États-Unis	Food and Drug Administration	Manuel FDA de niveaux de défauts	NS	4	NS	4	NS	NS	NS	NS	0	Le cacao doit être sain, raisonnablement exempt de matières étrangères ou d'odeurs, d'infestations vivantes et de frelatage. Le nombre total de défauts ne doit pas dépasser 6 %.
Samoa occidentales	Loi sur le cacao 1989	Norme d'exportation	<100	5	5	(c)	5	(e)	NS	5,5-7,5	1	Les fèves ardoisées, plates, cassées, gruéées, germées ou défectueuses ne doivent pas dépasser 5%. Exemptes d'odeurs nauséabondes et étrangères.
République Démocratique du Congo		Bonne qualité	<80	5	5	5	NS	NS	NS	NS	NS	Max 10% de moisies et infestées.
		Courante	81-85	5	5	5	NS	NS	NS	NS	NS	Max 10% de moisies et infestées.

### Clé

**NS** Non spécifié.

**a** Cette oronnance a été adoptée par plusieurs pays, dans certains cas avec des modifications, mais elle n'a pas force de loi en soi.

**b** Pas plus de 12 % des fèves doivent se situer en dehors de la fourchette de +/- un tiers du poids moyen.

**c** Inclus dans les infestations d'insectes.

**d** Inclus dans moisie

**e** Inclus dans le terme « germé ».

**f** Inclus dans les matières étrangères.

**g** Barème détaillé des remises en fonction de la taille des fèves.

**h** Si la description comprend « Culture principale ».

**i** Les fèves plates ne sont considérées comme des fèves défectueuses que si la parcelle ne fait pas l'objet d'un abattement ou d'un remplacement pour le nombre de fèves.

**j** Le colis doit être sec.

**k** Considéré comme une coque de cacao.

## Annexe 9. Ajustements de la durée et de la température de torréfaction en fonction de la taille et de la teneur en eau des fèves de cacao

**Tableau 49.** Ajustements de la température de torréfaction (°C) et de la durée (minutes) en fonction de la teneur en eau (%) et de la taille des fèves de cacao (nombre de fèves par 100g ou poids moyen des fèves) (Comité technique « Cacao d'Excellence », 2019).

Pour un taux d'humidité compris entre 5,5 et 7,3 %\*

Température (°C)	TAUX D'HUMIDITÉ DES FÈVES (%)																			
	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2		7,3
50	-4 0	-4 +1	-4 +1	-4 +1	-4 +2	-4 +2	-4 +2	-4 +3	-4 +3	-4 +3	-4 +4	-4 +4	-4 +4	-4 +5	-4 +5	-4 +5	-4 +6	-4 +6	-4 +6	2,00
55	-4 -1	-4 0	-4 0	-4 0	-4 +1	-4 +1	-4 +1	-4 +2	-4 +2	-4 +2	-4 +3	-4 +3	-4 +3	-4 +4	-4 +4	-4 +4	-4 +5	-4 +5	-4 +5	1,82
60	-3 -1	-3 -1	-3 -1	-3 0	-3 0	-3 0	-3 +1	-3 +1	-3 +1	-3 +2	-3 +2	-3 +2	-3 +3	-3 +3	-3 +3	-3 +4	-3 +4	-3 +4	-3 +5	1,67
65	-3 -2	-3 -2	-3 -1	-3 -1	-3 -1	-3 0	-3 0	-3 0	-3 +1	-3 +1	-3 +1	-3 +2	-3 +2	-3 +2	-3 +3	-3 +3	-3 +3	-3 +4	-3 +4	1,54
70	-2 -3	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -1	-2 -1	-2 -1	-2 0	-2 0	-2 0	-2 +1	-2 +1	-2 +1	-2 +2	-2 +2	-2 +2	-2 +3	-2 +3	-2 +3	1,43
75	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -1	-2 -1	-2 -1	-2 0	-2 0	-2 0	-2 +1	-2 +1	-2 +1	-2 +2	-2 +2	-2 +2	-2 +3	1,33
80	-2 -4	-2 -4	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -1	-2 -1	-2 -1	-2 0	-2 0	-2 0	-2 +1	-2 +1	-2 +1	-2 +2	-2 +2	1,25
85	-1 -5	-1 -4	-1 -4	-1 -4	-1 -3	-1 -3	-1 -3	-1 -2	-1 -2	-1 -2	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 0	-1 0	-1 0	-1 +1	-1 +1	-1 +1	1,18
90	-1 -6	-1 -5	-1 -5	-1 -5	-1 -4	-1 -4	-1 -4	-1 -3	-1 -3	-1 -3	-1 -2	-1 -2	-1 -2	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 0	-1 0	-1 0	1,11
95	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	1,05
100	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	1,00
105	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0,95
110	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0,91
115	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0,87
120	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0,83
125	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0,80
130	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0,77
135	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0,74
140	0 -13	0 -12	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0,71
145	0 -13	0 -13	0 -13	0 -12	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0,69
150	0 -14	0 -14	0 -13	0 -13	0 -13	0 -12	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0,67
155	0 -15	0 -15	0 -14	0 -14	0 -14	0 -13	0 -13	0 -13	0 -12	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0 -9	0 -9	0,65
160	0 -16	0 -15	0 -15	0 -15	0 -14	0 -14	0 -14	0 -13	0 -13	0 -13	0 -12	0 -12	0 -12	0 -11	0 -11	0 -11	0 -10	0 -10	0 -10	0,63

\*Pour des taux d'humidité plus élevés, voir la page suivante.



Tableau pour un taux d'humidité compris entre 7,4 et 9,2%\*

Température (°C)	TAUX D'HUMIDITÉ DES FÈVES (%)																			
	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1		9,2
NOMBRE DE FÊTONES POUR 100 g	50	-4 +7	-4 +7	-4 +7	-4 +8	-4 +8	-4 +8	-4 +9	-4 +9	-4 +9	-4 +10	-4 +10	-4 +10	-4 +11	-4 +11	-4 +11	-4 +12	-4 +12	-4 +12	2,00
	55	-4 +6	-4 +6	-4 +6	-4 +7	-4 +7	-4 +7	-4 +8	-4 +8	-4 +8	-4 +9	-4 +9	-4 +9	-4 +10	-4 +10	-4 +10	-4 +11	-4 +11	-4 +11	1,82
	60	-3 +5	-3 +5	-3 +6	-3 +6	-3 +6	-3 +7	-3 +7	-3 +7	-3 +8	-3 +8	-3 +8	-3 +9	-3 +9	-3 +9	-3 +10	-3 +10	-3 +10	-3 +11	1,67
	65	-3 +4	-3 +5	-3 +5	-3 +5	-3 +6	-3 +6	-3 +6	-3 +7	-3 +7	-3 +7	-3 +8	-3 +8	-3 +8	-3 +9	-3 +9	-3 +9	-3 +10	-3 +10	1,54
	70	-2 +4	-2 +4	-2 +4	-2 +5	-2 +5	-2 +5	-2 +6	-2 +6	-2 +6	-2 +7	-2 +7	-2 +7	-2 +8	-2 +8	-2 +8	-2 +9	-2 +9	-2 +9	1,43
	75	-2 +3	-2 +3	-2 +4	-2 +4	-2 +4	-2 +5	-2 +5	-2 +5	-2 +6	-2 +6	-2 +6	-2 +7	-2 +7	-2 +7	-2 +8	-2 +8	-2 +8	-2 +9	1,33
	80	-2 +2	-2 +3	-2 +3	-2 +3	-2 +4	-2 +4	-2 +4	-2 +5	-2 +5	-2 +5	-2 +6	-2 +6	-2 +6	-2 +7	-2 +7	-2 +7	-2 +8	-2 +8	1,25
	85	-1 +2	-1 +2	-1 +2	-1 +3	-1 +3	-1 +3	-1 +4	-1 +4	-1 +4	-1 +5	-1 +5	-1 +5	-1 +6	-1 +6	-1 +6	-1 +7	-1 +7	-1 +7	1,18
	90	-1 +1	-1 +1	-1 +1	-1 +2	-1 +2	-1 +2	-1 +3	-1 +3	-1 +3	-1 +4	-1 +4	-1 +4	-1 +5	-1 +5	-1 +5	-1 +6	-1 +6	-1 +6	1,11
	95	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0 +3	0 +3	0 +3	0 +4	0 +4	0 +4	0 +5	0 +5	0 +5	0 +6	1,05
	100	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0 +3	0 +3	0 +3	0 +4	0 +4	0 +4	0 +5	0 +5	1,00
	105	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0 +3	0 +3	0 +3	0 +4	0 +4	0 +4	0,95
	110	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0 +3	0 +3	0 +3	0 +4	0,91
	115	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0 +3	0 +3	0,87
	120	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0 +2	0 +2	0 +2	0,83
	125	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0 +1	0 +1	0,80
	130	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0 0	0 +1	0,77
	135	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0 0	0 0	0,74
	140	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0 -1	0 -1	0,71
	145	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0 -2	0 -1	0,69
150	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0 -3	0 -2	0 -2	0,67	
155	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0 -3	0 -3	0,65	
160	0 -9	0 -9	0 -9	0 -8	0 -8	0 -8	0 -7	0 -7	0 -7	0 -6	0 -6	0 -6	0 -5	0 -5	0 -5	0 -4	0 -4	0 -4	0,63	
																			POIDS MOYEN DES FÈVES (g)	

\*Pour un taux d'humidité inférieur, voir la page précédente.

## 9.1 Exemple de réglage des conditions de torréfaction

Dans les tableaux précédents, les ajustements sont indiqués dans la case qui correspond à l'intersection de la teneur en eau (axe horizontal) et de la taille des fèves indiquée comme nombre de fèves par 100g (axe vertical gauche) ou de la taille des fèves indiquée comme poids moyen des fèves (axe vertical droit). Dans la case, le nombre supérieur représente l'ajustement de la température (en °C) tandis que le nombre inférieur représente l'ajustement du temps (en minutes).

**Tableau 50.** Exemple : Fèves présentant les caractéristiques suivantes et les conditions de base de la torréfaction.

Arôme du test de coupe	<b>Aucune note aromatique significative n'a été perçue</b>
Teneur en eau (%)	<b>7,8</b>
Nombre de fèves (nombre de fèves dans 100 g)	<b>65</b>
Conditions de torréfaction de base sélectionnées	<b>Torréfaction complète à 130°C (266°F) pendant 25 minutes</b>

Dans l'exemple du tableau ci-dessus, les informations à l'intersection du taux d'humidité et du nombre de fèves indiquent un "-3" en haut et un "+6" en bas, ce qui signifie que trois degrés seraient déduits de la température de torréfaction et que six minutes seraient ajoutées à la durée de torréfaction, ce qui donnerait 127°C pendant 31 minutes.

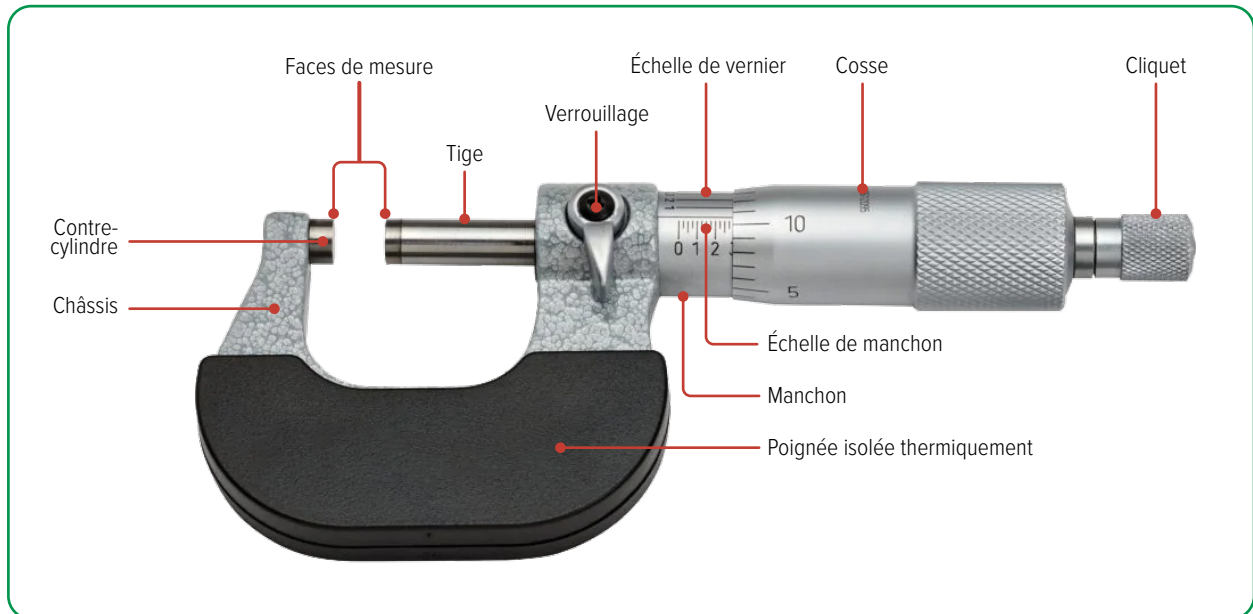
		Température (°C)	TAUX D'HUMIDITÉ DES FÈVES (%)							
			7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1
NOMBRE DE FÈTONES PAR 100 g	Temps (min)									
	50	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
	55	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
	60	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
65	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	

**Figure 36.** Lecture du tableau des ajustements de la durée et de la température de torréfaction pour des fèves de cacao à 7,8 % d'humidité et un nombre de 60 fèves/100 g.



## Annexe 10. Utilisation d'un micromètre pour mesurer la taille des particules de la masse de cacao

Le micromètre de Vernier doit couvrir la plage de 0 à 25 mm et avoir une précision de 0,001 mm.



**Figure 37.** Principales parties d'un micromètre de vernier standard.

La figure ci-dessus décrit les parties d'un micromètre de Vernier. La procédure générale d'utilisation d'un micromètre est détaillée ci-dessous. Toutefois, il est recommandé de se référer au manuel d'utilisation spécifique au modèle de micromètre à utiliser.

### 10.1 Mise à zéro du micromètre

1. Ouvrez le micromètre entre 1 et 1,5 cm pour accéder facilement aux faces de mesure.
2. Nettoyez les faces de mesure supérieure et inférieure avec du papier de soie ou une serviette en papier douce.
3. Fermez le micromètre en faisant tourner la cosse vers le bas.
4. Lorsque l'espace entre les faces de mesure est d'environ 300  $\mu\text{m}$ , ralentissez la vitesse de rotation de la cosse et fermez complètement le micromètre progressivement et en douceur en une seule fois.
5. Lisez le micromètre. Il doit indiquer zéro.
6. Si le micromètre n'indique pas zéro, nettoyez les faces de mesure :
  - a. Ouvrez le micromètre.
  - b. Insérez une feuille de papier d'impression propre.
  - c. Fermez doucement le micromètre et retirez le papier.
7. Répétez la fermeture jusqu'à ce qu'il indique zéro. S'il n'indique toujours pas zéro, suivez le manuel de l'utilisateur pour ajuster la déviation.

## 10.2 Mesure de la taille des particules de la masse de cacao

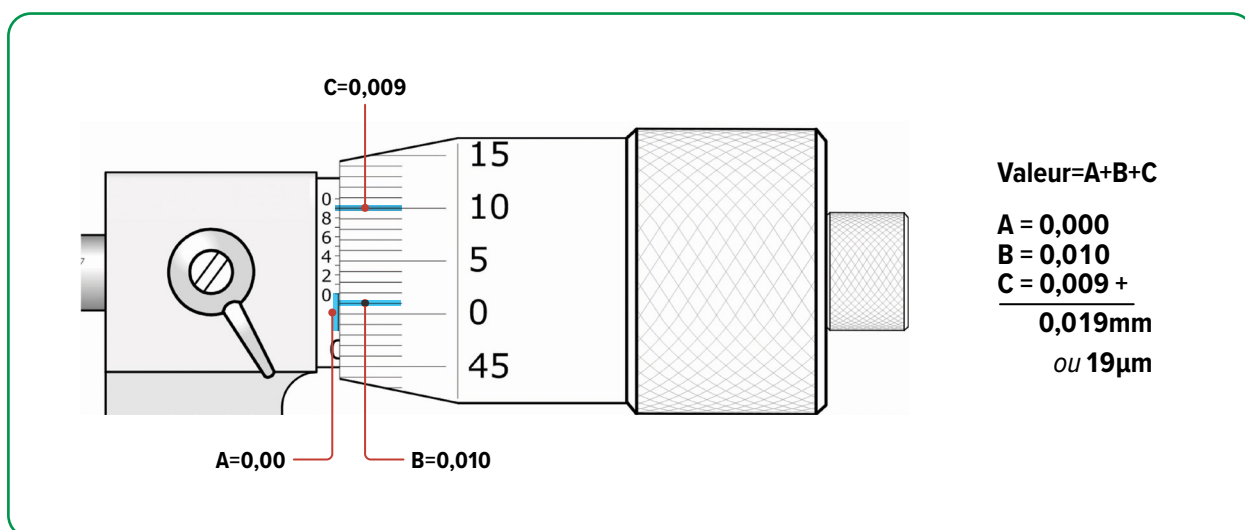


**Figure 38.** Procédure de préparation de la masse de cacao à l'aide d'huile minérale, pour mesurer la taille des particules à l'aide d'un micromètre (Bioversity International, Archila, 2022).

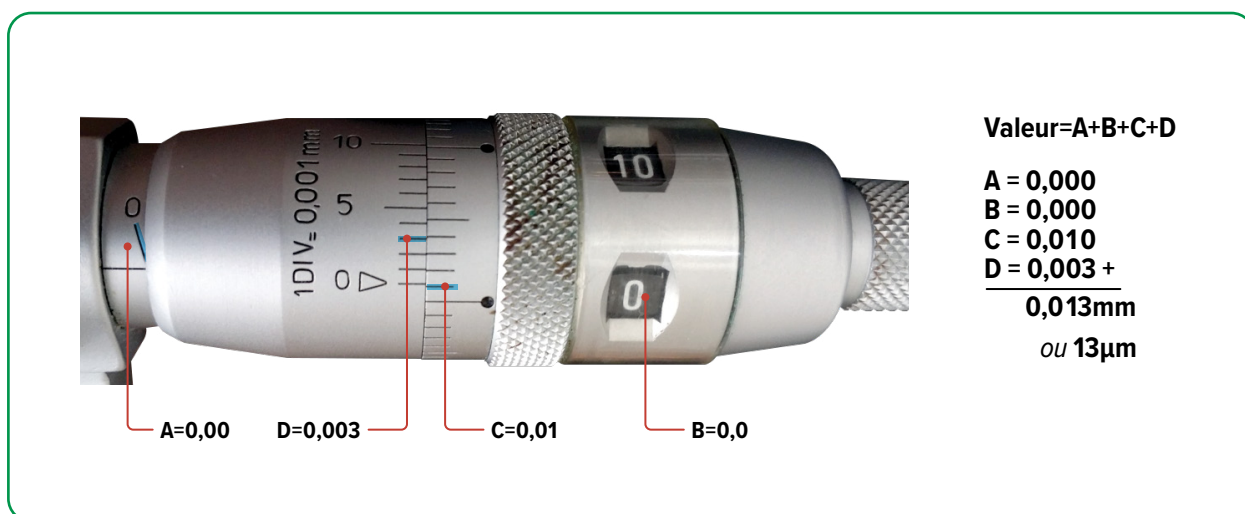
1. Diluez une portion de masse de cacao liquide avec de l'huile minérale dans une proportion de 1:1 (poids/poids) et mélangez sur une tuile blanche chaude pour séparer les particules agglomérées comme indiqué dans la figure ci-dessous.
2. Tenez le micromètre en position verticale de manière à ce que les faces de mesure soient orientées horizontalement et que la tige soit en bas. Déposer une goutte du mélange d'huile de masse de cacao sur la face de mesure de la tige.
3. Fermez le micromètre en faisant tourner le barillet vers le bas.
4. Lorsque l'espace entre le contre cylindre et la tige est d'environ 300  $\mu\text{m}$ , ralentissez la vitesse de rotation du barillet et fermez le micromètre progressivement et en douceur en une seule fois.
5. Lisez les valeurs. Les étapes de la lecture des valeurs sont décrites aux points 10.3.1 et 10.3.2 ci-dessous.

### 10.3 Micromètre analogique

Dans un micromètre analogique, les valeurs indiquées dans chaque échelle sont additionnées pour obtenir la mesure. Les figures 39 et 40 montrent deux exemples de lectures avec un micromètre de Vernier standard et un micromètre de Vernier de haute précision.



**Figure 39.** Lecture de micromètres analogiques avec une résolution de 0,001 mm. Micromètre de Vernier standard ([stefanelli.eng.br/es](http://stefanelli.eng.br/es)).



**Figure 40.** Lecture de micromètres analogiques avec une résolution de 0,001 mm : micromètre de vernier de haute précision (Seguine, 2014).

Les étapes pour lire les mesures dans un micromètre standard et de haute précision avec Vernier sont les suivantes :

### 10.3.1 Pour un micromètre de Vernier standard (figure 39) :

1. Lisez la valeur A, en unités de 1 mm, à l'aide de l'échelle sur le manchon ; la valeur est indiquée par la dernière ligne avant le début de la cosse.
2. Lisez la valeur B, en unités de 0,010 mm, à l'aide de l'échelle de la cosse. La valeur est indiquée par la ligne la plus proche située sous la ligne zéro de l'échelle du manchon.
3. Lisez la valeur C, en unités de 0,001 mm, à l'aide de l'échelle de vernier située sur le manchon. La valeur est indiquée par la ligne qui correspond parfaitement à une ligne sur la cosse.
4. Additionnez les valeurs A, B et C pour obtenir la mesure totale.

### 10.3.2 Pour un micromètre de Vernier de haute précision (figure 40) :

1. Lisez la valeur A, en unités de 1 mm, à l'aide de l'échelle située sur le manchon. La valeur est indiquée par la dernière ligne avant le début de la cosse.
2. Lisez la valeur B, en unités de 0,1 mm, directement sur l'affichage numérique qui se trouve sur ou juste en dessous de la ligne zéro (à gauche).
3. Lisez la valeur C, en unités de 0,01 mm, à l'aide de l'échelle située à droite du dé à coudre. La valeur est indiquée en comptant les petites lignes entre la ligne zéro (à gauche) et la ligne numérotée suivante (longue).
4. Lisez la valeur D, en unités de 0,001 mm, à l'aide de l'échelle située sur la partie gauche de la cosse. La valeur est indiquée par la première ligne qui correspond parfaitement à une ligne de l'échelle de gauche.
5. Additionnez les valeurs A, B, C et D pour obtenir la mesure totale.

## 10.4 Micromètre numérique

Sur un micromètre numérique, lisez la valeur totale sur l'écran (figure 72c). Sur certains micromètres numériques, la troisième décimale (unités de 0,001 mm) n'est lisible que sur l'échelle de vernier (figure 72d).



**NOTE :** Dans tous les cas, une fois l'utilisation terminée, éteignez le micromètre et utilisez un mouchoir en papier ou une serviette en papier douce pour nettoyer les faces de mesure du micromètre. Si nécessaire, une feuille de papier d'impression.



## Annexe 11. Exemples de calcul des ingrédients pour la transformation du chocolat

En prenant comme base de calcul la quantité totale de chocolat souhaitée :

Définition des variables	Formule
<ul style="list-style-type: none"> <li><math>P_{\text{CHOCOLAT}}</math>: poids de la quantité de chocolat à produire (g)</li> <li><math>P</math>: pourcentage de l'ingrédient tel qu'indiqué dans la formule (%)</li> <li><math>P</math>: poids de l'ingrédient (g)</li> </ul>	$P = \frac{P_{\text{CHOCOLAT}}}{100} \times P$
<p><b>Exemple :</b> Vous produirez 3000,0g de chocolat avec la recette indiquée dans le tableau 31, section 14.4.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>P_{\text{CHOCOLAT}} = 3\,000,0\text{g}</math></li> <li>Poids de la masse de cacao <math>P = \frac{P_{\text{CHOCOLAT}}}{100} \times P = \frac{3\,000,0\text{g}}{100} \times 63 = 1\,890,0\text{g}</math></li> <li>Poids du sucre <math>P = \frac{P_{\text{CHOCOLAT}}}{100} \times P = \frac{3\,000,0\text{g}}{100} \times 30 = 900\text{g}</math></li> <li>Poids du beurre de cacao <math>P = \frac{P_{\text{CHOCOLAT}}}{100} \times P = \frac{3\,000,0\text{g}}{100} \times 7 = 210\text{g}</math></li> </ul>	

Figure 41. Exemples de calcul d'ingrédients avec comme base la quantité totale de chocolat souhaitée.

Le calcul des ingrédients pour la transformation du chocolat en prenant pour base la quantité totale de chocolat souhaitée est le suivant :

Définition des variables	Formule
<ul style="list-style-type: none"> <li><math>p_{\text{MC}}</math>: poids de la masse de cacao (g)</li> <li><math>p_{\text{MC}}</math>: pourcentage de la masse de cacao tel qu'indiqué dans la formule (%)</li> <li><math>P</math>: poids de l'ingrédient (g)</li> <li><math>P</math>: pourcentage de l'ingrédient tel qu'indiqué dans la formule (%)</li> </ul>	$P = \frac{p_{\text{MC}}}{100} \times P$
<p><b>Exemple :</b> Vous avez 2 150,0g de masse de cacao dans le mélangeur et vous allez produire du chocolat avec cette masse en utilisant la recette indiquée dans le tableau 31, section 14.4.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>p_{\text{MC}} = 2\,150,0\text{g}</math></li> <li>Poids du beurre de cacao <math>P = \frac{p_{\text{LC}}}{p_{\text{MC}}} \times P = \frac{2\,150,0\text{g}}{63} \times 7 = 238,9\text{g}</math></li> <li>Poids du sucre <math>P = \frac{p_{\text{LC}}}{p_{\text{MC}}} \times P = \frac{2\,150,0\text{g}}{63} \times 30 = 1\,023,8\text{g}</math></li> <li>La quantité totale de chocolat à produire est la somme de tous les ingrédients :  <math>= 2\,150,0\text{g} + 238,9 + 1\,023,8 = 3\,412,7\text{g}</math></li> </ul>	

Figure 42. Exemples de calcul d'ingrédients avec la masse de cacao comme base.

## Annexe 12. Chauffage et refroidissement manuels du chocolat pendant le processus de tempérage

**Tableau 51.** Options de chauffage et de refroidissement manuel du chocolat : avantages et inconvénients.

Option	Chauffage	Refroidissement	Avantages	Inconvénients
1	Bain d'eau chaude	Dalle de marbre	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Très rapide</li> <li>2 Le chauffage est continu</li> <li>3 Vous pouvez contrôler la température en continu pendant le chauffage</li> <li>4 Vous pouvez agiter l'échantillon en continu pendant le chauffage</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Risque de gouttes d'eau dans le chocolat pendant le refroidissement</li> </ol>
2	Bain d'eau chaude	Bain d'eau froide	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Le chauffage est progressif et continu</li> <li>2 Vous pouvez contrôler la température en continu pendant le chauffage</li> <li>3 Vous pouvez agiter l'échantillon en continu pendant le chauffage</li> <li>4 Vous contrôlez mieux la température pendant le refroidissement</li> <li>5 Applicable à toute température ambiante</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Risque de gouttes d'eau dans le chocolat pendant le refroidissement</li> <li>2 Le refroidissement est plus long qu'avec une plaque de marbre</li> </ol>
3	Micro-ondes	Dalle de marbre	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Rapide</li> <li>2 Aucune eau n'est utilisée, il n'y a donc pas de risque que des gouttes d'eau tombent dans le chocolat.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Si la température ambiante est supérieure à 20°C (68°F), la plaque de marbre peut se réchauffer et ne plus refroidir le chocolat, ou prendre beaucoup de temps.</li> <li>2 Risque de brûlage de l'échantillon</li> <li>3 Il n'est pas possible de contrôler la température en continu</li> </ol>
4	Micro-ondes	Bain d'eau froide	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Meilleur contrôle de la température pendant le refroidissement</li> <li>2 Applicable à toute température ambiante</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Risque de brûlage de l'échantillon</li> <li>2 Le contrôle de la température pendant le chauffage n'est possible qu'entre les intervalles de chauffage.</li> </ol>



## Annexe 13. Résolution des problèmes de tempérage

Tableau 52. Dépannage pour le processus de tempérage.

Problème	Solution probable
<b>Le chocolat a brûlé lorsqu'il a été chauffé au micro-ondes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le chocolat brûlé est irrécupérable. Jetez-le ou utilisez-le pour la pâtisserie.</li><li>• Réduire la durée des intervalles de chauffage.</li></ul>
<b>Chauffer le chocolat à plus de 50°C (122°F) pendant qu'il fond</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si le chocolat n'est pas brûlé (odeur de brûlé et/ou formation de petites particules dures), continuez le processus.</li></ul>
<b>Des gouttes d'eau tombent dans le chocolat fondu</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essayez de retirer à la cuillère le chocolat entourant les gouttes d'eau. Si ce n'est pas possible, continuez à travailler si le chocolat est encore fluide, mais il est probable que le tempérage ne sera pas homogène.</li><li>• Si le chocolat n'est pas assez fluide, vous ne pourrez pas le récupérer.</li><li>• Jetez-le ou utilisez-le pour la pâtisserie ou les boissons.</li></ul>
<b>Refroidir le chocolat à une température inférieure à 26-27°C (79-81°F) lors de la trempe avec la méthode de refroidissement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Continuez à le chauffer jusqu'à 31-33°C (88-91°F). Le processus sera plus long, le temps dépendant de la froideur du chocolat.</li></ul>
<b>Chauffer le chocolat à plus de 33°C (91°F) lors de la trempe avec la méthode de refroidissement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recommencez. Faites-le fondre complètement en le chauffant à 45-50°C (113-122°F) et répétez le processus.</li></ul>
<b>Des gouttes d'eau sont apparues sur les morceaux de chocolat après les avoir sortis du réfrigérateur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les causes possibles sont les suivantes :<ul style="list-style-type: none"><li>» L'humidité de l'air est trop élevée</li><li>» La température ambiante est trop élevée</li><li>» Les chocolats ont été refroidis au-delà du temps nécessaire à leur solidification.</li></ul></li><li>• Séchez les chocolats avec une serviette en papier. Ces chocolats perdront rapidement leur caractère et ne seront pas récupérables.</li><li>• Pour le prochain lot :<ul style="list-style-type: none"><li>» Vérifiez l'humidité et la température de la pièce. Réglez-les à &lt;70 % d'humidité relative et à 18-20 °C (64-68 °F).</li></ul></li><li>• Si vous ne pouvez pas modifier les conditions d'humidité et de température de la pièce, essayez de refroidir les chocolats pendant une minute seulement, puis sortez-les. Identifiez l'endroit le plus frais de la pièce et laissez-y les chocolats jusqu'à ce qu'ils se solidifient.</li></ul>

## Annexe 14. Tous les équipements, outils et matériaux

Les équipements, outils et matériaux décrits dans les sections A, B, C et D sont illustrés ci-dessous à des fins visuelles.

### 14.1 Équipement, outils et matériel d'échantillonnage

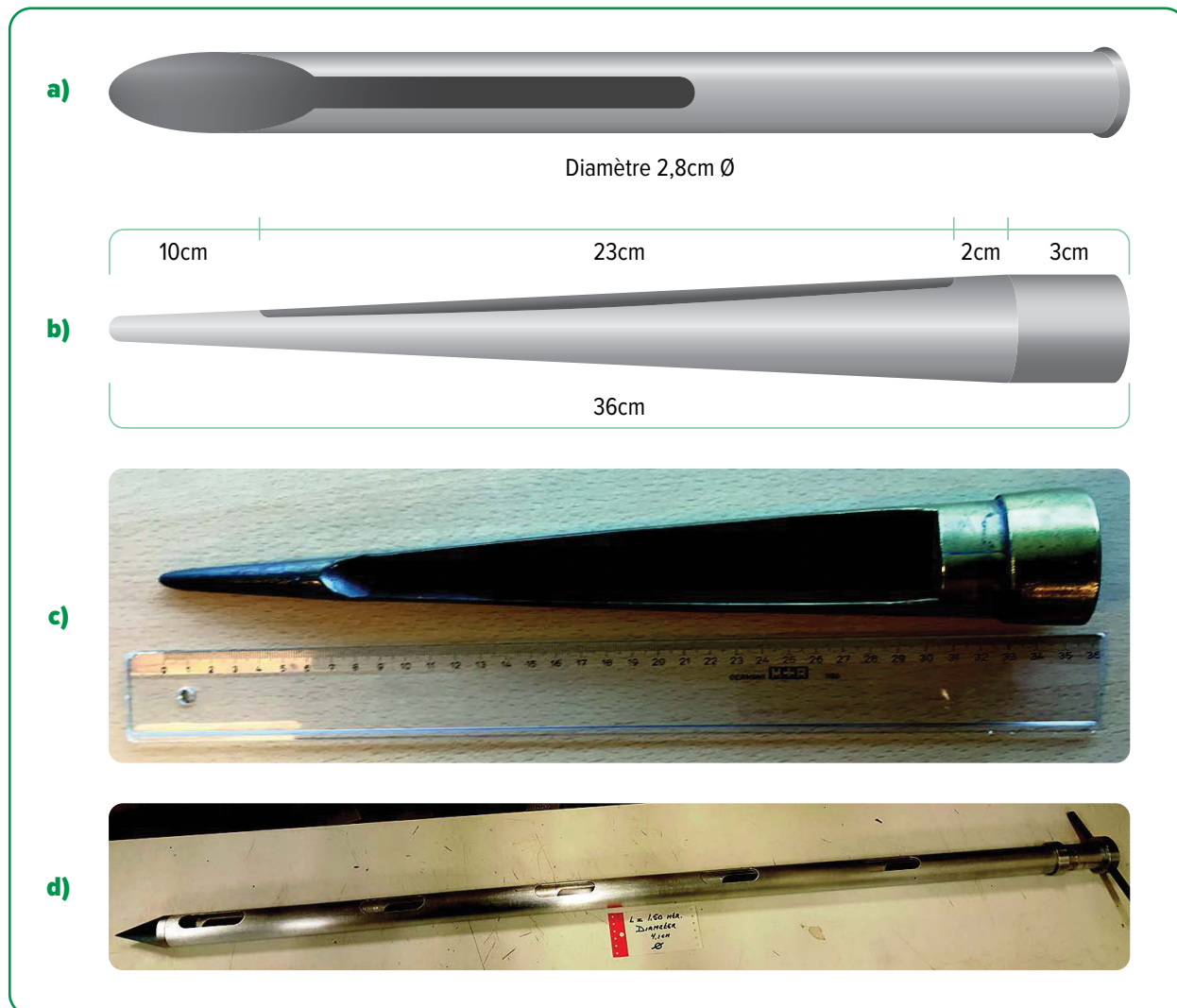
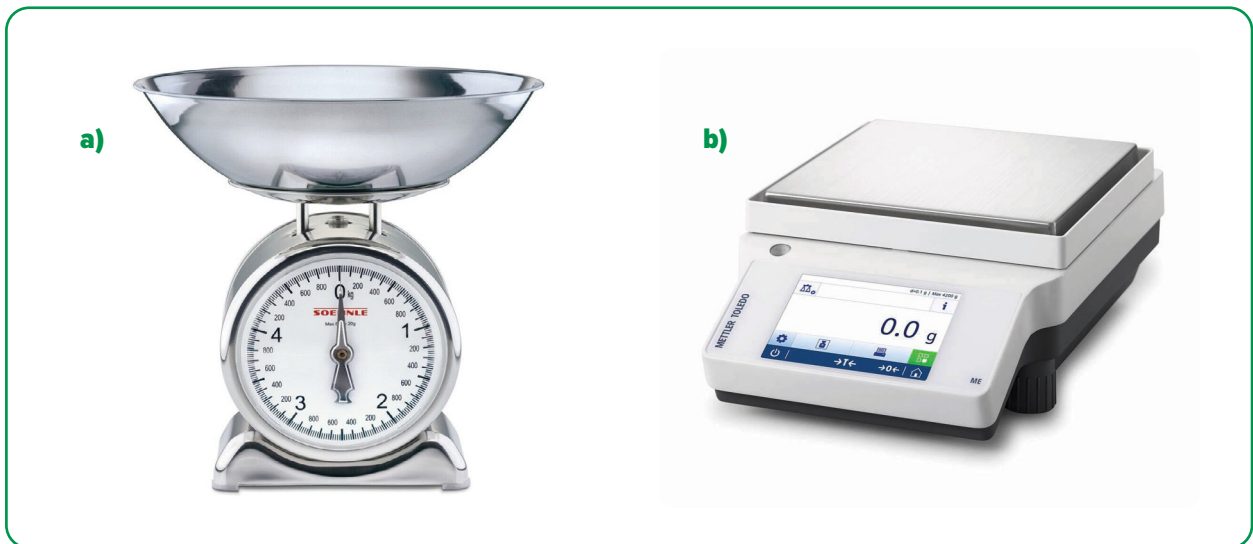


Figure 43. Exemples de lances pour l'échantillonnage de fèves en sacs (a, b et c) et pour l'échantillonnage de fèves en vrac (d). (ISO, 2292:2017).



Figure 44. Exemples d'écoques d'échantillonnage pour l'échantillonnage en vrac.



**Figure 45.** Exemples de balances d'une capacité d'au moins 2 kg : **a)** analogiques et **b)** numériques. ([soehnle-professional.com/en](http://soehnle-professional.com/en); [mt.com](http://mt.com)).



**Figure 46.** Exemple de récipients de stockage (a) en acier inoxydable et (b) en plastique pour la préparation de l'échantillon composite à partir d'échantillons primaires ou élémentaires. Les récipients de stockage doivent être équipés de couvercles afin de minimiser la perte/le gain d'humidité, l'absorption d'odeurs étrangères/de mauvaises odeurs et l'infestation par les insectes et/ou les rongeurs. ([sampling.com](http://sampling.com); [mannlakeltd.com](http://mannlakeltd.com)).



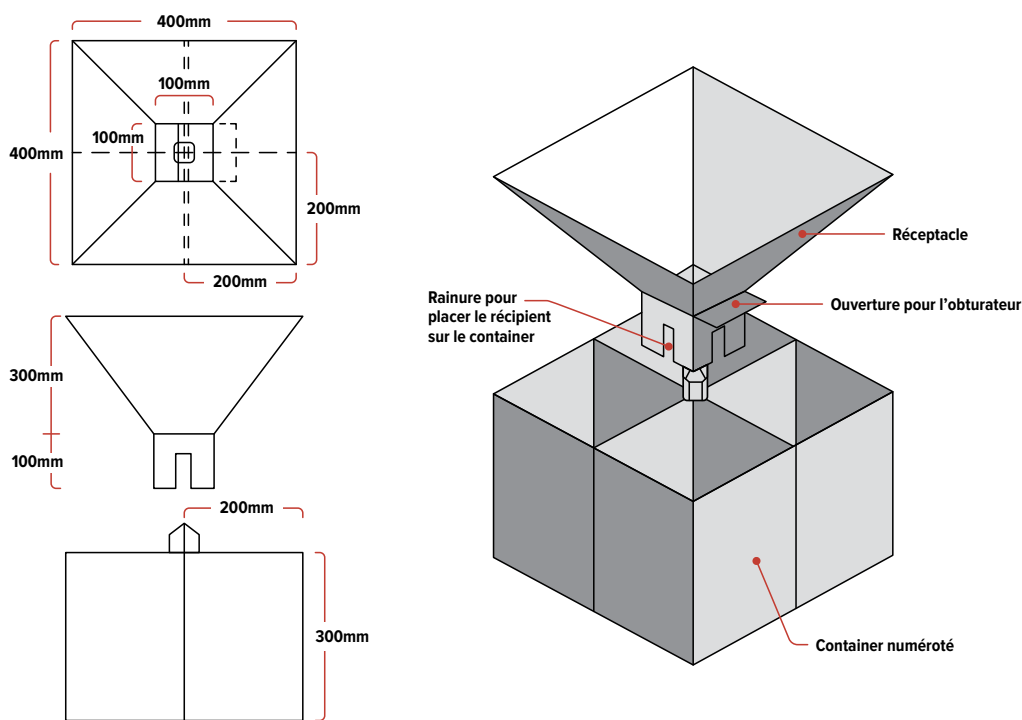


Figure 47. Intérieur d'un outil d'écartement montrant les fers d'écartement (MS, 230:2007).

Tableau 53. Exemples de spécifications pour une lance d'échantillonnage pour l'échantillonnage en sacs et en vrac (ISO 2292:2017).

Paramètres	Échantillonnage en sacs	Échantillonnage en vrac
Longueur	De 35 à 45 cm	De 150 à 250 cm
Diamètre (intérieur)	De 2,8 à 3,0 cm	De 3,5 à 4,1 cm
Diamètre (extérieur)	De 3,0 à 3,2 cm	De 3,6 à 4,2 cm
Épaisseur	Max 2 mm	Max 2 mm
Poids	Environ 230 g	Pas de recommandation
Matériau	Aluminium/alliage	Aluminium
Angle	Environ 20°	Le cas échéant, environ 20°

Tableau 54. Exemples de spécifications pour les bennes d'échantillonnage portatives pour l'échantillonnage en vrac (Sampling Systems Ltd., 2018).

Pièce N°	Capacité nominale (g)	Largeur du corps (mm)	Longueur du corps (mm)	Longueur totale (mm)
A643-100	100	60	115	180
A643-200	200	75	135	205
A643-300	300	90	150	230
A643-500	500	110	180	270

**Tableau 55.** Exemples de spécifications pour les récipients de stockage en acier inoxydable pour les échantillons composites (Sampling Systems Ltd., 2018).

Acier inoxydable 304 Pièce N°	Acier inoxydable 316L Pièce N°	Capacité nominale (kg)	Hauteur (mm)	Diamètre (mm)
A434-1	A446-1	1,0	155	100
A434-2	A446-2	2,0	175	130
A434-3	A446-3	3,0	185	155
A434-5	A446-5	5,0	240	175
A434-6	A446-6	6,0	280	175
A434-8	A446-8	8,0	285	200
A434-10	A446-10	10,0	295	220
A434-12	A446-12	12,5	285	240
A434-15	A446-15	15,0	285	270

## 14.2 Équipements, outils et matériaux pour l'évaluation de la teneur en eau



**Figure 48.** a) étuve, b) déshydrateur ; et c) plats en métal, pour déterminer la teneur en eau par la méthode de séchage à l'étuve ([matest.com](http://matest.com); [coleparmer.co.uk](http://coleparmer.co.uk); [certifiedmtp.com](http://certifiedmtp.com)).



**Figure 49.** a) Humidimètre spécifique au cacao Aqua-Boy KAM III avec électrode à cupule 202 et b) électrode à stabulation 209 b, câble et support. ([aqua-boy.co.uk](http://aqua-boy.co.uk)).

**Tableau 56.** Spécifications de l'humidimètre Aqua-Boy KAM III (Enercorp Instruments Ltd, 2008).

Échelle intégrée	2%–20%
Taille	6 5/8 x 4 1/2 x 2'
Longueur	170mm
Largeur	115mm
Hauteur	50mm
Source d'alimentation	Batterie 1x9V
Précision	±0.1%
Reproductibilité	0,2%
Affichage	Analogique



**Tableau 57.** Spécifications de l'humidimètre Mini GAC 2500 de Dickey-John (Dickey-John, 2017).

Plage de température de fonctionnement	5–45°C (40–113°F)
Plage de température des fèves validée	5–45°C (40–113°F)
Plage de température de fonctionnement des fèves	0–50°C (32–122°F)
Différence de température maximale recommandée entre l'analyseur et les fèves)	20°C (36°F)
Humidité	5–95%, sans condensation
Poids	1.1kg (2lb 7oz)
Source d'alimentation	Une pile alcaline de 9V est incluse. Un indicateur de pile faible sur l'écran permet de savoir s'il est nécessaire de la remplacer.



**Figure 50.** Humidimètre Mini GAC 2500 de Dickey-John avec chargeur ([dickey-john.com](http://dickey-john.com)).



**Figure 51.** Humidimètre de Wile Coffee and Cocoa ([wile.fi](http://wile.fi)).

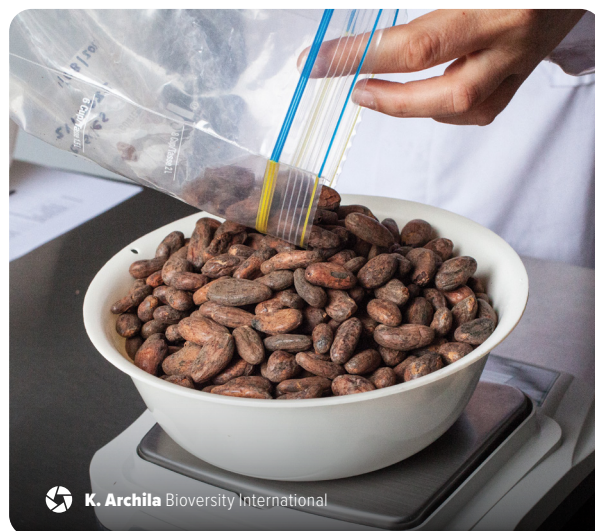
**Tableau 58.** Spécifications de l'humidimètre pour café et cacao Wile (Farmcomp Oy, 2011).

Plage de mesure de l'humidité	1%–38%
Répétabilité	+/-0,5 % d'humidité
Source d'alimentation	Une pile 9V de type 6F22 ou une pile alcaline similaire est incluse. Le compteur émet un avertissement concernant la faible tension de la pile.
Calcul	Calcul de la moyenne
Capacité de la mémoire	Mémoire de calcul moyenne maximum 99 résultats

### 14.3 Équipement, outils et matériel pour déterminer la perte de nettoyage et la taille des fèves



**Figure 52.** Exemple de balance électronique à chargement par le haut pour le pesage des échantillons. ([soehnle-professional.com/en](http://soehnle-professional.com/en)).



K. Archila Bioversity International



**Figure 53.** a) Tamis d'essai pour séparer les fèves de cacao des particules de saleté ; b) tamiseuse mécanique pour la mesure et l'analyse de la distribution de la taille des fèves ([lavallab.com](http://lavallab.com)).

**Tableau 59.** Tableau de comparaison de la taille des mailles des tamis appropriés pour le nettoyage des fèves de cacao (Gilson Company Inc., 2018).

ASTM E11		ISO 3310-1:2016
Standard (mm)	Autre (pulgadas)	Taille (mm)
16,0	5/8"	16,0
-	-	14,0
13,2	0,530"	13,2
12,5	1/2"	12,5
11,2	7/16"	11,2
-	-	10,0
9,5	3/8"	9,5
-	-	9,0
8,0	5/16"	8,0
-	-	7,1
6,7	0,265"	6,7
6,3	1/4"	6,3
5,6	No.3 1/2"	5,6
-	-	5,0
4,75	No.4	4,75
-	-	4,50
4,00	No.5	4,00
3,55	-	3,55



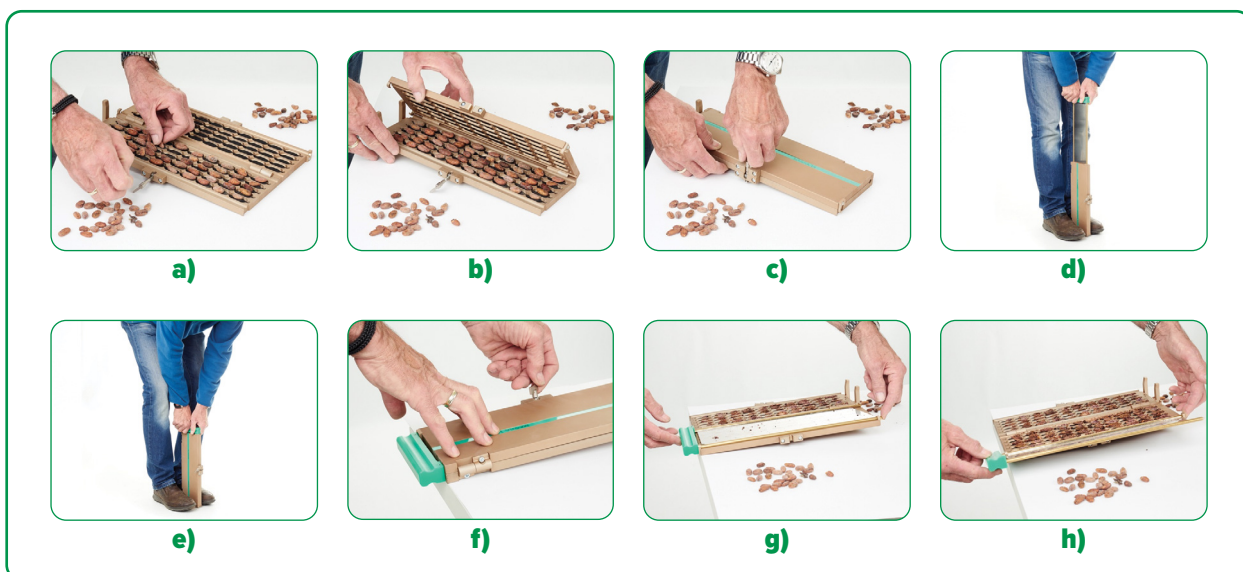
## 14.4 Équipement, outils et matériaux pour la réalisation d'essais de coupe



**Figure 54.** Exemple de coupe individuelle de fèves à l'aide d'un couteau (Bioversity International, Archila, 2022).

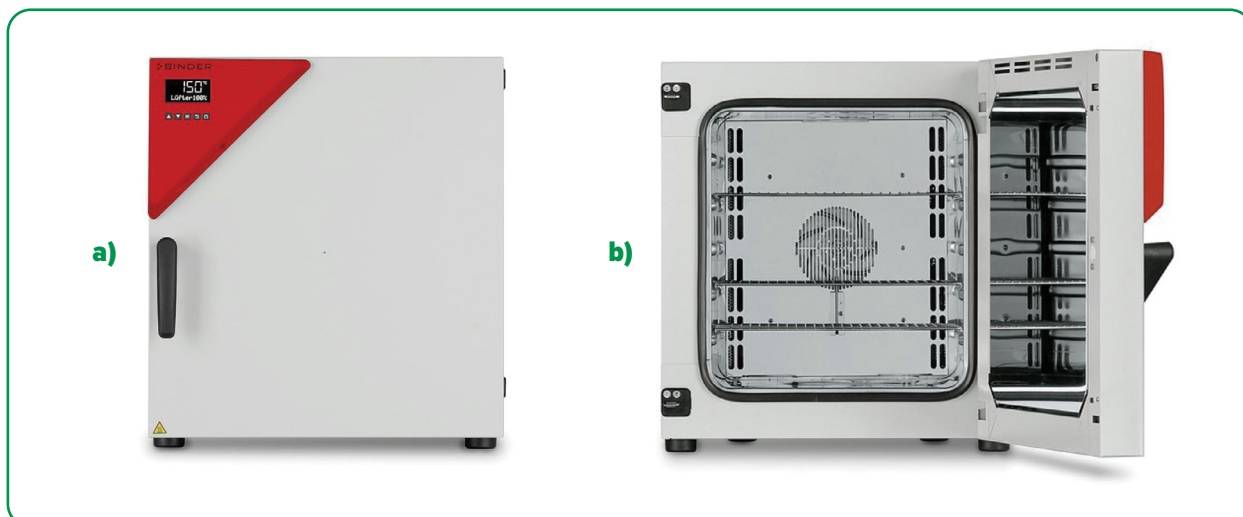


**Figure 55.** Exemples de tableaux de classification des fèves coupées (Neuhaus, 2006 ; Neuhaus, 2007).



**Figure 56.** Exemple de procédure de coupe de fèves à l'aide d'un massicot Magra 14 de Tesserba ([teserba.ch](http://teserba.ch)).

## 14.5 Équipement, outils et matériaux pour la torréfaction



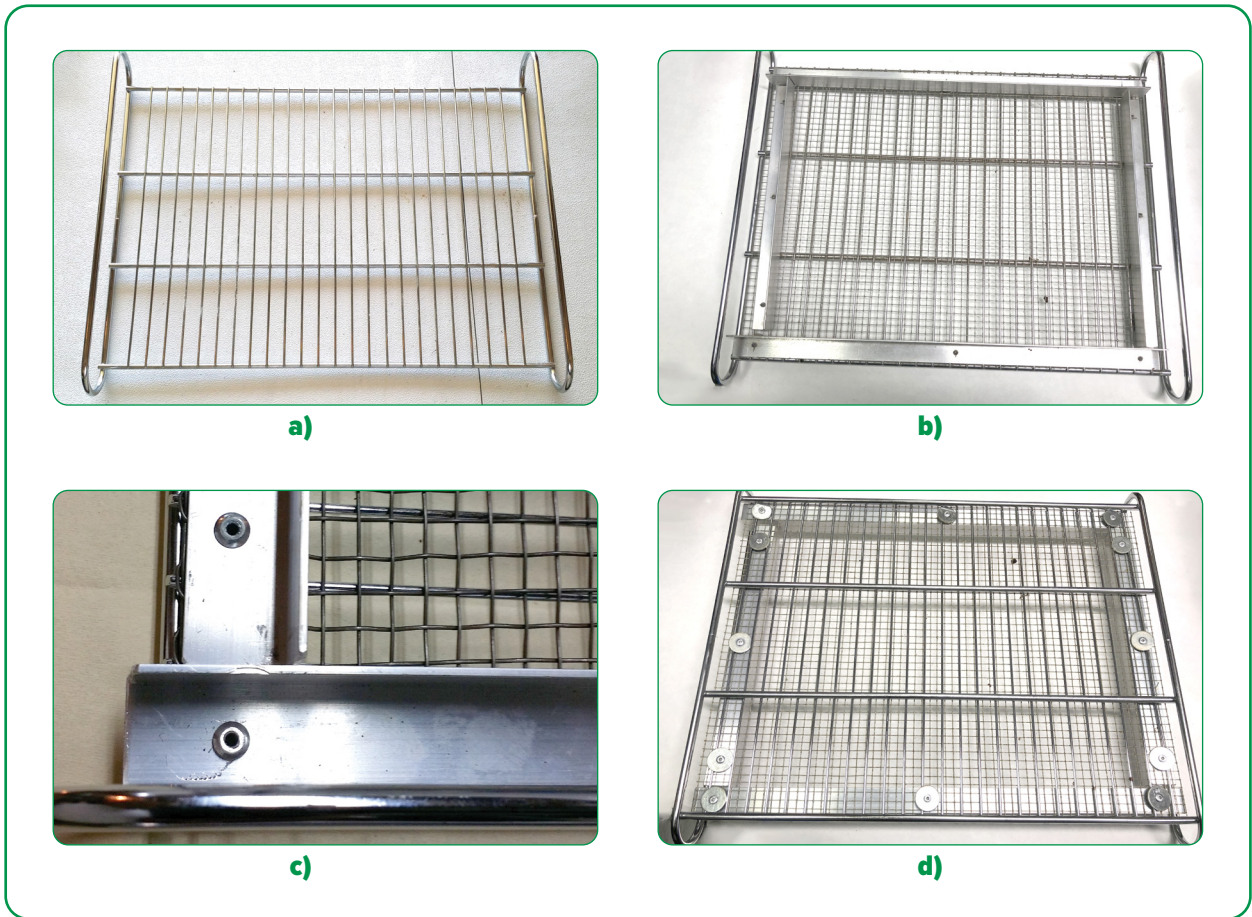
**Figure 57.** a) Image du four Binder® FD 56 fermé et b) ouvert. Remarquez la position symétrique des plateaux au-dessus et au-dessous de l'ouverture du ventilateur ([binder-world.com](http://binder-world.com)).

**Tableau 60.** Exemples de fours conformes aux spécifications recommandées.

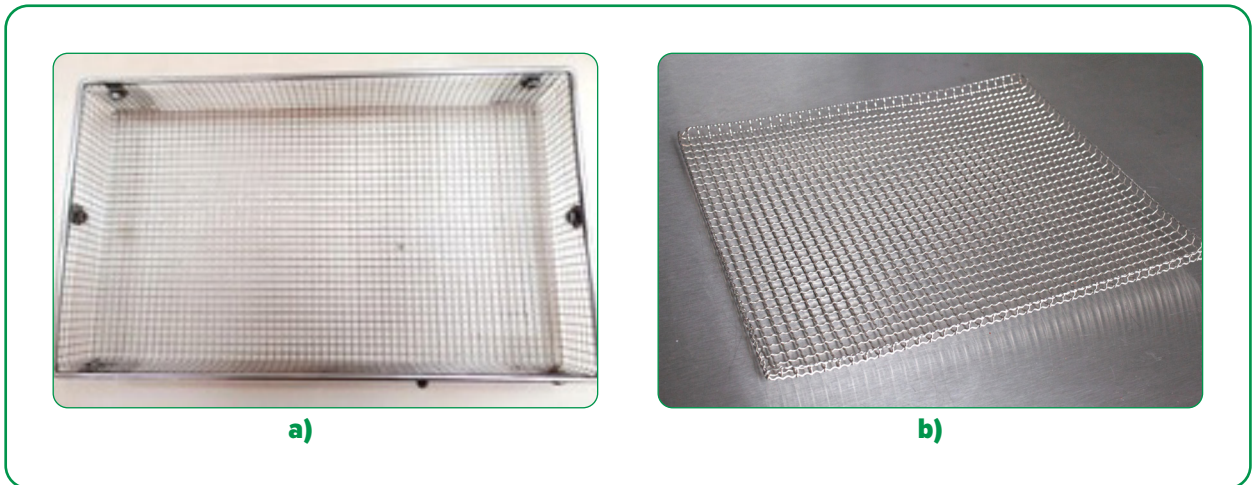
Marque	Modèle	Site web
Gemmy	YCO-010	<a href="http://gemmy.com.tw">gemmy.com.tw</a>
Binder	FD 56 / FD 53	<a href="http://binder-world.com">binder-world.com</a>
France Etuves	XU 112	<a href="http://france-etuves-store.com">france-etuves-store.com</a>

**Tableau 61.** Spécifications du four Binder® FD 56 à titre d'exemple (Binder GmbH, 2017).

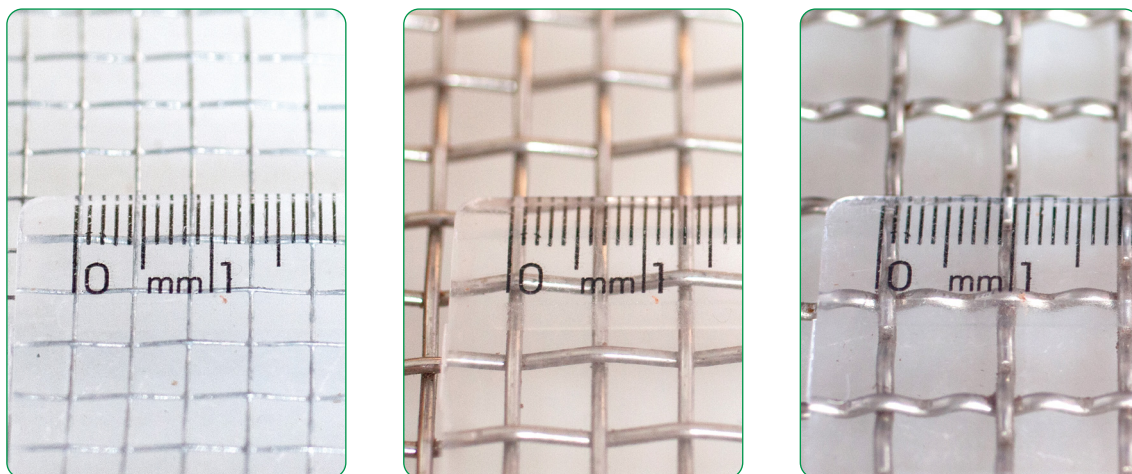
Paramètres	Spécification
Type	Convection forcée
Contrôle variable	Réglage numérique de la température et de l'heure
Plage de température	Ambiante +10-300°C (+50-572°F)
Variation de température à 150°C (302°F)	1,7°C (3,6°F)
Fluctuation de température à 150°C (302°F)	±0,3°C (±0,6°F)
Temps de récupération après 30 secondes porte ouverte à 150°C (302°F)	4 minutes
Homogénéité de la température	≤3,0°C (≤5,4°F)
Dimensions internes	400 largeur×345 profondeur×440 hauteur (en mm)
Quantité de plateaux	2-4
Position des plateaux	Symétriquement au-dessus et au-dessous de l'ouverture du ventilateur



**Figure 58.** a) Plateau de four Binder<sup>®</sup> original ; b) même plateau recouvert d'un écran ; c) détail du coin du cadre de l'écran ; d) dos du plateau adapté. Remarquez les lèvres du bord qui permettent d'utiliser l'ensemble du plateau pour la torréfaction sans risquer de faire tomber les fèves (Seguine, 2014).



**Figure 59.** Autres plateaux de torréfaction en grillage d'acier inoxydable adaptés à la surface du plateau du four (a) Sukha et Ali, 2016 ; b) Bioversity International, Archila, 2022.



**Figure 60.** Les différences de surface ouverte des cribles sont définies par deux paramètres : la taille des mailles et le diamètre des grillages ([metalmesh.com.au/glossary/](http://metalmesh.com.au/glossary/)).

**Tableau 62.** Spécifications standard d'un grillage métallique carré conformes aux normes ISCQF pour la construction de plateaux de four en grillage (Metals Service Center Institute, 2022).

Taille (mm)	Diamètre du grillage (mm)	Taille de l'ouverture (mm x mm)	Espace ouvert (%)
3x3	1,2	7,3x7,3	74%
	1,0	7,4x7,4	77%
	0,9	7,5x7,5	80%
	0,8	7,6x7,6	82%
4x4	1,2	5,2x5,2	66%
	1,0	5,3x5,3	70%
	0,9	5,5x5,5	74%
	0,8	5,5x5,5	76%
	0,7	5,6x5,6	79%
	0,6	5,7x5,7	81%
5x5	1,0	4,0x4,0	63%
	0,9	4,2x4,2	68%
	0,8	4,3x4,3	71%
	0,7	4,4x4,4	74%
	0,6	4,4x4,4	77%
	0,6	4,5x4,5	78%
6x6	0,9	3,4x3,4	63%
	0,8	3,4x3,4	66%
	0,7	3,5x3,5	70%
	0,6	3,6x3,6	73%
	0,6	3,7x3,7	75%
	0,5	3,7x3,7	78%

**Tableau 63.** Exemples de grillages commerciaux pouvant être utilisés pour la construction de plateaux de four.

<b>Fabricant</b>	<b>Type de construction</b>	<b>Matériau primaire</b>	<b>Diamètre du grillage (mm)</b>	<b>Taille des ouvertures (mm x mm)</b>	<b>Diamètre du fil (mm)</b>	<b>Zone ouverte (%)</b>	<b>Page web</b>
McNICHOLS	Soudé	Acier galvanisé	4x4	5,7x5,7	0,6	81	<a href="http://mcnichols.com">mcnichols.com</a>
	Tissé	Acier galvanisé	4x4	5,7x5,7	0,6	81	
	Tissé	Acier inoxydable	4x4	5,6x5,6	0,7	79	
	Soudé	Acier inoxydable	4x4	5,5x5,5	0,8	76	
	Tissé	Acier inoxydable	4x4	5,5x5,5	0,9	74	
	Tissé	Aluminium	4x4	5,2x5,2	1,2	66	
EDWARD J. DARBY & SON INC.	Soudé	Acier inoxydable	3x3	7,5x7,5	1,0	79	<a href="http://catalog.darbywiremesh.com">catalog.darbywiremesh.com</a>
	Tissé / Soudé	Acier simple / Acier au carbone	3x3	7,3x7,3	1,2	74	
	Tissé	Bronze	4x4	5,5x5,5	0,9	74	
	Soudé	Acier inoxydable	3x3	7,3x7,3	1,2	74	
	Tissé / Soudé	Acier simple / Acier au carbone	4x4	5,3x5,3	1,0	70	
	Tissé	Aluminium	5x5	4,2x4,2	0,9	68	
MCMMASTER-CARR	Tissé / Soudé	Acier simple / Acier au carbone	4x4	5,2x5,2	1,2	66	
	Tissé	Acier galvanisé	6x6	3,7x3,7	0,5	78	<a href="http://mcmaster.com">mcmaster.com</a>
	Soudé	Acier inoxydable	3x3	7,3x7,3	1,2	74	
	Tissé	Acier inoxydable	4x4	5,5x5,5	0,9	74	
	Tissé	Cuivre	4x4	5,2x5,2	1,2	66	
	Tissé	Laiton	4x4	5,2x5,2	1,2	66	
	Tissé	Acier inoxydable	6x6	3,4x3,4	0,9	63	

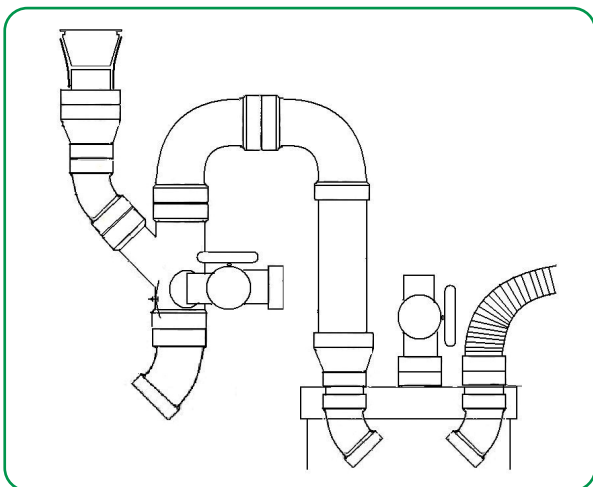


**Figure 61.** Exemple de plateau réfrigérant avec ventilateur fixé en bas ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).

## 14.6 Équipement, outils et matériaux pour le concassage et le vannage



**Figure 62.** Méthode semi-manuelle de vannage des fèves de cacao. a) rouleau à pâtisserie, b) sèche-cheveux (Bioversity International, Archila, 2022).



**Figure 63.** Diagramme d'un vannage à fabriquer soi-même à l'aide de tuyaux et d'accessoires, activé à l'aide d'un aspirateur. Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site [chocolatealchemy.com/](http://chocolatealchemy.com/).



**Figure 64.** Équipement CAPCO en acier inoxydable pour **a)** le concassage et **b)** le vannage des fèves de cacao ([capco.co.uk](http://capco.co.uk)).

**Tableau 64.** Spécifications de l'équipement et procédure d'utilisation du broyeur et du vannage CAPCO (Castlebroom Engineering Ltd, 2020).

<b>CONCASSEUR CAPCO</b>	
<b>Attributs</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Dimensions LxLxH (cm x cm x cm)</b>	42x47x45
<b>Poids (kg)</b>	36
<b>Capacité (kg/h)</b>	15–20
<b>Puissance électrique</b>	Moteur 0,25kW disponible en 220/240V 1 phase 50Hz ou en 110V 1 phase 60Hz
<b>Matériaux de construction</b>	Fonte, acier inoxydable, laiton (trémie d'entrée et goulotte de sortie en acier inoxydable, si nécessaire)

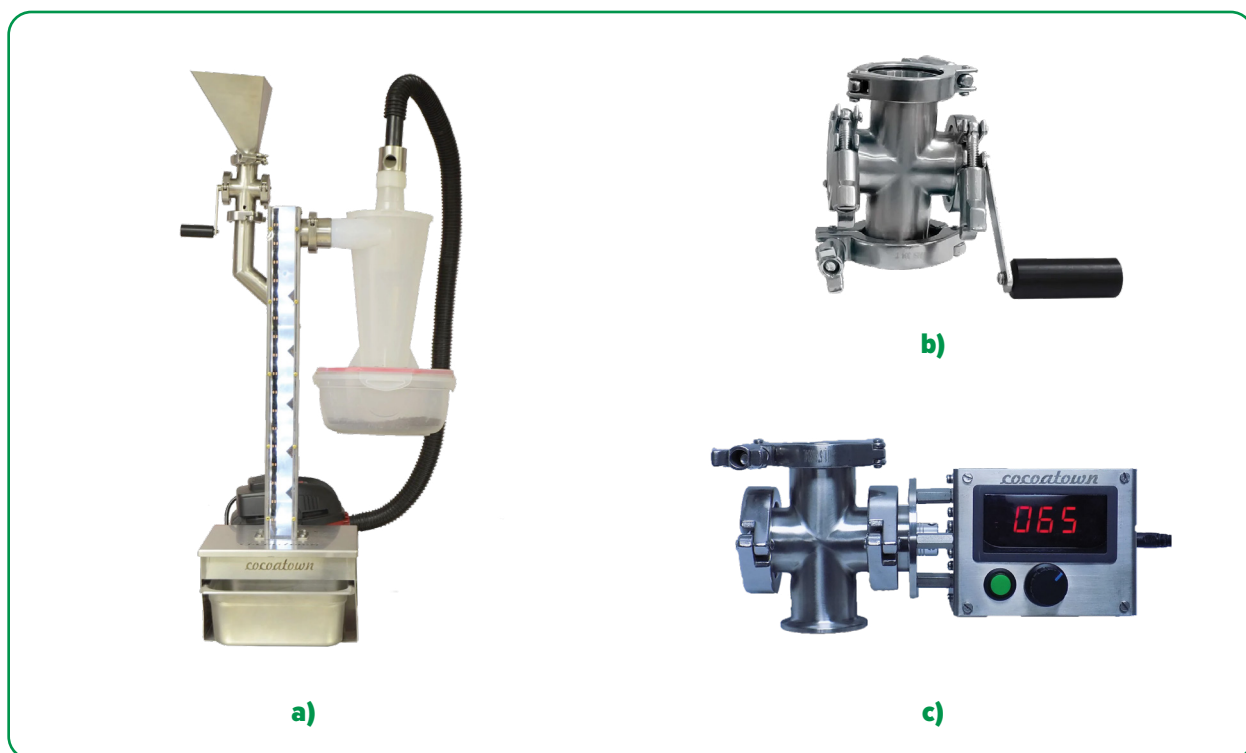
  

<b>VANNEUR CAPCO</b>	
<b>Attributs</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Dimensions LxLxH (cm x cm x cm)</b>	17x37x50/38x64x92
<b>Poids (kg)</b>	8/25
<b>Capacité (kg/h)</b>	5–10/15–20
<b>Puissance électrique</b>	Moteur 16W/75W disponible en 220/240V 1 phase 50Hz ou en 110V 1 phase 60Hz
<b>Matériaux de construction</b>	Acier doux ou acier entièrement inoxydable





**Figure 65.** Concasseur de fèves de cacao CocoaTown™ a) Concasseur manuel ; et b) Concasseur électrique ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).



**Figure 66.** a) Vanneur de base CocoaTown™ et les 1 dispositifs de comptage (feeders) ; b) le dispositif de comptage manuel est inclus par défaut ou c) le dispositif de comptage motorisé optionnel ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).





**Tableau 65.** Spécifications de l'équipement pour le concasseur de fèves CocoaTown™ (concasseur manuel et concasseur électrique) et le vanneur à titre d'exemple (CocoaTown, 2022).

<b>CONCASSEUR MANUEL COCOATOWN™</b>	
<b>Attributs</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Dimensions LxLxH (cmxcmxcm)</b>	63,5x43,2x35,6
<b>Poids (kg)</b>	24
<b>Fréquence électrique</b>	50Hz, 60Hz
<b>TensionAutres caractéristiques</b>	110V, 220V

<b>VANNEUSE DE BASE COCOATOWN™</b>	
<b>Attributs</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Dimensions LxLxH (cmxcmxcm)</b>	63,5x46x38
<b>Poids (kg)</b>	21
<b>Fréquence électrique</b>	50Hz, 60Hz
<b>Tension</b>	110V, 220V
<b>Autres caractéristiques</b>	1000W Vacuum, sépare 99% de la coque en un seul passage, comprend un dispositif de dosage manuel et peut être complété par un dispositif motorisé.



**Figure 67.** Concasseur et vanneur Conversitech MI10-MI30 ([www.conversitech.com/en/mi10/](http://www.conversitech.com/en/mi10/)).



**Spécifications**

- Marque** Air Crazy
- Capacité** 3,3 litres (3,5 quarts)
- Mécanisme d'éclatement** Air chaud

**Figure 68.** Exemple de machine à pop-corn à air chaud comme appareil optionnel pour détacher les coques des fèves ([westbend.com](http://westbend.com)).



## 14.7 Équipements, outils et matériaux pour la liquéfaction et la transformation du chocolat



**Figure 69.** Exemples de broyeurs de table de type mélangeur de différentes marques sur le marché a) [cocoatown.com](http://cocoatown.com); b) [spectramelangers.com](http://spectramelangers.com); c) [melangers.com](http://melangers.com); d) [chocolatemelangeur.com](http://chocolatemelangeur.com).



**Figure 70.** Intérieur du mélangeur : a) vue de l'assemblage de la meule de pierre à l'intérieur du bol de pierre vide ; b) vue du bol du mélangeur pendant le broyage des grués de cacao en masse de cacao ([chocolatemelangeur.com](http://chocolatemelangeur.com); [chocolatealchemy.com](http://chocolatealchemy.com)).



**a) Broyeur à pilon et mortier Retsch®**



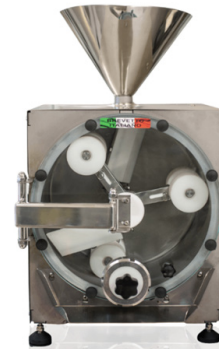
**b) Broyeur à trois cylindres Capco®**



**c) Broyeur à boulets  
Duyvis Wiener®**



**d) Broyeur à boulets  
Cacao Cucina®**



**e) Broyeur R15  
Conversitech®**

**Figure 71.** Autres équipements pour broyer les fèves de cacao en masse de cacao : a) [retschn.com](http://retschn.com); b) [capco.co.uk](http://capco.co.uk); c) [memet.com](http://memet.com); d) [duyviswiener.com](http://duyviswiener.com); e) [memet.com](http://memet.com); e) [conversitech.com](http://conversitech.com).



**a)**



**b)**



**c)**

**Figure 72.** Exemple de broyeurs pouvant être utilisés pour le pré-broyage des gruels de cacao : a) broyeur électrique à lames pour le café ; b) broyeur à lames ; c) Broyeur à jus Champion® ([krups.com](http://krups.com); [elgiultra.com](http://elgiultra.com); [championjuicer.com](http://championjuicer.com)).



**a) Micromètre analogique de haute précision**



**b) Micromètre analogique standard**



**c) Micromètre électronique numérique**

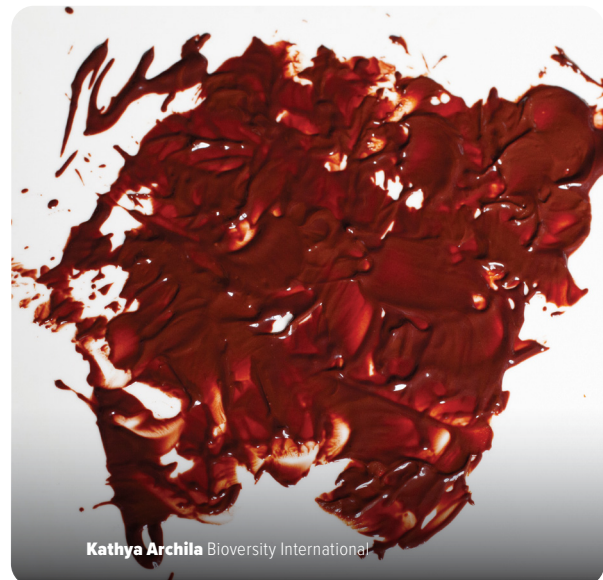


**d) Micromètre avec Vernier et affichage numérique**

**Figure 73.** Exemples de micromètres compris entre 0 et 25 mm avec une résolution de 0,001 mm. a) [hahn-kolb.de](http://hahn-kolb.de); b) et c) [tesatechnology.com](http://tesatechnology.com); d) [mitutoyo.co.jp](http://mitutoyo.co.jp).

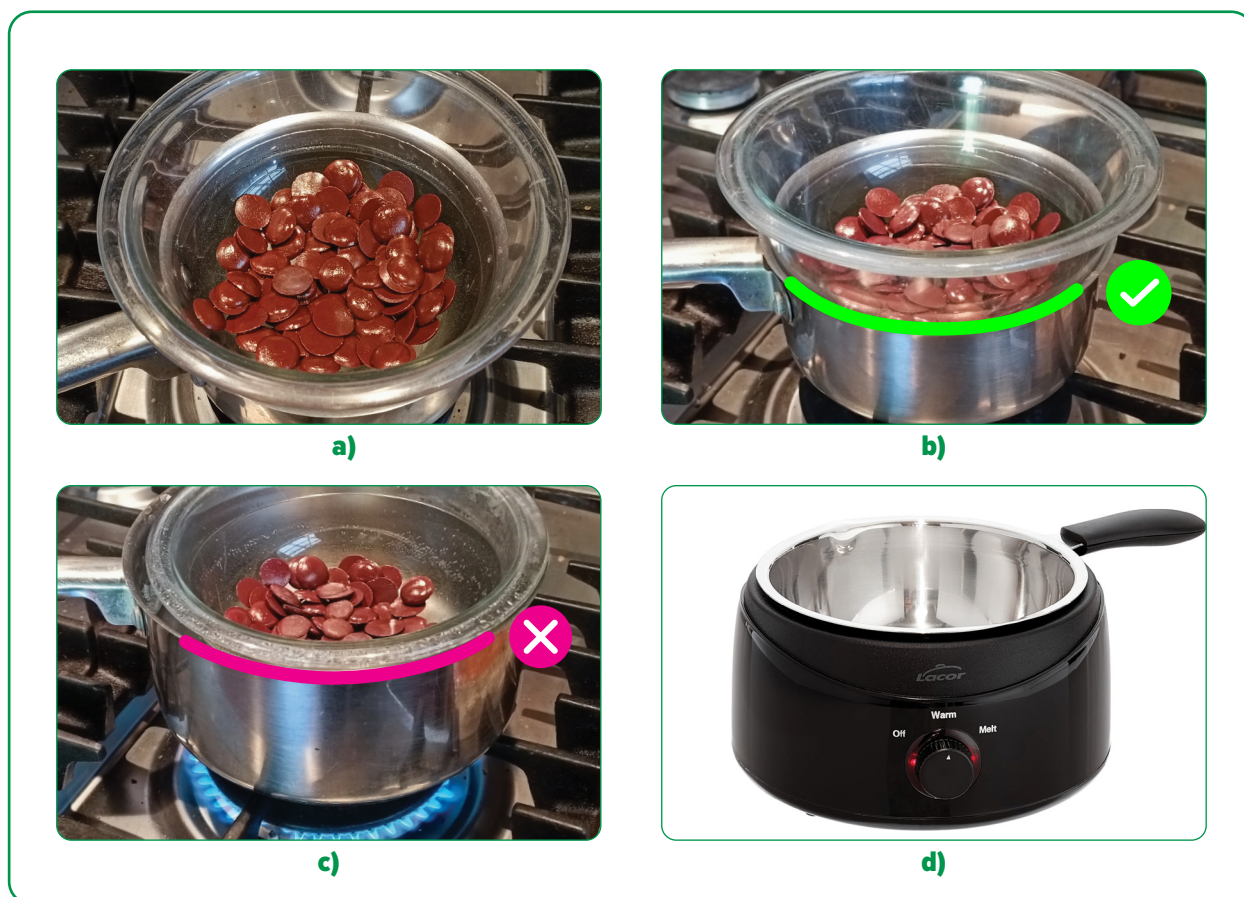


**Figure 74.** Thermomètre à infrarouge ([etekcity.com](http://etekcity.com)).



Kathya Archila Bioversity International

## 14.8 Équipement, outils et matériaux pour le tempérage du chocolat



**Figure 75.** Bain à eau chaude (bain-marie) : **a)** exemple de bain à eau chaude approprié ; **b)** le bol doit être placé dans la casserole sans espace entre les deux ; **c)** il ne doit pas y avoir d'espace entre la casserole et le bol (en raison du risque d'exposition du chocolat à la vapeur d'eau) et la cuisinière doit être éteinte pendant la fonte du chocolat pour éviter qu'il ne brûle ; **d)** fondoir électrique ayant la même fonction (Bioversity International, Alvarado, 2022 ; [lacor.es](http://lacor.es)).



**Figure 76.** **a)** Micro-ondes numériques contre **b)** micro-ondes analogiques. La minuterie des micro-ondes analogiques n'est pas assez précise pour régler des intervalles de temps inférieurs à une minute et n'est donc pas adaptée au tempérage ([lg.com](http://lg.com)).



**Figure 77.** Tempéage sur une plaque de marbre ([pixabay.com](https://pixabay.com)).



**a)**



**b)**

**Figure 78.** a) Bain d'eau froide. Si la température de l'air ambiant est trop élevée, de la glace peut être ajoutée au bain ; b) de la glace peut être ajoutée à l'eau froide (Bioversity International, Alvarado, 2022).



**a)**



**b)**



**c)**

**Figure 79.** Exemples de thermomètres numériques : a) thermomètre infrarouge ; b) thermomètre à tige ; c) thermomètre à sonde ([etekcity.com](https://etekcity.com); [coleparmer.co.uk](https://coleparmer.co.uk); [hannainst.com](https://hannainst.com)).



**Figure 80.** Spatules pour le tempérage : a) spatule flexible thermorésistante ([wilton.com](http://wilton.com)) ; b) spatule racleuse ([matferbourgeatusa.com](http://matferbourgeatusa.com)) ; c) spatule à glaçage ([wilton.com](http://wilton.com)).



**Figure 81.** Pistolet thermique ([bosch-professional.com](http://bosch-professional.com)).



**Figure 82.** Tempéreuses semi-automatiques : a) tempéreuse à roue rotative ; b) tempéreuse à bol rotatif. ([perfectchoco.com](http://perfectchoco.com); [chocovision.com](http://chocovision.com)).



**Figure 83.** Machine de tempérage entièrement automatique pour les petites quantités ([pomati.it](http://pomati.it)).



**Figure 84.** Exemple de beurre de cacao à utiliser dans la méthode d'ensemencement ([pixabay.com](http://pixabay.com)).



Barry Callebaut



## 14.9 Équipements, outils et matériels pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées



Figure 85. Exemples de casse-noix ([foodal.com](http://foodal.com)).



Figure 86. Exemple de moulin à lames électrique. a) Moulin à café Krups F203 vu de côté et b) vu de dessus ([krupsusa.com](http://krupsusa.com)).

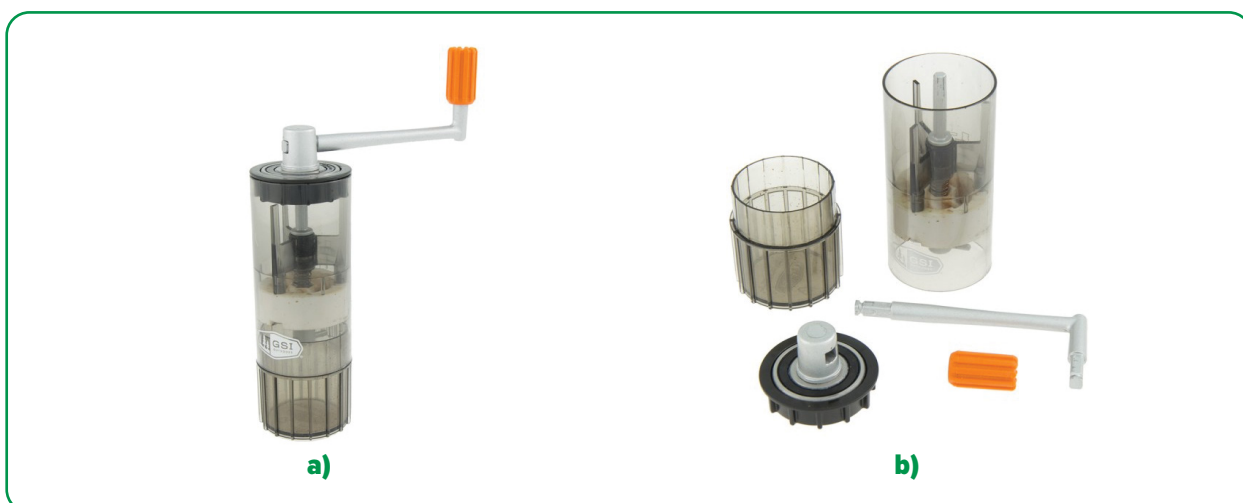


Figure 87. Exemple de moulin à billes. a) Moulin à café portable GSI outdoors Java Mill prêt à l'emploi et b) ses éléments ([gsioutdoors.com](http://gsioutdoors.com)).

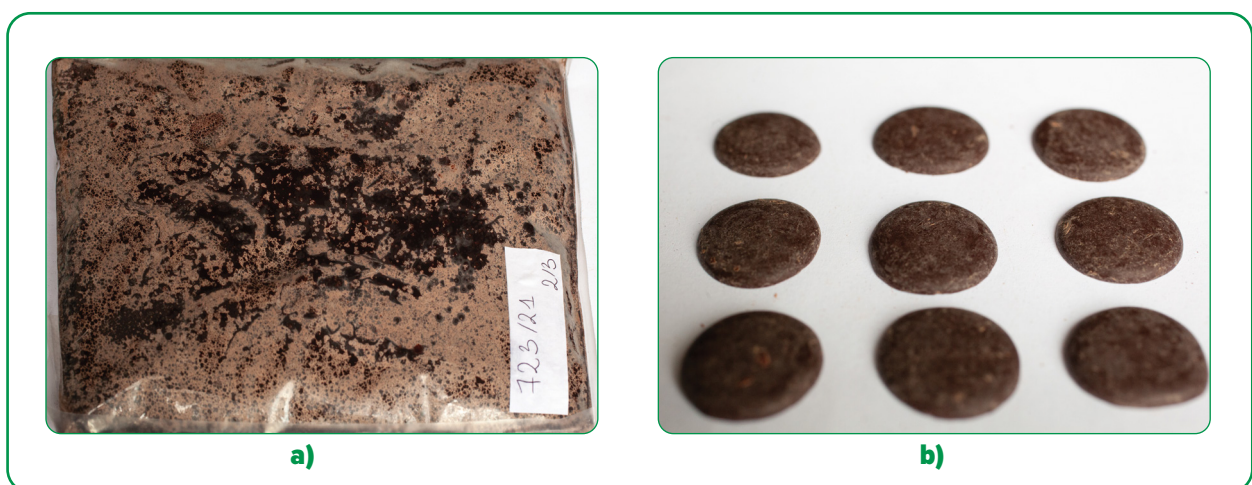


**Figure 88.** Exemples de récipients d'une capacité de 200 à 240 ml (¾-1 tasse) avec couvercle permettant de conserver jusqu'à 3 heures la poudre grossière de fèves de cacao non torréfiées en vue d'une évaluation sensorielle. a) [specialtybottle.com](http://specialtybottle.com); b) [ravennindia.com](http://ravennindia.com); c) [firatmed.com](http://firatmed.com).

## 14.10 Équipement, outils et matériel pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao



**Figure 89.** Aspect de la masse de cacao solide stockée dans différents récipients hermétiques (Bioversity International, Archila, 2022).



**Figure 90.** a) Aspect de la masse de cacao solide stockée sous forme de barre dans un sac sous vide et b) portionnée en gouttes de 1 à 2g (Bioversity International, Archila, 2022).



**Figure 91.** Exemple de ramequins de 28 ml : **a)** en plastique avec couvercle, **b)** en verre avec couvercle en papier d'alumine pour contenir l'échantillon de masse de cacao. (Bioversity International, Archila, 2022).



**Figure 92.** Exemples d'équipements de chauffage pour l'évaluation sensorielle : blocs chauffants secs de laboratoire avec couvercle chauffant ; **a)** de taille normale et **b)** de taille plus petite ([ohaus.com](http://ohaus.com); [uk.vwr.com](http://uk.vwr.com)).



**Figure 93.** Exemple d'équipement de chauffage pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao : une plaque chauffante ([labotect.com](http://labotect.com)).




**Figure 94.** Exemple de thermos pour maintenir l'eau chaude à 40-50°C (104°C-122°F) pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao ([bunn.com](http://bunn.com)).



**Figure 95.** Exemples de matériel de chauffage pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao : a) four de chauffage ([matest.com](http://matest.com)) ; b) déshydrateur alimentaire ([gourmia.com](http://gourmia.com)) ; c) bain-marie de laboratoire ([fishersci.es](http://fishersci.es)).



 Dolores Alvarado Bioersity International

2023 | 793 C

696 C

Origin

2023 | 972 C

Origin

2023 | 455 C

Origin

2023 | 793 C

Origin

2023 | 696 C

Origin

2023 | 972 C

Origin

2023 | 455 C

Origin

2023 | 793 C

Origin

2023 | 972 C

Origin

2023 | 455 C

Origin

2023 | 793 C

Origin

2023 | 696 C

Origin

2023 | 972 C

Origin

2023 | 455 C

Origin

2023 | 793 C

Origin

2023 | 696 C

Origin

2023 | 972 C

Origin

2023 | 455 C

Origin

2023 | 793 C

Origin

# Liste des tableaux

Page

- 24 Tableau 1.** Paramètres et spécifications clés pour tous les protocoles.
- 26 Tableau 2.** Lignes directrices sur les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication pour la qualité et la saveur du cacao (Bioversity International\Dolores Alvarado, 2022, sur la base de la FAO et de l'OMS, 2020).
- 28 Tableau 3.** Principes de base de l'approche HACCP (US FDA, 2017 ; Velmourougane et al., 2014).
- 31 Tableau 4.** Température et humidité relative optimales pour le stockage des produits de cacao afin d'en préserver la qualité et la saveur.
- 33 Tableau 5.** Spécifications clés pour l'échantillonnage.
- 36 Tableau 6.** Guide d'échantillonnage des fèves de cacao en sac par taille de lot (hypothèse : poids du sac de 65 kg).
- 39 Tableau 7.** Points d'échantillonnage minimaux pour le prélèvement d'échantillons progressifs dans un wagon ou un véhicule en fonction de la quantité de fèves qu'il contient.
- 42 Tableau 8.** Exemple d'informations à inscrire sur un lot de fèves.
- 46 Tableau 9.** Spécifications clés pour la détermination de la teneur en eau.
- 50 Tableau 10.** Mesure de la teneur en eau par la méthode de séchage à l'étuve.
- 50 Tableau 11.** Mesure de la teneur en eau à l'aide d'un humidimètre.
- 51 Tableau 12.** Spécifications clés pour l'évaluation physique des fèves de cacao entières.
- 53 Tableau 13.** Classification des fèves par taille sur la base du nombre de fèves/100g (ISO 2451:2017). Les réglementations nationales peuvent différer.
- 54 Tableau 14.** Exemple d'allocations de classement pour les fèves de cacao à la suite d'une évaluation de la qualité (ICE, 2017). Les systèmes de classement nationaux peuvent varier en fonction des lois nationales ou des accords conclus avec les clients.
- 55 Tableau 15.** Données à enregistrer pour le tamisage, la perte de nettoyage et les rendements en fèves propres.
- 55 Tableau 16.** Données à enregistrer concernant le nombre de fèves et le poids moyen des fèves en tant qu'indicateurs du calibre des fèves.
- 55 Tableau 17.** Données à enregistrer concernant l'aspect et l'arôme des fèves entières.
- 56 Tableau 18.** Spécifications clés pour l'évaluation physique des fèves de cacao coupées.
- 59 Tableau 19.** Caractéristiques de l'apparence interne des fèves par groupes (d'après Sukha, 2016 ; et Seguire, 2014).
- 61 Tableau 20.** Formulaire d'enregistrement de l'aspect et de l'arôme des fèves coupées. Il est recommandé d'en décrire 50.
- 64 Tableau 21.** Spécifications clés pour la torréfaction des fèves de cacao.
- 65 Tableau 22.** Spécifications recommandées pour le four à torréfier.
- 68 Tableau 23.** Les conditions de base de la torréfaction, notamment la température et la durée, sont déterminées en fonction des arômes identifiés lors du test de coupe et du type génétique dominant des fèves de cacao (s'il est connu).
- 70 Tableau 24.** Données à enregistrer pour le processus de torréfaction et les résultats de la torréfaction.
- 71 Tableau 25.** Spécifications clés pour le cassage et le vannage des fèves de cacao.
- 76 Tableau 26.** Données à enregistrer pour le cassage et le vannage des fèves de cacao.
- 77 Tableau 27.** Spécifications clés pour la transformation des fèves de cacao en masse.

- 82 Tableau 28.** Données à enregistrer pour le broyage des fèves de cacao en masse.
- 83 Tableau 29.** Spécifications clés pour la transformation de la masse de cacao en chocolat noir.
- 83 Tableau 30.** Norme pour le beurre de cacao selon le *Codex Stan 86-1981*.
- 86 Tableau 31.** Recette standard utilisée par Cacao d'Excellence pour transformer la masse de cacao en chocolat pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao.
- 91 Tableau 32.** Données à enregistrer pour le processus de fabrication du chocolat.
- 100 Tableau 33.** Exemple de codification d'échantillons et d'ordres de service pour 6 échantillons évalués par 6 évaluateurs.
- 100 Tableau 34.** Exemple de l'ordre de service final pour chaque évaluateur avec les codes.
- 103 Tableau 35.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de poudre grossière non torréfiée.
- 107 Tableau 36.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao sous forme de masse de cacao.
- 115 Tableau 37.** Spécifications clés pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao en tant que chocolat noir.
- 120 Tableau 38.** Glossaire de Cacao d'Excellence pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao transformées en masse de chocolat et en chocolat noir (Cacao d'Excellence 2023).
- 124 Tableau 39.** Signification des notes globales de qualité pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao transformées en masse et en chocolat (Cacao d'Excellence 2023).
- 125 Tableau 40.** Formulaire d'évaluation sensorielle des fèves de cacao non torréfiées sous forme de poudre grossière (adapté de la FCCI).
- 126 Tableau 41.** Calculs des notes totales pour les attributs gustatifs du formulaire d'évaluation sensorielle de Cacao d'Excellence.
- 129 Tableau 42.** Liste simplifiée des attributs d'arôme pour l'évaluation sensorielle des fèves de cacao transformées en masse et en chocolat (Cacao d'Excellence 2023).
- 132 Tableau 43.** Informations à consigner pour le traitement des échantillons de cacao.
- 133 Tableau 44.** Informations à consigner en vue d'une évaluation sensorielle.
- 139 Tableau 45.** Exemples d'humidimètres.
- 141 Tableau 46.** Exemple de variables pour le calcul de l'écart-type.
- 147 Tableau 47.** Comparaison de la qualité des fèves selon les normes existantes (Beckett, 2009, End et Dand, 2015, US FDA, 2017).
- 148 Tableau 48.** Normes de classement des fèves de cacao par pays (Dand et Scheu, 1995 publié dans CNUCED et OMC, 2001).
- 152 Tableau 49.** Ajustements de la température de torréfaction (°C) et de la durée (minutes) en fonction de la teneur en eau (%) et de la taille des fèves de cacao (nombre de fèves par 100g ou poids moyen des fèves) (Comité technique de Cacao d'Excellence, 2019).
- 154 Tableau 50.** Exemple : Fèves présentant les caractéristiques suivantes et conditions de torréfaction de base.
- 160 Tableau 51.** Options de chauffage et de refroidissement manuel du chocolat : avantages et inconvénients.
- 161 Tableau 52.** Résolution des problèmes liés au processus de tempérage.
- 164 Tableau 53.** Exemples de spécifications pour une lance d'échantillonnage pour l'échantillonnage en sac et en vrac (ISO 2292:2017).

- 164 Tableau 54.** Exemples de spécifications pour les bennes d'échantillonnage portatives pour l'échantillonnage en vrac (Sampling Systems Ltd., 2018).
- 165 Tableau 55.** Exemples de spécifications pour les bennes d'échantillonnage portatives pour l'échantillonnage en vrac (Sampling Systems Ltd., 2018).
- 166 Tableau 56.** Spécifications de l'humidimètre Aqua-Boy KAM III (Enercorp Instruments Ltd, 2008).
- 166 Tableau 57.** Spécifications de l'humidimètre Mini GAC 2500 de Dickey-John (Dickey-John, 2017).
- 167 Tableau 58.** Spécifications de l'humidimètre pour café et cacao Wile (Farmcomp Oy, 2011).
- 168 Tableau 59.** Tableau de comparaison de la taille des mailles des tamis appropriés pour le nettoyage des fèves de cacao (Gilson Company Inc., 2018).
- 170 Tableau 60.** Exemples de fours conformes aux spécifications recommandées.
- 170 Tableau 61.** Spécifications du four Binder® FD 56 à titre d'exemple (Binder GmbH, 2017).
- 172 Tableau 62.** Spécifications standard d'un grillage métallique carré conformes aux normes ISCQF pour la construction de plateaux de four en grillage (Metals Service Center Institute, 2022).
- 173 Tableau 63.** Exemples de grillages commerciaux pouvant être utilisés pour la construction de plateaux de four.
- 175 Tableau 64.** Spécifications de l'équipement et procédure d'utilisation du concasseur et du vanneur CAPCO (Castlebroom Engineering Ltd, 2020).
- 177 Tableau 65.** Spécifications de l'équipement du concasseur de fèves CocoaTown™ (conasseur manuel et concasseur électrique) et du vanneur à titre d'exemple (CocoaTown, 2022).



# Liste des figures

Page

- 21 **Figure 1** Éléments d'évaluation de la qualité et de la saveur inclus dans le présent guide.
- 30 **Figure 2** Techniques appropriées de lavage et d'assainissement des mains (OMS, 2006).
- 34 **Figure 3** Représentation schématique du processus d'échantillonnage et des types d'échantillons (d'après : ISO, 2292:2017 et ISO, 2451:2017).
- 35 **Figure 4** Arbre de décision pour déterminer le nombre minimum d'échantillons de référence (t=tonne).
- 36 **Figure 5** Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'une lance dans un sac intact.
- 38 **Figure 6** Graphique illustrant la division d'un échantillon de référence de 2 kg en échantillons d'essai préliminaires pour toutes les évaluations décrites dans le présent guide (sur la base de la norme ISO 2451:2017).
- 39 **Figure 7** Exemple de calcul des intervalles d'échantillonnage pour un lot en mouvement (Bioversity International, 2022).
- 49 **Figure 8** Comparaison entre la méthode de séchage à l'étuve et la méthode de l'humidimètre.
- 66 **Figure 9** La surface ouverte d'un tamis ( $A_o$ ) définit les ouvertures de la maille en pourcentage de la surface totale du tamis et est basée sur le rapport entre la largeur de la maille ( $w$ ), en supposant que l'espace est carré, et le diamètre du grillage ( $d$ ). ([metalmesh.com.au/glossary](http://metalmesh.com.au/glossary))
- 75 **Figure 10** Formule permettant de calculer le rendement en fèves de cacao à partir de fèves torréfiées.
- 81 **Figure 11** Production de gouttes de masse de cacao en portion : a) gouttes pipées sur le papier sulfurisé b) détachement des gouttes après solidification (Bioversity International, Alvarado, 2019).
- 95 **Figure 12** Exemple d'installation d'évaluation sensorielle : Aménagement du laboratoire Cacao d'Excellence à Rome, Italie.
- 96 **Figure 13** Exemple d'aménagement pour la préparation des échantillons, semblable à celui d'une cuisine. (Haut) Espaces sensoriels équipés de tables et de cloisons mobiles en bois non résineux ou en contreplaqué peint de couleurs neutres. (En bas)
- 97 **Figure 14** (Haut) Espaces sensoriels équipés de tables et de cloisons mobiles en bois non résineux ou en contreplaqué peint de couleurs neutres. (En bas) Exemple de plan de construction pour des cabines sensorielles portables. (Alejandro Anzueto/Universidad del Valle de Guatemala ; <https://thelabinthebag.com> et Lawless et Heymann, 2010).
- 98 **Figure 15** a) Des cabines d'évaluation sensorielle fixes, individualisées et limitant les interactions entre les évaluateurs ; b) Disposition des échantillons pour une cabine d'évaluation sensorielle unique et fixe (Alejandro Anzueto/ Universidad del Valle de Guatemala et ISO 8589:2007).
- 102 **Figure 16** Tableau de nombres aléatoires : commencez par n'importe quelle colonne ou rangée et lisez dans n'importe quelle direction pour créer des nombres aléatoires à trois chiffres afin d'étiqueter les coupes d'échantillons (Lawless et Heymann, 2010).
- 110 **Figure 17** a) Cabine d'évaluation sensorielle équipée d'échantillons, d'un formulaire d'évaluation imprimé, d'une spatule et d'un thermos d'eau b) avec équipement de chauffage ; et ; et c) avec équipement de chauffage et ordinateur avec formulaire d'évaluation (Bioversity International, Archila, 2022).
- 112 **Figure 18** Exemple d'étapes pour échelonner la fonte des échantillons.

- 112 **Figure 19** Exemple d'étapes de chauffage des échantillons de masse de cacao lors de la présentation à un panel (à l'aide d'un déshydrateur alimentaire). (Dolores Alvarado/ Bioversity International).
- 119 **Figure 20** Roue des saveurs de Cacao d'Excellence (2024).
- 127 **Figure 21** Interface utilisateur de la version Excel du formulaire d'évaluation sensorielle de Cacao d'Excellence avec les notes totales des attributs de saveur calculées (Cacao d'Excellence 2024).
- 128 **Figure 22** Format de la version imprimée de la version Excel du formulaire d'évaluation sensorielle de Cacao d'Excellence (Cacao d'Excellence 2024).
- 130 **Figure 23** Exemple de graphique linéaire pour un profil d'arôme de masse de cacao (Bioversity International, 2024).
- 130 **Figure 24** Exemple de graphique à barres pour un profil d'arôme de masse de cacao (Bioversity International, 2024).
- 131 **Figure 25** Exemple de graphique araignée/radar pour un profil d'arôme de masse de cacao (Bioversity International, 2024).
- 131 **Figure 26** Exemple de graphique du profil de saveurs de Cacao d'Excellence (Bioversity International, 2024)..
- 136 **Figure 27** Étapes de la sélection aléatoire de sacs spécifiques dans un lot.
- 137 **Figure 28** Diagramme du processus de découpage en quartiers (Harvey, 2013).
- 137 **Figure 29** Préparation des échantillons de référence à l'aide d'un outil de découpage en quartiers (MS, 230:2007).
- 138 **Figure 30** Calcul de la teneur en eau de l'échantillon.
- 142 **Figure 31** Catégories de perte de nettoyage des fèves de cacao : a) matières étrangères ; b) placenta ; c) fèves plates ; d) amas de fèves ; e) fèves cassées ou coupées ; f) coques et grués de fèves ; et g) fèves infestées (Bioversity International, Archila, 2022).
- 143 **Figure 32** Couleur typique des fèves de cacao en fonction du degré de fermentation (de gauche à droite) (Bioversity International, Archila, 2022).
- 144 **Figure 33** Exemples de fèves de cacao coupées à différents stades de la fermentation (Sukha et Rohsius, 2004).
- 145 **Figure 34** Degré croissant de fissuration des fèves de cacao, du haut à gauche au bas à droite (Bioversity International, Archila, 2022).
- 146 **Figure 35** Outil de référence des couleurs pour les photographies de fèves. a) MacBeth ColorChecker (Kresliln et al, 2014) ; b) patches de contrôle des couleurs Tiffen ; des patches similaires existent pour d'autres marques comme Kodak, Fuji Film et d'autres ; et c) utilisation d'un outil de référence des couleurs adapté pour la photo de test de coupe (Bioversity International, Alvarado, 2018 ).
- 154 **Figure 36** Lecture du tableau des ajustements de durée et de température de torréfaction pour des fèves de cacao à 7,8 % d'humidité et un nombre de 60 fèves/100g.
- 155 **Figure 37** Principales parties d'un micromètre de Vernier standard.
- 156 **Figure 38** Procédure de préparation de la masse de cacao à l'aide d'huile minérale, pour mesurer la taille des particules à l'aide d'un micromètre (Bioversity International, Archila, 2022).

- 157 **Figure 39** Lecture de micromètres analogiques avec une résolution de 0,001 mm : micromètre de Vernier standard ([www.stefanelli.eng.br/es](http://www.stefanelli.eng.br/es)).
- 157 **Figure 40** Lecture de micromètres analogiques avec une résolution de 0,001 mm : micromètre de Vernier de haute précision (Seguine, 2014).
- 159 **Figure 41** Exemples de calcul d'ingrédients avec comme base la quantité totale de chocolat souhaitée.
- 159 **Figure 42** Exemples de calcul d'ingrédients avec la masse de cacao comme base.
- 162 **Figure 43** Exemples de lances pour l'échantillonnage de fèves en sacs (a, b et c) et pour l'échantillonnage de fèves en vrac (d). (ISO, 2292:2017).
- 162 **Figure 44** Exemples de godets d'échantillonnage pour l'échantillonnage en vrac.
- 163 **Figure 45** Exemples de balances d'une capacité d'au moins 2 kg : a) analogiques et b) numériques. ([www.soehnle-professional.com/en](http://www.soehnle-professional.com/en) ; [www.mt.com](http://www.mt.com)).
- 163 **Figure 46** Exemple de récipients de stockage (a) en acier inoxydable et (b) en plastique pour la préparation de l'échantillon composite à partir d'échantillons primaires ou élémentaires. Les récipients de stockage doivent être équipés de couvercles afin de minimiser la perte/le gain d'humidité, l'absorption d'odeurs étrangères/de mauvaises odeurs et l'infestation par les insectes et/ou les rongeurs. ([www.sampling.com](http://www.sampling.com) ; [www.mannlakeltd.com](http://www.mannlakeltd.com)).
- 164 **Figure 47** Intérieur d'un outil d'écartement montrant les fers d'écartement (MS, 230:2007).
- 165 **Figure 48** a) four, b) déshydrateur ; et c) plats en métal, pour déterminer la teneur en humidité par la méthode de séchage au four ([matest.com](http://matest.com) ; [coleparmer.co.uk](http://coleparmer.co.uk) ; [certifiedmtp.com](http://certifiedmtp.com)).
- 166 **Figure 49** a) Humidimètre spécifique au cacao Aqua-Boy KAM III avec électrode à cupule 202 et b) électrode à stabulation 209 b, câble et support. ([aqua-boy.co.uk](http://aqua-boy.co.uk)).
- 167 **Figure 50** Humidimètre Dickey-John Mini GAC 2500 avec chargeur ([dickey-john.com](http://dickey-john.com)).
- 167 **Figure 51** Mesure de l'humidité du café et du cacao Wile ([wile.fi](http://wile.fi)).
- 167 **Figure 52** Exemple de balance électronique à chargement par le haut pour le pesage des échantillons ([www.soehnleprofessional.com/en](http://www.soehnleprofessional.com/en)).
- 168 **Figure 53** a) tamis de contrôle pour séparer les fèves de cacao des particules de saleté ; b) tamiseuse mécanique pour mesurer et analyser la distribution de la taille des fèves ([lavallab.com](http://lavallab.com)).
- 169 **Figure 54** Exemple de coupe individuelle de fèves avec un couteau (Bioversity International, Archila, 2022).
- 169 **Figure 55** Exemples de tableaux de classification des fèves coupés (Neuhaus, 2006 ; Neuhaus, 2007).
- 169 **Figure 56** Exemple de coupe de fèves à l'aide d'un massicot Magra 14 de Tesserba ([teserba.ch](http://teserba.ch)).
- 170 **Figure 57** a) Image du four Binder® FD 56 fermé et b) ouvert. Remarquez la position symétrique des plateaux au-dessus et au-dessous de l'ouverture du ventilateur ([binder-world.com](http://binder-world.com)).
- 171 **Figure 58** a) Plateau de four Binder® original ; b) même plateau recouvert d'un écran ; c) détail du coin du cadre de l'écran ; d) dos du plateau adapté. Remarquez les lèvres du bord qui permettent d'utiliser l'ensemble du plateau pour la torréfaction sans risquer de faire tomber les fèves (Seguine, 2014).

- 171 **Figure 59** Autres plateaux de torréfaction en grillage d'acier inoxydable adaptés à la surface du plateau du four (a) Sukha et Ali, 2016 ; b) Bioversity International, Archila, 2022.
- 172 **Figure 60** Les différences de surface ouverte des cribles sont définies par deux paramètres : la taille des mailles et le diamètre des grillages. ([metalmesh.com.au/glossary/](http://metalmesh.com.au/glossary/)).
- 174 **Figure 61** Exemple de plateau réfrigérant avec ventilateur fixé en bas ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).
- 174 **Figure 62** Méthode semi-manuelle de vannage des fèves de cacao. a) rouleau à pâtisserie, b) sèche-cheveux (Bioversity International, Archila, 2022).
- 174 **Figure 63** Schéma d'un vannage à fabriquer soi-même à l'aide de tuyaux et d'accessoires et à activer à l'aide d'un aspirateur. Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site [chocolatealchemy.com/](http://chocolatealchemy.com/).
- 175 **Figure 64** Équipement CAPCO en acier inoxydable pour a) concasser et b) vanner les fèves de cacao ([capco.co.uk](http://capco.co.uk)).
- 176 **Figure 65** Concasseurs de fèves de cacao CocoaTown™ a) Concasseur manuel ; et b) Concasseur électrique ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).
- 176 **Figure 66** a) CocoaTown™ et vanneur de base et les 1 dispositifs de comptage (chargeurs) ; b) le dispositif de comptage manuel est inclus par défaut ou c) le dispositif de comptage motorisé optionnel ([cocoatown.com](http://cocoatown.com)).
- 177 **Figure 67** Concasseur et vanneur Conversitech MI10-MI30 ([www.conversitech.com/en/mi10/](http://www.conversitech.com/en/mi10/))
- 177 **Figure 68** Exemple de machine à pop-corn à air chaud comme appareil optionnel pour détacher les coques des fèves ([westbend.com](http://westbend.com)).
- 178 **Figure 69** Exemples de broyeurs de table de type mélangeur de différentes marques sur le marché a) [cocoatown.com](http://cocoatown.com) ; b) [spectramelangeurs.com](http://spectramelangeurs.com) ; c) [melangeurs.com](http://melangeurs.com) ; d) [chocolatemelangeur.com](http://chocolatemelangeur.com).
- 178 **Figure 70** Intérieur du mélangeur : a) vue de l'assemblage de la meule de pierre à l'intérieur du bol de pierre vide ; b) vue du bol du mélangeur pendant le broyage des gruaux de cacao en masse. ([chocolatemelangeur.com](http://chocolatemelangeur.com) ; [chocolatealchemy.com](http://chocolatealchemy.com)).
- 179 **Figure 71** Autres exemples d'équipements pour broyer les fèves de cacao en masse de cacao a) [www.retsch.com](http://www.retsch.com) ; b) [www.capco.co.uk](http://www.capco.co.uk) ; c) [www.duyviswiener.com](http://www.duyviswiener.com) ; d) [www.memet.com](http://www.memet.com) ; e) [conversitech.com](http://conversitech.com).
- 179 **Figure 72** Exemples de moulins pouvant être utilisés pour pré-moudre les fèves de cacao : a) moulin à café électrique à lames ; b) broyeur à lames ; c) broyeur à jus Champion® ([krups.com](http://krups.com) ; <https://www.elgiultra.com> ; [championjuicer.com](http://championjuicer.com)).
- 180 **Figure 73** Exemples de micromètres allant de 0 à 25 mm avec une résolution de 0,001 mm. a) [hahn-kolb.de](http://hahn-kolb.de) ; b) et c) [tesatechnology.com](http://tesatechnology.com) ; d) [mitutoyo.co.jp](http://mitutoyo.co.jp).
- 180 **Figure 74** Thermomètre infrarouge ([etekcity.com](http://etekcity.com)).
- 181 **Figure 75** Bain d'eau chaude (bain-marie) : a) exemple de bain-marie approprié ; b) le bol doit être placé dans la casserole sans espace entre les deux ; c) il ne doit pas y avoir d'espace entre la casserole et le bol (en raison du risque d'exposition du chocolat à la vapeur d'eau) et la cuisinière doit être éteinte pendant la fonte du chocolat pour éviter qu'il ne brûle ; d) fondoir électrique ayant la même fonction (Bioversity International, Alvarado, 2022 ; [lacor.es](http://lacor.es)).

- 181 **Figure 76** a) Micro-ondes numériques contre b) micro-ondes analogiques. La minuterie des micro-ondes analogiques n'est pas assez précise pour régler des intervalles de temps inférieurs à une minute et n'est donc pas adaptée au tempérage. (lg.com).
- 182 **Figure 77** Tempérage sur une plaque de marbre (pixabay.com)
- 182 **Figure 78** a) Bain d'eau froide. Si la température de l'air ambiant est trop élevée, de la glace peut être ajoutée au bain. b) de la glace d'eau froide peut être ajoutée (Bioversity International, Alvarado, 2022).
- 182 **Figure 79** Exemples de thermomètres numériques : a) thermomètre à infrarouge ; b) thermomètre à tige ; c) thermomètre à sonde (etekcity.com ; coleparmer.co.uk ; hannainst.com).
- 183 **Figure 80** Spatules pour le tempérage : a) spatule flexible thermorésistante (wilton.com) ; b) spatule racleuse (matferbourgeatusa.com) ; c) spatule à glacer (wilton.com).
- 183 **Figure 81** Pistolet thermique (bosch-professional.com).
- 184 **Figure 82** Tempéreuses semi-automatiques : a) tempéreuse à roue rotative ; b) tempéreuse à bol rotatif. (perfectchoco.com ; chocovision.com).
- 184 **Figure 83** Tempéreuse entièrement automatique pour les petites quantités (pomati.it).
- 184 **Figure 84** Exemple de beurre de cacao à utiliser dans la méthode d'ensemencement (pixabay.com).
- 185 **Figure 85** Exemples de casse-noix (fodal.com).
- 185 **Figure 86** Exemple de moulin à lames électrique. a) Moulin à café Krups F203 vu de côté et b) vu de dessus (krupsusa.com).
- 185 **Figure 87** Exemple de moulin à billes. a) Moulin à café portable GSI outdoors Java Mill prêt à l'emploi et b) ses parties (gsioutdoors.com).
- 186 **Figure 88** Exemples de récipients d'une capacité de 200 à 240 ml (¾ -1 tasse) avec couvercle permettant de conserver jusqu'à 3 heures et de contenir de la poudre grossière de fèves de cacao non torréfiées en vue d'une évaluation sensorielle. a) specialtybottle.com ; b) ravennindia.com ; c) firatmed.com.
- 186 **Figure 89** Aspect de la masse de cacao solide stockée dans différents récipients hermétiques (Bioversity International, Archila, 2022).
- 186 **Figure 90** a) Aspect de la masse de cacao solide stockée sous forme de barre dans un sac sous vide et b) portionnée en gouttes de 1 à 2g (Bioversity International, Archila, 2022).
- 187 **Figure 91** Exemple de gobelets de 28 ml : a) en plastique avec couvercle, b) en verre avec couvercle en papier d'alumine pour contenir l'échantillon de masse de cacao. (Bioversity International, Archila, 2022).
- 187 **Figure 92** Exemples d'équipements de chauffage pour l'évaluation sensorielle : blocs chauffants secs de laboratoire avec couvercle chauffant ; a) taille normale et b) taille plus petite (ohaus.com ; uk.vwr.com).
- 187 **Figure 93** Exemple d'équipement de chauffage pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao : une plaque chauffante (labotect.com).
- 187 **Figure 94** Exemple de thermos pour maintenir l'eau chaude à 40-50°C (104-122°F) pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao (bunn.com).
- 188 **Figure 95** Exemples d'équipements de chauffage pour l'évaluation sensorielle de la masse de cacao : a) four de chauffage (matest.com) ; b) déshydrateur alimentaire (gourmia.com) ; c) bain-marie de laboratoire (fishersci.es).

# Contributeurs

## COORDINATEURS ET CONTRIBUTEURS

**Brigitte Laliberté** (Cacao d'Excellence/Alliance de Bioversity International et du CIAT)

**Dolores Alvarado** (Cacao d'Excellence /Alliance de Bioversity International et du CIAT)

## PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS

**Ed Seguire** (Cacao Cocoa and Chocolate Advisors/Guittard Chocolate)

**Darin Sukha** (CRC/UWI)

## MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL DE L'ISCCQF (AFFILIATIONS AU MOMENT DE LA PUBLICATION DES PROJETS)

**Bill Guyton** (FCIA)

**Brad Kintzer** (TCHO)

**Brigitte Laliberté** (Cacao d'Excellence/Alliance de Bioversity International et du CIAT)

**Carla Martin** (FCCI)

**Carolina Aguilar** (LWR)

**Charlotte Martin** (ICCO)

**Cristina Liberati** (EE/CDP)

**Dan Domingo** (ECOM Trading)

**Daphne Braak** (CBI)

**Darin Sukha** (CRC/UWI)

**Ed Seguire** (Cacao Cocoa and Chocolate Advisors /Guittard Chocolate)

**Erik Plaisier** (CBI)

**Hervé Biseleua** (WCF)

**John Kehoe** (Guittard Chocolate)

**Juan Francisco Mollinedo** (AMACACAO)

**Julien Simonis** (Belcolade/Puratos)

**Martin Christy** (IICCT)

**Mey Choy Paz** (CDP/FCIA) (EE/CDP)

**Nene Akwetey-Kodjoe** (WCF)

**Nubia Martínez** (UNALM)

**Pierre Costet** (Valrhona Chocolate)

**Renata Januszewska** (Barry Callebaut)

**Rick Peyser** (LWR)

LES CONTRIBUTEURS (NON MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL) AVANT LA PUBLICATION DU PREMIER PROJET PUBLIC -  
PAR LE BIAIS DE RÉUNIONS, DE GROUPES DE TRAVAIL, DE CONSULTATIONS D'EXPERTS ET/OU D'EXAMENS SUCCINCTS

**Andrea Mecozzi** (Cacao Solution)

**Coralie Veyrac** (Barry Callebaut)

**José López Ganem** (FCCI)

**Philip Sigley** (FCC)

**Robin Dand** (Robin Dand Commodities Ltd)

**Siela Maximova** (Penn State University)

MEMBRES DE L'ÉQUIPE DE RÉDACTION - CACAO D'EXCELLENCE/ALLIANCE DE BIOVERSITY INTERNATIONAL ET CIAT  
ENTRE 2018-2019

**Arisa Thamsuaidee**

**Chinkee Lim**

**Jami Willard**

**Patricia Cuba**

**Pramitha Pothan**

**Sue González**

MEMBRES FAISANT PARTIE DU COMITÉ TECHNIQUE CACAO D'EXCELLENCE AU MOMENT DE LA RÉDACTION ET DE LA  
RÉVISION

**Ed Seguire** Président (Cacao Cocoa and Chocolate Advisors/Guittard Chocolate)

**Adriana Arciniégas** (CATIE)

**Brad Kintzer** (TCHO)

**Darin Sukha** (CRC/UWI)

**Dorine Kassi** (QHSE)

**Fabien Coutel** (Treegether)

**Florent Coste** (Valrhona)

**John Kehoe** (Guittard Chocolate)

**Julien Simonis** (Puratos)

**Karin Chatelain** (ZHAW)

**Naailah Ali** (CRC/UWI)

**Nubia Martínez** (Université nationale agraire de La Molina à Lima)

**Régis Bouet** (Régis Bouet Solutions)

**Stephen Yaw Opoku** (CRIG)

RÉVISEURS (RÉVISION PUBLIQUE)

PAYS	ORGANISATION	NOM
<b>Brésil</b>	Indépendante	Albertus Eskes
<b>Colombie</b>	InSitu	Carlos Torres
	Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Université nationale ouverte et à distance)	Lucas Quintana
<b>Côte d'Ivoire</b>	CEMOI	Mahieu Aka
	Organisation internationale du cacao (ICCO)	Charlotte Martin
<b>République Dominicaine</b>	Cacao Forest / Zorzal Cacao	Heriberto Paredes
	Chocolates Khao Caribe, SRL	Moisés Davidovits
	CONACADO	Cosme Gilberto Guerrero Elizabeth Burgos Yenny Medina
	COOPCANOR	Pedro Ramón Reyes Pena
	Cortés Hermanos	Bienvenido Then
	Definite Chocolate, SRL	Jens Kamin
	DR Cocoa Foundation	Yirelisa Alcántara
	Exporting Quality Program / International Executive Service Corps	Ana Tolentino Peggy Aviotti
	Laboratorio del Cacao, Ministerio de Agricultura	Mariolis Castaño Tejada Nikaurys Genaro Frías
	Recursos Globales, SRL	José Alejandro
	Rizek	Elaine de Windt F.
	Valdez Cacao SFM, SRL	José Valdéz
	Xocolat	Diana Munne
<b>Équateur</b>	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)	Yessenia Echeverría
	Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador (ANECACAO)	Cristian Noboa
	Conexión Chocolate	Luisa Mafla Mario Remache



<b>PAYS</b>	<b>ORGANISATION</b>	<b>NOM</b>
<b>Équateur</b>	ECOM	Maria Merchán
	Escuela Politécnica Nacional (École polytechnique nationale)	Carolina Ramos Yadira Quimbita
	Escuela Superior Politécnica de Manabí	Paúl Cedeño
	Guangala	Jaime Zea
	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP)	Gladys Rodríguez
	Jand Cacao	Wilman Quezada
	Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ministère de l'agriculture et de l'élevage)	Andrés Proaño Gabriela Chacón Luis Herrera
		Les noms des personnes ne sont pas communiqués
	Nestlé	Alejandra Rivadeneira Angie Largo
	Le nom de l'organisation n'a pas été fourni	Bethsy Hurtado Brissia Millones Edgar Zambrano Elsa Zárate Flavio Legards Franklin Tipán José Barén José García Juan Arévalo Ludy Rivas Miguel Pérez Pablo Conselmo Wilman Quezada
	Rikolto International	José Luis Cueva
	Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN)	Jessie Gallardo
	Unión de Organizaciones Campesinas Cacaoteras	Lady Paredes
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Wiston Morales	
Nom de l'organisation non communiqué	Pedro López	
<b>France</b>	CEMOI	Julien Menou Sabine Quintana
	Valrhona	Pierre Costet
<b>Allemagne</b>	SGS	Lisa Marie Klttelmann

<b>PAYS</b>	<b>ORGANISATION</b>	<b>NOM</b>
<b>Haïti</b>	Comité national d'organisation d'Haïti	Noms des personnes non communiqués
<b>Indonésie</b>	Institut indonésien de recherche sur le café et le cacao	Ariza Budi Tunjung Sari
<b>Malaisie</b>	Malaysian Cocoa Board	Dr. Khairul Bariah Sulaiman Mohamed Yusof bin Ishak Suzannah Sharif
<b>Pays-Bas</b>	OLAM Cocoa	Marjon Theunissen
<b>Nicaragua</b>	APAC–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	APEN–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Castillo del Cacao–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Clayo Chocolates–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Cooperativa La Campesina–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	EXPASA–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Madre Cacao–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Ritter Sport–Comisión de Cacao	Les noms des personnes ne sont pas fournis
	Semillas Group–Comisión de Cacao	Noms individuels non fournis
<b>Papouasie- Nouvelle Guinée</b>	Indépendant	Grant Vinning

<b>PAYS</b>	<b>ORGANISATION</b>	<b>NOM</b>
<b>Pérou</b>	Comité Técnico Nacional de Cacao y Chocolate (INACAL)	Dénominations individuelles non communiquées
<b>Philippines</b>	DA Bureau of Standards	Krishna Mecija
<b>Suisse</b>	ZHAW	Karin Chatelain
<b>Trinité et Tobago</b>	Cacao Development Company Trinidad and Tobago Limited	Fayaz Shah Matthew Escalante Roger Poliah Siddiqa Ragbirsingh Stefan Lee Son
<b>Royaume-Uni</b>	Federation of Cocoa Commerce	Phil Sigley Robin Dand
<b>États-Unis</b>	Calkins + Burke Ltd. Cocoterra Chocolat Theo	Jan Calkins Nate Staal Robert Francis

# Références

- Adhikari J; Chambers E. & Koppel K. 2019. Impact of Consumption Temperature on Sensory Properties of Hot Brewed Coffee. *Food and Research International* 115:95-104. doi:10.1016/j.foodres.2018.08.014
- Afoakwa EO. 2010. *Chocolate Science and Technology*. Wiley-Blackwell Publishing, Singapore, The Republic of Singapore. 275 p.
- AgraTronix. 2022. Moisture Testers. <https://www.agratronix.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Aprotosoiaie AC; Luca SV & Miron A. 2015. Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products – An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1): 73-91. doi:10.1111/1541-4337.12180
- ASEAN (Association of Southeast Asian Nations). 2014. ASEAN Stan 34:2014 Standard for Cocoa Bean. ASEAN Trade Repository. <https://www.asean.org/wp-content/uploads/images/Community/AEC/AMAF/OtherDocuments/ASEAN%20Standard%20for%20Cocoa%20Bean.pdf> (Accessed on 23 July 2018).
- Beckett ST. 2008. *The Science of Chocolate* (2 ed.). The Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom. 240 p.
- Beckett ST. (eds.). 2009. *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (4 ed.). Blackwell Publishing Ltd , West Sussex, United Kingdom. 668 p.
- Beckett ST; Yates, P. 2009. Formulation. In: Talbot G. (ed.), *Technology of Coated and Filled Chocolate, Confectionery, and Bakery Products*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, United Kingdom. pp. 11-52.
- Binder GmbH. 2017. Binder FD 56 Operating Manual. <https://www.binder-world.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Binder GmbH. 2019. Binder 9010-0255 FP Programmable Mechanical Convection Oven; 4.1 cu ft, RS-422, 230V. <https://www.binder-world.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Bottles & Jars. 2022. Bottles & Jars. <https://www.specialtybottle.com/> (Accessed 10 June 2022).
- Bray J. 2012. The Golden Cacao Cut. On the Cocoa Trail. <https://onthecocoatrail.com/2012/06/27/the-golden-cut/> (Accessed on 24 July 2018).
- BSI (British Standard Institution). 1992. BS 5098:1992. Terms Relating to Sensory Analysis. London, United Kingdom. 28 p.
- Bunn-O-Matic Corporation. 2022. BUNN 2.5 Liter Lever-Action Airpot, Stainless Steel. <https://www.bunn.com/> (Accessed on 3 May 2022).
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). 2016. "CocoaSafe": Capacity Building and Knowledge Sharing in SPS in Cocoa in Southeast Asia. Final Report of Project "CocoaSafe". <https://www.icco.org/wp-content/uploads/2.-CocoaSafe-Capacity-Building-and-Knowledge-Sharing-in-SPS-and-Food-Safety-in-Cocoa-in-South-East-Asia.pdf> (Accessed on 3 May 2022).
- Cacao Cucina. 2022. Cacao Cucina Line of Equipment. <http://cacaocucina.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Cacao Móvil. 2021. Aprendiendo e innovando sobre el cacao en sistemas agroforestales. <https://cacaomovil.com/> (Retrieved 9 June 2022).
- Cacao of Excellence Programme. 2019. Technical Procedures for Processing the Cocoa Bean Samples from Participating Countries – from Reception, Physical Quality and Processing into Liquor and Chocolate for Flavour Sensory Evaluation. [www.cocoaofexcellence.org](http://www.cocoaofexcellence.org) (Accessed on 2 May 2022).

- Campus-Gemüse. 2022. Sensorik. <http://www.campus-gemuese.de> (Accessed on 1 May 2022).
- Carr BT; Civille GV & Meilgaard MC. 2016. Sensory Evaluation Techniques (5 eds.). CRC Press, Boca Raton, USA. 632 p.
- Castlebroom Engineering Ltd. 2020. Capco Test Equipment. <https://capco.co.uk> (Accessed on 2 May 2022).
- Castlebroom Engineering Ltd. 2022. Triple Roll Mill Stainless Rolls. <https://capco.co.uk> (Accessed on 2 May 2022).
- CCC (Le Conseil du Café – Cacao). 2015. Normes D'Exportation du Cacao. [http://www.conseilcafecacao.ci/index.php?option=com\\_content&view=article&id=109&Itemid=180](http://www.conseilcafecacao.ci/index.php?option=com_content&view=article&id=109&Itemid=180) (Accessed on 26 February 2019).
- CCUR (Iowa State University Center for Crops Utilization Research). 2022. Facilities Kitchen., <http://www.ccur.iastate.edu> (Accessed on 26 April 2022).
- CEN (European Committee for Standardization). 2002. European Standard EN 12464-1: Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places. Brussels, Belgium. [http://www.ageta.lt/app/webroot/files/uploads/filemanager/File/info/EN\\_12464-1.pdf](http://www.ageta.lt/app/webroot/files/uploads/filemanager/File/info/EN_12464-1.pdf) (Accessed on 4 July 2019).
- Center for Sensory Analysis and Consumer Behaviour. 2015. Evaluation/Focus Group Rooms/ Preparation Space. [www.sensoryanalysis.com](http://www.sensoryanalysis.com): <https://www.sensoryanalysis.com> (Accessed on 1 May 2022).
- CFIA (Canadian Food Inspection Agency) – Grains and Oilseeds Section, CSI (Canadian Seed Institute), CGC (Canadian Grain Commission). 2015. Sampling Methods and Procedures Guide, 3rd Version. <https://www.grainscanada.gc.ca/pva-vpa/container-contenant/proc-301/proc3-0-1-en.pdf> (Accessed on 18 July 2018).
- Charm School Chocolate. 2022. Chocolate: From Bean to Bar. <https://www.charmschoolchocolate.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Chatt EM. 1953. Cocoa: Cultivation, Processing, Analysis. In: Kertesz ZI. (ed.), Economic Crops, Vol. III. Interscience Publishers, New York, USA. 1-302 p.
- Chocolate Alchemy. 2011. Chocolate Alchemy's DIY Winnowing. <http://chocolatealchemy.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Chocolate Alchemy. 2022. How to Make Chocolate. <https://chocolatealchemy.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Chocolate Melangeur. 2022. Ultra Perfect Plus Nut Butter Grider. <https://www.chocolatemelangeur.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Cioccia E. 2011. Bavette Gastronomia. <https://www.bavette.es/> (Accessed on 10 June 2022).
- CocoaTown. 2022. CocoaTown Equipment. <https://cocoatown.com> (Accessed on 2 May 2022).
- CocoTerra Company. 2022. CocoTerra Tabletop Chocolate Maker. <https://www.cocoterra.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Coffee Laboratory LLC. 2022. Deluxe Sample Divider Boerner Type. <http://www.coffeelabequipment.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Cole-Palmer Instruments Company LLC. 2022. Process Equipment for Life Sciences. <https://www.coleparmer.co.uk> (Accessed on 3 May 2022).

- Dand R. 2011. Quality Assessment of Cocoa Beans for International Trade. In: Dand R. (ed.), *The International Cocoa Trade*, (3 ed.). Woodhead Publishing Limited, Sawston, United Kingdom. 219-267 p.
- Dandelion Chocolate. 2017. Education Station: What's up with Whole Roasted Beans? <https://www.dandelionchocolate.com> (Accessed on 2 May 2022).
- De Zaan. 2006. *The De Zaan Cocoa Manual*. ADM Cocoa BV, Koog aan de Zaan, The Netherlands. 151 p.
- Diamond Custom Machine. 2018. Premier Chocolate Refiners. <https://www.melangers.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Dickey-John. 2017. Product Spotlight. <http://www.dickey-john.com> (Accessed on 15 January 2019).
- Edward J. Darby & Son Inc. 2020. Edward J. Darby & Son Cayalog. <https://catalog.darbywiremesh.com> (Accessed on 2 May 2022).
- End MJ; Dand R (eds). 2015. *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. ECA-Caobisco-FCC Joint Cocoa Research Fund [https://www.cocoaquality.eu/data/Cocoa%20Beans%20Industry%20Quality%20Requirements%20Apr%202016\\_En.pdf](https://www.cocoaquality.eu/data/Cocoa%20Beans%20Industry%20Quality%20Requirements%20Apr%202016_En.pdf) (Accessed on 2 May 2022).
- Etekcitec Corporation. 2021. Tools. <https://www.eteckcity.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Faerch. 2015. CPET Takes Foods Directly from the Freezer to Oven. <https://www.faerch.com> (Accessed on 21 November 2019).
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 1999. *Codex Alimentarius*. Report of the Twenty-Third Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products. CX 5/15. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <https://www.fao.org/3/W9253E/w9253e0k.htm#bm20.2.2> (Accessed on 18 July 2018).
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2004. *Codex Alimentarius*. General Guidelines on Sampling. CAC/GL 50-2004. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. [https://www.fao.org/uploads/media/Codex\\_2004\\_samplng\\_CAC\\_GL\\_50.pdf](https://www.fao.org/uploads/media/Codex_2004_samplng_CAC_GL_50.pdf) (Accessed on 18 July 2018).
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2016a. *Codex Alimentarius*. Standard for Cocoa (Cacao) Mass (Cocoa/Chocolate Liquor) and Cocoa Cake Codex Stan 141-1983. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <http://files.eacce.org.ma/pj/1415770249.pdf> (Accessed on 14 September 2019).
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2016b. *Codex Alimentarius*. Standard for Cocoa Butter. CXS 86-1981. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B86-1981%252FCXS\\_086e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B86-1981%252FCXS_086e.pdf) (Accessed on 25 April 2022)
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2016c. *Codex Alimentarius*. Standard for Chocolate and Chocolate Products. STAN 87-1981. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-1981%252FCXS\\_087e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-1981%252FCXS_087e.pdf) (Accessed on 18 July 2018).
- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2018. *Compendium of Food Additive Specifications* (22 ed.). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Geneva, Switzerland. 77p.

- FAO (Food and Agriculture Organization) & WHO (World Health Organization). 2020. Codex Alimentarius. General Principles of Food Hygiene. CXC 1-1969. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/> (Accessed on 7 August 2020).
- Farmcomp Oy. 2019. Grain Moisture Meters. <https://www.wile.fi> (Accessed on 3 May 2022).
- FCCI (The Fine Cacao and Chocolate Institute). 2016a. FCCI Cacao Grader Evaluation Version 1.0. [https://chocolateinstitute.org/wp-content/uploads/2017/05/FCCI\\_evaluation\\_english\\_1.0.pdf](https://chocolateinstitute.org/wp-content/uploads/2017/05/FCCI_evaluation_english_1.0.pdf) (Accessed on 3 August 2018).
- FCCI (The Fine Cacao and Chocolate Institute). 2016b. FCCI Cacao Sampling Protocol Version 1.0. [https://chocolateinstitute.org/wp-content/uploads/2017/05/FCCI\\_protocol\\_english\\_1\\_0.pdf](https://chocolateinstitute.org/wp-content/uploads/2017/05/FCCI_protocol_english_1_0.pdf) (Accessed on 17 June 2018).
- Firat. 2018. Polypropilene Sample Container. <http://www.firatmed.com> (Accessed on 3 May 2022).
- France-Etuves. 2020. Des étuves de laboratoires et des étuves industrielles. <https://www.france-etuves.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Frost D J; Adhikari K & Lewis D. 2011. Effect of Barley Flour on the Physical and Sensory Characteristics of Chocolate Chip Cookies. *Journal of Food Science and Technology* 48(5):569-576. doi:10.1007/s13197-010-0179-x
- Gemmy Industrial Corporation. 2022. Hot Air Oven Model YCO-010. <http://www.gemmy.com.tw/>; <http://www.gemmy.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Gilson Company Inc. 2018. Materials Testing Equipment. <https://www.globalgilson.com/> (Accessed on 18 July 2018).
- Godshall M; Grimm C; Moore SJ & Batista R. 2003. Comparison of Two Methods of Volatile Analysis for Determining the Causes of Off-Odors in White Beet Sugars - SPME and Headspace. *International Sugar Journal* 105(32):193-208.
- Gourmia. 2022. Gourmia GFD1650 Digital Food Dehydrator. <https://www.gourmia.com> (Accessed on 13 June 2022).
- Greweling PP. 2013. *Chocolates and Confections: Formula, Theory and Technique for the Artisan Confectioner* (2 ed.). John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom. 544 p.
- Groupe SEB USA. 2022. Fast Touch Electric Coffee and Spice Grinder. <https://www.krupsusa.com> (Accessed on 3 May 2022).
- GSI Outdoors. 2021. GSI Outdoors Java Mill Portable Coffee Grinder. <https://www.gsioutdoors.com> (Accessed on 3 May 2022).
- HAHN+KOLB Werkzeuge GmbH. 2022. Tesamaster A1. <https://www.hahn-kolb.de> (Accessed on 2 May 2022).
- Hanna Instruments Inc. 2022. Digital Thermometer. <https://hannainst.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Harvey, D. 2013. Coning and Quartering. Image and Video Exchange Forum. <http://community.asdlib.org/imageandvideoexchangeforum/2013/07/24/coning-and-quartering/> (Accessed on 6 May 2018).
- Harwood ML & Hayes JE. 2017. Sensory Evaluation of Chocolate and Cocoa Products. In: Beckett ST; Fowler MS & Ziegler GR. (eds.), *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use*. John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom. 509-520 p.

- HCP (Heirloom Cacao Preservation Fund). 2018. Protocols for HCP Lab Tests and Raw Bean Characterization Pre-Liquor Preparation and Analysis. Fine Chocolate Industry Association. <https://www.hcpcacao.org/hcp-protocols-for-lab-test.html> (Accessed on 24 May 2018).
- Herewegen, N. 2016. Annex 15: Cocoa Bean Manual Puratos Belcolade. In: Sukha D. (ed.), Steps Towards a Harmonized International Standard for Cocoa Flavour Assessment – A Review of Current Protocols and Practices. A technical review presented to the Cocoa of Excellence Programme of Bioversity International and Lutheran World Relief, under Cacao Movil ed., p. 183. The Alliance of Bioversity International and CIAT, Rome, Italy. [https://www.cocoaqualitystandards.org/fileadmin/templates/CocoaQuality/Uploads/Documents-and-reports/REVIEW-Cocoa\\_Quality\\_Flavour\\_Standards\\_-\\_Darin\\_SUKHA\\_sans\\_Appendices-12May2016-ENGLISH.pdf](https://www.cocoaqualitystandards.org/fileadmin/templates/CocoaQuality/Uploads/Documents-and-reports/REVIEW-Cocoa_Quality_Flavour_Standards_-_Darin_SUKHA_sans_Appendices-12May2016-ENGLISH.pdf) (Accessed on 3 May 2022).
- ICE (Intercontinental Exchange Inc). 2017. London Cocoa Futures & Euro Cocoa Futures (Allowances & Discounts - Effective May 2017). [https://www.theice.com/publicdocs/futures/London\\_and\\_Euro\\_Cocoa\\_Futures\\_Effective\\_May\\_2017.pdf](https://www.theice.com/publicdocs/futures/London_and_Euro_Cocoa_Futures_Effective_May_2017.pdf) (Accessed on 17 July 2018).
- InnoVinum LLC. 2022. Is Your Wine Tasting Room Set Up Properly? <https://www.winetasting-demystified.com> (Accessed on 1 May 2022).
- International Trade Centre UNCTAD and WTO. 2001. Cocoa: A Guide to Trade Practices. International Trade Centre, Geneva, Switzerland. 192 p.
- ISO (International Organization for Standardization). 2005. ISO 6658:2005. Sensory Analysis — Methodology — General Guidance. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/36226.html> (Accessed on 3 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2007. ISO 8589:2007. Sensory analysis — General Guidance for the Design of Test Rooms. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/36385.html> (Accessed on 3 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2008. ISO 5492:2008. Sensory analysis — Vocabulary. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/38051.html> (Accessed on 3 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2011. ISO 11037:2011 Sensory Analysis – Guidelines for Sensory Assessment of the Colour of Product. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/50112.html> (Accessed on 2 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2012. ISO 8586:2012. Sensory Analysis –General Guidelines for the Selection, Training and Monitoring of Selected Assessors and Expert Sensory Assessors. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/45352.html> (Accessed on 2 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2016. ISO 13299:2016. Sensory Analysis – Methodology – General Guidance for Establishing a Sensory Profile. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/58042.html> (Accessed on 2 May 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2016. ISO 3310-1:2016. Test sieves — Technical Requirements and Testing — Part 1: Test Sieves of Metal Wire Cloth. ISO, Geneva, Switzerland. from <https://www.iso.org/standard/62410.html> (Accessed on 27 April 2022).
- ISO (International Organization for Standardization). 2017a. ISO 2292:2017. Cocoa Beans – Sampling. ISO, ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/68203.html> (Accessed on 27 April 2022).



- ISO (International Organization for Standardization). 2017b. ISO 2451:2017. Cocoa Beans – Specifications and Quality Requirements. ISO, Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/68202.html> (Accessed on 27 April 2022).
- Januszewska, R., Depypere, F., Van Leuven I., Pradal, P., Loobuyck, K., Veinand, B. & Adringa, N. (2018). Hidden Persuaders in Cocoa and Chocolate. A Flavour Lexicon for Cocoa and Chocolate Sensory Professionals. Elsevier Inc., Woodhead Publishing, pp. 143. <https://www.elsevier.com/books/hidden-persuaders-in-cocoa-and-chocolate/januszewska/978-0-12-815447-2>
- Jiangsu Zhongxian Group Co Ltd. 2022. Cocoa Butter. <https://zhongxiangoil.en.alibaba.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Kern & Sohn GmbH. 2022. Precision Balance PCB-2000-1. <https://www.sigmaaldrich.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Khamrui K. 2013. Sensory Evaluation of Functional Fermented Milk Products. Requirements and Tecnique. <https://www.slideshare.net> (Accessed on 1 May 2022).
- King Arthur Baking Company Inc. 2022. Recipies. <https://www.kingarthurflour.com> (Accessed on 10 June 2022).
- KPM Moisture Meters Limited. 2008. Our Meters. <http://www.aqua-boy.co.uk> (Accessed on 15 January 2019).
- Kreslin R; Calvo PM; Galo Corzo L & Peer P. 2014. Linear Chromatic Adaptation Transform Based on Delauney Triangulation. *Mathematical Problems in Engineering* 9(2):1-9 doi:10.1155/2014/760123
- Kring L. 2020. Foodal's Guide to the Best Nutcrackers. <https://foodal.com/kitchen/general-kitchenware/guides-general-kitchenware/foodals-guide-to-the-best-nutcrackers/> (Accessed on 3 May 2022).
- Labotech GmbH. 2022. Hot Plate for Laboratory and Scientific Use. <http://www.labotect.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Lacor Menaje. 2012. Chocolate Bain Marie. <http://www.lacor.es> (Accessed on 3 May 2022).
- Laiskonis M. 2018. Post from Michael Laiskonis Instagram Web Page: Pictures of Well-fermented Beans. <https://www.instagram.com/p/BmzEDa9gym-/?taken-by=mlaiskonis> (Accessed on 6 June 2022).
- Lawless HT & Heymann H. 2010. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices (2nd ed.). Springer, New York, USA. 596 p. doi:10.1007/978-1-4419-6488-5
- LG Electronics. 2022. Microwave Ovens. <https://www.lg.com> (Accesed on 3 May 2022).
- Long Island Indicator Service Inc. 2019. 109 – Tesamaster Micrometer With Analogue Digit Counter - Inch or Metric - Made in Switzerland. <http://www.longislandindicator.com> (Accessed on 19 November 2019).
- Luna F; Crouzillat D; Cirou L & Bucheli, P. 2002. Chemical Composition and Flavour of Ecuadorian Cocoa Liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(12):3527-3532. doi:10.1021/jf0116597
- Mann Lake Bee & Ag Supply. 2022. Gallon Plastic Bucket wit Lid. <https://www.mannlakeltd.com/> (Accessed on 2 May 2022).
- Mastest Spa. 2017. Forced ventilation oven, 220 litres. <https://www.matest.com> (Accessed on 3 May 2022).

- Matest Spa. 2022. Complete Vacuum Desiccator Plate and Desiccant Kit. <http://www.matest.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Matfer Bourgeat. 2021. Matfer Bourgeat Coating Spatula for Chocolate. <https://matferbourgeatusa.com/> (Accessed on 3 May 2022).
- McMaster-Carr. 2022. McMaster Steel Wire Catalog. <https://www.mcmaster.com> (Accessed on 2 May 2022).
- McNichols Co. 2022. McNichols Wire Mesh Catalog. <https://www.mcnichols.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Metal Mesh. 2022. Glossary. <https://www.metalmesh.com.au/glossary/> (Accessed on 2 May 2022).
- Metal Service Center Institute. 2022. Mesh Type Oven Trays. <https://www.msci.org/> (Accessed on 27 April 2022).
- Mettler Toledo. 2022. Precision Balance MS4002TS/00. <https://www.mt.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Misnawi A; Jinap S; Jamilah B & Nazamid S. 2004. Sensory Properties of Cocoa Liquor as Affected by Polyphenol Concentration and Duration of Roasting. *Food Quality and Preference* 15(5):403-409. doi:10.1016/S0950-3293(03)00097-1
- Mitutoyo Corporation. 2022. New Products Categories. <https://www.mitutoyo.co.jp/eng/> (Accessed on 2 May 2022).
- MS (Department of Standards Malaysia). 2007. MS 230:2007: Cocoa Beans - Sampling Method for Grading, (First Revision). Department of Standards, Putrajaya, Malaysia. [https://www.koko.gov.my/lkm/industry/sampling\\_method.pdf](https://www.koko.gov.my/lkm/industry/sampling_method.pdf) (Accessed on 31 May 2018).
- Munster GPS. 2022. Digital Infrared Thermometer. <https://www.munstergps.ie/> (Accessed on 10 June 2022).
- Myers ME; Nwozu CV; Whitacre EJ & Hammerstone JF. 2003. United States of America Patent No. 6,582,747 B2. <https://patentimages.storage.googleapis.com/03/12/90/ddc53bc263dbf8/US6582747.pdf> (Accessed on 24 July 2018).
- Naes T; Brockhoff P & Tomic O. 2010. *Statistics for Sensory and Consumer Science*. John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom. 304 p.
- Neuhaus T. 2006. Doing the cut test. Project Hope and Fairness. Coopaga, Cote d'Ivoire. <http://cocoa farmingpix.blogspot.com/2010/10/cocoa-analysis.html> (Accessed on 10 June 2022).
- Neuhaus, T. 2007. Board Used for Grading Beans. Saf Cacao Testing Laboratory. Project Hope and Fairness. San Pedro, Cote d'Ivoire. <http://cocoa farmingpix.blogspot.com/2010/10/cocoa-analysis.html> (Accessed on 10 June 2022).
- Pascale D. 2006. RGB Coordinates of the Macbeth ColorChecker. The Babel Color Company. [https://babelcolor.com/index\\_htm\\_files/RGB%20Coordinates%20of%20the%20Macbeth%20ColorChecker.pdf](https://babelcolor.com/index_htm_files/RGB%20Coordinates%20of%20the%20Macbeth%20ColorChecker.pdf) (Accessed on 24 July 2018).
- Perfect Choco. 2022. Mini Wheel Tempering. <https://perfectchoco.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Pomati Group Srl. 2022. Pomati T5 Chocolate Tempering Machine. <https://www.pomati.it/> (Accessed on 3 May 2022).
- Ravenn India. 2022. Penta Lock Glass 750 ml (4") with Plastic Lid. <https://ravennindia.com/> (Accessed on 10 June 2022).

- Reed S. 2010. Sensory Analysis of Chocolate Liquor. *The Manufacturing Confectioner* 90(11):43-52.
- Retsch GmbH. 2022. Mortar Grinder RM 200. <https://www.retsch.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Robert Bosch Power Tools GmbH. 2021. Heat Guns. <https://www.bosch-professional.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Rooth Chocolate. 2022. Winnowing. <https://rootchocolate.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Sampling System Ltd. 2018. Over a Million Stock Items. <https://sampling.com> (Accessed on 19 July 2018).
- Schaller GmbH. 2015. FSA Operating Manual. <https://www.humimeter.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Schaller GmbH. 2022. Humimeter FS3 Food Moisture Meter. <https://www.humimeter.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Schmidt RH. 2015. Basic Elements of Equipment Cleaning and Sanitizing in Food Processing and Handling Operations. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, FS14, 1-11. from <http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/files/26501.pdf> (Accessed on 12 September 2018).
- Seguine, E. 2014. Operating Procedures and Recommendations for Equipment Operation - Laboratory Evaluation of Cocoa Beans, Version 1.0. Cacao Cocoa and Chocolate Advisors, Hanover, Pennsylvania. 30 p.
- Seo Y; Kwak HS; Kim M; Jeong Y & Lee, Y. 2015. Effectiveness of Palate Cleansers on Various Alcoholic Beverages. *Journal of the Institute of Brewing* 121(4):474-480. doi:10.1002/jib.248
- Sigma-Aldrich. 2022. General Catalog. <https://www.sigmaaldrich.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Smart Sensory Solutions Srl. 2022. The Innovative Software for Sensory and Consumer Tests. <https://www.smartsensorybox.com> (Accessed on 8 June 2022).
- Soehnle Industrial Solutions GmbH. 2022. Soehnle Silvia Retro Style Analogue Kitchen Scale W/Stainless Weighing Bowl. <https://www.soehnle-professional.com/en> (Accessed on 2 May 2022).
- Sonaye SY & Baxi RN. 2012. Particle Size Measurement and Analysis of Flour. *International Journal of Engineering Research and Applications* 2(3):1839-1842. from <https://pdfs.semanticscholar.org/733d/2329d88d08ea3a41070894fc5c558efd11c7.pdf> (Accessed on 7 September 2018).
- Spectra Plaza. 2022. Spectra Melangers. <https://www.spectramelangers.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Stanley Black & Decker. 2022. Snap-off Knives. <https://www.stanleytools.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Stefanelli EJ. 2022. Micrómetro virtual – Simulador en Milésimas de Milímetro. [www.stefanelli.eng.br](http://www.stefanelli.eng.br): <https://www.stefanelli.eng.br/es> (Accessed on 2 May 2022).
- Stone H & Sidel JL. 2004. *Sensory Evaluation Practices* (3 ed.). Elsevier Academic Press, San Diego, USA. 326 p.
- Sukha D. 2016. Elements of a Harmonized International Standard for Cocoa Flavour Assessment. A Proposal for Further Consultation. Third Annual Seminar on Cocoa in the Americas, 5-7 September, 2016 pp. 23-25. Sonesta Hotel, Guayaquil, Ecuador. <https://www.cocoaqualitystandards.org/fileadmin/templates/CocoaQuality/Uploads/Documents-and-reports/WG-Quality-Flavour-Standards-ENGLISH-11Set2017.pdf> (Accessed on 4 May 2022).
- Sukha D & Ali NA. 2016. Standard Operating Procedures for Cocoa Liquor Production. University of the West Indies, Trinidad Food Technology Section of the Cocoa Research Centre, St. Augustine, Trinidad and Tobago. 31 p.

- Sukha, D., & Ali, N. A. 2017. Analysing Sensory and Processing Quality of Cocoa. In: Umaharan P. (ed.), *Achieving Sustainable Cultivation of Cocoa: Genetics, Breeding, Cultivation and Quality*, Vol. I. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, United Kingdom. pp. 395-442.
- Sukha D & Rohsius C. 2004. Cocoa Cut Test Chart. Technical Guide. The University of Hamburg, Centre Klein Flottbek, The University of the West Indies, Cocoa Research Center, Hamburg and St. Augustine. 6 p.
- Sukha D; Butler D R; Umaharan P & Boulton E. 2008. The Use of an Optimised Organoleptic Assessment Protocol to Describe and Quantify Different Flavour Attributes of Cocoa Liquors Made from Ghana and Trinitario Beans. *European Food Research and Technology* 226(3):405-413.
- Tasty Type Blog. 2008. Chocolate Pandan Ice Cream. <http://tastytype.blogspot.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Taylor, G. 2018. Quality Certification for Dry Cocoa Beans. <https://docplayer.net/49925052-Quality-certification-for-dry-cocoa-beans.html> (Accessed on 2 May 2022).
- Tesa Technology. 2022. Tesa Products. <https://tesatechnology.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Teserba GmbH. 2022. The Magra Dried Fruit Cutting Units. <http://www.teserba.ch> (Accessed on 2 May 2022).
- The Champion Juicer. 2022. Classic 2000 Household Black. <https://championjuicer.com> (Accessed on 2 May 2022).
- The Grenada Chocolate Company. 2018. Refining and Conching. <https://www.grenadachocolate.com> (Accessed on 28 July 2018).
- The Lab in the Bag. 2017. Aluminium Sensory Analysis Booths. <https://thelabinthebag.com> (Accessed on 1 May 2022).
- Thermo Fisher Scientific Inc. 2022. Precision Water Baths User Manual. <https://www.fishersci.es> (Accessed on 3 May 2022).
- Thomas Scientific LLC. 2022. Scientific Supplies. <https://www.thomassci.com> (Accessed on 2 May 2022).
- TTBS (Trinidad and Tobago Bureau of Standards). 2019. TTS 646:2019. Cocoa Beans – Sampling (ISO 2292:2017, MOD). Trinidad and Tobago Standard., Macoya, Trinidad and Tobago.
- US FDA (United States Food and Drug Administration). 2017. MPM: V-4. Chocolate, Sugars, and Related Products. Silver Spring, USA. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/mpm-v-4-chocolate-sugars-and-related-products> (Accessed on 25 July 2018).
- USAID (United States Agency for International Development); EE (Equal Exchange) & TCHO (TechCHOocolate) Cooperative Development Programme. 2018. Guide to the Cacao Sensory Analysis Tasting Form. USAID-Equal Exchange-TCHO Cooperative Development Project. [https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide\\_vF-JUNE2018.pdf](https://equalexchange.coop/sites/default/files/Tasting-Guide_vF-JUNE2018.pdf) (Accessed on 24 September 2018).
- Vegan Baking Recipe. 2022. How To Make and Use a Double Boiler or Bain Marie. from <http://www.veganbaking.net/>: <http://www.veganbaking.net> (Accessed on 3 May 2022).
- Velmourougane K; Gopinandhan T & Bhat R. 2014. Application of Hazard Analysis and Critical Control Point Principles for Ochratoxin-A Prevention in Coffee Production Chain. In: Bhat R & Gómez-López VM. (eds.), *Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions*. John Wiley & Sons Ltd, Oxford, United Kingdom. pp. 577–595.

- Vila Ayala J; Calliau G; Foubert I; Dewettinck K; Dyer B & De Greyt W. 2007. Impacts of Bleaching and Packed Column Steam Refining on Cocoa Butter Properties. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 84(11):1069-1077.
- VWR International LLC. 2022. Dry block heater, Advanced, Digital, with Heated Lid. <https://uk.vwr.com> (Accessed on 3 May 2022).
- Walfos Factory. 2021. Thermoresistant Flexible Spatula. <https://www.simplyhealthyfamily.org> (Accessed on 3 May 2022).
- West Bend. 2022. Air Crazy Popocorn Machine. <https://westbend.com> (Accessed on 2 May 2022).
- WHO (World Health Organization). 2006. How to Handrub? / How to Handwash? Standard World Health Organization procedures of alcohol-based handrub and handwash with soap and water. <https://www.who.int/gpsc/tools/GPSC-HandRub-Wash.pdf> (Accessed on 2 May 2022).
- Wilton Brands LLC. 2003. Tools. <https://www.wilton.com/> (Accessed on 10 June 2022).
- Worth Point Corporation. 2022. Old Winnowing Sifter Basket. Maidu Mono Calif Indian. <https://www.worthpoint.com> (Accessed on 2 May 2022).
- Żyżelewicz D; Budryn G; Oracz J; Antolak H; Kręgiel D & Kaczmarska M. 2018. The Effect on Bioactive Components and Characteristics of Chocolate by Functionalization with Raw Cocoa Beans. *Food Research International* 113:234-244. doi:10.1016/j.foodres.2018.07.017



**Donner du  
pouvoir à  
une nouvelle  
génération de  
producteurs de  
cacao d'excellence**







**mocca**

Maximizing Opportunities  
in Coffee and Cacao in the Americas

