



Fèves de cacao: Exigences de qualité de l'industrie du chocolat et du cacao

Remerciements

CAOBISCO/ECA/FCC tient à remercier la Food and Drink Federation du Royaume-Uni (FDF) de l'avoir autorisé à utiliser la publication de la BCCCA (Biscuit, Cake, Chocolate and Confectionery Association) intitulée "Cocoa Beans: Chocolate Manufacturers' Quality Requirements" 4e éd. (1996) comme document de base pour l'élaboration de ce guide. Nous sommes très reconnaissants aux membres du Groupe de travail CAOBISCO/ECA/FCC sur la qualité et la productivité et aux autres organisations et personnes qui nous ont aidé à rédiger ce guide, en particulier Alison Branch, Paula Byrne, Alice Costa, Catherine Entzminger, Alain Fredericq, Martin Gilmour, Graham Laird, Reinhard Matissek, Sabine Quintana, Sandra Ruiz et Phil Sigley. Nous souhaitons également remercier Darin Sukha et Ed Seguire pour leurs commentaires précieux sur le texte et leur contribution à l'annexe B: "Protocoles de préparation d'échantillons, d'analyse sensorielle et techniques de fermentation à petite échelle". Cette publication a bénéficié des contributions financières de certains membres du Groupe de travail CAOBISCO/ECA/FCC sur la qualité et la productivité du cacao¹ et de contributions en nature de CRA Ltd.²

Graphisme et composition: Muze Creative.

La traduction vers le français a été assurée par Paul Edson et Araceli Montero.

Photo sur la page couverture: D. Sukha

Published by ECA-Caobisco-FCC Cocoa Research Fund www.cocoaquality.eu

ISBN: 978-2-9601817-1-5

Citation:

CAOBISCO/ECA/FCC Fèves de cacao: Exigences de qualité de l'industrie du chocolat et du cacao Septembre 2015 (End, M.J. et Dand, R. éditeurs)

Dégagement de responsabilité:

Le guide CAOBISCO ECA FCC "Fèves de cacao: exigences de qualité de l'industrie du chocolat et du cacao" ne peut en aucun cas être considéré comme un document de référence légal. Ce guide est uniquement conçu comme un outil d'information pour les opérateurs de la filière cacao. La version anglaise du guide est la version de référence. Ce guide a été élaboré avec l'aide d'experts de l'industrie européenne du chocolat et du cacao, du Cocoa Research Centre, University of the West Indies, Trinité et de consultants spécialisés dans le domaine de la qualité du cacao. Les opinions et points de vue exprimés sont ceux des rédacteurs et des collaborateurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de leurs institutions. Compte tenu de l'évolution constante de la législation et des normes qualité du cacao ainsi que des bonnes pratiques recommandées, il est conseillé aux lecteurs de consulter régulièrement les liens vers les sites web fournis pour actualiser les informations. Ce guide sera mis à jour lorsque de nouvelles informations seront disponibles. Tout commentaire ou suggestion spécifique d'amélioration doit être adressé aux secrétariats de CAOBISCO: caobisco@caobisco.eu, ECA: info@eurococoa.com et FCC: FCC@cocoafederation.com

¹ADM, Armajaro, Barry Callebaut, Cargill, Casa Luker, Cemoi, Dutch Cocoa, Ferrero, Guittard, Mars, Mondelez, Nederland, Nestlé, Olam, Storck, Touton, Valrhona

²CRA Ltd est une association britannique non lucrative de recherche scientifique soutenue par Mars Chocolate, Mondelez International et ICE Futures Europe



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>

Table des Matières

Fèves de cacao:
Exigences de
Qualité de
l'industrie du
Chocolat et du
Cacao

Remerciements

Introduction

Chapitre I:
Aspects relatifs à la qualité des fèves de cacao

.....15	.....32
.....15	.....33
.....16	.....33
.....16	.....34
.....17	.....34
.....18	.....35
.....18	.....35
.....20	.....35
.....21	.....36
.....21	.....36
.....21	.....37
.....22	.....37
.....22	.....37
.....24	.....37
.....27	.....38
.....28	.....38
.....29	.....38
.....30	.....39
.....30	.....39
.....31	.....40
.....31	.....41

Chapitre II: Normes Qualité

.....	45
.....	46
.....	48

Chapitre III: Aspects de la Production de Cacao Affectant Les Exigences de Qualité

.....	50	.....	62
.....	51		
.....	54		
.....	56		
.....	58		
.....	60	.....	63

Annexe A

.....	71
.....	71

Bibliographie

Autres Sources d'information

.....	100	.....	103
.....	100	.....	103
.....	101	.....	104
.....	101	.....	104
.....	102	.....	104
.....	102	.....	104

Introduction

“Améliorer la qualité du cacao via une meilleure communication des besoins de l’industrie, la transformation post-récolte et l’évaluation de la qualité”.

L’industrie européenne du cacao a besoin d’une offre durable et homogène de fèves de cacao dotées de traits qualitatifs répondant à ses multiples exigences. Divers types de cacao sont nécessaires pour satisfaire la demande du marché complexe du chocolat et de produits dérivés du cacao, dans lequel la sécurité des denrées alimentaires, l’efficacité et le rapport coût efficacité sont des facteurs clés, s’ajoutant aux exigences du consommateur en matière de goût et de qualité. Nous avons tous besoin de fèves de cacao qui nous permettront d’élaborer des produits sains et conformes à la législation européenne et aux autres normes internationales sur la sécurité des denrées alimentaires. La qualité des fèves étant à l’origine des composants aromatiques et nutritionnels spécifiques du cacao, il convient d’insister sur l’importance d’un niveau élevé et uniforme de qualité. Le chocolat est commercialisé sur un marché très concurrentiel, où la qualité et la valeur du produit sont essentielles. Si la qualité des fèves de cacao est déficiente, les produits finaux en

souffrent et cela porte préjudice à l’industrie tout entière, du fait que le consommateur se tourne vers d’autres friandises. Comme indiqué dans l’Agenda global du cacao, feuille de route vers une cacaoyère mondiale durable résultant d’un consensus au niveau international, il est nécessaire “d’améliorer la qualité du cacao via une meilleure communication des besoins de l’industrie, la transformation post-récolte et l’évaluation de la qualité”; et de “renforcer la sécurité des denrées alimentaires en augmentant la promotion et l’adoption des bonnes pratiques agricoles”. Ce guide vise à fournir un document de référence exhaustif et actualisé, rassemblant toutes les informations essentielles issues d’un éventail de publications sur les aspects liés aux pratiques de cacaoculture, à la sécurité des denrées alimentaires et à la qualité, tout en fournissant des liens vers des sources d’informations complémentaires.

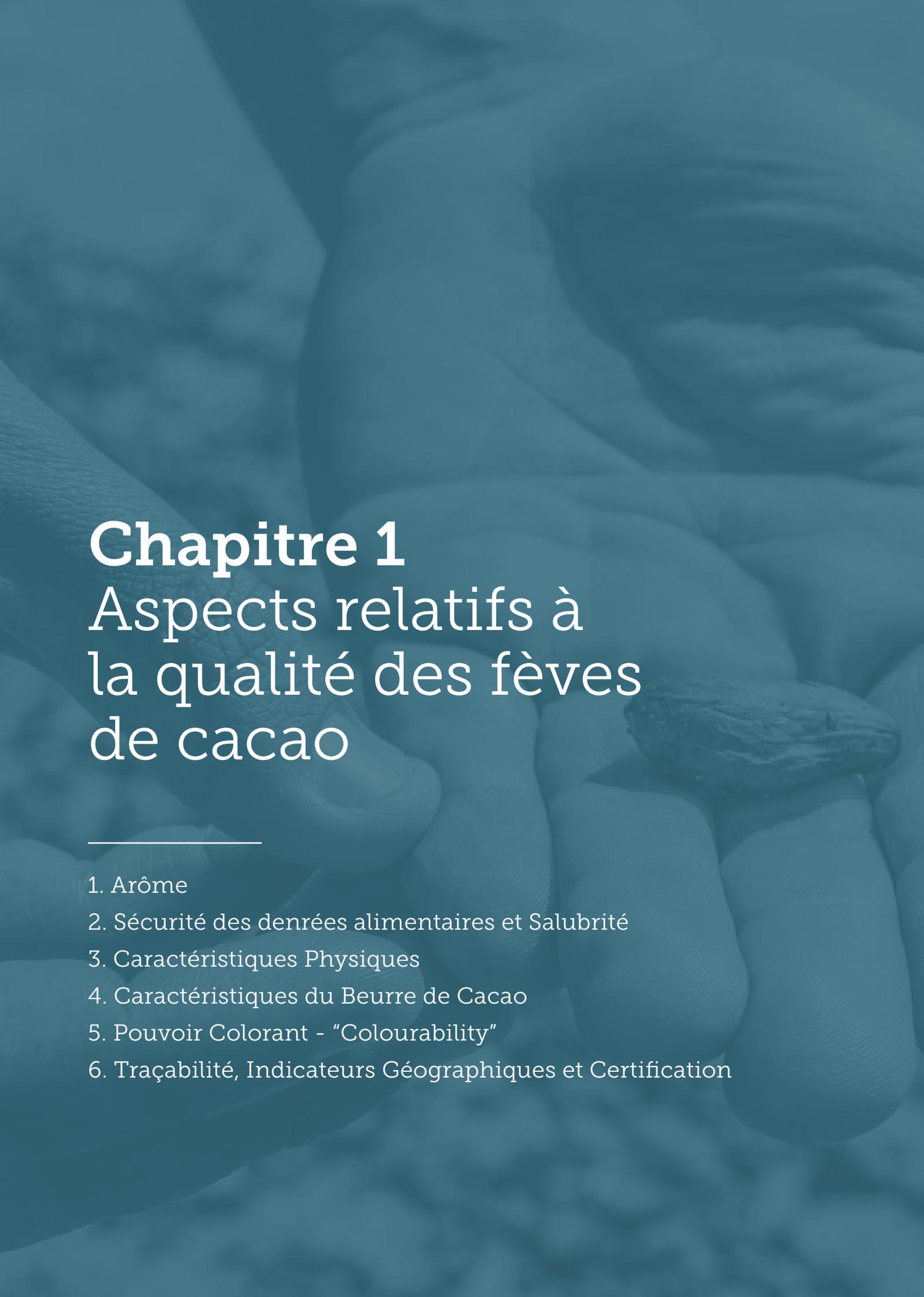
Le guide “Fèves de cacao: exigences de qualité de l’industrie du chocolat et du cacao”

est basé sur une publication de la BCCCA (Biscuit, Cake, Chocolate and Confectionery Association) intitulée “Cocoa Beans: Chocolate Manufacturers’ Quality Requirements” dont la dernière révision date de 1996 (BCCCA, 1996). Comme celle-ci, il est axé sur les facteurs déterminant la qualité des fèves de cacao, depuis la phase post-récolte jusqu’à la porte des usines, tout en abordant, comme dans la publication de la BCCCA, des aspects tels que les bonnes pratiques agricoles (BPA), le climat et le matériel végétal lorsqu’ils exercent une influence substantielle.

Dans le Chapitre I de ce guide, les exigences de l’industrie en matière de qualité des fèves de cacao sont décrites en détail sous plusieurs rubriques, comme dans le document précédent, mais sont actualisées d’après les nouvelles informations obtenues dans l’intervalle. La plupart de ces exigences peuvent être satisfaites à l’aide de bonne méthodes culturelles et de pratiques appropriées de fermentation et de séchage,

tandis que d’autres dépendent de facteurs échappant au contrôle de l’exploitant. Le Chapitre II décrit certaines des normes de qualité en vigueur dans les pays producteurs et dans le commerce de cacao. Le Chapitre III décrit les facteurs qui influencent les exigences de qualité et recommande une série de pratiques pour améliorer la qualité. Ces recommandations sont alignées sur celles émises par diverses sources, notamment les publications du Codex Alimentarius, la Commission consultative de l’ICCO et l’industrie. La culture du cacao, les pratiques post-récolte et les méthodes d’évaluation de la qualité varient considérablement et d’autres sources d’informations sont disponibles pour obtenir davantage de détails sur des aspects particuliers (voir par exemple (Schwan & Fleet, 2014) (Wood & Lass, 1985), (Wyrley-Birch, 1978). Les protocoles de préparation à petite échelle d’échantillons de cacao pour l’évaluation de pâtes de cacao et de chocolats, y compris les méthodes appropriées pour la fermentation de faibles quantités de fèves de cacao, sont décrits en Annexe.

² L’Agenda global du cacao a été adopté à la première Conférence mondiale sur le cacao à Abidjan, Côte d’Ivoire, en novembre 2012. Il constitue une feuille de route pour parvenir à une économie cacaoyère mondiale durable et décrit les défis stratégiques auxquels la chaîne de valeur du cacao est confrontée, les actions recommandées pour les relever et les responsabilités des parties prenantes du secteur cacaoyer au niveau national, régional et international.



Chapitre 1

Aspects relatifs à la qualité des fèves de cacao

1. Arôme
2. Sécurité des denrées alimentaires et Salubrité
3. Caractéristiques Physiques
4. Caractéristiques du Beurre de Cacao
5. Pouvoir Colorant - "Colourability"
6. Traçabilité, Indicateurs Géographiques et Certification

Chapitre 1:

Aspects relatifs à la qualité des fèves de cacao

“Le terme “cacao” est généralement utilisé pour désigner la plante de l’espèce ***Theobroma cacao L.***, et ses produits, notamment les grains de cacao, communément appelées “fèves.”

Le terme “cacao” est généralement utilisé pour désigner la plante de l’espèce *Theobroma cacao L.*, et ses produits, notamment les grains de cacao, communément appelées “fèves”. Les fèves sont décortiquées et torréfiées, puis broyées pour obtenir une pâte appelée masse ou liqueur de cacao. Une partie de la liqueur de cacao est pressée pour en extraire la matière grasse, appelée beurre de cacao, le produit restant étant le tourteau de cacao. Celui-ci est ensuite pulvérisé pour obtenir de la poudre de cacao dégraissée, utilisée pour confectionner des boissons et des confiseries. La liqueur et le beurre de cacao sont généralement mélangés avec du sucre, du lait et d’autres ingrédients pour élaborer du chocolat. Des normes de l’Union européenne et du Codex Alimentarius définissent la composition et l’étiquetage de certains de ces produits de cacao³. Ce guide est consacré essentiellement aux fèves de cacao mais aborde également certains aspects qualitatifs des produits de cacao, en particulier concernant les réglementations sur la sécurité des denrées alimentaires et les processus de transformation.

Le terme “qualité” est employé dans cette publication au sens large, englobant non

seulement les aspects essentiels liés à l’arôme et à la sécurité des denrées alimentaires, mais aussi les caractéristiques physiques qui ont une influence directe sur la performance industrielle ainsi que les aspects tels que la traçabilité, l’indication géographique et la certification de durabilité des méthodes de production.

Les différents aspects de la qualité sont traités sous les rubriques suivantes:

1. Arôme
2. Sécurité des denrées alimentaires et salubrité
3. Caractéristiques Physiques
 - 3.1 Uniformité
 - 3.2 Rendement en matière comestible
4. Caractéristiques du beurre de cacao
5. Pouvoir colorant - “Colourability”
6. Traçabilité, indicateurs géographiques et certification

Ce sont les critères principaux selon lesquels le fabricant détermine la “valeur” d’un lot particulier et donc le prix qu’il est disposé à payer pour celui-ci.

³Voir par exemple la directive 2000/36/CE (EU, 2000) et les normes CODEX CXS_105 Rev 2001 pour la poudre de cacao (Codex Alimentarius, 1981 Rev. 2001), CXS_141 1983 Rev 2001 amendée en 2014 pour le cacao en pâte (liqueur) (Codex Alimentarius, 2014) et CXS_86-1981 pour le beurre de cacao (Codex Alimentarius, 2001)

1. Arôme

L'arôme est un des principaux critères de qualité pour les fabricants de produits de cacao. Les critères liés à l'arôme englobent à la fois l'intensité de l'arôme de cacao ou de chocolat ainsi que toutes les notes aromatiques secondaires et l'absence de défauts aromatiques.

L'arôme est un des principaux critères de qualité pour les fabricants de produits de cacao. Les critères liés à l'arôme englobent à la fois l'intensité de l'arôme de cacao ou de chocolat ainsi que toutes les notes aromatiques secondaires et l'absence de défauts aromatiques. Ces défauts comprennent les effets d'une fermentation insuffisante ou excessive et les contaminations.

Le test de coupe utilisée pour la classification des fèves de cacao pour le marché et décrite à l'Annexe A peut donner une indication sommaire des défauts aromatiques les plus évidents, par exemple l'amertume et l'astringence excessives dans une proportion élevée de fèves ardoisées, ou des odeurs de moisissure dans des fèves moisies ou infestées. En dehors de ces exemples, toutefois, le test de coupe n'est pas un indicateur fiable de qualité des arômes.

Pour analyser les arômes d'un échantillon de fèves de cacao, celui-ci doit être transformé en liqueur de cacao ou élaboré entièrement sous forme de chocolat et dégusté. Cette tâche est généralement confiée à un panel de 5 à 10 dégustateurs expérimentés. Cependant, on peut également faire appel à un expert dégustateur individuel pour détecter efficacement les odeurs et goûts étrangers et

pour obtenir une description organoleptique exhaustive, du fait de répétitions des dégustations effectuées pour augmenter la rigueur statistique. La dégustation de liqueur est la plus exigeante mais a l'avantage de pouvoir être effectuée directement, sans ajout de beurre de cacao, de sucre et de produits laitiers qui diluent l'impression gustative et introduisent des notes aromatiques qui n'appartiennent pas aux fèves de cacao testées. Par ailleurs, le chocolat exige un certain temps de stabilisation de l'arôme après la préparation. Il se conserve moins bien que la liqueur, que ce soit surgelé ou à température ambiante, et s'avère souvent difficile à préparer conformément aux normes habituelles dans les exploitations et les propriétés où les fèves sont produites, en raison des équipements de transformation nécessaires.



Figure 1. Équipement d'analyse sensorielle.
Photo: D. Sukha.

Les évaluations d'échantillons peuvent porter sur l'intensité de l'arôme du cacao ou du chocolat, l'acidité résiduelle, l'amertume et l'astringence, normalement présentes dans la liqueur comme dans le chocolat, ainsi que la présence de goût ou odeur étranger, et note aromatique secondaire positive telles que des notes fruitées ou florales. Les méthodes d'analyse sensorielle employée par les fabricants et les instituts de recherche sont variables. Les méthodes de préparation de liqueur de chocolat ainsi que d'évaluation aromatique telles qu'appliquées par les initiatives "Cocoa of Excellence" et "Heirloom Cacao Preservation", reconnues sur le plan international, sont décrites à l'Annexe B. De plus, la FCC a introduit une clause facultative dans ses règles commerciales – intitulée "Goûts ou odeurs étrangères dans les fèves de cacao". Si les parties ne parviennent pas à se mettre d'accord sur la sélection d'un panel de dégustation indépendant, le CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) sera désigné pour effectuer une analyse indépendante des goûts ou odeurs étrangères spécifiques. Si le CIRAD ne peut pas s'en charger, un autre organisme compétent équivalent pourra être nommé par la Fédération.

L'arôme potentiel chocolat inhérent d'une source particulière de fèves de cacao est déterminé principalement par la variété des arbres (voir CacaoNet Global Strategy for Conservation and Use of Cacao Genetic Resources (CacaoNet, 2012) pour plus



Figure 2. Variation des niveaux de pigmentation dans des fèves de différents types de cacao. Photo: G. Ramos.

de détails sur la diversité génétique du cacao). Trois variétés principales sont traditionnellement distinguées au niveau commercial: Criollo, Forastero et Trinitario. La variété de cacao cultivée historiquement en Amérique centrale et dans les Caraïbes est connu sur le marché du cacao sous le nom de Criollo (créole) et se caractérise par des fèves légèrement pigmentées qui nécessitent peu de fermentation. Son arôme est particulièrement délicat et sucré, avec des notes de caramel, de miel et de noisette fraîche. Forastero (qui signifie étranger) est le terme originellement utilisé pour les types de cacao amazoniens apparus dans le commerce avec l'expansion de la cacaoculture dans cette région. Bien qu'une nouvelle nomenclature des différentes variétés amazoniennes ait été proposée en fonction de leur profil génétique (Motomayor, et al., 2008), le terme Forastero est encore utilisé sur le marché pour désigner le cacao ordinaire. Celui-ci englobe le type Amelonado de basse Amazonie, traditionnellement cultivé en Afrique occidentale, au Brésil et en Indonésie, ainsi que des variétés hybrides qui comprennent souvent plusieurs traits génétiques de haute Amazonie dans leur ascendance. Le cacao Forastero se caractérise par des fèves violettes allant d'un ton moyen à foncé, qui produisent un arôme de chocolat prononcé lorsqu'elles sont correctement fermentées et transformées. Le terme Trinitario, qui s'appliquait peut-être à l'origine uniquement aux populations hybrides des variétés Criollo et amazoniennes cultivées à Trinité, a été employé depuis pour décrire plusieurs types d'hybrides, réputés sur le marché pour leurs arômes floraux/fruités. La variété équatorienne Nacional, probablement issue d'une population amazonienne locale ayant subi une certaine hybridation avec la variété Trinitario, est également connue pour son arôme particulier, avec des notes florales et de noix fraîches.

Le cacao fin (“fine” ou “flavour”) élaboré avec les variétés Criollo et Trinitario représente aujourd’hui environ 8 % de la récolte totale mondiale (ICCO, 2014). Le cacao courant de type Forastero, comme bon nombre des cacaos produits en Côte d’Ivoire, au Ghana, au Nigeria, au Cameroun, en Indonésie et au Brésil, est parfois appelé cacao “ordinaire”, Il est important de souligner que les termes “fin” et “ordinaires” s’appliquent dans ce contexte à des variétés de cacao plutôt qu’à l’arôme ou à tout autre aspect qualitatif des fèves. En fait, l’arôme caractéristique du cacao est généralement plus intense dans toutes les variétés Forastero que dans les Trinitarios, où les caractéristiques du Criollo en termes de morphologie de la cabosse, de tailles des fèves et de couleur sont dominantes. Des études récentes ont révélé une contribution génétique spécifique à l’arôme, non seulement entre les variétés Criollos et amazoniennes, mais aussi entre les amazoniennes et le Trinitario (Clapperton J. F., 1994), (Clapperton, Lockwood, Yow, & Lim, 1994), (Sukha D. , et al., 2009). Les caractéristiques aromatiques sont transmissibles, ce qui implique que si deux variétés dotées de différentes caractéristiques aromatiques sont croisées, la qualité aromatique de la descendance résultante tendra vers la moyenne des deux parents. Un ajustement vers la moyenne de la qualité aromatique s’est déjà produit avec l’introduction d’arbres Trinitario en remplacement des Criollos. C’est également le cas du matériel végétal cultivé en Asie du Sud-Est et ailleurs, destiné à produire du cacao ordinaire doté des traits aromatiques d’Afrique occidentale. L’Amelonado d’Afrique occidentale, qui avait survécu dans cette région pendant plus d’un siècle, a succombé à la Vascular Streak Dieback (*Ceratobasidium theobromae*) en l’espace de moins de 20 ans dans le contexte d’une culture plus intensive et d’un environnement climatique différent en Malaisie. Les variétés de cacao résistantes aux maladies développées en Malaisie pour remplacer l’Amelonado sont

génétiquement différentes et produisent des caractéristiques distinctes, certaines plus que d’autres.

Les différentes variétés de cacao ordinaire, qui sont principalement cultivées en Afrique de l’Ouest et au Brésil, ont pour point commun un arôme de chocolat bon et intense, avec peu d’arômes secondaires prononcés. Les arbres ont un profil très similaire mais il existe des différences dans la façon dont les exploitants préparent et commercialisent les fèves, donnant lieu à certaines variations dans le développement ultérieur de l’arôme du chocolat et, dans certains cas, des goûts étrangers. Correctement préparés, ces cacaos ordinaires sont parfaitement adaptés à la fabrication de chocolat au lait, qui constitue la majeure partie du marché du chocolat mondial. Les fabricants de chocolat au lait exigent un bon arôme de chocolat et une absence de goûts étrangers. Comme expliqué dans le paragraphe précédent, des arbres différents peuvent produire des cacaos dotés de profils organoleptiques distincts. Outre les effets majeurs du matériel végétal sur l’arôme, les conditions de transformation post-récolte s’avèrent critiques pour compenser les différences génétiques inhérentes, et il n’est pas toujours possible d’obtenir la qualité analytique ouest-africaine ou brésilienne recherchée. Par ailleurs, un traitement post-récolte défectueux ou incorrect annulera les effets potentiels d’un matériel végétal particulier sur l’arôme.



Figure 3. Panel d’analyse qualitative au Cocoa Research Institute of Ghana.
Photo: S. Opoku.

Il existe différents types de cacao de qualité “Fine or flavour”, dont chacun possède un arôme caractéristique.

Il existe différents types de cacao de qualité “Fine or flavour”, dont chacun possède un arôme caractéristique. Ces cacaos sont demandés par certains chocolatiers, qui paient une prime pour les obtenir. Ils sont principalement utilisés pour la fabrication de spécialités et de chocolat à haute teneur en cacao, généralement issus d’un mélange de différents types de fèves afin de doter le chocolat final d’un profil sensoriel particulier. Cependant, les rendements de ces cacaos (tonnes par hectare) tendent à être inférieurs.

Selon certaines indications, en plus des effets de la base génétique et des pratiques post-récolte, le climat et le sol peuvent également contribuer aux différences organoleptiques. C’est ce que l’on appelle l’effet du terroir dans la production viticole (Sukha D. , Butler, Comissiong, & Umaharan, 2014). Deux initiatives récentes visent à déterminer et mettre en relief la diversité des arômes de cacao qui résultent de tous ces facteurs, ainsi qu’à renforcer les liens au sein de la filière pour récompenser les producteurs de cacao de haute qualité:

- **Heirloom Cacao Preservation Initiative** est un partenariat entre la Fine Chocolate Industry Association et l’USDA/ARS ayant pour objectif d’identifier les cacaos dotés des arômes les plus fins, de comprendre leur diversité génétique et de trouver des moyens de les préserver et de récompenser les exploitants qui cultivent. De plus amples détails sont disponibles sur le site web <http://www.finechocolateindustry.org/hcp>
- **Cocoa of Excellence** est une initiative soutenue par plusieurs instituts de recherche, chocolatiers et organisations

de la filière cacao, qui a pour mission de promouvoir et d’assurer la reconnaissance mondiale des cacaos de haute qualité en présentant les meilleurs échantillons au concours International Cocoa Awards. Toutes les régions cacaoyères du monde sont représentées au concours. Des comités d’organisation nationaux ont été constitués dans chaque pays participant pour assurer que les échantillons, d’origine commerciale ou expérimentale, sont soumis à l’évaluation de panels d’experts. De plus amples détails sont disponibles sur le site web <http://www.cocoaofexcellence.org/>

Quelle que soit la base génétique des arbres qui produisent le cacao, le développement de l’arôme dépend aussi d’une procédure adéquate de fermentation et de séchage, ainsi que des étapes ultérieures de transformation comme la torréfaction, l’alcalinisation ou le conchage. Tous les types de cacao peuvent présenter plusieurs odeurs et goûts étrangers qui sont décrits ci-dessous, de même que leurs méthodes d’évaluation ou de détection. Les causes de ces odeurs et goûts étrangers et les orientations sur les bonnes pratiques pouvant permettre de les minimiser sont discutées en détail dans le Chapitre III de ce guide.

1.1. Goûts étrangers de moisissure

Ils sont provoqués par la présence de moisissures essentiellement à l'intérieur des fèves. Les échantillons contenant à peine 3 % de fèves intérieurement moisies peuvent donner un goût de moisi à la liqueur et donc au chocolat. Ce type d'odeur ou de goût étranger ne peut être éliminé pendant la transformation par le fabricant. Les principales causes de ce défaut sont une fermentation prolongée, un séchage inapproprié ou trop lent (par exemple en raison de conditions climatiques défavorables) et l'absorption de moisissures pendant l'entreposage dans des conditions préjudiciables. La présence des fèves moisies est observée lors du test de la coupe. Le développement de moisissures entraîne également une augmentation des niveaux d'acides gras libres (AGL) dans le cacao (voir 4. Caractéristiques du beurre de

cacao) et certaines moisissures peuvent même provoquer la formation de mycotoxines (voir 2.9 Mycotoxines, y compris l'ochratoxine A (OTA)).



Figure 4. Les moisissures internes peuvent provoquer des goûts étrangers dans les fèves.
Photo: M. Gilmour / R. Dand.

1.2. Goûts étrangers de fumée

La contamination par la fumée provenant de feux de bois ou d'autres sources pendant le séchage ou l'entreposage provoque une odeur ou un goût de fumée caractéristique dans la liqueur et le chocolat. Ce défaut aromatique ne peut être éliminé au cours de la fabrication du chocolat. La présence de fèves à l'odeur de fumée dans un échantillon peut-être détectée en écrasant quelques fèves dans la main, ou de préférence dans un mortier, et en les sentant. C'est un test rapide qui n'est pas fiable pour la dégustation de liqueur ou la fabrication à petite échelle de chocolat à partir de liqueur. On parle parfois de note de "jambon" pour décrire l'odeur ou le goût de fumée parce qu'il rappelle celui du lard fumé. Les notes de jambon peuvent également être provoquées par une sur-fermentation mais il est assez facile de distinguer ces deux défauts. Dans les fèves

contaminées par la fumée, la note de jambon est dominante. Dans le cacao ayant subi une fermentation excessive, il s'agit d'une note secondaire sur une base putride, ammoniaquée ou parfois savonneuse/phénolique. La présence de phénols, tels que le guaiacol, est probablement commune au cacao contaminé par la fumée et au cacao trop fermenté. Il est possible d'empêcher l'apparition de ce défaut en assurant une fermentation appropriée et en évitant le contact avec toutes les sources de contamination par la fumée pendant le séchage et l'entreposage. La non-exposition à la fumée réduira également la contamination du cacao par les hydrocarbures d'huile minérale et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui constituent un problème de sécurité des aliments (voir 2.7 Hydrocarbures d'huile minérale et 2.8 Hydrocarbures aromatiques polycycliques pour plus de détails).

1.3. Goût étranger terreux

L'odeur ou goût terreux tend à augmenter dans les dernières fèves d'un silo en raison de l'accumulation de saleté et de débris. Ce défaut peut être très désagréable et les fèves concernées doivent être rejetées lorsqu'il est présent à un niveau élevé.

1.4. Goût acide

Ce défaut est dû à une quantité excessive de certains acides qui se forment pendant la fermentation. Il est provoqué par deux acides: l'acide acétique, qui est volatile, et l'acide lactique, qui est non-volatile. Un séchage approprié permet de réduire l'acidité dans les fèves fermentées mais un séchage trop rapide entraînera le maintien de l'acidité du cacao. Pendant la fabrication, l'acide acétique présent dans les fèves séchées se réduira normalement à un niveau faible et acceptable, mais l'acide lactique non volatile subsistera et, si son niveau est trop élevé, provoquera une odeur ou un goût étranger dans le chocolat. De plus, il existe généralement une corrélation entre une acidité excessive et un faible développement de l'arôme de chocolat. La présence d'acide acétique dans les fèves est facilement détectable à l'odeur, mais l'acidité due à l'acide lactique ne peut être détectée qu'en dégustant la liqueur de cacao ou le chocolat élaboré à partir de celle-ci. Un degré élevé d'acidité est généralement associé à un pH de 5,0 ou moins dans la fève séchée. Le pH de la liqueur préparée à partir de fèves correctement fermentées et séchées d'Afrique occidentale dans laquelle l'acidité perçue est très faible ou absente s'établit aux alentours de 5,5. Le contrôle du pH ne garantit pas cependant un bon arôme de chocolat et si des mesures sont prises pour augmenter le pH, par exemple par neutralisation, elles ne permettront pas d'obtenir un arôme acceptable du chocolat. Dans certains cacaos, il est possible de réduire l'acidité en entreposant les cabosses non

ouvertes pendant quelques jours avant le début de la fermentation. Il convient cependant de s'assurer que seules des cabosses non abimées sont entreposées pour réduire le risque de formation d'ochratoxine A. Il est également possible de réduire l'acidité en retirant environ 20 % de la pulpe avant la fermentation et en réduisant les temps de fermentation. L'inconvénient de ce traitement peut être un développement incomplet de l'arôme du cacao mais dans l'ensemble, le développement limité de la flaveur du cacao allié à une légère amertume et astringence peut constituer un défaut organoleptique moins prononcé qu'une acidité excessive.

Une autre façon de réduire le goût acide consiste à prolonger la fermentation pendant 4 ou 5 jours de plus, généralement avec un brassage supplémentaire des fèves au cours de la fermentation. Le pH des fèves augmente mais cela provoque le développement de moisissures ainsi que la putréfaction et l'apparition des défauts ammoniacés mentionnés plus haut. Le goût acide, qui peut avoir été corrigé par le fabricant pendant la transformation, est remplacé par ces défauts beaucoup plus graves qui rendent les fèves pratiquement inutilisables.

À noter également qu'il n'y a pas de lien entre la présence d'acide acétique et/ou lactique et la teneur en acides gras libres (AGL) qui est décrite plus loin.

1.5. Amertume et astringence

L'arôme complexe du chocolat comprend une part d'amertume et d'astringence, mais tout excès de l'une ou l'autre est indésirable.



Figure 5. Fèves non fermentées/ardoisées (ci-dessus) et partiellement fermentées (ci-dessous).
Photo: C.Rohsius / D.Sukha.

L'arôme complexe du chocolat comprend une part d'amertume et d'astringence, mais tout excès de l'une ou l'autre est indésirable. L'amertume et l'astringence excessives ne peuvent pas être éliminées lors du processus de transformation normal. Ces notes sont associées à une fermentation insuffisante et/ou à certaines variétés. Des fèves non fermentées ou ardoisées, détectées lors du test de coupe, produisent des liqueurs de cacao extrêmement amères et astringentes, tandis que des échantillons contenant plus de 3 % de fèves ardoisées apportent généralement une astringence excessive au chocolat. Des fèves entièrement violettes produisent également des notes amères et astringentes. De même qu'une quantité excessive de fèves ardoisées et violettes doit être évitée, les chocolatiers n'anticipent pas recevoir de fèves entièrement brunes. Le cacao qui a été correctement récolté, fermenté et séché au soleil peut contenir une proportion de fèves partiellement brunes/violettes.

Des études récentes ont montré que le matériel végétal varie considérablement en termes d'astringence et de concentration de polyphénols, qui contribue directement à cette caractéristique aromatique. Les concentrations de polyphénol sont nettement réduites lors de la transformation post-récolte mais le niveau de concentration final varie selon le type de matériel végétal, dans l'hypothèse où un processus de transformation standardisé a été appliqué.

1.6. Contamination

Les fèves de cacao peuvent absorber des goûts étrangers provenant d'autres produits.

Les fèves de cacao peuvent absorber des goûts étrangers provenant d'autres produits comme le coprah, le caoutchouc, les combustibles à base de pétrole, les produits chimiques, les teintures, le ciment, etc., aussi bien dans les entrepôts que dans les navires qui transportent le cacao. La haute teneur en matière grasse des fèves de cacao agit comme un absorbant extrêmement efficace de toutes sortes de défauts. Les fèves de cacao doivent toujours être manipulées et traitées comme du matériel de qualité alimentaire et en règle générale, l'équipement d'ensachage et les entrepôts où les fèves de cacao sont manipulées et stockées doivent être utilisés exclusivement pour cela.

RÉSUMÉ DES CAUSES DES PRINCIPAUX GOÛTS ÉTRANGERS

Moisi

- Fermentation prolongée.
- Séchage lent ou inapproprié.
- Entreposage dans des conditions très humides.
- Fèves germées et abimées, sont exposées au développement de la moisissure

Goût acide excessif

- Fermentation en caisse profonde.
- Brassage déficient.
- Séchage trop rapide.

Fumée

- Contamination par la fumée pendant le séchage en raison d'un combustible inapproprié, d'une mauvaise conception, d'un fonctionnement déficient ou d'un mauvais entretien du séchoir.
- Exposition des fèves séchées à la contamination par la fumée en entrepôt.

Amertume et astringence excessives

- Certains matériels végétaux.
- Manque de fermentation.

2. Sécurité des aliments et Salubrité

Il est essentiel que les produits de cacao et le chocolat, de même que tous les autres produits alimentaires, soient sains et consommables en toute sécurité. Pour cela, leurs ingrédients, notamment les fèves de cacao, ne doivent contenir aucune impureté qui pourrait être transmise au produit fini et s'avérer nocive pour la santé du consommateur. L'ensemble de la filière doit s'assurer que les matières premières et les produits sont sains et conformes à toutes les exigences légales nationales et internationales en vigueur au point d'entrée et sur le marché. Un certain nombre d'organisations ont été créées pour établir des normes de gestion de la sécurité des aliments de façon à identifier et contrôler les risques à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, du producteur au consommateur. Parmi ces organismes, citons en particulier:

La Commission du Codex Alimentarius

Créée en 1963 par la FAO et l'OMS pour développer des normes, lignes directrices et codes de pratique harmonisés au niveau international en matière d'alimentation afin de protéger la santé des consommateurs et de favoriser des pratiques équitables dans le commerce de denrées alimentaires. La Commission assure également la coordination de tous les travaux sur les normes alimentaires entrepris par des organisations internationales gouvernementales et non gouvernementales (<http://www.codexalimentarius.org/>).

L'Organisation internationale de normalisation

- La famille de normes internationales ISO 22000 comprend une série de normes consacrées aux différents aspects de la gestion de la sécurité des aliments (<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso22000.htm>).

En Europe, la sécurité des aliments fait l'objet d'une approche intégrée par le biais de mesures et contrôles appropriés des produits, du producteur au consommateur. Dans ce domaine, le cadre est établi par le règlement CE 178/2002 et ses amendements. Ce règlement prévoit la constitution de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), il fournit des conseils scientifiques et un soutien sur le plan scientifique et technique pour tous les aspects liés à la sécurité des aliments. Il établit également le système d'alerte rapide pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux (RASFF), qui permet des échanges d'informations pour faciliter la restriction ou le rejet de denrées alimentaires dangereuses sur le marché et la diffusion d'informations sur tout rejet d'expédition alimentaire à un poste-frontière de l'UE. Ce règlement établit des normes de sécurité des aliments, des procédures d'évaluation et de gestion des risques et définit les responsabilités des agents du secteur alimentaire pour assurer le respect de la législation et la traçabilité des denrées alimentaires à tous les stades de la filière alimentaire, de la production à la vente des aliments en passant par la transformation, le transport et la distribution. Pour en savoir plus, consulter http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/f80501_en.htm

Les opérateurs de l'industrie alimentaire dans l'Union européenne sont tenus de respecter la législation communautaire en matière d'hygiène (règlements 852/2004, 853/2004, 854/2004 et règlements connexes) et de mettre en place, d'appliquer et de maintenir une ou plusieurs procédures permanentes basées sur la HACCP (analyse des risques et maîtrise des points critiques) pour s'assurer que les aliments sont produits en toute sécurité et que la santé publique est protégée (voir http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/hygienelegislation/comm_rules_en.htm). Des lignes directrices ont été publiées sur les bonnes pratiques de fabrication dans l'industrie du cacao, du chocolat et de la confiserie (CAOBISCO, 2011) (ICA, 1991) et (Syndicat du Chocolat, 2012)

Les principaux problèmes de sécurité des aliments dans l'industrie du cacao sont les suivants:

- Allergènes
- Bactéries
- Dioxines et PCB
- Corps étrangers
- Métaux lourds
- Infestation
- Hydrocarbures d'huiles minérales
- Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP)
- Mycotoxines, y compris l'ochratoxine A (OTA)
- Résidus de pesticides

2.1. Allergènes

Les allergies alimentaires évoluent tout au long de la vie et peuvent être mortelles. Les fabricants de chocolat, de biscuits de confiserie sont confrontés à des défis spécifiques, du fait que des allergènes comme les cacahuètes, des noix, le lait, les œufs, le soja et les céréales contenant du gluten sont couramment employés.

Pour les allergènes présents parmi les ingrédients, la législation exige qu'ils soient clairement mentionnés dans la liste d'ingrédients figurant sur l'étiquette (Regulation UE 1169/2011 (EU 2011)). Pour

les allergènes présents sous forme de traces potentielles dans les produits finis en raison d'une contamination croisée pendant la fabrication, un avertissement sur l'étiquetage doit être le dernier recours après l'évaluation d'autres moyens de contrôle afin d'offrir aux consommateurs allergiques les meilleures informations disponibles.

Au-delà de la gestion des allergènes dans la fabrication, il est important d'analyser la chaîne d'approvisionnement car il peut y avoir des composants allergéniques présents dans les ingrédients ou résultant de contacts croisés.

2.2. Bactéries

Les fèves de cacao brutes sont un produit agricole naturel et en tant que tel, les fabricants reconnaissent qu'il existe un risque intrinsèque de contamination microbiologique des produits finis à base de cacao. Les usines de cacao et de chocolat et les processus de fabrication sont conçus pour stériliser les fèves et éliminer les risques de contamination. Ils respectent des règles strictes basées sur le système HACCP décrit dans CAOBISCO Guide to Hygiene (CAOBISCO, 2011). Les fèves qui n'ont pas été correctement traitées à l'origine ou pendant l'expédition et l'entreposage peuvent avoir un niveau de contamination trop élevé pour être éliminé

par les traitements de stérilisation existants. Une contamination microbiologique excessive peut être provoquée par un séchage trop lent ou inapproprié, l'entreposage de fèves humides et la contamination par des animaux durant le séchage, notamment le bétail et les rongeurs. Outre le soin apporté pour minimiser la contamination à la source, il doit également y avoir des contrôles d'hygiène efficaces dans les usines de cacao et de chocolat entre l'arrivée des matières premières et l'obtention des produits finis. Cette obligation s'applique à toute transformation de fèves de cacao en produits intermédiaires et finis.

2.3. Dioxines et PCB

Les dioxines sont un groupe de composés chimiques nocifs faisant partie des polluants organiques persistants (POP) qui peuvent provenir de sources naturelles (tels que les éruptions volcaniques et les incendies de forêt) mais qui consistent principalement en des produits dérivés de processus industriels. Les polychlorobiphényles (PCB) sont d'autres composés de type dioxine qui ont des effets toxiques similaires. Ces contaminants étant très répandus et affectant de nombreuses denrées alimentaires et aliments pour animaux, la Commission du Codex Alimentarius a adopté un Code d'usages (CAC/RCP 62-2006) pour la prévention et la réduction de la contamination des produits destinés à l'alimentation humaine et animale par dioxines et les PCB de type dioxine (CAC, 2006) Leurs niveaux sont

suivis et contrôlés par divers organismes de sécurité des aliments. En Europe, le règlement 1259/2011 (modifiant le règlement 1881/2006) fixe les limites maximales de ces contaminants dans un éventail de denrées alimentaires (EU, 2011). Bien qu'elles ne soient généralement pas contaminées de façon significative par les dioxines, les limites suivantes ont été fixées pour les graisses et huiles végétales, y compris le beurre de cacao:

Somme des dioxines (WHO-PCDD/ F-TEQ)¹
0,75 pg/g graisse

Somme des dioxines et PCB de type dioxine (WHO-PCDD/F-PCB- TEQ) : 1,25 pg/g graisse

Somme des PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 et PCB180 (ICES - 6) : 40 ng/g graisse

¹Dioxines (somme des polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD) et dibenzofuranes polychlorés (PCDF), exprimés en équivalent toxique de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) à l'aide des facteurs d'équivalence toxique (FET-OMS) et somme des dioxines et PCB de type dioxine (somme des PCDD, PCDF et polychlorobiphényles (PCB), exprimés en équivalent toxique OMS à l'aide des FET-OMS.

2.4. Corps étrangers

La contamination de lots de fèves de cacao par des corps étrangers doit être évitée à tous les stades de la filière, de la fermentation jusqu'au séchage ainsi que lors de la manutention ultérieure. Le cacao en vrac doit être nettoyé et classé avant le remplissage des sacs, du fait que les corps étrangers affectent non seulement la salubrité du produit mais peuvent également altérer son arôme, endommager les installations et les équipements et réduire le rendement du produit comestible (voir 3.2.5 Corps étrangers pour plus de détails).

2.5. Métaux lourds

Des métaux lourds toxiques pour l'être humain peuvent être trouvés dans plusieurs matières premières agricoles, y compris le cacao. Plusieurs organismes de sécurité des aliments ont de ce fait fixé des limites maximales sur la base de leur évaluation de la dose hebdomadaire tolérable (DHT) ("niveau de sécurité") et de l'exposition diététique moyenne des groupes et des sous-groupes de la population, afin de protéger la santé des consommateurs. Les limites maximales de polluants environnementaux sont révisées de façon régulière et soumises à des modifications futures pour tenir compte des dernières preuves et informations disponibles. Il n'existe pas de limites légales actuellement en Europe pour l'arsenic ou le mercure dans les produits de cacao.

2.5.1 Cadmium:

Ce métal lourd peut s'accumuler dans les tissus humains avec le temps et provoquer des troubles au niveau des reins et des os. C'est également un agent cancérigène. L'UE a récemment fixé les limites maximales pour le cadmium dans les produits de cacao qui

seront applicables à partir du 1er janvier 2019 (EU, 2014) (voir tableau 1). La Commission du Codex Alimentarius a constitué un groupe de travail en 2014 pour déterminer des niveaux maximum harmonisés afin de protéger la santé du consommateur et de faciliter le commerce international.

Le problème du cadmium concerne les fèves de certaines régions de pays producteurs déterminés, en particulier en Amérique latine et dans les Caraïbes. Bien que des niveaux élevés dans les fèves soient généralement associés à des niveaux naturellement élevés de cadmium dans le sol, les niveaux de cadmium dépendent probablement d'une série de facteurs, notamment la nature physique et chimique du sol, la variété de cacao et des facteurs anthropologiques comprenant l'utilisation d'engrais contaminés. Des recherches sont actuellement menées pour déterminer ces facteurs, mais des suggestions sont émises dans la [Section 3](#) pour réduire l'absorption de cadmium sur la base des résultats actuels obtenus dans le cacao et d'autres récoltes.

Tableau 1.

Limites maximales de l'UE pour le cadmium dans les produits de cacao, applicables à partir du 1er janvier 2019 (RÈGLEMENT DE LA COMMISSION (UE) N° 488/2014 modifiant le règlement (CE) N° 1881/2006)

Produits spécifiques à base de cacao et de chocolat, énumérés ci-dessous -

Chocolat au lait avec <30% de matière sèche totale de cacao	0,10 mg/kg à compter du 1er janvier 2019
Chocolat avec <50% de matière sèche totale de cacao; chocolat au lait avec ≥ 30 % de matière sèche totale de cacao	0,30 mg/kg à compter du 1er janvier 2019
Chocolat avec ≥50% de matière sèche totale de cacao	0,80 mg/kg à compter du 1er janvier 2019
Poudre de cacao vendue au consommateur final ou comme ingrédient dans la poudre de cacao sucrée vendue au consommateur final (boisson chocolatée)	0,60 mg/kg à compter du 1er janvier 2019

Les produits de cacao et de chocolat spécifiques sont soumis aux définitions des points A. 2, 3 et 4 de l'Annexe I de la directive 2000/36/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 juin 2000 relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine (JO L 197, 3.8.2000, p. 19)

2.5.2 Plomb:

Ce métal lourd peut s'accumuler dans les tissus humains avec le temps et provoquer des troubles au niveau des reins et du cerveau. En raison de son effet sur le développement neurologique, les autorités responsables de la sécurité des aliments sont particulièrement préoccupées par l'absorption de plomb chez les nourrissons des enfants en bas-âge, et ont établi des limites maximales de cet élément dans un certain nombre de produits alimentaires. Cependant, l'EFSA a émis un avis scientifique sur le plomb dans les aliments en mars 2013 (EFSA CONTAM, 2010 rev 2013) indiquant que le cacao, les produits semi-finis de cacao et le chocolat sont considérés comme des sources mineures d'exposition au plomb et qu'il n'est pas encore envisagé de fixer des limites maximales de plomb dans le cacao (poudre et fèves) et les produits de chocolat, bien que le règlement de l'UE 1881/2006 établisse une limite maximale de plomb de 0,10 mg / kg dans les huiles et graisses végétales (EU, 2006). Cependant, il faut continuer de surveiller de près les niveaux de plomb dans les produits de cacao et le chocolat et adopter des mesures dans toute la filière pour minimiser la contamination.

Le plomb peut être présent naturellement dans le sol mais selon des facteurs pédologiques comme le pH et la teneur en matière organique, il est souvent insoluble et n'est donc pas absorbé par la plante. Cependant, le plomb peut être libéré dans l'atmosphère en cas d'incendie de forêt, dans le cadre d'activités minières, de fonderie et d'extraction de pétrole ou lors de la combustion de combustibles fossiles (Baligar, Fageria, & Elrashidi, 1998). La contamination attribuée aux fumées d'échappement des voitures a considérablement diminué depuis que le plomb a été supprimé parmi les additifs du pétrole dans la plupart des pays. Les fumées d'échappement peuvent encore constituer une source de contamination et le cacao ne doit pas être séché ou entreposé à proximité de routes très fréquentées. Le Codex a publié un code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments par le plomb (CAC/RCP 56-2004) (CAC, 2004)

[Cliquer ici pour d'autres sources d'information](#)

2.6. Infestation

Le cacao peut être infesté à l'origine par plusieurs espèces d'insectes et d'autres ravageurs tels que: pyrale des amandes (*Ephestia cautella*), teigne des fruits secs (*Plodia interpunctella*), nitidulide des fruits (*Carpophilus spp.*), cucujide des grains (*Ahasverus advena*), cucujide roux (*Cryptolestes ferrugineus*), vrillette du tabac (*Lasiodema serricornis*) et bruche des grains de café (*Araecerus fasciculatus*). Si ces infestations ne sont pas traitées à l'origine au moyen d'une fumigation efficace avant l'expédition, ces espèces survivront pendant le transport jusqu'aux négociants, transformateurs et fabricants. En l'absence de contrôle au port d'entrée, l'infestation se propagera aux entrepôts de cacao et aux chocolateries, et endommagera les produits finis.

Ces dernières années, la désinfestation est devenue plus compliquée en Europe après la signature par l'UE du protocole de Montréal, qui interdit l'utilisation du bromure de méthyle comme fumigant. Cela a été accentué dans certains pays qui ont adopté des exigences strictes concernant les opérations de fumigation, notamment aux Pays-Bas, rendant ces opérations coûteuses et longues puisque le cacao doit être transporté de l'entrepôt vers une chambre de fumigation. Jusqu'à récemment, le seul fumigant qui pouvait être utilisé à la place du bromure de méthyle était la phosphine (phosphure d'hydrogène PH₃), générée par des composés tels que le phosphure d'aluminium ou sous forme de gaz en cylindre. La phosphine est un fumigant efficace mais elle met beaucoup plus de temps que le bromure de méthyle à pénétrer dans le cacao entassé et éliminer efficacement les ravageurs à l'état de larve ou adulte. Un autre fumigant qui a été agréé pour être utilisé dans le cacao entreposé dans certains pays, notamment les Pays-Bas et la Belgique, est le fluorure de sulfuryle. Bien que

les essais d'utilisation de ce fumigant aient montré qu'il est rapide et efficace et qu'il n'a pas d'effet nocif sur la qualité des fèves de cacao et leur transformation (Noppe, Buckley, & Ruebsamen, 2012), la décision concernant son ré-agrément aux États-Unis n'a pas encore été prise. Plusieurs autres solutions ont été proposées, depuis l'élimination de l'oxygène dans les tas de cacao pour asphyxier les ravageurs jusqu'au stockage du cacao dans des conteneurs réfrigérés où la température est réduite nettement en-dessous du point de congélation pour tuer les ravageurs. On a également essayé de stocker le cacao dans des entrepôts à température contrôlée pour réduire l'activité des ravageurs au minimum, mais cela n'éradique pas l'infestation. À noter que les commentaires ci-dessus concernent le cacao entreposé en sacs, qui constitue le format le plus fréquent pour le transport et l'utilisation dans l'industrie cacaoyère, mais que l'augmentation du cacao en vrac fait subsister le problème des infestations. Cependant, le cacao en vrac peut-être tamisé avant l'entreposage, ce qui permet non seulement d'éliminer les particules fines indésirables mais aussi une haute proportion d'insectes qui resteraient dans le tas.

Bien que la prévention reste la meilleure solution, il est possible que l'infestation se produise, en particulier à l'origine et dans les régions consommatrices à climat tropical. Des précautions doivent être prises à tous les stades du transport et de l'entreposage, de l'exploitation jusqu'à l'exportation, pour que l'infestation soit réduite au minimum en assurant la propreté de l'environnement et, si nécessaire, en procédant à la fumigation du cacao par un agent qualifié avant l'expédition.

[Cliquer ici pour d'autres sources d'information](#)

2.7. Hydrocarbures d'huiles minérales

Les produits de cacao, comme de nombreux autres aliments, sont potentiellement exposés aux hydrocarbures d'huiles minérales (MOH) à plusieurs stades de la filière, de l'exploitation jusqu'au consommateur, du fait que ces composés se trouvent dans divers matériaux de conditionnement et additifs alimentaires et peuvent également venir d'une contamination par des lubrifiants, carburants et débris de pneus et de bitume des routes (figure 6). Les MOH peuvent être divisés en deux groupes: hydrocarbures saturés d'huiles minérales (MOSH) et hydrocarbures aromatiques d'huiles minérales (MOAH), ce dernier groupe comprenant les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) examinés plus en détail dans la [Section 2.8](#). L'EFSA considère que l'exposition de fond aux MOSH par voie alimentaire en Europe comme un problème potentiel et a recommandé la révision de la dose journalière acceptable de certaines MOSH dans les denrées alimentaires (EFSA, 2012). De plus, certaines MOAH peuvent être mutagènes et cancérigènes et constituent donc un problème potentiel. Il existe plusieurs moyens de minimiser la contamination par MOH dans les produits de cacao. Ils sont actuellement étudiés dans le cadre d'un nouveau projet de recherche soutenue par la BDSI et la Foundation of the German Cocoa and Chocolate Industry (<http://www.lci-koeln.de/download/vorstellung-toolbox-konzept> <http://www.lci-koeln.de/download/toolbox-flyer-englisch>) (Matissek, Mineral oil transfers to food: Strategies for preventing the migration of MOSH/MOAH, 2014), (Matissek, Raters, Dingel, & Schnapka, 2014).

Les fèves de cacao peuvent être contaminées par des MOH pendant le séchage, en particulier par des combustibles ou des fumées de séchoirs à combustible liquide lorsque les fèves sont séchées artificiellement

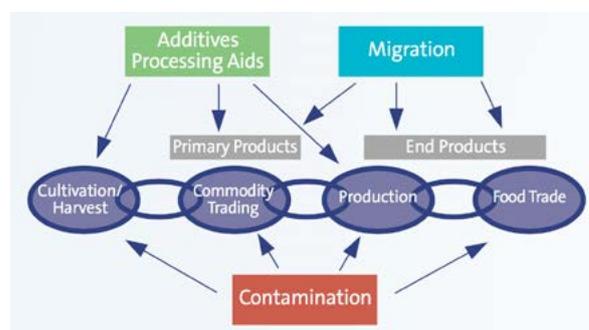


Figure 6. Sources de contamination par MOSH et MOAH dans la chaîne alimentaire. (Matissek et al. 2014)

dans des séchoirs directs (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur gaz/air), ou des fumées d'échappement et des débris si elles sont séchées près de routes (voir [2.8 HAP et Chapitre III 3.b séchage](#)). Les fèves de cacao et les produits de cacao peuvent également être contaminés pendant le transport et le stockage par des carburants et des lubrifiants utilisés dans les engins et par les matériaux de conditionnement (voir [Chapitre III Entreposage et Chapitre III Transport et expédition](#)). Les emballages en carton recyclé, y compris pour recouvrir l'intérieur des conteneurs d'expédition, peuvent être contaminés par des encres d'imprimerie à base d'huile minérale provenant du papier recyclé utilisé pour leur production. Une autre source de contamination peut provenir des sacs de jute fabriqués à l'aide de fibres ayant été transformée à l'aide d'huiles minérales au lieu d'huiles végétales. Bien que l'utilisation d'huiles minérales dans la fabrication des sacs expédiés en Europe ait été largement stoppée dans les années 1990, elles sont couramment utilisées dans d'autres régions. En 1998, l'Organisation Internationale du jute (OIJ) a adopté des "critères spécifiques pour la fabrication de sacs de jute utilisée dans le conditionnement de certaines denrées alimentaires (fèves de cacao, grains de café et fruits secs décortiqués)".

L'huile de dosage doit contenir uniquement des ingrédients non toxiques et ne doit pas contenir de composés produisant des odeurs ou des goûts étrangers dans les produits alimentaires. L'OIJ a également fixé des limites de matières insaponifiables dans les sacs (moins de 1 250 mg/kg de fibre de jute). Cette limite a été adoptée par l'ICCO en mars 1999, la méthode à suivre pour déterminer les limites étant celle spécifiée dans la norme britannique 3845:1990 relative aux méthodes de détermination de la teneur en huile d'adjonction dans les fibres, cordes et toiles de jute. Par ailleurs, la saponification doit être faite selon la méthodologie décrite dans WG 1/90 de l'Union internationale de la chimie pure et appliquée (UICPA). De plus, les propriétés organoleptiques des sacs ont été incluses de façon à éviter toute odeur non typique du jute. Le vieillissement artificiel des sacs ne doit pas donner lieu au développement d'odeurs inacceptables. La procédure de vieillissement à suivre doit être celle décrite dans la norme européenne NE 766 relative aux sacs pour le transport de l'aide alimentaire.



Figure 7. Sac de jute avec une étiquette prouvant la conformité à la norme de qualité alimentaire de l'OIJ.
Photo: M. Gilmour.

En 2004, l'Autorité européenne de sécurité des aliments a évalué les critères de l'OIJ et conclu que:

- Si les spécifications relatives aux résidus insaponifiables dans les sacs sont suivies, l'utilisation d'une huile minérale comme huile d'adjonction et donc la contamination des aliments sont effectivement éliminées et la libération d'hydrocarbures minéraux semi-volatils à partir des sacs de jute et de sisal peut être considérablement réduite.
- Si les spécifications proposées sont suivies, l'exposition humaine aux hydrocarbures minéraux semi-volatils provenant des sacs de jute et de sisal est estimée inférieure à la dose journalière acceptable temporaire fixée pour les hydrocarbures minéraux par le Comité scientifique pour l'alimentation humaine en 1995;
- Le respect des spécifications peut-être contrôlé dans les pays producteurs au moyen d'équipements de laboratoire élémentaires.

La reconnaissance de l'importance d'utiliser de l'huile végétale de qualité alimentaire a permis d'effectuer des progrès considérables. Les fabricants de produits de cacao et de chocolat exigent désormais l'utilisation exclusive de sacs de jute neufs et conformes aux normes, clairement marqués comme de « qualité alimentaire » pour attestant qu'ils ont été fabriqués avec des huiles végétales, dans le transport et l'entreposage de cacao.

[Cliquer ici pour d'autres sources d'information](#)

2.8. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont un groupe de composés présents dans l'environnement qui résultent de la combustion (brûlage) incomplète passée et présente de substances organiques (ex. bois, gaz, diesel) et de processus géochimiques. Certains de ces composés sont toxiques et cancérigènes et les autorités responsables de la sécurité des denrées alimentaires exigent que leur niveau dans les produits alimentaires soit le plus bas possible pour protéger la santé publique. Les aliments, y compris les produits de cacao, peuvent être contaminés par des particules de suie dans l'air, par une culture sur des sols contaminés ou par contact avec de l'eau contaminée, ou encore durant la transformation post-récolte. Pour le cacao, la principale source est la contamination par la fumée pendant le séchage artificiel. Il est donc essentiel de s'assurer que les directives sur les bonnes pratiques de séchage et d'entreposage décrites dans la [Section 3. Post-récolte: séchage](#) sont respectées et que l'accent est mis sur la conception et l'entretien approprié de séchoirs artificiels afin de minimiser la contamination par HAP. De plus, compte tenu que la majeure partie de la contamination par HAP se produit sur la surface extérieure de la fève, il est également important de minimiser les bris de fèves et d'apporter le plus grand soin au décorticage pendant la transformation.

L'UE a fixé des teneurs maximales de HAP dans un certain nombre de denrées alimentaires, y compris les fèves de cacao et produits dérivés (règlement 1881/2006 modifié par le règlement 835/2011), les niveaux étant établis dans la graisse du fait que les HAP se concentrent dans le beurre de cacao (voir tableau 2). Consciente des problèmes rencontrés par certains pays producteurs pour

améliorer leurs pratiques de séchage dans l'ensemble de leurs régions productrices, l'UE a reporté la date d'entrée en vigueur des limites jusqu'en avril 2013 et a établi une période de transition jusqu'en avril 2015, date à laquelle les limites sont devenues plus strictes. L'UE a indiqué que les niveaux de HAP dans les fèves de cacao et les produits dérivés doivent être régulièrement contrôlés afin d'évaluer la possibilité de rabaisser encore plus les teneurs maximales à l'avenir. L'UE a récemment fixé des teneurs maximales de HAP dans la fibre de cacao et les produits dérivés. Cette limite a été fixée sur une base du poids humide puisque les produits de fibre de cacao ont une faible teneur en matière grasse et étant produits à partir de la coque de la fève de cacao, ils sont susceptibles d'afficher des teneurs en HAP plus élevées que les produits élaborés à partir des amandes de cacao.



Figure 8. Les HAP provenant de la fumée d'un feu sous la table de séchage peuvent contaminer les fèves.
Photo: D.Sukha.

Tableau 2.

Teneurs maximales de HAP dans les produits de cacao établies par l'UE (règlement 1881/2006 modifié par le règlement 835/2011 et 1933/2015)

		Teneurs maximales (μ /kg)
	Benzo(a)pyrène	Somme de benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène*
Fèves de cacao et produits dérivés, à l'exception des produits visés au point 6.1.11	5,0 μ /kg de graisses à compter du 1er avril 2013	35,0 μ /kg de graisses du 1 ^{er} avril 2013 au 31 mars 2015 30,0 μ /kg de graisses à compter du 1 ^{er} avril 2015
Point 6.1.11 Fibre de cacao et produits dérivés de la fibre de cacao, destinés à une utilisation comme ingrédients de denrées alimentaires.	3,0 μ g/kg de graisses à compter du 27 Octobre 2015	15,0 μ /kg de graisses à compter du 27 Octobre 2015

*On calcule les concentrations inférieures en supposant que toutes les valeurs des quatre substances au-dessous de la limite de quantification sont égales à zéro.

BPA POUR LE CACAO - RÉDUCTION DES RÉSIDUS DE HAP

- ✓ Séchage au soleil si possible (fèves protégées de la pluie).
 - ✓ Séchage indirect si le séchage au soleil mais pas possible.
 - ✓ Séchage direct au feu de bois ou gazole à éviter.
 - ✓ Éviter la contamination par la fumée
 - Échappement/cheminée bien entretenu et fonctionnel.
 - Entretien régulier des séchoirs nécessaire.
 - ✓ Manipulation soigneuse des fèves pour éviter les brisures.
 - ✓ Décorticage efficace de fèves.
Voir 3. Post-récolte: séchage pour plus d'information.
- [Cliquer ici pour d'autres sources d'information](#)

2.9. Mycotoxines, y compris L'ochratoxine A (OTA)

Les mycotoxines sont un groupe de produits chimiques toxiques présents dans la nature, produits par certaines moisissures (champignons), qui affectent un certain nombre de cultures vivrières et produits de base. Dans la cacaoculture, la principale mycotoxine est l'ochratoxine A (OTA) produite par les moisissures *Aspergillus*, bien que des aflatoxines aient également été détectées. Il n'existe pas actuellement de limite légale spécifique pour l'OTA dans le cacao au sein de la législation européenne. Cependant, ces composés étant cancérigènes, il est important de prendre des mesures pour minimiser leur formation pendant la transformation post-récolte, l'entreposage et le transport. De plus, il est important que le décortiquage des fèves de cacao soit effectué avec le plus grand soin du fait que la plupart des mycotoxines sont localisées à l'extérieur de la fève. De plus amples informations et des recommandations

sur les bonnes pratiques sont fournies dans le Code d'usages du Codex Alimentarius pour la prévention et la réduction de la contamination par l'ochratoxine A dans le cacao (CAC, 2013). http://www.codexalimentarius.org/download/standards/13601/CXP_072e.pdf



Figure 9. Les champignons ochratoxigènes peuvent proliférer dans les cabosses malades et endommagées par des insectes. Photo: M. Gilmour.

BPA POUR LE CACAO - RÉDUCTION DES RÉSIDUS D'OTA

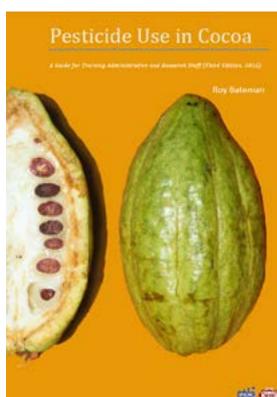
- ✓ Éliminer les cabosses endommagées par des insectes/brisées/momifiées.
 - ✓ Éviter d'entailler les cabosses avec une machette.
 - ✓ Ne pas entreposer les cabosses récoltées pendant plus de 7 jours.
 - ✓ Suivre les directives de fermentation en tas et de séchage au soleil.
 - ✓ Sécher le cacao jusqu'à $\leq 8\%$ d'humidité.
 - ✓ Manipuler soigneusement les fèves.
 - ✓ Décortiquage efficace des fèves.
- Pour plus de détails, voir Chapitre III.

2.10. Résidus de pesticides

Malgré la barrière de protection constituée par les cabosses et les coques (non endommagées), l'utilisation de pesticides sur le cacaoyer et dans les entrepôts de cacao peut conduire à la présence de résidus dans les produits de cacao. Les connaissances de plus en plus précises et la prise de conscience du public à ce sujet ont donné lieu à l'établissement de limites maximales de résidus de pesticides dans les matières premières, y compris les fèves de cacao. L'industrie cacaoyère exige que toutes les ventes de fèves et de produits de cacao respectent ces limites et contrôlera scrupuleusement les niveaux de résidus de pesticides dans toutes les matières premières de cacao. En Europe, le cacao et tous les produits dérivés doivent être conformes au règlement CE 396/2005 et ses amendements, qui établissent les limites maximales de résidus (LMR) de pesticides dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale. Cette législation fixe des LMR, ou une LMR temporaire lorsque la LMR d'une substance active/produit de base n'a pas été finalisée, avec une valeur par défaut de 0,01 mg/kg (10 ppb). Pour le cacao, les LMR sont déterminées sur les "fèves après enlèvement des coques", comme indiqué dans le règlement CE 178/2006. Cependant, dans certains autres pays, les LMR sont déterminées sur les fèves entières (c'est-à-dire avant l'enlèvement de la coque ou du tégument séminal). Des listes de pesticides stratégiques employés dans le cacao, avec leurs LMR actuelles, ainsi que des pesticides qui ne DOIVENT PAS être employés dans le cacao figurent dans le [Manual on the Safe Use of Pesticides in Cocoa Growing](#) (Bateman, 2015) et ses mises à jour, disponible sur www.ICCO.org.

Limites maximales de résidus de pesticides

Les limites maximales de résidus (LMR) sont essentiellement des normes commerciales, mais elles contribuent également à assurer que les niveaux de résidus ne comportent pas de risque inacceptable pour les consommateurs. Elles visent à déterminer la quantité maximale de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires lorsque les pesticides sont correctement appliqués. Les LMR sont généralement déterminées au moyen de mesures prises durant une série d'essais sur le terrain après traitement des récoltes dans les conditions approuvées (appelées bonnes pratiques agricoles ou BPA) et après avoir respecté un intervalle approprié entre la dernière application de pesticides et la récolte. Les données de ces essais et les évaluations de sécurité pour les utilisateurs de pesticides, les consommateurs et l'environnement sont pris en compte avant l'approbation d'un pesticide pour un produit agricole. Cependant, de nombreuses substances actives de pesticides n'ont pas encore été testées sur le cacao. Dans ces cas, les LMR sont souvent fixées à la limite de détermination (LD) qui peut être considérée comme une mesure de présence/absence. Compte tenu que les niveaux très faibles de résidus sont parfois impossibles à quantifier, la limite de quantification (LQ) est citée de préférence.



La question des résidus de pesticides fait l'objet d'un suivi permanent des organismes de sécurité des denrées alimentaires et de protection de l'environnement. Des informations sur les composés actifs soumis à examen ainsi que sur les nouvelles limites maximales et les restrictions introduites sont disponibles sur plusieurs sites web, notamment:

Codex Alimentarius:

<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticides/fr/>

Autorité Européenne De Sécurité Ses Aliments

(<http://www.efsa.europa.eu/en/panels/pesticides.htm>),

Commission Européenne

(par exemple http://ec.europa.eu/agriculture/envir/pesticides/index_fr.htm and http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_fr.htm)

Agence de protection de l'environnement des États-Unis

(www.EPA.gov/pesticides)

Ministère de la Santé, du Travail et du Bien-être du Japon

<http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/>

Les pesticides peuvent avoir un rôle important dans la lutte contre des ravageurs et des maladies qui pourraient provoquer un taux élevé de pertes de récolte de cacao ou altérer sa qualité. Cependant, ils doivent être utilisés de façon appropriée (le bon pesticide au bon moment et selon un dosage adéquat), sécurisée et responsable, dans le cadre d'une stratégie de gestion intégrée des cultures et de la lutte phytosanitaire qui minimise les risques pour l'opérateur, l'exploitant et sa communauté, l'environnement et le consommateur. Les pesticides peuvent également être utilisés comme fumigants pour lutter contre les ravageurs dans les entrepôts et empêcher toute altération de la qualité pendant le transport et l'entreposage. Voir les sections du Chapitre III Lutte phytosanitaire et Entreposage.

BPA POUR LE CACAO - RÉDUCTION DES RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LA PRODUCTION DE CACAO

- ✓ Usage conforme à toutes les réglementations nationales et internationales.
 - ✓ Pulvérisation dans le cadre d'une gestion intégrée des récoltes et de la lutte phytosanitaire.
 - ✓ Gestion de l'architecture des arbres pour permettre la circulation d'air et l'accès facile aux cabosses lors de l'application de pesticides.
 - ✓ Équipements appropriés, respect des délais (avant récolte) et des cibles.
 - ✓ Pesticides recommandés.
 - ✓ Application uniforme.
 - ✓ Équipements de protection individuelle.
 - ✓ Élimination correcte des contenants.
 - ✓ Éviter la contamination croisée par des pesticides (tables de séchage, zones d'entreposage, etc.)
- [Cliquer ici pour d'autres sources d'informations](#)

BPA POUR LE CACAO - RÉDUCTION DES RÉSIDUS DE PESTICIDES PENDANT LA FUMIGATION, L'ENTREPOSAGE ET LE TRANSPORT

- ✓ Usage conforme à toutes les réglementations nationales et internationales.
 - ✓ Entreposage du cacao conforme aux bonnes pratiques d'entreposage.
 - ✓ Équipements appropriés, respect des délais et des cibles.
 - ✓ Pesticides recommandés.
 - ✓ Équipements de protection individuelle.
 - ✓ Élimination correcte des contenants.
 - ✓ Suivi et évaluation pour assurer l'efficacité.
 - ✓ Prévention de la contamination croisée par des pesticides employés sur d'autres récoltes pour éliminer les termites, par exemple sur les palettes.
- [Cliquer ici pour d'autres sources d'informations](#)

3. Caractéristiques physiques

3.1. Uniformité

Il est très important que la qualité du cacao soit uniforme entre plusieurs sacs d'un même lot et entre plusieurs lots d'une même origine.

Il est très important que la qualité du cacao soit uniforme entre plusieurs sacs d'un même lot et entre plusieurs lots d'une même origine. Du fait que les fabricants souhaitent produire du chocolat de qualité uniforme, une marque d'origine capable d'assurer une offre de fèves de qualité constante sera plus appréciée qu'une marque offrant une qualité hétérogène. L'uniformité concerne non seulement la quantité de fèves défectueuses mais aussi la taille des fèves et le degré de fermentation.

L'uniformité peut être assurée dans une certaine mesure en mélangeant les fèves, mais tout le cacao mélangé doit être de même qualité. Il n'est pas conseillé de mélanger du cacao de mauvaise et de bonne qualité pour

obtenir un cacao qui soit tout juste conforme aux normes minimales. La valeur du cacao de mauvaise qualité peut ainsi augmenter, mais celle du cacao de bonne qualité diminuera proportionnellement et la demande future de cacao s'en verra affectée. Le cacao ordinaire provenant d'une source réputée pour fournir du cacao dont la qualité est souvent proche du Grade 1 tend à être vendu moins cher que le cacao ordinaire qui se maintient constamment à ce niveau de qualité. Le cacao très proche des prescriptions du Grade 1 peut contenir jusqu'à 8 ou 9 % de fèves défectueuses et n'est pas approprié pour l'élaboration de chocolat de bonne qualité. Le mélange de différents grades de cacao à l'origine devrait être évité.

3.2. Rendement en matière comestible

Le rendement en matière utile de la fève exerce une influence considérable sur la valeur du cacao pour le fabricant et donc sur le prix qu'il est disposé à payer. Un certain nombre de facteurs objectivement mesurables déterminent la quantité de matière comestible (amande de cacao) et en particulier la quantité de beurre de cacao que l'on peut tirer d'un lot de cacao. Certains des facteurs qui influent sur le rendement tels que la taille de la fève, le pourcentage de coque et la teneur en matière grasse sont largement déterminés par des éléments climatiques et génétiques, tandis que d'autres peuvent être influencés par les bonnes pratiques en matière de traitement post-récolte, d'entreposage et de transport. L'un des principaux facteurs pouvant être contrôlés par l'exploitant est l'élimination des corps étrangers, comme indiqué dans la [Section 3.2.5](#). Un lot de

cacao composé uniquement de fèves entières a davantage de valeur qu'un lot contenant des corps étrangers, même si ceux-ci proviennent du cacao. Or, bien que les exploitants soient en mesure de fournir du cacao propre (en triant visuellement les corps étrangers au cours du séchage), certains exploitants et exportateurs sont tentés de laisser une certaine proportion de corps étrangers afin de s'en tenir aux exigences minimales du contrat d'exportation. Cette pratique est regrettable et pourrait être évitée en réduisant la quantité de corps étrangers acceptable dans les contrats (ou dans la norme de qualité nationale en cas de prix au producteur fixe); en offrant un prix supérieur pour ce cacao propre, de façon que les parties soient conscientes du motif de cette prime; et en introduisant la traçabilité dans la filière cacao.

3.2.1 Taille et uniformité des fèves:

Le poids d'une fève de cacao doit être au moins de 1,0 g. Les fèves qui sont plus petites à cette norme ont une coque proportionnellement supérieure et donc une amande plus petite, d'où une teneur en matières grasses inférieure. Les petites fèves peuvent être utilisées (à condition que le lot soit homogène) mais cela exige d'ajuster les processus de fabrication, ce qui constitue un inconvénient coûteux et réduit la production de l'usine. Pour cette raison, les fèves doivent être vendues en fonction de la classification de la taille des fèves, par exemple moins de 100 fèves pour 100 g, 100 pour 110 g, plus de 120/100 g, etc. ([voir le Chapitre II pour plus de détails sur le nombre de fèves](#)). Les fabricants ont besoin par ailleurs de fèves de taille assez uniforme parce qu'il est difficile de nettoyer correctement les fèves dans un lot contenant des fèves de taille variable. En règle générale, il ne doit pas y avoir plus de 12 % des fèves en dehors d'une fourchette de plus ou moins un tiers du poids moyen. Cette

distribution s'applique à la plupart des fèves de cacao récoltées, mais ne peut pas s'appliquer lorsque des petites fèves ont été mélangées à un lot afin de rapprocher la taille moyenne des fèves de la limite d'une classification de taille particulière. Cependant, l'application et la vérification précises de cette norme demandent du temps si l'on ne dispose pas d'équipements spécialisés. Une appréciation visuelle d'un poids déterminé d'un échantillon de fèves entières est généralement suffisante; par exemple, si 72 des fèves paraissant les plus petites pèsent dans un lot de 600 g contenant 600 fèves pèsent moins de 24 g, il y a un problème. De même, si 72 des fèves paraissant les plus grosses pèsent plus de 96 g, cela signifie qu'il a pu y avoir un mélange. À noter que l'expression "fève simple entière" n'englobe pas ici les fèves plates puisque par définition, elles n'ont pas d'amande et ne sont donc pas des fèves entières. Ce test n'est pas habituel et la meilleure solution est de s'en remettre à l'exploitant et d'assurer la traçabilité du lot pour garantir l'uniformité.

3.2.2 Pourcentage de coque:

Les fabricants ont besoin que les coques soient assez souples pour être facilement retirées pendant la transformation, mais assez solides pour ne pas se briser lors de la manipulation courante. La coque doit également être exempte de tout corps étranger comme des morceaux de pulpe séchée, qui peuvent compliquer la séparation des amandes de la coque. Dans les fèves de cacao de la récolte principale d'Afrique occidentale, la coque représente normalement 11-12 % du poids total de la fève, ce niveau étant considéré comme la référence pour juger les autres types de cacao. Un pourcentage de coque supérieur signifie que la matière comestible est inférieure et donc que la valeur des fèves est moins élevée, même si cela protège mieux l'amande. La forme de la graine et l'épaisseur du tégument séminal varient selon le type de cacao cultivé et cela, ajouté aux variations des pratiques post-récolte, influe sur le poids de la coque.

La première phase de la production de produits de cacao comestibles doit consister en un décortiquage soigneux, en particulier du fait que la coque est souvent la partie la plus contaminée de la fève, par exemple pour les micro-organismes (y compris les moisissures), les HAP, l'OTA et certains résidus de pesticides. La norme du Codex pour le cacao en pâte et le tourteau de cacao (Codex Alimentarius, 2014) spécifie que les coques et germes de cacao doivent être inférieurs à 5 % m/m du cacao en pâte (liqueur de cacao) calculé sur la matière sèche dégraissée ou moins de 1,75 % calculé sur une base exempte d'alcali (pour les coques de cacao uniquement). Pour le tourteau de cacao, les coques et germes ne doivent pas dépasser 5 % m/m calculé sur la matière sèche dégraissée ou 4,5 % calculé sur une base exempte d'alcali (pour les coques de cacao uniquement). Le pourcentage de coque dans les produits de cacao peut être estimé selon une méthode basée sur l'analyse des tryptamines des acides gras.

3.2.3 Pourcentage de matière grasse:

Le beurre de cacao reste généralement la partie de la fève ayant la plus haute valeur, et le rendement potentiel en beurre détermine le prix payé pour une marque ou un grade particulier de fèves de cacao. Le cacao de la récolte principale d'Afrique occidentale contient normalement environ 55-58 % de matière grasse dans l'amande sèche. Les fèves ghanéennes affichent généralement une teneur en matière grasse plus élevée que celles de Côte d'Ivoire ou du Nigéria. Le tableau ci-dessous présente des valeurs types pour un certain nombre d'origines, sur la base de la fève entière (Pontillon, 1997). Pontillon précise que ces valeurs sont uniquement données à titre indicatif car le nombre d'échantillons utilisés pour obtenir ces chiffres varie selon l'origine et en particulier parce que la teneur en matière grasse varie considérablement en fonction de facteurs tels que le climat (variations saisonnières et annuelles), géographiques et génétiques ainsi que les méthodes utilisées pour extraire la matière grasse.

Origine	% Matière Grasse Fève Entière	
	Pontillon 1998	Source sectorielle ¹
Brésil - Bahia	44.6	
Cameroun	47.6	47.1/46.7
Cote d'Ivoire	46.7	46.4
Équateur	43.6	44.2
Ghana	48.0	46.8/48.0
Indonésie: Sulawesi	45.6	39.9
Madagascar	43.5	
Nigéria	46.9	45.1/47.2
Papouasie-Nouvelle-Guinée	44.0	
Sierra Leone	47.0	45.7
Tanzanie	47.6	
Togo	47.0	

Extract from: Cacao et chocolat: production, utilisation, caractéristiques. J. Pontillon, coordonnateur, © Technique & Documentation, 1998.

¹Données additionnelles provenant de sources sectorielles sur les valeurs types des fèves de la récolte principale.

3.2.4 Teneur en humidité:

Les fabricants exigent que le cacao ait une teneur en humidité d'environ 7 %. Si elle est supérieure à 8 %, il y a non seulement une perte de matière comestible mais aussi un risque de développement de moisissures et de bactéries, avec de graves conséquences potentielles pour la sécurité des denrées alimentaires, l'arôme et la qualité de transformation (voir Chapitre 1, Section 2).

Si la teneur en humidité est inférieure à 6,5 %, la coque sera trop fragile et les fèves se désagrégeront, ce qui produira un niveau élevé de fèves brisées (voir Chapitre 1, Section 4(i), page 8). Cela est particulièrement important si le cacao est transporté et/ou entreposé en vrac, les fèves étant moins bien protégées si elles ne sont pas ensachées, et donc susceptibles d'afficher un haut niveau de lipolyse faisant augmenter les acides gras libres.

3.2.5 Corps étrangers:

La présence de corps étrangers affectera également le rendement en matière comestible et réduira donc la valeur du cacao pour le chocolatier. Cela peut également altérer l'arôme et provoquer la contamination du produit.

Dans ce cas, les corps étrangers peuvent être divisés en deux types, l'un qui n'a aucune valeur commerciale pour les fabricants et l'autre qui possède une valeur réduite (appelé "résidus" ou matières liées au cacao).

3.2.5a Corps étrangers sans valeur commerciale:

Le type de corps étranger n'ayant aucune valeur pour le fabricant est constitué par les matières (a) non liées au cacao, ex. tiges, pierres etc., qui peuvent endommager les équipements du fabricant; ou (b) liées au cacao mais n'ayant pas de valeur commerciale, ex. placenta, écorce de cabosse et fèves plates ou flétries contenant très peu d'amande, etc., ce qui peut nuire à l'arôme et réduire le rendement en matière comestible.



Figure 12. Corps étrangers a) gros morceaux d'écorce, placenta et autres matières sans valeur commerciale b) Résidus séparés avec un tamis rond de 5 mm.
Photos: R. Dand / M. Gilmour.

3.2.5b Résidus de cacao, y compris fèves brisées et fragments:

Les résidus de cacao sont formés par les fèves brisées et les fragments de fèves et de coque. Il est inévitable qu'une partie des fèves se brise pendant l'expédition et l'entreposage, mais la proportion ne doit pas dépasser rarement 2 % dans la production normale. Le transport de cacao en vrac peut augmenter le nombre de fèves brisées et de fragments s'il n'est pas bien géré (ex. limiter la hauteur de versement, les dommages mécaniques, etc.). Un niveau plus élevé peut donner lieu à un volume supérieur d'amandes et de fragments éliminés par les nettoyeurs de fèves, d'où une perte de matière comestible. Il existe deux aspects problématiques pour le fabricant. Le premier est que les amandes de cacao des fèves brisées et des fragments peuvent avoir une teneur en AGL plus élevée que les fèves entières en raison des taux plus élevés de lipolyse dus à la surface plus grande exposée à l'oxygène, ainsi qu'une sensibilité accrue à la moisissure. De plus, la teneur

en acides gras libres du beurre provenant de fèves brisées continuera d'augmenter pendant l'entreposage et les fèves de cacao contenant des niveaux élevés de brisures et de fragments ne pourront donc pas être stockées longtemps. Le deuxième problème est que les fèves brisées et les fragments sont difficiles à traiter puisque l'efficacité et l'uniformité du processus de torréfaction dépend directement de l'homogénéité de la taille des amants. Ce problème se pose également avec les fèves crabots ou fèves agglomérées - voir [Section 3.2.7](#).



Figure 13. Fèves brisées.
Photo: R. Dand / M. Gilmour.

3.2.6 Fèves attaquées par des insectes:

Les dommages substantiels dus aux insectes provoquent une perte d'amandes utiles et compromettent la salubrité du cacao.



Figure 14. Fèves attaquées par des insectes.
Photo: R. Dand / M. Gilmour.

3.2.7 Crabots et fèves doubles:

Les crabots (fèves agglomérées) et les fèves doubles sont rejetés avec les corps étrangers lors du nettoyage et représentent une perte potentielle considérable pour les fabricants. Du fait qu'ils ne peuvent pas être prélevés à l'aide de sondes, le contenu entier des sacs doit être inspecté, aussi bien pendant la classification des lots qu'en cas d'arbitrage.



Figure 15. Crabots.
Photo: R. Dand / M. Gilmour.

4. Caractéristiques du beurre de cacao

4.1. Acides gras libres (AGL)

Les AGL peuvent avoir un impact sur la dureté du beurre de cacao et donc sa qualité de traitement, en particulier ses propriétés de cristallisation. Un beurre à haute teneur en AGL produit du chocolat de mauvaise qualité, affectant la cristallisation, le tempérage et éventuellement l'arôme. Les AGL sont libérés essentiellement par les triglycérides formant le beurre de cacao sous l'action d'enzymes de type lipase. Les lipases se trouvant dans la graine même sont activées pendant la germination de la graine mais il est probable que des niveaux élevés d'AGL détectés dans les fèves de cacao soient dus à l'action de lipases microbiennes résultant de mauvaises pratiques post-récolte. La matière grasse des fèves saines et entières ayant été fermentées et séchées en temps voulu, entreposées de façon appropriée et exportées rapidement de la zone d'origine auront généralement une teneur en AGL inférieure à 1 % et certainement inférieure à 1,3 %. Une teneur en AGL supérieure peut être due à l'utilisation de fèves provenant de cabosses malades, à un séchage très lent après la fermentation (en particulier s'il y a

des crabots qui n'ont pas été bien détachés du placenta), à un pourcentage élevé de fèves brisées, à un entreposage prolongé dans des conditions humides ou avec un teneur en humidité supérieur à 8 %, à une infestation par des insectes pendant l'entreposage ou à un entreposage prolongé des fèves à des températures tropicales dans le pays d'origine. Ces abus peuvent donner lieu à une teneur en AGL supérieure à 1,75 % qui constitue la limite légale pour le beurre dans l'UE (directive 2000/36/EC) (EU, 2000) et dans la norme du Codex sur le beurre de cacao (86-1981, Rev.1-2001) (Codex Alimentarius, 2001). Comme expliqué ci-dessus, des niveaux élevés de fèves brisées et de fragments peuvent augmenter considérablement la teneur en AGL de la matière grasse extraite. Un beurre de cacao ayant une teneur en AGL de 1 % ou moins, ainsi qu'un arôme acceptable dans le beurre et la liqueur, est la meilleure preuve que les fèves étaient saines à l'origine et qu'elles ont été correctement préparées et entreposées.

[Cliquer ici pour d'autres sources d'informations](#)

4.2. Dureté

Le beurre de cacao consiste en un mélange de triglycérides, c'est-à-dire de graisses composées de glycérol et de trois acides gras. La plupart des triglycérides du beurre de cacao contiennent de l'acide stéarique, palmitique et/ou oléique mais les proportions de ces acides gras sont variables, donnant lieu à diverses propriétés physiques de la matière grasse. Cela influe à son tour sur la façon dont le chocolat se comporte lors du processus de fabrication et sur la texture et l'apparence du produit final. Les fabricants préfèrent du beurre de cacao relativement dur et uniforme à cet égard. Le beurre de cacao de la plupart des fèves récoltées en Afrique occidentale

possède les propriétés physiques souhaitées. Le beurre des fèves camerounaises et brésiliennes est généralement plus tendre, tandis que les beurres d'Asie du Sud-Est tendent à être plus durs, les conditions de température durant le développement des cabosses étant probablement un des principaux facteurs contribuant à ces différences.

De même, le beurre de cacao des fèves à haute teneur en AGL est généralement plus tendre que celui des fèves saines et entières, quel que soit le pays d'origine.

5. Pouvoir colorant - "Couleur ou colorimétrie "

La couleur de la poudre de cacao est un attribut important parce qu'elle est souvent utilisée comme agent colorant de même que pour aromatiser différents aliments. La poudre de cacao contient des colorants naturels, notamment des flavonoïdes, et c'est la possibilité d'agir sur ces éléments durant les processus d'alcalinisation et de torréfaction qui intéresse plus particulièrement les fabricants. Les niveaux et les types de substances chimiques responsables du pouvoir colorant sont influencés par une série de facteurs, notamment la base génétique du cacao, les

conditions climatiques, pédologiques et les processus post-récolte. Une bonne fermentation est particulièrement importante parce qu'elle est essentielle aux réactions d'oxydation et de condensation qui produisent de nouveaux composés tanniques donnant à la fève sa couleur brune caractéristique. Il est important que la fermentation soit interrompue au bon moment par le séchage pour éviter de produire des fèves "sur-fermentées" d'une couleur très sombre (Kamphuis, n.d.).

6. Traçabilité, Indicateurs Géographiques et Certifications

Selon la législation communautaire (règlement CE N° 178/2002) (EU, 2002), la "traçabilité" désigne la possibilité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire ou d'une substance destinée à la consommation.

Selon la législation communautaire (règlement CE N° 178/2002) (EU, 2002), la "traçabilité" désigne la possibilité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire ou d'une substance destinée à la consommation. La traçabilité des matières premières est une condition de base de la qualité, de la sécurité des denrées alimentaires et de la durabilité. L'idéal est de pouvoir retracer le cheminement d'un lot déterminé de fèves de cacao de l'utilisateur final jusqu'à l'exploitant qui l'a produit. Cependant, le cacao est cultivé dans des petites exploitations et les systèmes de mélange utilisés dans certains pays producteurs pour l'exportation rendent cela très difficile. Il existe toutefois de bons exemples d'utilisation du marquage des sacs dans le cadre d'un système de traçabilité. En effet, le projet de l'ICCO sur la qualité totale a montré qu'il était possible d'obtenir un niveau élevé de traçabilité dans les exportations de cacao ordinaire provenant de grand pays producteurs de cacao comme la Côte d'Ivoire, et que cela bénéficiait à l'ensemble de la filière, de l'exploitant au consommateur (ICCO, 2013). Pour que le système de traçabilité fonctionne, il est essentiel que des registres appropriés soient tenus et que les systèmes de marquage/codage soient maintenus entre l'exploitation, le collecteur/coopérative et au-delà, et que l'intégrité des lots soit assurée en évitant tout mélange dans la chaîne d'approvisionnement.

L'importance des aspects sociaux, environnementaux et économiques dans le secteur cacaoyer n'a cessé d'augmenter ces dernières années et l'industrie cacaoyère est de plus en plus demandeuse de cacao certifié pour s'assurer qu'il est conforme aux exigences de durabilité. Plusieurs systèmes de certification ont été mis en place, adoptant une série de principes en vue de résoudre les problèmes socio-économiques des exploitants, des groupements d'exploitants et des communautés, y compris les exigences environnementales. Les démarches et stratégies adoptées par ces systèmes de certification pour améliorer la durabilité de la production cacaoyère sont variables, mais ils partagent l'objectif d'améliorer le niveau de vie des exploitants, tout en visant le plus souvent à mettre en place les bonnes pratiques agricoles pour accroître la qualité et la productivité. Le Comité européen de normalisation (CEN) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO) sont en train d'élaborer une norme sur le cacao durable et traçable (ISO 19381). Cela permettra d'avoir une définition commune de la durabilité et de la traçabilité dans le secteur cacaoyer, généralement acceptée par toutes les parties prenantes de la chaîne de valeur du cacao. La norme ISO 19381 est évolutive, rigoureuse et vérifiable. Elle permettra de s'assurer que les exploitants gèrent de façon responsable des

exploitations viables à long terme et capables de générer des revenus suffisants pour que les agriculteurs sortent de leur pauvreté actuel.

Les exigences de durabilité de la norme seront basées sur des critères ayant pour objectifs:

- Une agriculture rentable basée sur les bonnes pratiques agricoles commerciales
- L'amélioration des conditions sociales dans le respect des droits de l'homme, des droits des travailleurs, de la santé et de la sécurité, et contribuant à l'éradication du travail forcé et des pires formes de travail des enfants
- Des pratiques respectueuses de l'environnement

Les exigences de traçabilité assureront la transparence de l'offre de cacao durable grâce un système rigoureux de registre et de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Cela reflétera la réalité de la chaîne d'approvisionnement actuelle en proposant deux démarches différentes de conformité:

- Traçabilité physique
- Bilan de masse

Cette norme devrait être opérationnelle d'ici la fin 2016.

BPA POUR LE CACAO - VERS LA TRAÇABILITÉ DE LA FILIÈRE CACAO

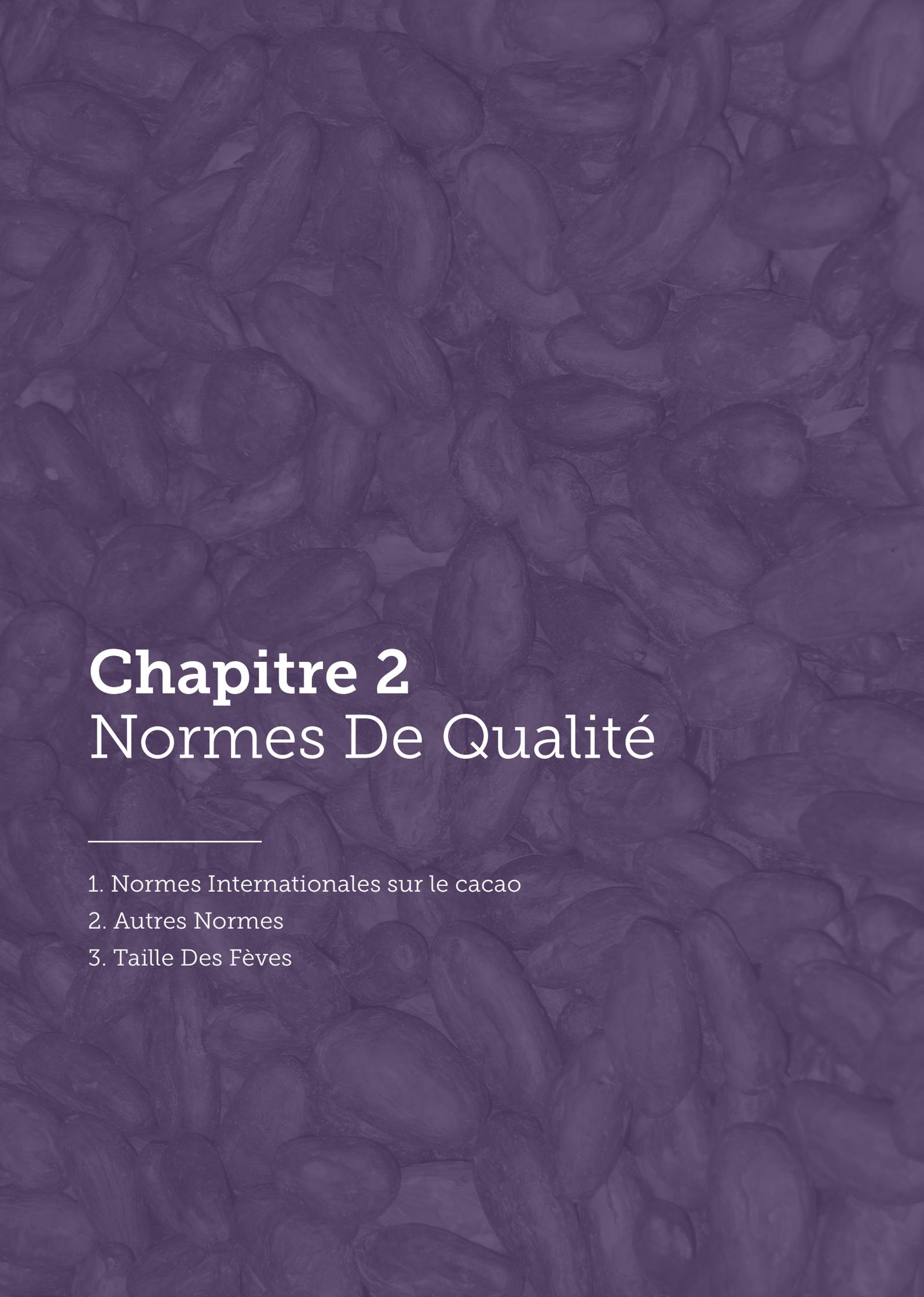
- ✓ Tenue de registres d'exploitation appropriés.
- ✓ Préparation de cacao de grade d'exportation aussi près de l'exploitant que possible.
- ✓ Éviter les mélanges.
- ✓ Les marques et les codes doivent assurer la traçabilité depuis et vers le collecteur/coopérative.
- ✓ Maintien de l'intégrité du lot tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

7. Résumé des Exigences de l'industrie

Pour la production de chocolat de bonne qualité, les fabricants recherchent des fèves de cacao possédant les qualités suivantes:

Qualités	Reference
Bonnes qualités aromatiques intrinsèques	P1: 1. Arome
Absence de goûts étrangers, notamment:-	
Fumée	C1:1.2 Goûts étrangers de fumée, C3 Séchage.
Moisissure	C1:1.1 Goûts étrangers de moisissure, C3:2. C3:2.Récolte, C3:3. Post-récolte
Acidité excessive	1.4 Goût acide, 2. Récolte, 3. Post-récolte
Amertume et astringence excessives	1.5 Amertume et astringence, Matériel végétal
Être cultivé, récolté, fermenté, séché et entreposé selon les pratiques recommandées pour assurer des niveaux de contaminants les plus faibles possible et respecter la législation sur la sécurité des aliments.	
Allergènes	C1:2.1 Allergènes P3:5. 5. Pratiques de transport et d'expédition
Bactéries	C1: 2.2 Bactérie C3. 3.Post-récolte
Dioxines et PCB	C1: 2.3 Dioxines et PCB C 3: 3. Post-récolte
Corps étrangers	C1: 1.6 Contamination C1:2.4 Corps étrangers C3: 3. Post-récolte
Métaux lourds	C1: 2.5 Métaux lourds C3:1.Réduction de l'absorption de cadmium
Infestation	C1:2.6 Infestation C3: Entreposage C3:5 Pratiques de transport et d'expédition
Hydrocarbures d'huile minérale	C1:2.7 Hydrocarbures d'huiles minérales C3:3 . Post-récolte
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	C1:2.8 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) C3:3. Post-récolte
Mycotoxines, y compris l'OTA	C1:2.9 Mycotoxines, y compris l' ochratoxine A (OTA) C3:2. Récolte C3:3. Post-récolte
Résidus de pesticides	C1:2.10 Résidus de pesticides C3:1. Pré-récolte C3:3. Post-récolte

Qualités	Reference
Largement conforme aux normes internationales pour le Grade 1	C1:3. Caractéristiques physiques Annexe A
Fèves de taille uniforme et d'un poids moyen d'au moins 1 g	C1:3. Caractéristiques physiques Chapitre II NORMES DE QUALITÉ Annexe A
Bien fermenté et entièrement séché, avec une teneur en humidité d'environ 7 % et un maximum de 8 %	C1:1 Teneur en humidité .C 3:3. Post-récolte
Qualité uniforme des lots et des livraisons	C1:3.1 Uniformité
Pratiquement exempt d'insectes vivants	C1:2.6 Infestation C3:3Entreposage.
Exempt de corps étrangers	C1:1.6 Contamination C1:2.4 Corps étrangers C3:3. Post-récolte
Teneur en acides gras libres inférieure à 1 %	P1: 4. Caractéristiques du beurre de cacao, P3: 3. Post-harvest
De plus, les fabricants préfèrent les fèves ayant:-	
Une teneur de matière grasse de 55-58 % (base amande sèche)	C1:4. Caractéristiques du beurre de cacao C3:1. Pré-récolte
Un pourcentage de coque de 11-12 %	C1:3.2 Rendement en matière comestible C3:1. Pré-récolte
Du beurre de cacao dur	C1:4. Caractéristiques du beurre de cacao C3: 1. Pré-récolte

The background of the slide is a dense, textured pattern of almonds, rendered in a dark purple hue. The almonds are scattered across the entire frame, creating a rich, organic texture.

Chapitre 2

Normes De Qualité

1. Normes Internationales sur le cacao
2. Autres Normes
3. Taille Des Fèves

Normes De Qualité

Les six aspects de la qualité qui ont été décrits couvrent le sujet au sens le plus large et ont tous un effet sur le prix payé pour les fèves provenant d'une origine particulière par rapport aux autres.

Les six aspects de la qualité qui ont été décrits couvrent le sujet au sens le plus large et ont tous un effet sur le prix payé pour les fèves provenant d'une origine particulière par rapport aux autres. Au sens strict, la qualité peut se rapporter à deux aspects seulement: la flaveur et la pureté ou salubrité, et ce sont ces aspects qui sont couverts, du moins en partie, par diverses normes du cacao. Ces normes doivent être assorties de mesures objectives. Elles ne peuvent pas mesurer ou assurer un bon arôme mais elles peuvent, à travers le test de coupe (voir Annexe A), détecter les défauts aromatiques flagrants. Les normes peuvent également contribuer à assurer une bonne qualité de

conservation. Il existe plusieurs normes, dont les plus importantes sont les Normes internationales sur le cacao de l'ISO et les normes définies dans les contrats d'effectif de Federation of Cocoa Commerce, Ltd. (FCC) et, aux États-Unis, de Cocoa Merchants Association of America, Inc. (CMA). À noter également qu'il y a des normes de qualité établies dans les contrats à terme de cacao, utilisés par les opérateurs du marché pour couvrir leurs engagements d'effectif, bien que les chocolatiers ne s'approvisionnent généralement pas sur ces marchés car ils ne sont pas destinés à cela.

1. Normes internationales sur le cacao

Ces normes publiées par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) constituent la base des règles de classification de plusieurs pays producteurs de cacao. ISO 2451 "Fèves de cacao - Spécifications", initialement publiée en 1973, révisée en 2014 pour l'adapter aux pratiques commerciales actuelles. Elle renvoie à trois autres normes de ISO: l'ISO 1114 Fèves de cacao - Épreuve à la coupe, ISO 2291 Détermination de la teneur en humidité (méthode pratique) et l'ISO 2292 - Échantillonnage. La norme l'ISO 2292 est actuellement en cours de révision et des nouvelles modifications sont en cours de

discussion pour l'ISO 2451, en particulier pour les spécifications relatives à la taille des fèves et l'intégration éventuelle de cette norme à l'ISO 1114 et l'ISO 2291. Les versions actuelles des normes peuvent être achetées sur le site web de l'ISO, <http://www.iso.org/iso/home.htm>, qui fournit également d'autres détails sur le processus d'élaboration des normes. La norme ISO 2451 définit les termes employés et les grades de classification des fèves de cacao. Ces grades sont basés sur le test de coupe qui permet de détecter certains défauts aromatiques flagrants.

Cette norme précise que les fèves de cacao doivent être:

- | | | |
|---|---|--|
|  Fermentées, puis séchées jusqu'à ce que leur teneur en humidité ne dépasse pas 7,5 % de la masse. |  Exemptes de toute adultération apparente. |  Raisonnablement exemptes de fèves brisées, de fragments et de morceaux de coque. |
|  Exemptes de toute contamination olfactive. |  Pratiquement exemptes de corps étrangers. |  Pratiquement exemptes d'insectes vivants et de toute autre infestation. |
|  Dans la répartition habituelle des normes de fèves violettes du grade spécifié/origine. |  Raisonnablement uniformes en termes de taille pour la production de denrées alimentaires. |  Raisonnablement exemptes de crabots, fèves plates, fèves germées, résidus et débris du tamisage. |

Les règles de classification établissent les limites maximales suivantes pour la classification interne des fèves fermentées au niveau des pays: -

Pourcentage maximum de fèves¹

	Moisies	Ardoisées	Attaquées par des insectes, germées ou plates
Grade I	3%	3%	3%
Grade II	4%	8%	6%

¹Les pourcentages de la dernière colonne s'appliquent au total combiné de tous les défauts spécifiés dans le titre de la colonne

L'ISO 2451 définit également les normes relatives à la taille des fèves, définie par leur poids spécifique, lequel est habituellement exprimé par le nombre de fèves aux 100 grammes (voir l'Annexe A pour plus de détails). Ces spécifications sont actuellement les suivantes:



Grandes fèves:

Nombre de fèves égale ou inférieure à 100



Fèves moyennes:

Nombre de fèves de 101 à 120



Petites fèves:

Nombre de fèves supérieur à 120

2. Autres Normes

La majeure partie du cacao mondial est commercialisée au moyen des contrats FCC ou CMA, qui sont basés historiquement sur des normes légèrement différentes.

La majeure partie du cacao mondial est commercialisée au moyen des contrats FCC ou CMA, qui sont basés historiquement sur des normes légèrement différentes. Ces normes n'impliquent pas d'acceptabilité pour la fabrication de chocolat mais définissent simplement les niveaux auxquels une réfaction peut être accordée lors des procédures d'arbitrage.

À compter de juin 2015, les contrats FCC exigent que le cacao remplisse une série de conditions, à savoir:

“Sans préjudice de spécifications contractuelles relatives à la qualité, le lot se compose de fèves qui doivent être raisonnablement;

- Homogènes en poids spécifique,
- Homogènes en fermentation,
- Sèches,
- Homogènes selon tout autre critère et la marchandise doit être:
- Propre à la fabrication de produits alimentaires,
- Exempte de substance adultérante ou contaminante et de rongeurs,
- Pratiquement exempte d'insectes vivants (mites incluses), ou d'infestation de toute autre nature,
- Pratiquement exempte de fèves germées,
- Dans la répartition habituelle des normes de fèves violettes du grade spécifié/origine.”

À noter que la définition des corps étrangers, de matière dérivée du cacao et des débris du tamisage correspond à des significations spécifiques dans les contrats FCC, comme indiqué à l'Annexe A. Tout excès de matière dérivée du cacao, de fèves plates, de crabots ou de corps étrangers, individuellement ou collectivement, peut donner lieu à une réfaction.

Si le terme "Récolte principale" est employé pour décrire le cacao commercialisé ou s'il est utilisé dans les paramètres de qualité du cacao, la taille des fèves, mesurée par le nombre de fèves, doit correspondre à celle des fèves produites normalement durant la récolte principale de cette zone particulière. Aucune réfaction ne sera accordée pour un mesurée par le grainage de 100 fèves ou moins aux 100 g. Un nombre supérieur à 100 fèves aux 100 g peut justifier une réclamation sur la qualité et si le nombre s'avère supérieur à 120 fèves, il peut être exigé de remplacer le lot au lieu d'accorder une réfaction.

D'autres règles FCC peuvent être appliquées à la description des normes relatives à la taille des fèves:

FÈVES CONFORME EN POIDS SPÉCIFIQUE -
le nombre de fèves \leq 100

FÈVES MOYENNES -
le nombre de fèves est compris entre 101 et 110 inclus,

PETITES FÈVES -
le nombre de fèves est compris entre 111 et 120

TRÈS PETITES FÈVES -
le nombre de fèves $>$ 120

Deux grades sont considérés dans les contrats FCC: good fermented et fair fermented. Les limites maximales pour ces grades sont les suivantes: -

	Good fermented	Fair fermented
Ardoisées	5%	10%
Défectueuses	5%	10%

¹ The percentages in the last column apply to the combined total of all the defects specified in the column header.

Les fèves "défectueuses" sont définies comme des fèves dont l'intérieur est moisi ou infesté ou attaqué par les insectes. Le contrat CMA exige que les fèves de cacao soient conformes à la norme de la Food and Drug Administration des États-Unis, qui stipule un maximum de 4 % de fèves moisies et 4 % de fèves infestées ou endommagées, ces deux défauts combinés ne devant pas dépasser 6 %.

À noter qu'un cacao qui peut être conforme au Grade 1 selon les normes de l'ISO, c'est-à-dire avec un maximum de 3 % de fèves attaquées par des insectes et 3 % de fèves moisies, dépasserait les limites maximales fixées par la FCC pour le grade Good Fermented.

Finalement, des normes sont fixées par différents marchés à terme pour déterminer si un lot particulier peut-être admis à la négociation sur le marché en question au prix contractuel ou bien avec une prime ou une réduction. Une fois de plus, ces normes contractuelles ne sont pas fondées sur l'acceptabilité pour la fabrication de chocolat.

Des normes de qualité sont également établies par les autorités des pays producteurs de cacao et constituent des normes de qualité pratiques au niveau interne, permettant d'évaluer la qualité tout au long de la chaîne de commercialisation du cacao dans le pays.

3. Taille des Fèves

Avec l'augmentation des zones cacaoyères, la diversité accrue du matériel végétal donne lieu à une variabilité croissante de la taille des fèves. Il devient de plus en plus important que les fèves soient vendues non seulement sur la base des normes de qualité convenues, mais aussi en fonction de critères relatifs à la taille et à la distribution des fèves, de sorte que les fabricants sachent ce qu'ils achètent et que la réputation des vendeurs soit préservée.

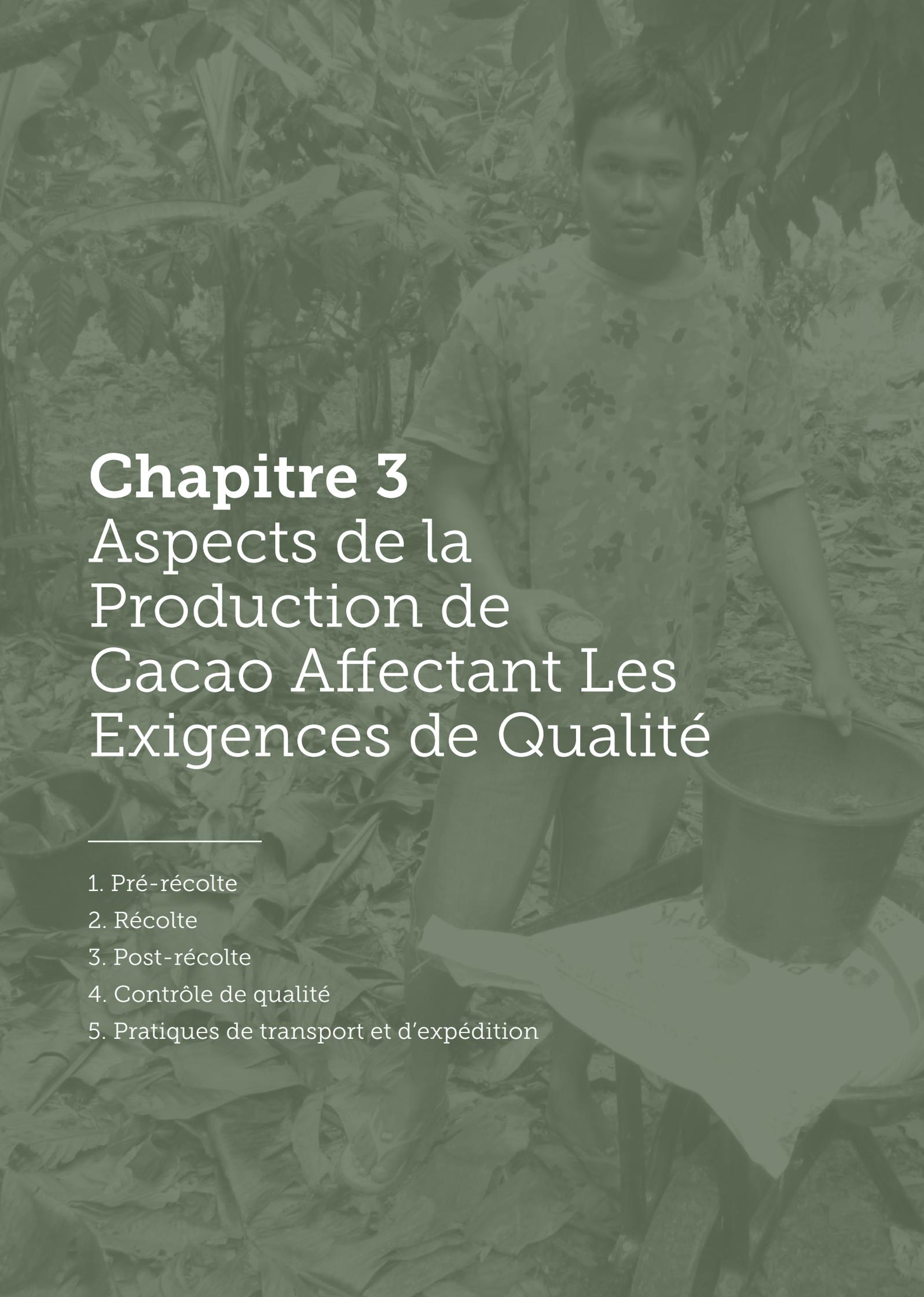
Un certain nombre d'origines et de marchés possèdent leurs propres critères, par exemple: -



Le Nigéria considère le cacao comme appartenant à la récolte principale si 300 fèves pèsent 11 ozs ou plus (104 fèves/100g) et à la récolte intermédiaire s'il ne remplit pas cette condition.



Les marchés à terme de Londres accordent une réfaction si le nombre de fèves est supérieur à 100 fèves/100g, tandis que les lots qui dépassent 120 fèves/100g ne sont pas filierables.

A person is standing in a cacao plantation, holding a small cup in their right hand and a bucket in their left hand. The background is filled with cacao trees and leaves. The text is overlaid on the left side of the image.

Chapitre 3

Aspects de la Production de Cacao Affectant Les Exigences de Qualité

-
1. Pré-récolte
 2. Récolte
 3. Post-récolte
 4. Contrôle de qualité
 5. Pratiques de transport et d'expédition

Cette publication ne vise pas à prescrire des méthodes de production de fèves de cacao de bonne qualité. Cela exigerait d'examiner en détail les opérations de fermentation et de séchage adapté à des conditions locales qui peuvent varier considérablement, ce qui n'est pas l'objet de ce guide.

L'objectif de cette section est de dégager les principaux facteurs qui influent sur les divers aspects de la qualité. Les recommandations sont alignées sur celles émises dans un certain nombre de sources, y compris le Code d'usage du **Codex pour la prévention et la réduction de la contamination par l'ochratoxine A dans le cacao** (CAC/RCP 72-2013) (CAC, 2013), The CCE Sustainable **Cocoa Trainers'**

Manual Ghana Version 1.5 - mai 2012 (Dohmen, Helberg, & Asiedu, 2012) , **les Lignes directrices sur les meilleures pratiques connues dans la filière cacao (CB-16-2-Rev 1)** (ICCO, 2009), **GAP recommendations to achieve the characteristics of good quality cocoa** (Gilmour, 2009) et les informations disponibles sur www.cocoasafe.org (CocoaSafe, 2015)

1. Pré-récolte

a) Aspects environnementaux.

Certaines caractéristiques physiques des fèves de cacao sont influencées par les conditions climatiques pendant la période de développement des cabosses. Le principal facteur climatique est la pluie, mais d'autres facteurs comme la température et les conditions de lumière sont également susceptibles d'influer sur les caractéristiques des cabosses et des fèves. Les cabosses qui se développent pendant la saison sèche auront tendance à contenir des fèves plus petites que celles qui se développent pendant la saison des pluies. Des études ont montré une corrélation entre les précipitations tombées pendant les 2-3 premiers mois du développement des cabosses et le poids

moyen des fèves. Outre le poids des fèves, la pluie influe également sur la teneur en matière grasse, qui diminue avec la sécheresse.

La température ambiante influe sur la composition du beurre de cacao et donc sur sa dureté. Des études menées au Brésil montrent que le beurre de cacao issu de fèves développées pendant les mois les plus froids affiche une plus haute teneur en acides gras non-saturés, étant donc plus tendre (Lehrian, Keeney et Butler, 1980). La température ambiante durant la fermentation peut également affecter la progression initiale de l'activité de fermentation de la microflore. Le climat de la zone cacaoyères déterminera également le choix des méthodes de séchage et peut avoir certains effets sur l'entreposage. Ces aspects sont examinés plus loin.

b) Méthodes culturelles.

i). Matériel Végétal

Les effets du matériel végétal sur l'arôme ont déjà été décrits au Chapitre 1, Section 1. La sélection du matériel végétal influe également sur le rendement, la couleur, la taille des fèves, la teneur en beurre de cacao et, dans une certaine mesure, la dureté du beurre de cacao. Le choix s'effectue essentiellement entre les variétés Criollo et Trinitario pour produire du cacao fin ("fine" ou "flavour") ou bien entre les variétés Forastero et Amazonien et leurs hybrides pour produire du cacao ordinaire. Pour la plupart des exploitants, ce choix est limité car leur matériel végétal dépendra des variétés disponibles localement, bien que l'exploitant soit vivement encouragé à obtenir des variétés recommandées (semences ou clones) auprès de sources réputées plutôt que d'utiliser du matériel provenant de leur propre exploitation ou d'exploitations voisines. Si la production de volume significatif de cacao fin est envisagée, il est important d'étudier les débouchés potentiels de ce cacao. Lorsque l'on cultive du cacao fin dans des zones où du cacao ordinaire est également utilisé, il est important que ces deux qualités soient clairement distinguées et commercialisées séparément.

Au sein des populations Forastero, en particulier parmi les hybrides amazoniens couramment plantés aujourd'hui, il existe des différences notables en termes de poids des fèves et il convient d'éviter de planter des sélections qui tendent à produire de petites fèves.

Les pollinisateurs ont des effets significatifs sur la couleur et la taille des fèves. Il est important d'éviter la proximité d'arbres destinés à la production de cacao fin et de cacao ordinaire, surtout si la couleur pâle est une caractéristique clé du cacao fin. Les cabosses résultant d'une pollinisation croisée contiendront une plus haute proportion de fèves foncées. La couleur beaucoup plus foncées des arbres de type amazonien est prédominante. Le pied mère a le plus d'effet sur l'arôme des fèves (Clapperton, 1994) quoique le pollinisateur puisse en avoir aussi dans une moindre mesure (Sukha, 2008).

ÉLÉMENTS CLÉS

- ✓ Variétés d'arbres recommandées pour la zone concernée et dont les caractéristiques qualitatives et aromatiques sont réputées conformes aux attentes des acheteurs potentiels.

ii). Lutte Phytosanitaire

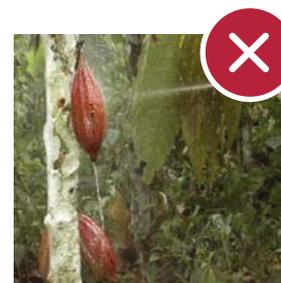
Une gestion intégrée des récoltes et de la lutte phytosanitaire (ICPM) doit être mise en place pour obtenir des rendements élevés de façon durable et s'assurer que le cacao produit est conforme aux limites réglementaires de résidus de pesticides. Les éléments clés de l'ICPM sont la prévention des conditions favorables aux ravageurs et aux maladies dans l'exploitation, l'identification rapide de la maladie ou du ravageur et l'évaluation du degré d'infestation. Des méthodes de lutte appropriées peuvent ensuite être employées en fonction du degré d'infestation. Ces méthodes de lutte peuvent inclure l'utilisation responsable et efficace de produits phytosanitaires au cas où l'infestation entraînerait des pertes financières acceptables si les cultures n'étaient pas traitées. Des informations détaillées sur l'utilisation responsable de pesticides et les pratiques d'ICPM dans la cacaoculture peuvent être trouvées dans diverses sources et les recommandations varieront en fonction des ravageurs endémiques dans chaque région. Cependant, un matériel végétal amélioré, conjugué à une hygiène appropriée dans les exploitations et à l'emploi de techniques agronomiques pour créer des écosystèmes favorisant le cacaoyer et les ennemis naturels de ses ravageurs plutôt que les ravageurs eux-mêmes, contribuera à assurer une réduction constante de l'utilisation de produits agrochimiques dans la production agricole ainsi qu'une utilisation de pesticides basée sur une bonne connaissance des ravageurs et des bonnes pratiques.

Il est essentiel que les pesticides utilisés dans la cacaoculture soient systématiquement agréés et approuvés et qu'ils aient été obtenus auprès de sources réputées pour éviter les contrefaçons ou les produits contaminés. Ils doivent être utilisés exclusivement selon les bonnes pratiques agricoles (BPA) qui englobent des aspects

tels que le dosage et les délais d'application (en particulier concernant le délai entre la dernière application et la récolte), les techniques d'application appropriées et les équipements de protection individuelle. Le document de l'ICCO intitulé "Pesticide Use in Cocoa: A Guide for Training Administrative and Research Staff" (<http://www.icco.org>) (Bateman, 2015) fournit des informations détaillées, notamment les stratégies de lutte appropriée, les bonnes pratiques agricoles et d'entreposage et des Annexes qui énumèrent les pesticides stratégiques/agréés pour le cacao, les composés à utiliser avec une extrême prudence (composés à l'avenir incertain et ayant un historique problématique, notamment sur le plan (éco)toxicologique ou du fait d'un dépassement fréquent des LMR) et ceux à NE PAS UTILISER dans le cacao.



Arbre élagué pour permettre un contrôle efficace des ravageurs et faciliter la pulvérisation si nécessaire.



Une technique de pulvérisation inappropriée s'avère coûteuse et inefficace en raison du ruissellement.



Les fèves attaquées par le foreur de cabosse sont difficiles à séparer et de mauvaise qualité.



Les engrais doivent être appliqués selon les recommandations et leur teneur en cadmium doit être vérifiée, surtout si le sol est déjà riche en cadmium.

Photos: R.Bateman, M.Gilmour.

ÉLÉMENTS CLÉS: GESTION INTÉGRÉE DES CULTURES ET DE LA LUTTE PHYTOSANITAIRE (ICPM)

- ✓ Adoption de bonnes pratiques d'hygiène et de culture dans les exploitations pour permettre une croissance saine des cacaoyers et favoriser les ennemis naturels de leurs ravageurs plutôt que les ravageurs eux-mêmes.
- ✓ En cas d'utilisation de pesticides dans le cadre de l'ICPM:
- ✓ Veiller à respecter toutes les réglementations nationales et internationales.
- ✓ Identifier les ravageurs et s'assurer que les pesticides recommandés sont utilisés au bon moment dans le cycle de vie des ravageurs et au cours de la campagne agricole.
- ✓ S'assurer que des équipements d'application et de protection individuelle appropriés sont utilisés et que tous les équipements sont bien entretenus.
- ✓ Gérer l'architecture des arbres et mettre en place des programmes de pulvérisation pour s'assurer que les cultures sont traitées uniformément et efficacement.
- ✓ Éliminer correctement les contenants.
- ✓ Éviter la contamination croisée des pesticides (table de séchage, zones d'entreposage, etc.)

iii). Réduction de l'absorption de cadmium

Des recherches sont actuellement menées sur les moyens de réduire l'absorption de cadmium (Cd) dans les zones où les niveaux de ce métal lourd sont naturellement élevés dans le sol. D'après les informations limitées dont nous disposons actuellement sur le cacao ainsi que l'expérience d'autres cultures, il est probable que cette absorption soit favorisée par le faible pH du sol et une carence d'autres nutriments minéraux dans le sol, notamment le zinc. En conséquence, les recommandations générales suivantes ont été émises:

- Augmenter le pH du sol, par exemple au moyen du chaulage, afin de réduire la disponibilité du Cd;
- Utiliser uniquement des engrais au phosphate et/ou des composts dont le niveau de Cd a été vérifié;
- Dans les zones où le niveau de Cd est élevé dans le sol, retirer les restes d'élagage et les écorces de cabosses du sol car ils contiennent du Cd pouvant être libéré dans les couches supérieures du sol lorsqu'ils se décomposent;
- Éviter l'irrigation avec de l'eau contaminée;
- Effectuer des tests pour détecter les carences en macro et micronutriments;
- Augmenter le niveau de matière organique dans le sol pour stabiliser les nutriments et les métaux lourds contaminants;
- Éviter la contamination post-récolte, notamment en protégeant de la poussière et des fumées de véhicules les fèves soumises au séchage ou stockées; et
- Développer et promouvoir l'utilisation des variétés de cacao ou de porte-greffe ayant de faibles niveaux d'accumulation.

2. Récolte

Les cabosses saines doivent être récoltées dès qu'elles sont mûres. Il convient de minimiser les dégâts causés aux arbres et aux coussinets et d'empêcher l'introduction et la propagation de maladies en utilisant des outils propres et bien entretenus. Il est important de fermenter uniquement des fèves de cabosses parfaitement mûres et saines car les fèves de cabosses immatures, trop mûres ou endommagées/malades sont de qualité inférieure et peuvent causer des problèmes de sécurité des aliments. Les cabosses immatures (souvent entièrement ou partiellement vertes, mais parfois violettes ou rouges selon la variété) contiennent des fèves généralement plus petites et à plus faible teneur en beurre de cacao que les cabosses parfaitement mûres (souvent jaunes ou rouge orangé selon la variété). De plus, du fait qu'il y a peu ou pas de pulpe liquide (mucilage) dans les cabosses immatures, les fèves sont souvent difficiles à retirer et ne se détachent pas facilement les unes des autres et du placenta. En raison des faibles niveaux de sucre dans la pulpe, les fèves ne fermentent pas bien, ce qui produit un arôme médiocre. Les fèves agglomérées sèchent plus lentement, ce qui peut provoquer des problèmes liés au développement de moisissures et donc la formation éventuelle d'acides gras libres (AGL) et d'ochratoxine A (OTA).

À l'inverse, si la récolte est trop tardive, les cabosses murissent trop et les fèves peuvent germer à l'intérieur de la cabosse. Les fèves peuvent s'agglutiner, ce qui complique le séchage et entraîne le développement de moisissures, comme indiqué plus haut. Il y a également un risque d'endommagement du tégument séminal (coque) pendant la germination, ou de perte ultérieure du radicule pendant le séchage ou l'entreposage, qui peut entraîner l'introduction de moisissures, d'insectes et de contaminants dans les fèves.

Les cabosses endommagées sont plus sensibles aux infestations par des micro-organismes, que l'altération soit causée par une maladie, des ravageurs ou des rongeurs pendant le développement sur l'arbre ou bien par des outils pendant la récolte et le transport des cabosses. Il est donc important que toute cabosse endommagée ne soit pas entreposée pendant plus d'une journée avant l'ouverture et la fermentation, parce qu'elle peut être déjà infectée par des micro-organismes qui provoqueraient une détérioration de l'arôme et la formation d'AGL et d'OTA pendant le traitement post-récolte.

Il a été prouvé que le délai entre la récolte et l'écabossage influence la fermentation. Un intervalle de 3-4 jours donnera lieu à une hausse de température plus rapide pendant la fermentation. Cet intervalle doit être respecté pour les cabosses endommagées chaque fois que cela est possible. Un entreposage pendant plus de sept jours n'est pas recommandé en raison du risque de prolifération de champignons ochratoxinogènes. Tandis que les différents génotypes de cacao affichent tous la hausse de température de fermentation la plus rapide après l'entreposage des cabosses, le degré d'amélioration aromatique diffère sensiblement entre eux. Ces différences aromatiques sont liées aux variations de la composition et de la structure biochimique des cotylédons plutôt qu'à des changements dans la composition de la pulpe résultant de l'entreposage post-récolte. L'entreposage post-récolte de cabosses s'avère également peu pratique pour la production à grande échelle en raison de la manipulation supplémentaire requise ainsi que dans les régions d'Asie du Sud-Est où le foreur de cabosse est prévalent.

Les personnes chargées de retirer les fèves des cabosses doivent observer des mesures appropriées d'hygiène personnelles. Il est préférable d'ouvrir les cabosses en les frappant avec un bâton en bois ou autre instrument mécanique conçu pour minimiser les dégâts sur les fèves, plutôt qu'avec une machette qui pourrait entailler la coque d'une partie des fèves et faciliter ainsi la pénétration de moisissures et d'insectes, accroître la proportion de fèves brisées et augmenter le risque de blessures pour l'exploitant/opérateur.

Pendant l'opération d'écabossage, toutes les parties défectueuses des cabosses de cacao, les fèves moisies ou malades doivent être retirées et correctement éliminées.

Les fèves de bonne qualité doivent être placées dans un conteneur approprié pour le transport. Le transport de fèves fraîches/humides entre le site d'écabossage et les installations de fermentation dans l'exploitation doit s'effectuer de façon à éviter toute contamination. Par exemple, il convient de nettoyer la terre sur les fèves qui sont tombées avant la fermentation.

Pour certaines variétés, une phase de pré-séchage ou de dépulpage est conseillée avant le début de la fermentation pour réduire l'acidité et/ou améliorer l'expression des notes aromatiques désirables.



Cabosse mûre: les graines sont entièrement développées mais non germées et faciles à séparer.



Cabosse immature: les graines ne sont pas entièrement développées et sont difficiles à séparer.



Cabosses ouvertes avec un bâton en bois pour minimiser les dégâts sur les fèves.



Fèves endommagées après l'ouverture de la cabosse à la machette.



Cabosse trop mûre: graines germées et pulpe sèche.



Cabosse malade.



Les cabosses malades doivent être éliminées et les cabosses endommagées ne doivent pas être entreposées.



Les fèves noires, malades ou agglomérées ne doivent pas être mises à fermenter.

Photos: D.Sukha.

Photos: D.Sukha, M.Gilmour.

ÉLÉMENTS CLÉS: RÉCOLTE, OUVERTURE ET ENTREPOSAGE DES CABOSSES

- ✓ Maintenir les outils et équipements propres et bien entretenus..
- ✓ Récolter les cabosses dès qu'elles sont mûres: récolter en général une fois par semaine pendant les périodes de pointe et toutes les deux semaines en dehors de celles-ci.
- ✓ Effectuer un contrôle sanitaire hebdomadaire et retirer les cabosses malades, infestées par les insectes et momifiées, à l'aide d'outils réservés spécialement à cela.
- ✓ Éviter d'endommager les coussinets et d'autres parties de l'arbre en coupant les cabosses.
- ✓ Éviter les coupures ou blessures inutiles des cabosses: ne pas utiliser de machette pour ramasser les cabosses sur le sol.
- ✓ Ne pas entreposer de cabosses endommagées pendant plus d'une journée avant l'ouverture et la fermentation.
- ✓ Les cabosses non endommagées doivent normalement être ouvertes au plus tard une semaine après la récolte.
- ✓ Maintenir les outils et équipements d'écabossage propres et bien entretenus.
- ✓ Éviter d'endommager les fèves lors de l'écabossage.
- ✓ Éliminer les fèves moisies, maladies, décolorées, endommagées ou germées.
- ✓ Maintenir les fèves de bonne qualité à l'abri de la contamination pendant leur transport vers la zone de fermentation.

3. Post-récolte

a). Fermentation

La fermentation s'effectue normalement en tas ou dans des caisses et constitue une étape cruciale dans le développement des précurseurs aromatiques du chocolat. Elle est conseillée pour éviter le développement de champignons ochratoxigènes et la production d'OTA du fait que les acides acétiques, lactiques et citriques produits par les bactéries pendant la fermentation peuvent inhiber ces champignons indésirables. Les recherches ont montré que la production d'OTA augmente si on laisse fermenter des fèves humides ou partiellement dépulpées sur une natte pendant le séchage.

Le processus de fermentation peut être influencé par plusieurs facteurs tels que la variété de cacao, l'ajout de cultures d'amorçage à base de micro-organismes, la modification du ratio pulpe/fève, l'aération et la fréquence

de retournement, (bien que l'on puisse obtenir des fèves de bonne qualité dans la plupart des cas par un simple processus de fermentation de trois à cinq jours, avec un seul brassage après 24 à 36 heures pour assurer l'uniformité du lot). L'absence de fermentation ou une fermentation insuffisante produiront des fèves ardoisées et violettes, qui seront plus amères et astringentes. Sauf dans les cas où la tradition exige de fermentation prolongée, une fermentation supérieure à 120 heures comporte un risque de sur-fermentation entraînant une perte d'arôme pour le chocolat et le développement de goûts étrangers dus à la putréfaction. Traditionnellement, certains cacaos fins requièrent des périodes de fermentation plus courte. Les conditions de fermentation peuvent être soigneusement contrôlées dans les plantations de cacao moderne, mais cette opération est plus artisanale que scientifique dans les petites exploitations. Les exploitants vérifient souvent

la progression de la fermentation en coupant quelques fèves de temps à autre pour observer les changements de couleur et en détectant la présence de stries internes dans les fèves coupées, dont l'expérience montrent qu'elles indiquent que la fève est prête pour le séchage.

Les tas ou les caisses de fermentation doivent contenir des fèves humides provenant de cabosses assez mûres pour permettre aux fèves d'être facilement détachées à la main du placenta et de l'écorces. Les fèves endommagées et malades et les morceaux de l'écorces et de placenta doivent être séparés et éliminés.

Il faut s'assurer que tous les paniers, plateaux et plateformes utilisés pour la fermentation, ainsi que tous les outils tels que les pelles restent propres et secs entre les fermentations. Tout contact entre les fèves qui fermentent et des surfaces métalliques doit être évité. Il convient également d'éviter tout contact entre les fèves de cacao et de l'eau au cours de la fermentation. Un espace couvert et/ou abrité est conseillé pour assurer une protection appropriée contre la pluie, le vent et l'ensoleillement direct.

Le processus de fermentation dégage une chaleur considérable et des températures de près de 50°C peuvent être atteintes dans la masse de fèves au cours de la fermentation. La fermentation de très faibles quantités de fèves provoque une dissipation de chaleur qui freine la fermentation. On considère que la quantité minimum de fèves humides pour une fermentation normale est d'environ 100 kg,

bien qu'il existe des méthodes de fermentation de quantités plus petites de cacao à des fins expérimentales, comme indiqué à l'Annexe B. Des tas de 250 et 500 kg sont habituellement employés en Afrique occidentale, tandis que la fermentation en caisses est plus courante en Asie du Sud-Est et au Brésil, avec une quantité de fèves humides de 500 à 2 000 kg sur une épaisseur de 40 à 100 cm. Des quantités nettement supérieures à 2 000 kg sont difficiles à gérer pour assurer une fermentation uniforme et efficace. Pour des raisons pratiques, une quantité de 2 000 kg de fèves humides est donc considérée comme le maximum pour une seule fermentation.



Fermentation en caisse.



Ne pas ajouter de fèves à un lot en cours de fermentation.



Tas de fermentation typique d'Afrique occidentale.



Les fèves noires, malades ou agglomérées ne doivent pas être mises à fermenter.

Photos: E.Cros, D.Sukha, M.Gilmour.

ÉLÉMENTS CLÉS: FERMENTATION

- ✓ Choisir une méthode de fermentation adaptée à la variété de cacao, au climat, à la quantité de fèves et à la technologie disponible au niveau local.
- ✓ Éliminer les morceaux de écorces, placenta, fèves noires et germées.
- ✓ S'assurer que les paniers, plateformes et outils sont maintenus dans un état de propreté correct entre les fermentations.
- ✓ Réaliser la fermentation dans un espace correctement protégé des pluies, des vents et de l'ensoleillement direct.

b). Séchage

Le processus de séchage doit être effectué avec soin pour s'assurer que les fèves soient correctement préparées pour le stockage et le transport sans être contaminées par des moisissures, des bactéries de *Salmonella*, des HAP et autres contaminants. Le séchage doit commencer immédiatement après la période de fermentation pour éviter une sur-fermentation des fèves, ce qui provoquerait une perte d'arôme du cacao. Il est préférable de sécher les fèves directement au soleil mais il peut être nécessaire d'utiliser un séchage artificiel pour compléter le séchage au soleil en fonction des conditions climatiques. Amoah-Awua a étudié les différentes techniques de séchage, y compris des séchoirs solaires et artificiels (Amoah-Awua, 2014). Quels que soient les moyens employés, le séchage doit être complet et la teneur en humidité doit être réduite à moins de 8 % dans un délai approprié. Ce délai varie selon les conditions locales et/ou l'utilisation éventuelle d'un séchoir artificiel, l'idéal étant de 6-10 jours pour le séchage au soleil. Il convient d'éviter les périodes de séchage prolongé et la ré-humidification car une teneur en humidité supérieure à 8 % peut provoquer le développement de moisissures et donc des goûts étrangers de moisi et l'apparition éventuelle d'OTA à l'intérieur des fèves pendant l'entreposage et le transport ultérieurs.

Il convient de contrôler la façon dont se fait le séchage lorsque l'on utilise des séchoirs artificiels car si les fèves séchent trop rapidement à des températures élevées, le taux de perte d'eau dans les coques est supérieur au taux de migration d'acides des fèves vers les coques. Par conséquent, l'eau s'évapore et fait place aux acides qui se concentrent dans les cotylédons ou dans les amandes, produisant non seulement un goût excessivement acide mais inhibant également les réactions de formation de l'arôme du cacao pendant le séchage et la torréfaction

ultérieurs. De plus, un séchage excessif produit des fèves de cacao friable, qui se brisent facilement, entraînant une haute proportion de déchets et favorisant le développement de lipolyse et d'AGL.

Pour sécher efficacement les fèves en minimisant l'exposition aux contaminants, il convient de suivre les recommandations suivantes:

Les surfaces/équipements de séchage doivent être situés loin des sources de contamination et les plateformes de séchage doivent être surélevées (c'est-à-dire que les fèves de cacao ne doivent pas être étalées directement sur la terre, le goudron ou le béton) et protégées des rongeurs, des oiseaux et du bétail qui peuvent être une source de contamination biologique.

Les plateformes de séchage au soleil doivent être situées de façon à recevoir un maximum d'ensoleillement et de circulation d'air pendant la majeure partie de la journée, afin d'accélérer le processus de séchage.

La couche de fèves de cacao mises à sécher ne doit pas dépasser 6 cm d'épaisseur (soit 40 kg de fèves de cacao humide par mètre carré de surface de séchage) afin d'éviter un séchage lent ou inapproprié. De plus, les fèves doivent être brassées plusieurs fois par jour (entre 5 et 10) pour assurer un séchage uniforme. Cela permet également de retirer les fèves défectueuses.

Pour protéger les fèves de la pluie ou de la rosée, elles doivent être entassées et couvertes pendant la nuit ou en cas de risque de pluie, puis étalées de nouveau lorsque la surface de séchage a séché.

Les fèves de cacao se trouvant à différents stades de séchage ne doivent pas être mélangées et il convient d'adopter des méthodes d'identification spécifiques pour distinguer et identifier chaque stade de séchage.

Lorsqu'un séchage artificiel est nécessaire, il est essentiel de ne pas employer de feux de bois et d'autres formes de brûleurs directs à combustible, sous peine de provoquer des goûts étrangers de fumée et une contamination par HAP. Les séchoirs à combustible doivent être munis d'échangeurs de chaleur conçus, manipulés et entretenus de façon à ce que les gaz et les fumées de combustion n'entrent pas en contact avec les fèves de cacao pendant le séchage ou le

stockage pour éviter les odeurs étrangères et la contamination par HAP et hydrocarbures d'huiles minérales. La contamination par la fumée et la contamination liée aux HAP sont évidentes lorsque les fèves sont séchées dans des séchoirs à bois. La contamination peut être moins évidente avec les brûleurs directs de combustible car l'odeur de fumée caractéristique peut ne pas apparaître, mais les fèves peuvent être tout autant contaminées par des HAP.

ÉLÉMENTS CLÉS: SÉCHAGE

- ✓ Sécher au soleil dans la mesure du possible et compléter ou remplacer si nécessaire par des séchoirs artificiels bien conçus et entretenus.
- ✓ Sécher les fèves de cacao sur une surface surélevée afin qu'elles ne soient pas en contact direct avec la terre, le goudron ou le béton et qu'elles soient inaccessibles aux animaux.
- ✓ Veiller à ce que les fèves ne puissent pas être contaminées par la fumée et les gaz d'échappement des séchoirs ou de véhicules.
- ✓ Protéger les fèves de la pluie et de la rosée (notamment en les couvrant la nuit).
- ✓ Brasser régulièrement les fèves mais ne pas mélanger de fèves se trouvant à différents stades de séchage.
- ✓ Laisser sécher les fèves pendant un minimum de six jours au soleil (<8 % d'eau).
- ✓ Contrôler soigneusement la vitesse et la durée du séchage lorsqu'on utilise des séchoirs artificiels, pour éviter des niveaux élevés d'acidité et/ou un séchage excessif.



Séchage au soleil sur plateforme surélevée.



Séchoir artificiel à échangeur chaleur/gaz.



Séchage sur goudron en bord de route.



Bétail broutant près du cacao mis à sécher sur le sol.



Exposition à la fumée pendant le séchage.

Photos: D.Sukha.

c) Entreposage

Avant que les fèves de cacao ne soient entreposées, elles doivent être triées pour éliminer toutes les défectueuses, à savoir les fèves plates, flétries, noires, moisies, germées, attaquées par des insectes, petites et/ou agglomérées. Les fèves de cacao doivent ensuite être correctement identifiées par lots, soit au niveau de l'exploitation soit dans des entrepôts hors de celle-ci. Tous les sacs utilisés pour entreposer le cacao doivent être aptes au contact alimentaire, neufs, non utilisés, propres et suffisamment solides et correctement cousus ou scellés pour supporter le transport et l'entreposage et empêcher toute infestation par des insectes. De plus, dans les régions où la production de cacao côtoie des récoltes allergènes (par exemple les cacahuètes ou le sésame), il convient d'utiliser des sacs neufs ou réservés au cacao pour éviter toute contamination croisée. Les conditions d'entreposage des fèves de cacao dans les zones tropicales sont généralement défavorables, surtout en raison des hautes températures et de l'humidité ambiante. Les périodes d'entreposage ne doivent donc pas dépasser trois mois si des précautions spéciales ne sont pas adoptées. Les problèmes de qualité liés à l'entreposage dans les régions tropicales sont le développement de moisissures à l'intérieur des fèves et sur les coques, la dégradation de la matière grasse, l'infestation et la contamination potentielle par d'autres produits stockés.

i) Développement de Moisissures.

Les fèves de cacao sèches absorbent l'humidité ambiante élevée. Avec une teneur en humidité de 8 %, les fèves de cacao sont en équilibre avec l'humidité ambiante (environ 70 %) et les températures normales sous les tropiques. Lorsque l'humidité ambiante dépasse ce niveau pendant des périodes prolongées, il y a un risque de développement de moisissures internes.

ii) Dégradation de la Matière Grasse.

Un entreposage prolongé dans des conditions humides peut également provoquer une concentration d'AGL. La teneur normale en AGL dans le beurre de cacao provenant de fèves ayant été correctement préparées et exportées sans délai sera inférieure à 1 %, la limite d'AGL dans le beurre de cacao, étant fixée à 1,75 % dans l'Union européenne.

iii) Infestation.

Le cacao entreposé dans les régions tropicales risque d'être infesté par plusieurs types d'acariens, coléoptères et mites. Certains de ces ravageurs ont un cycle de vie de quelques semaines seulement sous les tropiques et leur nombre peut augmenter rapidement. Leur surveillance et leur détection par le personnel et l'utilisation ponctuelle d'insecticides sélectionnés constituent un volet important d'une stratégie de gestion intégrée des récoltes et des ravageurs en entrepôt. La propreté des stocks et un bon contrôle sont essentiels mais devront être complétés dans certains cas par une utilisation soignée d'insecticides et, en dernier recours, par des méthodes approuvées de fumigation. Dans ce dernier cas, la documentation pertinente de la cargaison doit préciser clairement et dans les termes corrects les types de fumigants et les quantités utilisés.

La construction et le bon fonctionnement d'un entrepôt de cacao contribuent à minimiser les risques qui ont été décrits. Ces entrepôts doivent être bien entretenus de façon à assurer qu'ils soient toujours propres, bien aérés et protégés des intempéries. Ils doivent avoir une dalle en ciment et des murs en briques ou en parpaings. Le bois est à éviter sur le sol et les murs car les jointures entre les planches peuvent permettre aux ravageurs d'y proliférer. Les portes et les fenêtres doivent assurer un éclairage et une aération appropriés tout en protégeant les lieux des animaux nuisibles (oiseaux, rongeurs, etc.). Cependant, le cacao ne doit pas être entreposé à la

lumière directe du soleil ni près de sources de chaleur pour éviter les variations de température et la migration d'eau.

Les sacs doivent être entreposés sur des palettes surélevées du sol. Les palettes en bois qui ont été traitées avec des produits contenant des phénols doivent être protégées par un film de polyéthylène ou de plastique entre la surface de la palette et la première couche de sacs. Dans ce cas, il convient de surveiller la formation éventuelle de condensation sur le plastique, qui pourrait endommager le cacao. Les piles de sacs ne doivent pas dépasser 30 tonnes et doivent

être séparées des murs afin de faciliter l'accès aux sacs pour les opérations d'inspection et d'échantillonnage.

Il est préférable d'utiliser des chariots élévateurs électriques ou fonctionnant au gaz de pétrole liquéfié (GPL) plutôt que des moteurs diesel dans les entrepôts pour réduire les risques de contamination dus aux fuites de carburant et aux gaz d'échappement. Toute fumigation doit être réalisée sous la supervision d'experts et conformément aux normes nationales, en utilisant des protections contre le gaz à perméabilité suffisamment faible. Il convient d'employer une quantité suffisante de fumigant et de respecter la période d'exposition recommandée (au moins cinq jours pour la phosphine) afin d'éliminer les espèces de ravageurs ciblées. Cela permet non seulement d'assurer l'éradication complète de l'infestation mais aussi de minimiser la quantité de fumigant utilisée et de réduire le risque de développement d'une résistance au fumigant chez les insectes.

ÉLÉMENTS CLÉS: ENTREPOSAGE

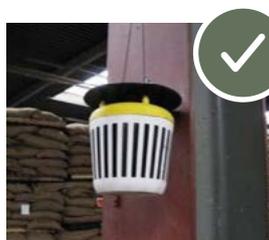
- ✓ Trier et retirer toutes les fèves défectueuses.
- ✓ Identifier les lots de fèves et gérer soigneusement les stocks.
- ✓ Utiliser des sacs propres à usage alimentaire et éviter les sacs qui ont été employés pour d'autres aliments comme les cacahuètes ou le sésame.
- ✓ Fermer soigneusement les sacs pour empêcher toute infestation.
- ✓ Les entrepôts doivent être propres, bien aérés et protégés des intempéries.
- ✓ Entreposer les sacs sur une surface surélevée et les protéger du contact des palettes de bois traitées avec des produits de protection.
- ✓ S'assurer que les piles de sacs sont séparées des murs pour faciliter l'inspection.
- ✓ S'assurer que les entrepôts ne sont pas contaminés par des fuites de carburant, des gaz d'échappement ou de la fumée.
- ✓ Surveiller les niveaux de ravageurs et traiter si nécessaire avec de pesticides approuvés, procéder en dernier ressort à une fumigation conformément aux BPA.



Contrôle de qualité dans un entrepôt d'origine.



Entrepôt en Europe.



Piège à phéromones pour surveiller la population de ravageurs.



Moisissure secondaire due à l'excès d'humidité pendant l'expédition/entreposage.

Photos: M.Gilmour, D.Sukha.

4. Contrôle de Qualité

La qualité des fèves de cacao dans les sacs doit être contrôlée avant la vente du cacao. Cette opération est cruciale dans la mesure où elle peut considérablement influencer le prix final payé au producteur. À ce stade, les fèves de cacao doivent respecter certains critères spécifiés dans le contrat, en particulier: le cacao doit être correctement fermenté et séché; le cacao doit être exempt de toute odeur étrangère; les fèves doivent être conformes aux limites de fèves ardoisées, plates, agglomérées, brisées, infestées, germées et exemptes de corps étrangers; le cacao doit respecter la teneur en humidité requise; et il doit y avoir un nombre de fèves de cacao déterminé par poids unitaire (100 ou 1 000 grammes) (voir l'Annexe A).

Actuellement, dans de nombreuses régions cacaoyère, le contrôle de qualité est effectué par des agents des coopératives et des acheteurs locaux. À ce stade, il est trop tard pour corriger les défauts éventuels et il n'est peut-être pas dans l'intérêt des agents de reconnaître et de rétribuer les attributs positifs du cacao. Dans le contexte d'une production cacaoyère durable et moderne, il est donc très souhaitable que les exploitants comprennent les paramètres de qualité et participent à la commercialisation de leur récolte. Cela permettrait aux cacao-culteurs de jouer un rôle plus important dans le contrôle de la qualité et de corriger toutes les déficiences au moment opportun. En étant davantage responsables de la qualité de leur propre cacao, les exploitants s'assureraient de meilleures opportunités commerciales. Dans le cadre de cet engagement accru des exploitants dans le processus de production et de commercialisation du cacao, certains éléments clés actuels tels que la traçabilité peuvent également être pris en compte.

ÉLÉMENTS CLÉS: CONTRÔLE DE QUALITÉ

Vérifier que le cacao est conforme aux critères spécifiés dans le contrat. Le cacao doit:

- ✓ Être correctement fermenté et séché;
- ✓ Être exempt de toute odeur étrangère;
- ✓ Respecter les limites de fèves ardoisées, plates, agglomérées, brisées, moisies, attaquées par des insectes, de corps étrangers et de fèves germées;
- ✓ Respecter la teneur en humidité exigée; et
- ✓ Respecter les exigences de poids spécifique.

5. Pratiques de Transport et d'expédition

Lors du transport de cacao, il convient de s'assurer que les fèves restent à l'abri de l'humidité et des matières contaminantes. Les précautions à prendre sont notamment les suivantes:



Couvrir les zones de chargement et de déchargement des fèves de cacao pour les protéger de la pluie;



S'assurer que les véhicules sont exempts de résidus de cargaisons précédentes (en particulier de produits allergènes) avant le chargement du cacao;



Vérifier que les véhicules sont bien entretenus et que le plancher, les parois et le plafond (dans les véhicules fermés) n'ont pas d'ouverture par lesquelles des fumées d'échappement ou de l'eau de pluie pourraient pénétrer dans la cargaison de cacao. Les bâches et plastiques utilisés pour couvrir la cargaison doivent également être régulièrement inspectés pour vérifier qu'ils sont propres et non troués;



Les opérateurs doivent choisir des prestataires de services de transport qui respectent les bonnes pratiques de transport recommandées.

a). Chargement et Transport des Cargaisons sur les Navires

Les fèves de cacao sont transportées des pays producteurs vers les pays consommateurs en sacs ou en vrac, généralement dans des conteneurs d'une capacité de 12,5 à 25 tonnes. Pour éviter le développement de moisissures et donc la formation éventuelle d'OTA, il est essentiel de prendre des précautions pour minimiser le risque d'une teneur en humidité supérieure à 8 % entre l'endroit où les fèves de cacao quittent la zone de chargement et le point où le cacao est déchargé, entreposé et/ou soumis à d'autres traitements comme la torréfaction. Les fluctuations de température pendant l'expédition peuvent provoquer une condensation, même dans les cargaisons de cacao correctement séché, et des précautions doivent donc être prises pour empêcher la ré-humidification et le développement de moisissures. Les pratiques recommandées durant le transport dans les ports sont les suivantes:

1. Couvrir les zones de chargement et de déchargement de cacao pour les protéger de la pluie;
2. Vérifier les lots de cacao pour s'assurer qu'ils sont uniformément séchés, avec une teneur en humidité inférieure à 8 %, exempts de corps étrangers et conformes aux niveaux de défauts prescrits;
3. Vérifier les conteneurs avant le chargement pour s'assurer qu'ils sont propres et exempts de résidus de cargaisons précédentes. Ils doivent être bien ventilés, secs et sans dommages structurels qui pourraient faciliter la pénétration d'eau dans le conteneur. Ils ne doivent pas avoir été utilisés précédemment pour transporter des produits chimiques ou d'autres matières dégageant de fortes odeurs étrangères;
4. Les sacs doivent être soigneusement empilés en rangées perpendiculaires pour une meilleure tenue et afin d'éviter la formation de colonnes verticales vides (cheminées). La rangée supérieure et les parois du conteneur doivent être recouvertes de matériaux absorbant l'eau condensée, par exemple du carton, pour protéger la cargaison contre tout développement de champignons susceptible de produire de l'OTA. De plus, un nombre suffisant de sachets absorbants doit être placé le long des parois du conteneur. Pour le cacao en vrac, un emballage en plastique scellable (ex. big bag permettant une certaine aération) est souhaitable et devra être séparé du plafond du conteneur;
5. Choisir si possible un endroit approprié pour placer le cacao sur le navire, de façon à minimiser le risque de fluctuation de température et de contamination (ex. éviter l'arrimage sans protection sur le pont supérieur et la proximité de chaudières, réservoirs thermiques ou cloisons). Dans l'idéal, toutes les fèves de cacao doivent être entreposées au même endroit dans le navire, à l'écart des autres cargaisons. Les produits hautement inflammables, dangereux ou toxiques ne doivent jamais être entreposés près des fèves de cacao; et
6. Ne pas boucher les ouvertures d'aération des conteneurs.

Afin d'éviter le développement de moisissures et donc la formation éventuelle d'OTA, il est essentiel de prendre des précautions pour minimiser à tout moment le risque d'une teneur en humidité supérieure à 8 %.

ÉLÉMENTS CLÉS: EXPÉDITION ET TRANSPORT

Protéger le cacao de l'humidité et de la contamination provenant d'autres produits:

- ✓ Couvrir les zones de chargement/déchargement pour les protéger de la pluie.
- ✓ S'assurer que les véhicules sont bien entretenus et soigneusement nettoyés.
- ✓ S'assurer que les bâches et autres protections sont propres et intactes.
- ✓ S'assurer que les conteneurs n'ont pas été utilisés pour des produits chimiques ou des substances toxiques, et qu'ils sont bien entretenus et propres.
- ✓ S'assurer que les niveaux d'humidité sont le plus bas possible en utilisant des conteneurs ventilés si disponibles et des revêtements en carton/papier kraft, avec des sachets de gel de silice.
- ✓ Pour le cacao en sacs : charger les sacs avec précaution et les couvrir de matériel absorbant la condensation.
- ✓ Pour le cacao en vrac : utiliser un emballage en plastique scellable si possible et s'assurer qu'il est séparé du plafond du conteneur.
- ✓ Vérifier que les ouvertures d'aération du conteneur ne sont pas bouchées.
- ✓ Essayer de s'assurer que le cacao n'est pas exposé à des fluctuations de température ou entreposé près de matériaux toxiques.



Annexe A

Définitions

Spécification des Exigences et Normes de Qualité

Définitions

Plusieurs normes ont été élaborées pour assurer que les lots de cacao puissent être évalués et classés selon une terminologie et un ensemble de méthodes convenus. Des améliorations continuent d'être réalisés dans la clarification et l'harmonisation de ses normes. La Federation of Cocoa Commerce (FCC) a récemment mis à jour ses règles de qualité afin de tenir compte des changements apportés par la version 2014 de la norme ISO 2451, les harmoniser avec les normes utilisées par le Conseil Café-Cacao et expliciter certains termes employés. Les informations sur les définitions et les méthodes présentées ci-dessous ont été extraites des Règles de la FCC relatives à la qualité (applicables aux contrats conclus à compter du 1er juin 2015)⁴.

ADULTÉRATION

Par adultération il faut entendre l'altération, par mélange ou par quelque cause que ce soit, de la composition d'un lot de fèves de cacao.

CRABOT

Par crabot il faut entendre deux fèves ou plus collées ensemble, et qu'on ne peut séparer facilement avec les doigts des deux mains dont le pouce.

POIDS SPÉCIFIQUE (GRAINAGE)

Par poids spécifique il faut entendre le nombre total de fèves entières aux 100 grammes à partir d'un échantillon test (une méthode est fournie - voir ci-dessous pour plus de détails).

NORMES RELATIVES À LA TAILLE DES FÈVES:

- a) fèves conformes en poids spécifique – le nombre de fèves ≤ 100
- b) fèves moyenne – grainage entre 101 et 110 fèves les 100gr. incluses
- c) petites fèves - grainage entre 111 et 120 fèves les 100gr. incluses
- d) très petites fèves – le nombre de fèves > 120

FÈVE BRISÉE

Fève de cacao dont il manque un fragment, la partie restante représentant plus de la moitié de la fève entière.

FÈVE DE CACAO

Fève de cacao non transformée qui représente la graine entière du cacaoyer (*Theobroma cacao L.*)

MATIÈRE DÉRIVÉE DU CACAO

Par matière dérivée du cacao il faut entendre crabots, fèves brisées et tout fragment et morceau de coque analogue qui ne passe pas à travers le crible.

CONTAMINATION

Cacao ayant un goût ou une odeur de fumée, de jambon fumé ou tout autre goût ou odeur étrangère ou contenant une substance naturellement absente dans le cacao qui est révélé lors de l'épreuve à la coupe ou d'une inspection physique d'un échantillon d'arbitrage.

ÉPREUVE À LA COUPE

Procédure exposée à la Règle 8 par laquelle les cotylédons de fèves de cacao sont exposés afin de pouvoir déterminer l'incidence de fèves défectueuses, et/ou ardoisées, et/ou de fèves violette et/ou la présence de contamination dans l'échantillon d'arbitrage (une méthode est fournie - voir ci-dessous pour plus de détails).

FÈVE DÉFECTUEUSE

Fève dont l'intérieur est moisi ou attaqué par les insectes.

QUALITÉ

Spécification de qualité pour la saison concernée applicable à l'origine du cacao visée au contrat dans les cas où les termes "good fermented" et "fair fermented" ne peuvent pas s'appliquer.

FAIR FERMENTED

Fèves de cacao dont 10 % au maximum sont ardoisées et 10 % au maximum défectueuses en poids spécifique.

FÈVE PLATE

Fève trop mince pour qu'il soit possible d'obtenir par la coupe une surface entière de cotylédon.

CORPS ÉTRANGER

Tout élément autre que des fèves ou des matières dérivées du cacao, fèves plates et débris du tamisage (pellicule et placenta doivent être considérés comme des corps étrangers).

FRAGMENT

Un morceau de fève de cacao représentant la moitié ou moins de la moitié d'une fève.

FÈVE GERMÉE

Fève de cacao dont le germe de la graine a percé la coque, comme en témoigne soit la présence physique du germe de la graine ou la présence de trou dans la coque après son détachement.

GOOD FERMENTED

Fèves de cacao dont 5 % au maximum sont ardoisées et 5 % au maximum sont défectueuses en poids spécifique.

FÈVE ATTAQUÉE PAR LES INSECTES / INFESTÉE

Fève de cacao dont on constate que les parties internes contiennent des insectes ou des mites à un stade quelconque de développement ou qui présentent des dégâts visibles à l'œil nu causés par des insectes ou des mites.

RÉCOLTE PRINCIPALE

Lot de fèves de cacao dont le poids spécifique est conforme à celui des fèves normalement produites au cours de la récolte principale de l'origine concerné.

FÈVE MOISIE

Fève de cacao dont les parties internes présentent des traces de moisissure visibles à l'œil nu.

(La moisissure ne doit pas être confondue avec WHITE SPOT qui est une concentration de théobromine ou de graisse de cacao)

CRIBLE

Crible comportant des trous ronds de 5 mm de diamètre min./max.

DÉBRIS DU TAMISAGE

Les éléments passant à travers le crible.

FÈVE ARDOISÉE

Fève qui à l'épreuve à la coupe présente une couleur ardoisée sur la moitié ou plus de la surface interne des cotylédons quelle qu'en soit la texture.

FÈVE VIOLETTE

Fève qui présente une couleur violette sur au moins la moitié de la surface du cotylédon exposé par l'épreuve à la coupe.

Spécification des Exigences et Normes de Qualité

Normes Relatives a la Taille Des Fèves

Pour la Récolte Principale, les règles suivantes s'appliquent:

1. Si le nombre de fèves est inférieur ou égal à 100, le lot est conforme en poids spécifique;
2. Si le nombre de fèves est compris entre 101 et 120 inclus, le lot est réfactionnable;
3. Si le nombre de fèves dépasse 120, le lot fait l'objet d'un remplacement ou d'une réfaction.

Matière Derivée du Cacao

Si le poids combiné des matières dérivées du cacao dépasse 3,5 % du poids total de l'échantillon d'arbitrage, les arbitres peuvent accorder une réfaction.

Fèves Plates

Si le poids des fèves plates dépasse 1,5 % du poids total de l'échantillon d'arbitrage, les arbitres peuvent accorder une réfaction.

3.5 Corps Étrangers

Si le poids des corps étrangers dépasse 0,75 % du poids total de l'échantillon d'arbitrage, les arbitres peuvent accorder une réfaction.

Normes Relatives au Débris du Tamisage

Si le poids des débris dépasse 1,5 % du poids total de l'échantillon d'arbitrage, les arbitres peuvent accorder une réfaction.

4Reproduit avec l'aimable autorisation de la FCC, voir <http://www.cocoafederation.com/> ou contacter fcc@cocoafederation.com pour plus d'informations

DÉTERMINATION DE LA QUALITÉ

La qualité du lot est déterminée conformément à la procédure suivante:

1. Un échantillon est prélevé conformément aux Règles d'Échantillonnage de la FCC.
2. La détermination des débris est effectuée conformément à la méthode exposée à la Règle 5.
3. La détermination des matières dérivées du cacao, fèves plates et corps étrangers est effectuée conformément à la méthode La détermination du poids spécifique est effectuée conformément à la méthode exposée à la Règle 6.
4. La détermination du poids spécifique est effectuée conformément à la méthode exposée à la Règle 7.
5. La détermination de fèves défectueuses /ou ardoisées et/ou de fèves violettes est effectuée par une épreuve à la coupe conformément à la méthode exposée à la Règle 8.
6. La détermination de Contamination est effectuée lors de l'Épreuve à la Coupe ou de l'inspection physique de l'échantillon d'arbitrage conformément a la méthode exposée à la Règle 8.

Les tests de qualité aux fins des clauses facultatives de qualité doivent être effectués conformément à la méthode exposée à la quatrième partie des présentes règles.

L'épreuve à la coupe (Le test de coupe)

L'épreuve à la coupe est le type de test de qualité le plus couramment employé pour les fèves de cacao. Elle est basée sur un examen visuel des surfaces coupées d'un échantillon de fèves et une évaluation du nombre de fèves défectueuses. C'est un test facile et rapide qui nécessite peu d'équipements ou de formation et qui peut-être réalisé pour déduire certaines caractéristiques qualitatives. Il est important de souligner que ces caractéristiques qualitatives déduites donnent seulement une indication de la qualité de l'échantillon et que des vérifications supplémentaires sont nécessaires pour mesurer plus directement ces qualités. Dand (Dand, 2010) fournit des informations plus détaillées sur la procédure, la définition des défauts et les variations entre les méthodes énoncées dans la norme ISO 1114 (ISO, 1977a) et celles utilisées par la FDA (FDA, 1968).

En résumé, la norme ISO 1114 indique qu'un échantillon doit être prélevé conformément à la norme ISO 2292 relative à l'échantillonnage (ISO, 1973) et que 300 fèves doivent être ouvertes ou coupées au centre dans le sens de la longueur, afin d'exposer au maximum la surface coupée des cotylédons. Les deux moitiés de chaque fève doivent être examinées visuellement à la lumière du jour ou sous une lumière artificielle équivalente. Les fèves seront comptées séparément selon le type de défaut et le résultat pour chaque type de défaut sera exprimé en pourcentage des 300 fèves examinées. L'ISO définit neuf catégories de défauts de fèves, y compris ceux qui peuvent être attribués à une fermentation déficiente (fèves ardoisées et violettes) ou qui peuvent indiquer des niveaux élevés d'AGL, un arôme déficient et/ou d'autres contaminants (crabots, fèves brisées, fèves au goût de fumée, fèves moisies, fèves germées, fèves plates, fèves attaquées par des insectes/infestées). Cependant, seules cinq de ces catégories sont utilisées dans les normes de qualité (ISO 2451 sur les spécifications des fèves de cacao (ISO, 2014), à savoir les fèves moisies, ardoisées, attaquées par des insectes, germées

et plates (ces trois dernières étant regroupées. La méthode de la FDA consiste à examiner des échantillons de 100 fèves qui ont été ouvertes pour exposer leur surface interne. Seules trois catégories de défaut sont prises en compte: fèves moisies, fèves infestées ou fèves moisies et infestées.

La FCC a élaboré des définitions des fèves défectueuses (infestées et/ou moisies), les fèves plates et les fèves germées, bien que cette dernière catégorie ne soit pas employée dans les contrats standard. Les contrats à terme d'ICE Futures Europe et de CME Europe adoptent les mêmes catégories pour les fèves moisies et/ou attaquées par des insectes que pour les fèves ardoisées identifiées par l'épreuve à la coupe.

Grainage ou Poids Spécifique

Un autre test couramment utilisé est celui du poids spécifique, qui détermine le nombre moyen de fèves de cacao entières aux 100 g. La norme récemment révisée ISO 2451 fèves de cacao – spécifications (ISO, 2014) établit des méthodes d'évaluation du poids spécifique d'un sous-échantillon de test d'au moins 600 g préparé conformément à la norme ISO 2292 fèves de cacao – échantillonnage (ISO, 1973) et criblé à l'aide d'un crible comportant des trous ronds de 5 mm de diamètre. Tous les résidus, corps étrangers, fèves plates et crabots sont ensuite pesés et éliminés. Un poids équivalent de fèves entières prélevées dans l'ensemble de l'échantillon est ajouté. Le terme "résidu" se rapporte ici à tout élément du cacao autre que les fèves de cacao entières, les fèves plates et les crabots qui ne passent pas à travers le crible (fèves brisées, fragments et morceaux de coque) à l'exception de la pellicule et du placenta qui sont considérés comme des "corps étrangers". Le nombre total de fèves est ensuite compté et le résultat est exprimé selon la formule suivante:

$$\text{Bean Count} = \frac{\text{Number of whole beans} \times 100}{\text{Mass of whole beans (g)}}$$

Annexe B

Protocoles de préparation
et d'évaluation sensorielle
d'échantillons et techniques de
fermentation à petite échelle.

Révisé par Darin Sukha et Edward Seguine

Introduction

Les chocolatiers et les utilisateurs d'autres produits de cacao ont leurs propres critères d'évaluation de la qualité. Des procédures de détection des goûts ou odeurs étrangères dans les pâtes de cacao, tels que le goût de fumée, de moisi et d'acidité excessive, ont été publiées (IOCCC, 1996) et incluses de façon résumée dans la version précédente de ce guide (BCCCA, 1996). D'autres procédures de l'IOCCC (désormais ICA) et de l'ISO portent sur divers aspects de l'évaluation de la qualité du cacao, par exemple ISO 2451:2014, ISO 2292:1973 et ISO 1114:1977. Cependant, il n'existe pas actuellement de consensus au sein du secteur sur la manière d'évaluer les notes aromatiques (autres que les odeurs ou goûts étrangers) en raison des différentes terminologies et interprétations utilisées. De plus, bon nombre de ces notes aromatiques disparaîtraient si les conditions de torréfaction à haute température prônées dans la méthode IOCCC étaient respectées pour préparer les échantillons.

Toutefois, on observe depuis 20 ans une sensibilisation croissante aux attributs aromatiques intrinsèques et à la nécessité de confirmer l'absence de défaut aromatique dans les échantillons de cacao. À cet effet, une série d'initiatives internationales ont été lancées pour identifier les arômes intéressants et pour mieux comprendre l'influence de la génétique, de l'environnement et du traitement post-récolte. Un aspect important de ces initiatives réside dans l'élaboration de protocoles et de terminologies communes pour que les évaluations puissent être effectuées selon les mêmes normes par différentes institutions ou entreprises. Les protocoles présentés dans cette section ont été élaborés par les

partenaires de ces initiatives provenant du secteur cacaoyer et d'instituts de recherche et sont conçus pour permettre de réaliser des analyses organoleptiques à l'aide d'équipements de laboratoire élémentaires ou à petite échelle. Des recommandations sont également fournies sur les méthodes post-récolte adéquates à adopter lorsque des quantités limitées de fèves de cacao fraîches sont disponibles, par exemple dans les programmes de sélection et d'autres activités de recherche et développement, et sur la formation des panels d'analyse sensorielle.

Ces protocoles ont été adoptés par deux initiatives internationales, le Cocoa of Excellence Programme (CoEx) (<http://www.cocoaofexcellence.org/>) et l'Heirloom Cacao Preservation Initiative (HCP) (<http://www.finechocolateindustry.org/hcp>), du fait qu'ils sont parfaitement adaptés à de petits échantillons de fèves (3 kg) soumis à évaluation. Ces protocoles peuvent également être adoptés par tous ceux qui souhaitent introduire une évaluation de la qualité organoleptique à des fins de recherche ou de contrôle dans les grandes coopératives et plantations, organismes gouvernementaux, instituts/stations de recherche dans les pays producteurs et, bien sûr, par les fabricants.

1. Lignes directrices sur les techniques de traitement post-récolte adaptées à de petites quantités de fèves.

Le Cocoa of Excellence Programme et l'initiative HCP recommandent que les échantillons commerciaux soient récoltés, fermentés et séchés selon les meilleures pratiques locales.

Le Cocoa of Excellence Programme et l'initiative HCP recommandent que les échantillons commerciaux soient récoltés, fermentés et séchés selon les meilleures pratiques locales. Les méthodes utilisées dépendront du profil génétique du matériel végétal, des conditions environnementales locales, des technologies et des installations disponibles. De plus amples informations sur certains de ces facteurs figurent au Chapitre III. La fermentation nécessite habituellement de l'ordre de 50 kg de fèves humides mais les lignes directrices suivantes peuvent être suivies pour préparer des échantillons en vue d'une évaluation organoleptique de quantités plus limitées de fèves.

Récolte, Écabossage et Extraction de Fèves pour une Fermentation à Petite Échelle.

Les lignes directrices fournies au Chapitre III Section 2 doivent être suivies pour s'assurer que seules des cabosses saines et d'un degré de maturité optimal sont récoltées. Lorsque l'on emploie la méthode de micro-fermentation par insertion consistant à fermenter un échantillon de fèves placé dans un filet à l'intérieur d'une masse de fermentation plus grande, il est important de s'assurer que les cabosses produisant les fèves de la masse générale de fermentation ont été récoltées le même jour que les cabosses de l'échantillon.

Fermentation.

La fermentation d'échantillons pour les tests organoleptiques peut s'effectuer de différentes manières mais quelle que soit la méthode utilisée, elle doit être réalisée dans un espace couvert et abrité, suffisamment protégé de la pluie, du vent et de la lumière directe du soleil, et doit commencer immédiatement ou dans les six heures suivant l'extraction des fèves, comme indiqué au Chapitre III, Section 3a. L'intervalle de retournement ou de brassage de la masse de fermentation et le moment optimal d'arrêt de la fermentation varieront en fonction de la variété. Pour la plupart des variétés de type Forastero et Trinitario, le premier brassage se fera au bout de 48 heures, avec un second brassage au bout de 96 heures, et le point d'arrêt optimal se situe à environ 120 - 168 heures. La durée de fermentation des variétés Criollo peut se

limiter à 48 heures seulement, sans brassage ou avec un brassage au bout de 24 heures. Quelle que soit la variété, le point d'arrêt optimal peut être évalué visuellement en coupant quelques fèves et en vérifiant s'il y a des stries internes bien marquées (figure B.1)



Figure B.1 Fèves en fin de fermentation avec des stries internes bien marquées.

Photo: D. Sukha.

Micro-fermentation par insertion.

Cette technique peut être employée pour la fermentation d'échantillons de fèves dans un sac à mailles (ou filet) dans une masse de fermentation plus grande. La taille du filet doit être adaptée à la quantité de fèves disponibles et cette technique s'est avérée utile pour des échantillons allant d'environ 200 g à 3 000 g, le volume normal des échantillons étant d'environ 750 g à 1 000 g. Il est important que le ratio superficie/volume de la masse de fermentation reste constant, ce qui nécessite un tas de fermentation ou des paniers ou caisses de fermentation d'au moins 50 kg de capacité. Des paniers en rotin d'environ 38-50 cm de diamètre et de 48 cm de profondeur peuvent être utilisés pour cela. De bons résultats ont également été tenus au moyen de panier à linge inversé en plastique de dimensions similaires, dont la base avait été retirée et qui avait été renforcé avec des cerceaux de rotin. Des caisses de fermentation de 60 x 60 x 60 cm (200 kg de capacité) ou 90 x 90 x 90 cm (700 - 900 kg de capacité) peuvent également être utilisées.

Elles doivent être fabriquées en bois dur non résineux, avec un espace suffisamment large entre les planches pour permettre le drainage des exsudats de fermentation mais aussi assez étroit pour ne pas laisser passer les fèves.

L'échantillon de fèves à évaluer doit être placé dans des filets étiquetés faits d'un matériau inerte comme le nylon ou le polyéthylène, sans élément métallique, d'une taille approximative de 20 x 35 cm pour permettre une épaisseur de 2-3 couches de fèves lorsque le filet est mis à plat dans la caisse de fermentation. Une taille de maille de 10 mm permet un bon contact entre l'échantillon et la masse de fermentation. Le diamètre des fils doit être de 0,7 mm au minimum pour assurer leur solidité. À noter qu'il peut y avoir un risque de transfert d'arômes entre la masse en fermentation et l'échantillon en micro-fermentation dans le filet. Cet effet potentiel peut être évité en utilisant des variétés similaires dans la masse de fermentation et l'échantillon du filet et/ou en utilisant une dimension de maille inférieure (<10 mm).

Il est important que chaque filet ne soit pas trop rempli et qu'il y ait assez d'espace libre pour permettre de tenir le filet par ses extrémités afin de faciliter le brassage. L'étiquette placée sur chaque filet doit contenir les informations relatives à l'échantillon telles que, entre autres, le nom du clone, la date de début de la fermentation, etc.

Les filets doivent être insérés dans les 15 – 20 cm supérieurs de la masse de fermentation de façon à ce que chaque filet soit séparé d'au moins 5 cm de la paroi de la caisse et d'au moins 3 cm d'autres filets. Un maximum de deux couches de filets, avec quatre filets par couches, peut-être inséré dans la masse. Il doit y avoir au moins 3 cm de masse de fermentation entre les couches et la couche supérieure doit être recouverte d'au moins 5 cm de fèves. La masse de fermentation doit être recouverte d'au moins deux couches de feuilles de bananier et deux couches de sacs de jute de qualité alimentaire pour assurer l'isolation.

Le premier brassage doit être effectué au bout de 48 heures en retirant les sacs de jute et les feuilles, puis en transférant la couche supérieure de la masse de fermentation dans une caisse ou un panier en plastique de qualité alimentaire. Chaque couche de la masse de fermentation et de filets ainsi que la couche inférieure de la masse de fermentation doivent être placées dans des caisses ou paniers en plastique séparé, puis soigneusement mélangées. Pour mélanger les fèves contenues dans les filets, tenir le filet par ses deux extrémités et le remuer de droite à gauche plusieurs fois. Remettre les couches de fèves et de filets dans l'ordre inverse de sorte que la couche supérieure soit au fond et que la couche du fond soit en haut, la couche centrale restant à sa place, puis recouvrir la masse avec les feuilles de bananier et les sacs de jute. Le deuxième brassage s'effectue au

bout de 96 heures en recommençant cette opération et le point optimal d'arrêt de la fermentation doit être déterminé par une inspection visuelle des fèves, comme décrit ci-dessus.



Figure B.2 Fermentation à petite échelle au moyen de paniers à linge adaptés.
Photo: M.Gilmour.



Figure B.3 Fermentation à petite échelle au moyen de paniers.
Photo: D.Sukha.



Figure B.4 Fèves places dans un filet pour la fermentation par insertion.
Photo: D.Sukha.

Fermentation en Glacières de Polystyrène.

Des glacières en polystyrène de 27 cm (L) x 26 cm (l) x 17 cm (h) ou 44 cm (L) x 28 cm (l) x 29 cm (h) respectivement sont adaptées pour la fermentation de petites quantités de fèves (15 - 30 kg) de la même variété ou d'un mélange déterminé de variétés. Les glacières en polystyrène sont relativement peu coûteuses et facilement disponibles dans la plupart des pays. On percera six à huit trous d'un diamètre de 1,5 cm à intervalles réguliers de 4 cm, au fond de la glacière pour faciliter le drainage et l'aération de la masse de fermentation. Il est recommandé de placer les glacières (quelle que soit leur taille) en position surélevée par rapport au sol (sur de petites planches en bois) pour optimiser le drainage et l'aération.

Il est possible d'inoculer artificiellement une matrice microflorale dans les glacières neuves, à des intervalles déterminés, en utilisant les résidus d'une caisse de fermentation utilisée précédemment (de préférence) ou en laissant l'inoculation se produire naturellement grâce aux mouches des fruits. Pour l'inoculation à partir d'une caisse de fermentation précédente, racler des résidus sur l'intérieur des surfaces inférieure et supérieure et les mélanger dans le double de volume d'eau (distillée de préférence) pour obtenir une pâte. Mélanger soigneusement cette pâte avec les fèves humides lorsqu'elles sont placées dans la glacière au début de la fermentation pour répartir uniformément l'inoculum de la caisse de fermentation précédente dans la matrice de fèves fraîches humides. Couvrir ensuite avec des feuilles de bananier et placer le couvercle en polystyrène de la glacière pour retenir la chaleur produite pendant la fermentation. Les fèves sont généralement brassées soigneusement au bout de 48 heures et 96 heures et le point optimal d'arrêt de la fermentation doit être déterminé par une inspection visuelle.



Figure B.5 Micro-fermentation en glacière de polystyrène.
Photo: N. Ali.

Micro-fermentation d'une Seule Cabosse.

Il existe actuellement plusieurs méthodes brevetées pour effectuer une micro-fermentation d'une seule cabosse, permettant de préparer des échantillons provenant d'un seul arbre et de travailler avec des échantillons de fèves fraîches de moins de 1 kg. Presque toutes les méthodes font appel à une culture d'amorçage qui peut être obtenue à partir d'une fermentation précédente (par exemple en raclant les résidus d'un récipient de fermentation ou en récupérant les exsudats) ou en utilisant une matrice d'inoculum prédéfinie, ajoutée à des intervalles distincts. L'une des méthodes consiste à ajouter des substances aromatiques pendant la fermentation et une autre méthode consiste à perforer physiquement les fèves avant la fermentation. Chaque méthode est résumée ci-dessous en citant le numéro de référence de la publication du brevet pour faciliter la consultation ultérieure:

Single pod micro fermentation processes:

WO2013025621 A1 (Seguine, E; Mills, D.; Marelli, J-P.; Motomayor-Arias, J-C. and Silvia Coelho, I.)

Starter cultures and fermentation method:

WO2007 031186 A1 (De Vuyst, L. and Camu, N.)

- i. Microbial composition for the fermentation of cocoa material: EP 2459699 A2 (Camu,N.; Bernaert, H. and Lohmueller, T.)
- ii. Method for fermenting cacao beans: WO 2014087816 A1 (Kawabata, Y.)
- iii. Augmentation de la qualité et de l'arôme du cacao en utilisant une culture starter de levure pichia kluyveri pour la fermentation du cacao: WO 2013064678 A1 (Saerens, S. and Swiegers, J.H.)

Processing cocoa beans and other seeds:

US 20120282371 A1 (Robert Miller, C.)

Process for the fermentation of cocoa beans to modify their aromatic profile:

WO 2009103137 A2 (Dario, A. and Eskes, A.B.)

Improved cocoa fermentation via de-pulping:

EP 0442421 B1 (Bangerter, U.; Beh, B.H.; Callis, A.B. and Pilkington, I.J.)

Plant for the fermentation of vegetable or agricultural products such as cacao beans, and process for carrying out such a fermentation:

EP 0343078 B1 (Barel, M.).

Application recommandée des méthodes de fermentation.

La méthode choisie parmi les options indiquées ci-dessus doit être adaptée aussi bien aux quantités de fèves fraîches disponibles qu'aux objectifs de l'étude. La méthode de la glacière en polystyrène est utilisée pour des masses de fèves homogènes ou définies et admet davantage de fèves que la méthode de micro-fermentation par insertion. Cette dernière permet de traiter davantage d'échantillons mais requiert une masse de fermentation plus grande (tas/caisse principale) pour y insérer les filets. Elle comporte également le risque potentiel d'un transfert de certains arômes à partir de la masse de fermentation principale. Les micro-fermentations de cabosse unique permettent de traiter de petites quantités sans risques de contamination mais ne permettent pas d'obtenir la moyenne d'un nombre supérieur de cabosses. Chaque méthode comporte donc des avantages et des inconvénients qui doivent être pris en compte et estimés par rapport à l'utilité d'une méthode particulière.

Séchage:

Les fèves doivent être soigneusement et entièrement séchées. Des conseils supplémentaires sur les meilleures pratiques de séchage sont fournis au Chapitre III, Section 3b. Si l'on a utilisé la méthode de micro-fermentation par insertion, les échantillons peuvent être séchés dans les filets mais il faut éviter que les fèves soient étalées sur le plateau de séchage sur une couche d'une seule fève d'épaisseur, ce qui provoquerait un séchage trop rapide du fait de la pleine exposition de toutes les fèves à l'air et au soleil. Les échantillons provenant de micro-fermentations en glacière de polystyrène doivent être séchés en petit tas. Tous les échantillons, y compris ceux qui se trouvent dans des filets, doivent être entassés pendant la nuit pour permettre d'équilibrer les niveaux d'humidité.

Lorsque de nombreux échantillons sont préparés en même temps (par exemple pour des multiples micro-fermentations par insertion), il est essentiel de ne pas mélanger les lots pendant le séchage. Pour éviter ce risque, on peut utiliser des plateaux à compartiments, dûment étiquetés. Le stade optimal d'interruption du séchage se situe à 6,5 - 8 % de teneur en humidité, mesuré à l'aide d'un humidimètre correctement calibré.



Figure B.6 Fèves de micro-fermentations séchées sur un plateau à compartiments.
Photo: D. Sukha.

2. Analyse des Arômes.

Les protocoles d'analyse des arômes décrits ici sont applicables aux échantillons traités selon l'une des méthodes de micro-fermentation décrites ci-dessus ou produits à l'échelle commerciale.

Vieillessement et entreposage des fèves.

Les fèves fraîchement fermentées et séchées possèdent généralement:

- a) des notes fruitées très prononcées et volatiles,
- b) des notes inférieures d'arômes de cacao,
- c) une acidité supérieure (acide acétique principalement) et
- d) un éventail de notes défectueuses potentielles (levure, rance et autres notes étrangères).

Il est donc recommandé d'entreposer les échantillons de fèves pendant un certain temps pour les faire "vieillir" avant de les transformer en liqueur.

Un vieillissement de 6 à 12 semaines améliore la stabilité, permet d'obtenir des échantillons plus représentatifs des lots commerciaux et favorise l'expression optimale du potentiel aromatique des fèves. Les fèves doivent être entreposées dans des sacs neufs et propres à usage alimentaire, fabriqués dans des matériaux qui laissent passer l'air comme de

la toile de jute ou du coton. Il est important que tous les sacs utilisés pour entreposer les fèves soient exemptes d'odeurs pour assurer que le matériel utilisé ne communique pas de goûts ou d'odeurs étrangères aux fèves durant l'entreposage.

Il est important d'entreposer soigneusement les fèves de façon à ce qu'elles ne soient pas sujettes à moisissures, aux attaques d'insectes ou à la contamination par d'autres échantillons ou substances pouvant provoquer des défauts ou entraîner des risques pour la santé (voir Chapitre III, Section 3c).

L'évaluation de la qualité physique par le test du coupe peut-être effectuée à ce stade pour estimer visuellement la progression de la fermentation et la fissuration éventuelle des fèves selon des protocoles d'échantillonnage représentatifs et des graphiques d'évaluation (voir Annexe A).

i) Torréfacteurs

Il existe de nombreuses solutions disponibles pour la torréfaction des échantillons en vue de leur évaluation aromatique, parmi lesquelles:

- Fours statiques à plateau comme les grille-pain de table et les fours domestiques.
- Torréfacteurs de café à petite échelle de type rotatif adaptés et fours de rôtisserie.
- Fours à chambre de laboratoire non ventilés.
- Fours conventionnels à ventilation mécanique.
- Fours à convection haute efficacité.

Les systèmes de chauffage de ces différents appareils de torréfaction sont variables, depuis des résistances électriques jusqu'à des radiateurs infrarouges avec un ou sans contrôle de ventilation, de température ou de temps. Il doit y avoir au minimum un moyen de contrôle de la température ou du temps.

Les principaux critères pour choisir la méthode de torréfaction optimale pour préparer les échantillons en vue de l'évaluation aromatique sont notamment:

- L'uniformité thermique du flux d'air dans la cavité du four, qu'il soit chargé ou non.
- Le temps de récupération de la chaleur entre l'ouverture de la porte et la température de consigne.
- Le mouvement de la masse d'air au moyen d'un ventilateur de circulation.

ii) Plateaux de Torréfaction

Le plateau de torréfaction doit être un treillis en acier inoxydable (de préférence) ou en acier doux tréfilé, avec des ouvertures assez petites pour empêcher le passage des fèves mais assez grandes pour assurer un déplacement d'air optimal à travers les fèves. Il ne faut pas utiliser d'écrans galvanisés ou recouverts de plastique pour construire des plateaux de torréfaction. Les fours de type rotatif doivent être munis d'un écran à mailles ou d'un tambour uniformément perforé. Les tambours sans perforations ne sont pas recommandés. Le chargement et le déchargement doivent être faciles et le four doit pouvoir être entièrement vidé et nettoyé afin d'assurer l'uniformité du flux d'air.

L'idéal est de charger les fours statiques avec un seul plateau à gros maillage. Les fèves doivent être étalées sur une seule couche sur toute la surface de chargement. Si l'échantillon est insuffisant pour remplir le plateau, il convient d'utiliser des fèves de remplissage pour que toutes les opérations de torréfaction s'effectuent avec une charge identique. À noter que les fèves de remplissage ne peuvent être utilisées pour assurer un volume uniforme de charge pour les fours à tambour ou rotatifs, dont l'utilisation est limitée aux applications pour lesquelles on dispose toujours d'une quantité de fèves suffisante.

iii) Conditions de Torréfaction

Les conditions de torréfaction doivent être sélectionnées de façon à maximiser le potentiel aromatique de chaque type de fève de cacao et il convient de déterminer avec précision la température, le temps et la capacité de charge pour chaque variété et chaque type de torréfacteur.

Les conditions suivantes sont généralement utilisées et suggérées à titre d'orientation initiale pour une torréfaction individuelle à l'aide d'un torréfacteur à plateau à convection:

- Types Trinitario - 120°C, 25 minutes
- Types Forastero - 130°C, 25 minutes
- Types anciens Criollo - 112°C, 25 minutes

Le temps est mesuré à partir de 2 °C en dessous de la température de torréfaction déterminée. À noter que ces durées sont basées sur un temps de récupération de chaleur de cinq à sept minutes à partir du moment où la porte est fermée jusqu'à 2 °C sous la température de consigne.

La plupart des types Criollo modernes sont généralement torréfiés dans les mêmes conditions que le Trinitario du fait qu'ils sont beaucoup plus proches des fèves traditionnelles Trinitario sur le plan génétique et en termes d'exigences de traitement.

Les conditions de torréfaction doivent être sélectionnées de façon à favoriser l'expression des arômes fruités intrinsèques et des notes florales secondaires des Trinitarios tout en

préservant les notes de fruits secs/caramel des Criollos. Les conditions de torréfaction pour le Forastero doivent permettre de faire ressortir tous les arômes secondaires et d'exprimer au maximum les arômes de cacao /chocolat typiques de ces variétés.

La taille des fèves et leur teneur en humidité avant la torréfaction sont des critères importants. Les échantillons ayant une teneur en humidité très faible (<6,5 %) ou très élevée (> 8,5 %) pourront nécessiter des ajustements des conditions de torréfaction pour assurer une torréfaction standardisée en vue de l'évaluation aromatique. De même, il peut être nécessaire de trier les fèves pour assurer l'uniformité de leur taille avant la torréfaction. Si la taille des fèves s'inscrit dans une fourchette de 70 – 130 fèves / 100 g, les conditions de torréfaction n'auront pas à être ajustées.

Concassage et Décorticage (Vannage).

Une fermentation et une torréfaction optimales ont une répercussion directe sur la qualité du concassage et du décorticage. Dans les fèves insuffisamment fermentées et torréfiées, la coque tend à adhérer à l'amande et diminue l'efficacité du concassage et du vannage.

Le concassage et le décorticage doivent être effectués immédiatement après le refroidissement des fèves après la torréfaction (généralement entre 20 - 60 minutes) pour un concassage efficace et pour éviter l'absorption de odeurs et goûts étrangers présentes dans l'environnement. Le refroidissement à température ambiante peut être effectué sur une grille en hauteur ou à l'aide d'un petit ventilateur pour accélérer le refroidissement. La zone de préparation des échantillons doit avoir une odeur neutre.

Remarque: avant la torréfaction, les fèves sont considérées comme une matière première agricole qui peut être contaminée par un grand nombre de micro-organismes potentiellement pathogènes. Les conditions de torréfaction doivent garantir l'élimination de ces pathogènes, mais les échantillons doivent toujours être vérifiés à cet égard avant l'analyse sensorielle. Il est essentiel de prendre des précautions pour éviter toute contamination croisée entre les fèves brutes et les fèves torréfiées dans le cadre d'un programme HACCP actif pour garantir la salubrité de tous les produits qui seront dégustés.

S'il n'y a que quelques échantillons à traiter, le concassage et le décorticage peuvent être effectués facilement en introduisant les fèves refroidies dans un sachet muni d'un système de fermeture, en expulsant le plus d'air possible et en utilisant un rouleau pour briser légèrement les fèves. Un sèche-cheveux domestique peut ensuite être utilisé pour évacuer la coque libérée des amandes, sur un plateau plat et dans une zone bien aérée. La préparation d'échantillons à plus grande échelle exigera au moins un système mécanique de décorticage. Les systèmes industriels de décorticage disposent de

mécanismes de réglage du flux d'air selon la taille des particules de fèves et de coques (ou "dimensionnement") afin d'optimiser la séparation de la coque. Il existe des équipements mécaniques de concassage et de vannage en laboratoire, mais dans la mesure où les fèves brisées et les coques ne sont pas "dimensionnées", la séparation s'avère moins efficace et le rendement en fèves décortiquées peut se limiter à 62-78 % des fèves brutes de départ. C'est un aspect important lors de la planification de la taille d'échantillon nécessaire pour la torréfaction afin de disposer du volume requis pour l'évaluation aromatique.

Le décorticage étant généralement moins efficace dans les systèmes de laboratoire, il est recommandé de retirer à la main les restes de coque sur les amandes décortiquées (y compris les fragments de coque détachés et les morceaux de coque collés aux amandes décortiquées) à l'aide de pinces afin d'éliminer complètement tout reste de coque. Cela garantit une faible contamination par les restes de coque tout en permettant de produire des liqueurs affichant un niveau de contamination microbiologique nettement inférieur (c-à-d très basse comptage sur plaque normalise/ numération totale sur plaque) du fait que la plupart des micro-organismes se trouvent sur la coque.

Les amandes absorbent l'humidité ambiante ainsi que les odeurs ou goûts étrangers présents dans l'environnement. L'entreposage des amandes après le décorticage et avant/ après l'élimination manuelle de la coque doit se faire dans des récipients hermétiques ou des sachets à usage alimentaire de haute qualité avec système de fermeture.

Les échantillons de amandes se détériorent rapidement et il faut essayer dans la mesure du possible de les transformer en liqueur dans les 48 heures suivant la torréfaction. Si nécessaire, les échantillons d'amandes peuvent être stockés pendant un maximum de 7 jours à 10-24°C dans des sachets fermés.

Transformation en Liqueur

Il existe plusieurs solutions pour le broyage des amandes et l'obtention de la liqueur:

- Mixeurs de table pour un broyage et une mouture grossiers (jusqu'à 100 g d'amandes).
- Mortiers de table de différentes capacités (100 - 500 g d'amandes).
- Mélangeurs de laboratoire capables de traiter de 200 g à 2,5 kg d'amandes.

Il est important de chauffer légèrement les amandes (plus de 40 °C) avant le broyage. Les équipements tels que bols, mortiers et pierres des mélangeurs doivent être réchauffés pour que le beurre de cacao de l'échantillon fonde et facilite la mouture de la liqueur. La température de la masse de mouture peut être mesurée à l'aide d'un thermomètre infrarouge et doit rester inférieure à 55°C.

Au-dessus de cette température, les composés volatils disparaissent à une vitesse nettement supérieure - comme cela se produirait avec le conchage. En maintenant la température à moins de 55 °C, la liqueur dégage l'arôme typique des fèves, sans diminuer comme dans le conchage. Si la température de la masse dépasse ce niveau, la pièce peut-être aérée (refroidie) ou le moulin peut être éteint pour permettre à l'échantillon de refroidir. Quel que soit l'équipement employé pour la mouture, la taille des particules, déterminée à l'aide d'un micromètre, est un paramètre essentiel pour déterminer le point d'interruption du broyage. Une finesse de 14 à 25 microns est optimale pour une évaluation aromatique efficace, car cela assure que tous les composés volatils de l'échantillon auront été libéré et qu'il n'y a pas de granularité dans l'échantillon, ce qui pourrait perturber le dégustateur durant l'analyse sensorielle.

La température de la masse de mouture peut être mesurée à l'aide d'un thermomètre infrarouge et doit rester inférieure à 55°C. Au-dessus de cette température, les composés volatils disparaissent à une vitesse nettement supérieure.

Fabrication du Chocolat.

Il est souvent souhaitable d'évaluer la façon dont le potentiel aromatique se traduit dans le chocolat, sachant que l'interaction du sucre et des autres ingrédients dans le chocolat est très importante pour une évaluation globale du profil d'un échantillon de fèves. De plus, la dégustation de la liqueur de cacao est plus complexe sur le plan technique que l'analyse du chocolat car l'acidité, l'amertume et l'astringence sont souvent des traits dominants. La liqueur seule ne déploie souvent pas tout le potentiel aromatique qui sera présent dans le chocolat, et des arômes présents dans la liqueur ne sont parfois pas présents dans le chocolat, et vice versa.

La recette de fabrication du chocolat revêt une grande importance. Les formulations standard contiennent généralement 65 - 70 % de masse de cacao à laquelle on ajoute 2 - 10 % de beurre de cacao désodorisé. Les recettes ayant été utilisées avec succès pour les évaluations de chocolat mi-sucré sur le plan international par les initiatives Heirloom Cacao Preservation (Recette 1) et Cocoa of Excellence (CoEx) (Recette 2) ainsi que la recette type de SeguineCacao (Recette 3) sont les suivantes: Le beurre de cacao, le sucre et la lécithine de

soja employés doivent avoir un goût neutre pour ne pas altérer la saveur caractéristique de la liqueur. Le sucre peut être analysé en plaçant un échantillon de 50 - 120 g dans un récipient assez grand pour en contenir au moins le double, puis en fermant soigneusement le récipient et en le chauffant à 50°C. Il doit être maintenu au moins 1 heure à 50°C, puis ouvert et senti. Le résultat est acceptable si le sucre n'a pas d'odeur intrinsèque.

Le chocolat doit être raffiné à moins de 20 microns, mesurés à l'aide d'un micromètre. Le conchage éventuel à basse température (pas plus de 55°C) doit être réduit au minimum afin de préserver le potentiel aromatique intrinsèque de la fève tout en évaluant son rendement sous forme de chocolat.

Ingrédients	Recette 1 (%) ingrédients	Recette 2 (%) ingrédients	Recette 3 (%) ingrédients
Liqueur de chocolat	65.10	61.00	55.00
Beurre de cacao désodorisé	3.00	5.00	10.00
Sucre	31.55	33.65	35.00
Lécithine de soja (doublement blanchie)	0.35	0.35	0.35

Tempérage.

Les échantillons de chocolat soumis à l'évaluation sensorielle peuvent être tempérés ou non. Le tempérage produit un éclat uniforme, un son cassant lorsqu'on le brise et une texture croquante en bouche, résultant des cristaux de beurre de cacao uniformément fins et denses dans le produit final.

Les graisses du beurre de cacao peuvent se cristalliser sous six formes différentes (identifiées par les chiffres romains I à VI) à différentes températures, chacune de ces six formes de cristaux différentes ayant des propriétés distinctes. Le chocolat bien tempéré contient le plus grand nombre de cristaux les plus fins, de type V, qui produisent une apparence et une texture optimales. Les cristaux de type V sont également stables, de sorte que la texture et l'apparence restent inaltérables dans le temps.

Le réglage minutieux de la température pendant le processus de cristallisation du beurre de cacao dans le cadre du tempérage peut être réalisé a) manuellement, sur une dalle de marbre, b) à l'aide d'un bain-marie électrique ou c) au moyen d'une petite tempéreuse de table.

Quel que soit l'équipement utilisé, le chocolat doit d'abord être chauffé à 45 °C pour faire fondre les six formes de cristaux. Le chocolat est ensuite refroidi à environ 27 °C, ce qui permet la formation des cristaux de type IV et V. À cette température, le chocolat est remué pour générer de nombreuses petites "graines" de cristaux qui serviront de base pour créer de petits cristaux dans le chocolat. Le chocolat est ensuite chauffé à environ 31 °C pour éliminer tous les cristaux de type IV, laissant seulement ceux de type V.

Au-delà de cette température, tout chauffage excessif du chocolat détruira le tempérage et l'opération devra être renouvelée. Le moulage et le refroidissement de petites tablettes ou morceaux de chocolat doivent être effectués juste après le tempérage.

Des réfrigérateurs et des salles climatisées sont souvent utilisés pour refroidir les moules remplis de chocolat. Ils doivent être vérifiés au préalable pour s'assurer que leur odeur est neutre et qu'ils ne contiennent pas d'odeur étrangère.

Le profil aromatique du chocolat (en particulier le chocolat mi-sucré) évolue dans le temps, en particulier durant l'entreposage à long terme. Malgré cette propriété reconnue, il n'est pas toujours possible de conserver le chocolat pendant 2 à 4 mois après sa fabrication pour permettre cette évolution avant l'analyse.

Dégustation.

La dégustation ou analyse sensorielle est définie par l'Institute of Food Technologists (IFT) comme "... une méthode scientifique utilisée pour (1) Évoquer, (2) Mesurer, (3) Analyser et (4) Interpréter les réponses aux produits perçues à travers les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'ouïe." Cette définition indique que la rigueur et le soin du détail consacrés à la préparation des échantillons doivent également s'appliquer au processus d'analyse sensorielle des liqueurs et des chocolats.

Flavour Testing - "une méthode scientifique utilisée pour (1) Évoquer, (2) Mesurer, (3) Analyser et (4) Interpréter les réponses aux produits perçues à travers les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'ouïe".

L'analyse sensorielle des liqueurs comme des chocolats peut s'effectuer sous plusieurs formats:

- Évaluation par un panel de dégustateurs formés pour relever la présence ou l'absence de défaut.
- Évaluation par un panel de dégustateurs non qualifiés, selon des indicateurs de préférence hédoniques.
- Évaluation par un panel de dégustateurs qualifiés pratiquant une analyse quantitative et qualitative (y compris la présence ou l'absence de défauts) ainsi qu'une estimation globale de qualité ou de préférence.
- Évaluation par un ou plusieurs dégustateurs hautement qualifiés pratiquant une analyse quantitative et qualitative (y compris la présence ou l'absence de défauts) ainsi qu'une estimation globale de qualité ou de préférence.

Chaque format d'analyse sensorielle identifié ci-dessus a des répercussions directes sur la quantité d'échantillon requise, la taille du panel et le nombre de répétitions des dégustations exigé pour obtenir une série de données solides basée sur l'objectif et les impératifs du processus d'analyse. Les éléments cruciaux de ce processus sont donc les suivants:

- Aménagement de la salle de dégustation
- Formation ou expérience des dégustateurs
- Conception de la dégustation et/ou randomisation des échantillons
- Présentation des échantillons
- Processus d'évaluation
- Descripteurs d'arômes - interprétation des résultats

Aménagement de la salle de dégustation.

L'idéal est que l'analyse sensorielle s'effectue dans des cabines de dégustation dotées d'un éclairage adéquat, d'un contrôle de température, etc. Mais cette installation peut être trop coûteuse et une simple salle climatisée et propre, sans distraction, ni odeur forte, avec une table assez grande pour tous les dégustateurs, sera souvent suffisante. Dans tous les cas, un lavabo doit être facilement accessible.

Les dégustateurs ne doivent pas être distraits pendant leur travail, l'aménagement de la salle devant donc être identique à chaque fois (emplacement des échantillons, de l'eau, des crachoirs, des fiches de notation et des crayons, etc.).

Les dégustateurs doivent lire attentivement les instructions suivantes et s'efforcer de les respecter chaque fois qu'ils participent à une séance de dégustation session:



Les dégustateurs ne doivent pas fumer, boire d'alcool ou de café, manger des aliments susceptibles d'altérer le sens du goût ni effectuer d'exercices soutenus et prolongés pendant les 60 minutes précédant une séance de dégustation.



L'utilisation d'eau de Cologne, de parfum et d'après-rasage forts doit être évitée par les dégustateurs et par toute personne participant à l'aménagement de la salle de dégustation ou à la manipulation des échantillons. Il convient de se laver les mains avec un savon non parfumé avant la dégustation.



Toutes les instructions données lors d'une séance de dégustation doivent être lues attentivement et comprises avant le début de la séance. Les dégustateurs ne doivent pas hésiter à poser des questions s'ils n'ont pas compris certaines instructions.



Toute personne enrhumée ne doit pas participer ou fournir son assistance dans le cadre de la préparation ou du déroulement d'une séance de dégustation.



Les dégustateurs doivent éviter de parler avant que tout le monde n'ait terminé sa dégustation.



Les dégustateurs doivent s'efforcer de rester indépendants, en se fiant à leur première impression concernant un trait aromatique particulier, et avoir confiance en leur aptitude.

Formation ou expérience des dégustateurs.

Une formation intensive est nécessaire pour l'évaluation de la liqueur de cacao et très souhaitable pour l'évaluation du chocolat. Seule une dégustation hédonique (basée sur les préférences) peut être effectuée par un panel non qualifié.

Sukha et al (2008) ont publié un guide détaillé pour la formation et la sélection des dégustateurs participant à une analyse sensorielle. En résumé, les dégustateurs peuvent être formés à l'identification des saveurs élémentaires avec différentes solutions aqueuses: sucrée (sucrose à 5,0g/500 ml), amère (chlorure de quinine à 0,072g/500 ml), salée (chlorure de sodium à 0,8g/500 ml), acide (acide citrique à 0,25g/500 ml), astringente (acide maléique à 0,25g/500 ml) ainsi qu'aux traits aromatiques associés à la liqueur de cacao (notes fruitées et florales à une concentration de 2 ml/500 ml d'arôme de cola et de fleur d'oranger respectivement). Cela peut être suivi de l'identification des saveurs acides, amères et astringentes à des seuils de concentration au moyen d'acide citrique, de chlorure de quinine et d'acide maléique (à 0,1, 0,009 et 0,15 g/500 ml, respectivement) dans des solutions pour évaluer la sensibilité des dégustateurs à ces attributs.

Un aspect crucial de la formation des dégustateurs réside dans l'association des arômes à une série de descripteurs d'arômes. Après la phase de la formation consacrée à l'identification initiale de la saveur, les dégustateurs peuvent apprendre à associer des descriptions d'arômes spécifiques aux liqueurs de cacao sur la base de leur expérience gustative préalable ou des références d'arômes fournies, de sorte que tous les dégustateurs s'accordent à employer la même terminologie sensorielle. Neuf attributs aromatiques principaux peuvent être pris en compte dans la formation initiale: cacao, acide, astringent, amer, fruité, floral, fruits secs, boisé et épicé. En outre, des goûts ou odeurs étrangères identifiables tels que fumée, jambon, moisi et non fermenté peuvent être inclus. Les dégustateurs doivent également être invités à identifier tout autre arôme ou défaut secondaire apparent dans les liqueurs de cacao (notés dans la section "autres arômes").

Durant la formation, les dégustateurs de chocolat doivent être confrontés à un large éventail de chocolats d'origines différentes pour se faire une idée exhaustive des associations liées aux descripteurs d'arômes du chocolat.

Conception de la dégustation, randomisation et présentation des échantillons.

Les liqueurs doivent être évaluées par un panel d'au moins six personnes qualifiées au moyen d'un modèle statistique factoriel comprenant des liqueurs de référence masquées. Les liqueurs doivent être codées avec des nombres à trois chiffres et randomisées sur trois répétitions pour minimiser les effets de report. Avant la dégustation, les échantillons de liqueur doivent être portés à température ambiante. Utiliser de petits ramequins en

plastique numérotés de façon aléatoire avec des nombres à trois ou quatre chiffres pour assurer que toutes les analyses sensorielles se font en aveugle. Fermer les ramequins hermétiquement avec leur couvercle. Préparez trois répétitions de chaque échantillon pour former un ensemble de 18 échantillons pour chaque dégustateur. Introduire les échantillons, dans un ordre aléatoire, dans un incubateur à bain sec ou un four à chambre ou à convection propre, à 55-60°C pendant 20 minutes avant l'analyse sensorielle, en utilisant un temporisateur pour respecter un intervalle de 10 minutes entre chaque analyse. Il convient

de ne pas présenter les liqueurs dans le même ordre à différents dégustateurs lors d'une même séance d'évaluation. Un maximum de six liqueurs par séance doit être évalué pour ne pas fatiguer les dégustateurs.

Les chocolats peuvent être évalués de la même façon, sous forme de blocs solides ou de morceaux fondus à 45°C. L'évaluation des blocs solides est recommandée, sauf si l'évaluation de la fonte en bouche est importante.

Procédure d'évaluation.

Placer environ 1 ml de liqueur de cacao sur une petite spatule, la poser directement sur la langue et l'y laisser pendant 20 secondes. Au cours de ce laps de temps, les différents attributs formant le profil aromatique apparaissent en trois étapes: notes aromatiques initiales, notes aromatiques intermédiaires et notes aromatiques finales ou résiduelles. Les dégustateurs doivent observer que certains arômes apparaissent ou disparaissent très rapidement ou sont facilement masqués, tandis que d'autres peuvent persister plus longtemps, avec différents arrière-goûts. L'intensité des attributs aromatiques doit être notée sur une échelle linéaire de 10 cm, avec une note de 0 à 10, le score le plus élevé indiquant l'intensité aromatique la plus forte. Après l'évaluation de la liqueur, la procédure de rinçage suivante doit être observée:

- Cracher l'échantillon.
- Rincer à l'eau chaude et la recracher.
- Mâcher 1/8 - 1/6 de cracker ou gaufrette à l'eau (sans levure) avec les incisives - mais pas les molaires - et avaler .
- Rincer à l'eau chaude et la recracher.
- Rincer de nouveau à l'eau chaude en l'avalant.

La performance du panel sensoriel peut être optimisée durant les évaluations en incluant des échantillons de référence masqués pour vérifier l'uniformité des dégustateurs entre les répétitions pendant les séances de formation et d'évaluation.

Descripteurs d'arômes – Interprétation des résultats.

L'un des aspects les plus difficiles de l'analyse sensorielle des liqueurs comme des chocolats est de trouver les mots justes pour décrire les arômes perçus, d'autant plus que cela dépend fortement d'une association mentale avec les descripteurs d'arômes. Des glossaires de descripteurs d'arômes commentés et des roues d'arômes ont été élaborés pour regrouper les termes employés pour décrire les arômes et peuvent être utilisés par les dégustateurs pour s'assurer qu'ils emploient le même langage pour décrire leurs perceptions et faciliter l'interprétation des résultats.

Il est très utile de disposer d'un indicateur de qualité globale pour l'analyse sensorielle de liqueurs comme des chocolats, allant au-delà des simples attributs de l'échantillon pour refléter la qualité aromatique globale. Il ne doit pas s'agir d'un score résultant d'une formule ou d'un calcul à partir des notations individuelles, mais d'un indicateur de qualité globale déterminé de façon indépendante par chaque évaluateur.

Glossaire des Termes

Glossaire des termes pour évaluation des arômes (pour la liqueur et le chocolat), avec les descripteurs correspondants et exemples de quelques origines/notes de références pour calibration (Seguine & Sukha, Glossary of terms for flavour evaluations (for both liquor and chocolates) with some matching descriptors and examples of some origins/reference notes for calibration, Cocoa of Excellence Edition 2015., 2015a)

Descripteur d'arôme	Descripteurs correspondants et commentaires
Cacao	Décrit les arômes typique des fèves de cacao qui sont bien fermentées, torrifiées et sans défaut - tablette de chocolat, cacao fermenté, torrifié
Acidité	Acide citrique - Fruit Acide acétique - Vinaigre (vous pouvez le sentir dans l'échantillon) Acide lactique - Vomi, acidité du lait, mélasse Acide minéral - Gout métallique
Amertume	Généralement dû à un manque de fermentation; perception sur l'arrière de la langue/gorge - Caféine (café), Bière, Pamplemousse
Astringence	Généralement dû à un manque de fermentation ; sécheresse de la bouche ou effet rugueux qui favorise la production de salive; perception entre la langue et le palais ou à l'arrière des dents de devant - peau de noix crus, peau de banane, certains vins
Sucré	Décrit les liqueurs qui ont des saveurs de jus de canne caramélisé (Panela) caramel, sucre complet, fudge
Fruit frais	Large gamme de fruits frais Fruit rouge, baie, framboise pas tout à fait mures Fruit citrique - essence de citron. Fruit tropical - banane, fruit de la passion, orange, avec presque toujours des notes citriques
Fruits bruns	Fruit bruns - prune, cerises noires Fruit séché - abricot, banane etc. caramélisation des sucres du fruit, sucre, essence de fruits qui a séché, sulfure, notes de noix Fruit fermentés , trop de fermentation, ou à la limite de la sur-fermentation Fruit bruns - prunes ou dates

Descripteur d'arôme	Descripteurs correspondants et commentaires
Noix	<p>Noix, intérieur des noix</p> <p>Peau de la noix, associé à des sensations astringentes, comme la peau des amandes, cacahuètes, etc.</p>
Floral	<p>Large gamme des notes vertes, végétales, herbacées, en passant par les fleurs et notes parfumées</p> <p>Floral - venant de l'environnement naturel; marcher dans un jardin, notes vertes, herbacés, de terre, boisées</p> <p>Floral herbeux - herbes fraîches, très fraîches, jeunes feuilles (vert floral)</p> <p>Floral vert (vert foncé) - vieille feuille de cacao écrasée, notes vert foncé. Petits pois, poivrons cuits (légumes vert foncé)</p> <p>Floral boisé (générique) - a été frais mais maintenant huile essentielle sèche, base structurelle, aller marcher dans la forêt avant l'hiver, fleurs séchées</p> <p>Floral champignon, viande, salé, MSG</p> <p>Floral terreux - forêt après la pluie, odeur de l'humidité venant des sols sur les plantations de cacao</p> <p>Floral herbacé - épices séchées âgées. Commun à toutes les herbes séchées et lié parfois à l'astringence</p> <p>Floral parfumé - note persistante comme les fixatifs ajoutés aux parfums (vanille) pour que l'odeur exhalée soit plus prolongée</p> <p>Floral fleuri - vous le sentez et cela disparaît. Différence entre la plupart des roses et une variété de rose très parfumée comme la Mister Lincoln.</p> <p>Floral fleur d'oranger - essentiellement floral-fleurs, mais avec un arôme plus spécifique de fleur d'oranger</p>
Boisé	<p>Notes de bois clair - frêne, hêtre, érable, pin blanc, tronc de cacaoyer coupé</p> <p>Notes de bois foncé - chêne, noyer, teck</p> <p>Notes de résines - pin rigide, baume de résine d'arbre foncé ou clair</p>
Épicé	<p>Épices à tabac - l'odeur à l'extérieur d'un magasin de tabac, pas cendré et sale mais plutôt tabac à pipe, sucré</p> <p>Épicé poivré</p>
Mauvaises notes aromatiques	<p>Jambon, viande coupée, mauvaise fermentation</p> <p>Fumé - quand on brûle des matières végétales (bois, herbes, cabosses)</p> <p>Autres mauvaises notes - cacao contaminé par des fumées de gazole</p> <p>Cuir - pas fraîchement tanné dans un magasin, plutôt comme du cuir avec de la sueur et de l'urine, comme une selle de cheval</p> <p>Fumier sur-fermenté - cour de ferme, fumier</p> <p>Sur-fermentation putride - matières fécales</p> <p>Salissures - déplaisant, comme des ustensiles sales, souvent associé à des notes astringentes, si l'astringence augmente = l'odeur de salissure augmente, etc. Fonction de poussière.</p> <p>Écorce d'arbre: négatif, généralement déplaisant, sec et poussiéreux, malodorant, odeur non propre. Sous-fermentation, astringence, cru, cuir, salissures tendent à être associées également à l'écorce d'arbre.</p>

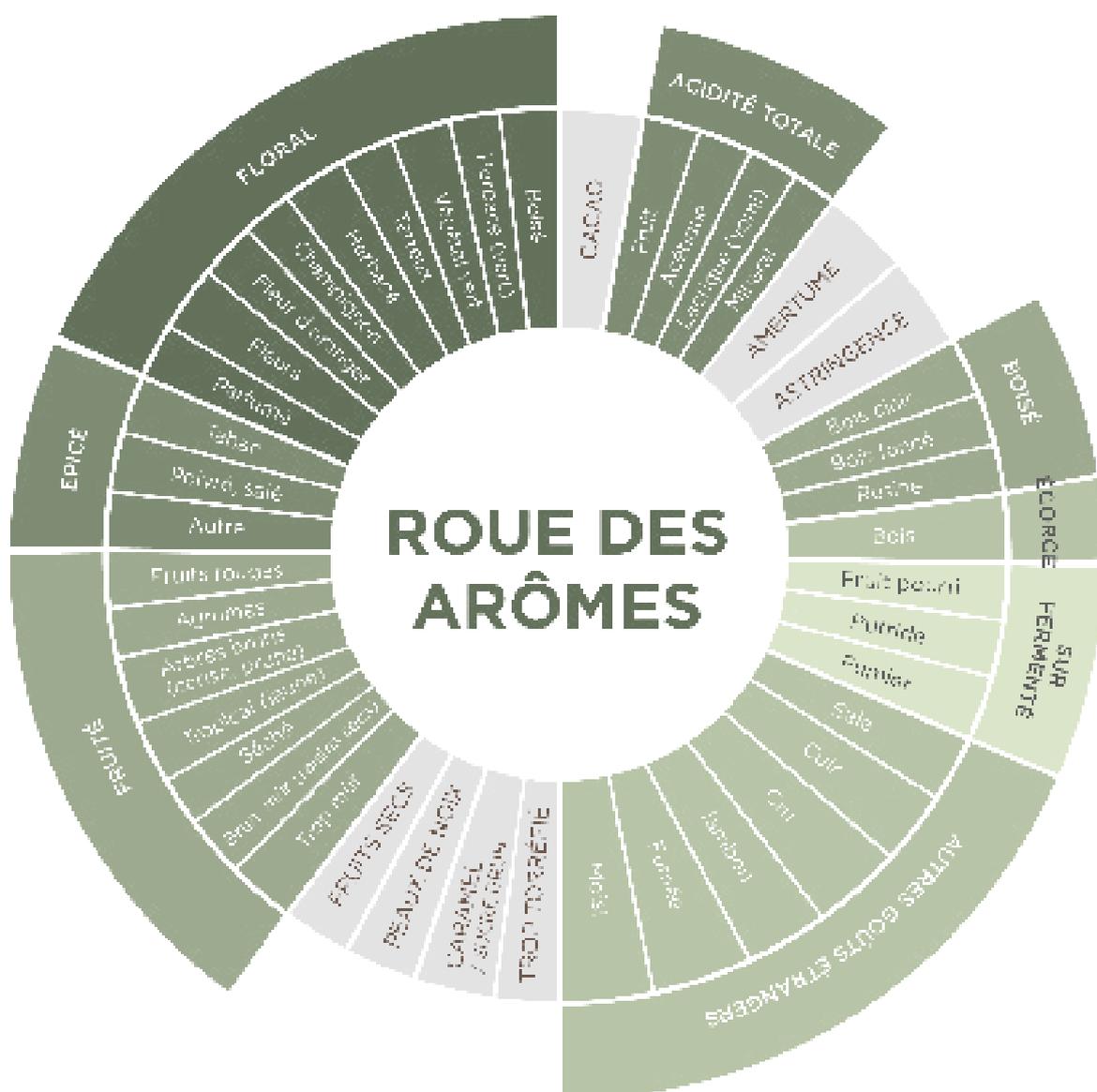
Roue des arômes

Avec les principales catégories et sous-catégories pour la liqueur et le chocolat

(Seguine & Sukha, Flavour wheel with main categories and sub categories for both liquor and chocolates. Cocoa Research Centre Sensory Training Guide., 2015b).

Signification des Scores d'intensité des Attributs

Intensité de l'attribut	Signification
0	Pas présent
1	Juste une trace ou peut ne pas être perçu si on goûte une fois de plus
2	Présent dans l'échantillon
3-5	Caractérise clairement l'échantillon
6-8	Dominant
9-10	Le maximum que l'on peut percevoir



Bibliographie

- Alliance7. (2012). GUIDE DE BONNES PRATIQUES D'HYGIENE Pour l'industrie de première et deuxième transformation du chocolat. Paris: Alliance7.
- Amoah-Awua, W. (2014). Methods of cocoa fermentation and drying. In R. Schwan, & G. Fleet (Eds.), *Cocoa and Coffee Fermentations*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Arikiah, A., Tan, T., Sharman, M., & Clapperton, J. (1994). Experiments to determine influence of primary processing parameters and planting material on the flavour of cocoa beans in Malaysia. *Cocoa Growers' Bulletin*, 48, 36-46.
- AusAid. (2010). *Cocoa Processing Methods for the Production of High Quality Cocoa in Vietnam*. http://canacacao.org/uploads/smartsection/19_Cocoa_fermentation_manual_Vietnam.pdf (Accessed March 2015).
- Baligar, V., Fageria, N., & Elrashidi, M. (1998). Toxic and nutrient constraints on root growth. *Horticultural Science*, 33, 960-965.
- Bateman, R. (2015). *Pesticide Use in Cocoa -A Guide for Training Administrative and Research Staff (3 ed.)*. Londres: ICCO. Consulté sur ICCO SPS: <http://www.icco.org/sites/sps/manual.html>
- BCCCA. (1996). *Cocoa Beans - Chocolate Manufacturers' Quality Requirements (4th ed.)*. Londres, R-U: BCCCA.
- CAC. (2004). *Prevention and Reduction of Lead Contamination in Foods (CAC/RCP 56-2004)*. Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.
- CAC. (2006). *Codex Code of Practice for the Prevention and Reduction of Dioxin and Dioxin-like PCB Contamination in Food and Feeds (CAC/RCP 62-2006)*. Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.
- CAC. (2013). *Code of practice for the prevention and reduction of ochratoxin A formation in cocoa (CAC/RCP 72-2013)*. Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.
- CacaoNet. (2012). *A Global Strategy for the Conservation and Use of Cacao Genetic Resources, as the Foundation for a Sustainable Cocoa Economy (compiler Laliberte, B)*. Montpellier, France: Bioversity International.
- CAOBISCO. (1995). *Specifications for sacks made of jute and sisal fabric for food contact uses*. Bruxelles: CAOBISCO.
- CAOBISCO. (2011). *Guide to Good Hygiene Practices (Revision ed.)*. Bruxelles, Belgique: CAOBISCO.
- Clapperton, J. F. (1994). A review of research to identify the origins of cocoa flavour characteristics. *Cocoa Growers' Bulletin*, 48, 7-16
- Clapperton, J. F., Lockwood, G., Yow, S., & Lim, D. (1994). Effects of planting materials on flavour. *Cocoa Growers' Bulletin*, 48, 47-63.

CocoaSafe. (2015). Capacity building and knowledge sharing in SPS in Southeast Asia. Consulté sur www.cocoasafe.org

Codex Alimentarius. (1981 Rev. 2001). Norme Codex 105 pour les cacaos en poudre et les mélanges secs de cacao et de sucres.

Codex Alimentarius. (2001). Norme Codex pour le beurre de cacao 86-1981, Rev.1-2001.

Codex Alimentarius. (2003). Norme Codex pour le chocolat et les produits à base de chocolat (87-1981, Rev 1-2003). Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.

Codex Alimentarius. (2014). Norme Codex 141-1983, Rev. 1-2001 modifiée en 2014 pour le cacao en pâte (liqueur de cacao/chocolat) et le tourteau de cacao CODEX STAN 141-1983, Rev. 1-2001.

Crozier, J., Arevalo, E., Casanoves, F., Diaz, F., & Zuñiga, L. (2012). Heavy metal levels of cocoa and soil from Peru and Venezuela. Actes de la 17e Conférence internationale sur le cacao, Yaoundé, Cameroun. COPAL, Nigéria (sous presse).

Cryer, N., Turnbull, C., Lahive, F., Daymond, A., End, M., & Hadley, P. (2012). Cadmium Uptake and Partitioning within the Cocoa Plant . Actes de la 17e Conférence internationale sur le cacao, Yaoundé, Cameroun. COPAL, Nigéria (sous presse).

Dand, R. (2010). The International Cocoa Trade (3rd ed.). Cambridge: Woodhead Publishing.

Dohmen, M., Helberg, U., & Asiedu, F. (2012). Certification Capacity Enhancement (CCE) Sustainable Cocoa Trainers' Manual - For Access to Certification and Increased Productivity -Ghana Version 1.5 - Mai 2012. http://www.kakaoforum.de/fileadmin/user_uploads/CCE_Trainingsmaterialien/2014_08_CCE_Ghana_Curriculum_v2.0.pdf: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

EFSA. (2009). Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. EFSA Journal, 9(8), 1-139. Consulté sur <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/980.htm>

EFSA. (2012). Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. EFSA Journal, 10(6), 2704.

EFSA CONTAM. (2010 rev 2013). Scientific opinion on lead in foods. EFSA Journal, 8(4), 1570. doi:10.2903/j.efsa.2010.1570

EFSA CONTAM. (2011). Comparison of the approaches taken by EFSA and JECFA to establish a HBGV for cadmium. EFSA Journal, 9(2), 2006. doi:10.2903/j.efsa.2011.2006

EFSA CONTAM. (2011). Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. The EFSA Journal, 9(2), 1975. doi:10.2903/j.efsa.2011.1975

EFSA CONTAM. (2012). Scientific report with refined dietary risk assessment: Cadmium dietary exposure in the European population. EFSA Journal, 10, 2551. doi:10.2903/j.efsa.2012.2551

UE. (2000, août). Directive 2000/36/EC du Parlement européen et du Conseil du 23 juin 2000 relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à la consommation humaine. Journal officiel des Communautés européennes, 197, 19-25.

UE. (2002). RÈGLEMENT (CE) N° 178/2002 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires. JO, 31(1).

UE. (2006, décembre). RÈGLEMENT DE LA COMMISSION (CE) N° 1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. JO, 364, 5.

UE. (2011, août). RÈGLEMENT DE LA COMMISSION (UE) N° 835/2011 du 19 août 2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées alimentaires. JO, 215, 4.

UE (2011, October). COMMISSION REGULATION (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers. OJ 304,18

UE. (2011, décembre). Règlement (UE) N° 1259/2011 modifiant le règlement (CE) N° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires. JO, 320, 18-23.

UE. (2014, mai). RÈGLEMENT DE LA COMMISSION (UE) N° 488/2014 modifiant le règlement (CE) N° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en cadmium dans les denrées alimentaires. JO, 138, 75.

UE, (2015, Oct) Règlement (UE) 2015/1933 de la Commission du 27 octobre 2015 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans la fibre de cacao, les chips de banane, les compléments alimentaires, les herbes séchées et les épices séchées JO L282,11, 28/10/2015

UE DG SANCO. (2004). SCOOP Task 3.2.12 Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-12_final_report_pah_en.pdf

Comité permanent des denrées alimentaires de l'UE. (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Consulté sur http://www.ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out153_en.pdf

FDA. (1968). Chocolate, sugars, and related products - method for cocoa beans (v-18). (Macroanalytical Procedures Manual MPM: V-4). Silver Spring: Food and Drug Administration.

Fowler, M. (1994). Fine or Flavour Cocos: Current position and prospects. Cocoa Growers' Bulletin, 48, 17-23.

Gilmour, M. (2009). Quality and Food Safety in a Sustainable Cocoa Supply Chain. Actes de la 16e Conférence internationale de recherche sur le cacao, novembre 2009, Bali, Indonésie (p. 855 - 864). Lagos, Nigéria: COPAL.

Guehi, S., Dingkuhn, M., Cros, E., Fourny, G., Ratomahenina, R., Moulin, G., & Clement Vidal, A. (2008, March). Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans. African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (3), p. 174-179, mars 2008, 3(3), 174-79. Consulté sur <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/2B2A73B30713>

ICA. (1991). The ICA Code of Hygiene Practice Based on HACCP for the Prevention of *Salmonella* Contamination in Cocoa, Chocolate and Confectionery Products . Bruxelles, Belgique: ICA.

ICCO. (2009). Guidelines on best known practices in the cocoa value chain (CS-16-Rev 1). http://www.icco.org/sites/www.roundtablecocoa.org/documents/RSCE2-3_EN%20Guidelines%20on%20Best%20Known%20Practices%20in%20the%20Cocoa%20Value%20Chain.pdf. Londres: Organisation internationale du cacao (ICCO).

ICCO. (2012). Report on the International Workshop on cadmium in cocoa and chocolate products 3-4 May 2012, Londres. <http://www.icco.org/sites/sps/workshops.html>.

ICCO. (2013). Project 146 Supply Chain Management for Total Quality Cocoa- Pilot Phase. Consulté sur <http://www.icco.org/projects/projects-home/10-projects/146-supply-chain-management-for-total-quality-cocoa-pilot-phase.html>

ICCO. (2014). Communication personnelle.

International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery. (1996). The detection of specific off-flavours in cocoa beans. Analytical Method 44. IOCCC.

IOCCC. (1996). The detection of specific off-flavours in cocoa beans. Analytical Method 44. Bruxelles: International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery.

ISO. (1973). Fèves de cacao - Échantillonnage. Genève: Organisation internationale de normalisation.

ISO. (1977a). Fèves de cacao - Épreuve à la coupe (ISO 1114). Genève: Organisation internationale de normalisation.

ISO. (2005). ISO 22000 Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. Genève: Organisation internationale de normalisation.

ISO. (2014). Fèves de cacao - Spécifications (ISO 2451). Genève: Organisation internationale de normalisation.

JECFA. (2011). 73e réunion du Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires. WHO Food Additives Series, 64.

Jonfia-Essien, W., & Navarro, S. (2010). Effect of storage management on free fatty acid content in dry cocoa beans. . 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Julius-Kühn-Archiv, 425, (p. 963-968). pub.jki.bund.de/index.php/JKA/artic.

Jonfia-Essien, W., & Navarro, S. (2012, April). Effect of Storage Management on Free Fatty Acid Content in Dry Cocoa Beans . *Journal of Life Sciences*, 6(4), 401.

Kamphuis, H. (n.d.). Cargill Cocoa & Chocolate: The colour of cocoa powder. Consulté le 5 septembre 2014 sur http://stage1.cargillcocoachocolate.com/_documents/The_colour_of_cocoa_powder.pdf

Lehrian, D., Kenney, P., & Butler, D. (1980). Triglyceride characteristics of cocoa butter from cacao fruit matured in a microclimate of elevated temperature. *J Am Oils Chem Soc*, 57: 66-69.

Matissek, R. (2014). Mineral oil transfers to food: Strategies for preventing the migration of MOSH/MOAH. *FOOD-LAB international*, 1(14), 6.

Matissek, R., Raters, M., Dingel, A., & Schnapka, J. (2014). Focus on mineral oil residues:MOSH/MOAH food contamination. *J Lab&more*, 3(14), 13.

Motomayor, J. C., Lachenaud, P., Wallace, J. d., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE* 3 (10). doi:10.1371/journal.pone.0003311.

Noppe, H., Buckley, S., & Ruebsamen, B. (2012). Possibilities of Profume® gas fumigant for the commercial fumigation of stored cocoa beans in EU. In B. H. Navarro S (Ed.), Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012 (p. 379-383). Turquie: ARBER Professional Congress Services.

Pontillon, J. (1997). Cacao et chocolat: Production, utilisation, caractéristiques. Lavoisier. doi:2-7430-0174-7

Rohan, T. (1963). Processing of raw cocoa for the market. FAO Agricultural Studies, 60. Rome (épuisé): FAO.

Safe Quality Food Institute. (2014). SQF Code: A HACCP-Based Supplier Assurance Code for the Food Industry. Edition 7.2 July 2014. Arlington, USA: Food Marketing Institute.

Schwan, R., & Fleet, G. (Eds). (2014). Cocoa and Coffee Fermentations. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Seguine, E., & Sukha, D. (2015a). Glossary of terms for flavour evaluations (for both liquor and chocolates) with some matching descriptors and examples of some origins/reference notes for calibration, Cocoa of Excellence Edition 2015. Consulté le 27 avril 2015 sur <http://www.cocoaofexcellence.org/how-to-participate/technical-guideline-and-data-form>

Seguine, E., & Sukha, D. (2015b). Flavour wheel with main categories and sub categories for both liquor and chocolates. Cocoa Research Centre Sensory Training Guide. Cocoa Research Centre, University of the West Indies, Trinité.

Steijn, J. (2010). Some examples of best known practices in warehouse keeping. Fédération des entreposeurs européens. Consulté sur http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/121-guidelines-on-best-known-practices-in-cocoa-warehousing.html

Sukha, D. (2008). The influence of processing location, growing environment and pollen donor effects on the flavour and quality of selected cacao (*Theobroma cacao L.*) genotypes. PhD Thesis, Dept. Chem. Engineering of the University of the West Indies, St Augustine, Trinidad and Tobago.

Sukha, D., Butler, D., Amores, F., Jiménez, J., Ramos, G., Gomez, A., Hollywood, N., Ravushiro, J. (2009). The CFC/ICCO/INIAP Cocoa Project “To establish the physical, chemical and organoleptic parameters to differentiate between fine and bulk cocoa” - some highlights from the organoleptic component. Actes de la 15e Conférence internationale de recherche sur le cacao, San José, Costa Rica. 9 – 14 octobre 2006. . Lagos, Nigéria: COPAL.

Sukha, D., Butler, D., Comissiong, E., & Umaharan, P. (2014). The impact of Processing Location and Growing Environment on flavor in cocoa (*Theobroma cacao L.*) - implications for “Terroir” and Certification - Processing Location study. Acta Hort, 1047, 255-262.

Sukha, D., Butler, D., Umaharan, P., & Boulton, E. (2008). The use of an optimised assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans. Journal of European Food Research and Technology, 226(3), 405-413 DOI 10.1007/s00217-006-0551-2.

Syndicat du Chocolat. (2012). Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour l'industrie de première et deuxième transformation du chocolat. Paris, France: Alliance7.

Wood, G., & Lass, R. (1985). Cocoa 4th Edition. Tropical Agricultural Series. Londres: Longman Group.

Wyrley-Birch, E. (1978). Cocoa Planting Manual (Revised Edition). Department of Agriculture, Sabah, Malaisie.

Autres Sources d'information

Référence Générales

AusAid (2010). Cocoa Processing Methods for the Production of High Quality Cocoa in Vietnam. http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Cocoa_fermentation_manual_Vietnam.pdf (AusAid, 2010)

Dand, R. (2010). The International Cocoa Trade. Third Edition, Woodhead Publishing, Cambridge. (Dand, 2010)

Gilmour, M. (2009) Quality and Food Safety in a Sustainable Cocoa Supply Chain. Actes de la 16e Conférence internationale de recherche sur le cacao, novembre 2009, Bali, Indonésie. (Gilmour, 2009)

ICCO (2009) Guidelines on best known practices in the cocoa value chain (CS-16-Rev 1). http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/119-manual-of-best-known-practices-in-cocoa-production.html London: International Cocoa Organisation (ICCO).

Rohan, T.A. (1963). Processing of raw cocoa for the market. FAO Agricultural Studies, 60, Rome (épuisé). (Rohan, 1963)

Schwan, R., & Fleet, G. (Eds). (2014). Cocoa and Coffee Fermentations. CRC Press, Taylor & Francis Group.
Wood, G.A.R. and Lass, R.A. (1985). Cocoa 4th Edition. Tropical Agricultural Series, Longman Group, Londres (Wood & Lass, 1985)

Wyrley-Birch, E.A. (1978). Cocoa Planting Manual (Revised Edition). Department of Agriculture, Sabah, Malaisie. (Wyrley-Birch, 1978)

Arôme

Arikiah, A., Tan, T.P., Sharman, M. and Clapperton, J.F. (1994). Experiments to determine influence of primary processing parameters and planting material on the flavour of cocoa beans in Malaysia. Cocoa Growers' Bulletin, 48, p.36-46 (Arikiah, Tan, Sharman, & Clapperton, 1994)

CacaoNet (2012). A Global Strategy for the Conservation and Use of Cacao Genetic Resources, as the Foundation for a Sustainable Cocoa Economy (B. Laliberté, compiler). Bioversity International, Montpellier, France. (CacaoNet, 2012)

Clapperton, J. F. (1994). A review of research to identify the origins of cocoa flavour characteristics. Cocoa Growers' Bulletin, 48, p.7-16. (Clapperton J. F., 1994)

Clapperton, J. F., Lockwood, G., Yow, S.T.K. and Lim, D.H.K. (1994). Effects of planting materials on flavour. Cocoa Growers' Bulletin, 48, p.47-63. (Clapperton, Lockwood, Yow, & Lim, 1994)

Fowler, M.S. (1994) Fine or Flavour Cocos: Current position and prospects. Cocoa Growers' Bulletin, 48, p.17-23. (Fowler, 1994)

International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery (1996). The detection of specific off-flavours in cocoa beans. Analytical Method 44 (International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery, 1996)

Sukha, D.A.; Butler, D.R., Umaharan, P. and Boulton, E. (2008). The use of an optimised assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans. *Journal of European Food Research and Technology* 226 (3): 405-413. DOI. 10.1007/s00217-006-0551-2, (Sukha D. , Butler, Umaharan, & Boulton, 2008)

Sukha, D.A.; Butler, D.R.; Amores, F.; Jiménez, J.C.; Ramos, G.; Gomez, A.; Hollywood, N. and Ravushiro, J. (2009) The CFC/ICCO/INIAP Cocoa Project “To establish the physical, chemical and organoleptic parameters to differentiate between fine and bulk cocoa” – some highlights from the organoleptic component. In *Actes de la 15e Conférence internationale de recherche sur le cacao*, San José, Costa Rica. 9 – 14 octobre 2006. p. Nigéria: COPAL (Sukha D. , et al., 2009)

Sukha, D.A.; Butler, D.R.; Comissiong, E.A. and Umaharan, P. (2014). The impact of Processing Location and Growing Environment on flavor in cocoa (*Theobroma cacao* L.) – implications for “Terroir” and Certification – Processing Location study. *Acta Hort.* (ISHS) 1047:255-262

http://www.actahort.org/books/1047/1047_31.htm.

Amoah-Awua, W.K. (2014) Methods of cocoa fermentation and drying. in “Cocoa and Coffee Fermentations” Eds Schwan, R.F. and Fleet, G.H. CRC Press, Taylor & Francis Group. (Amoah-Awua, 2014)

Autres Sources d’information: Résidus de Pesticides

Codex Alimentarius (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticides/fr/>)

Agence européenne de sécurité des aliments (<http://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/pesticides>)

Commission européenne (http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm)

Agence de protection de l’environnement des États-Unis (www.EPA.gov/pesticides)

Ministère de la Santé, du Travail et du Bien-Être du Japon (<http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/>)

Bateman, R. (2015) Pesticide Use in Cocoa: A Guide for Training Administrative and Research Staff. 3rd Edition. ICCO, R-U. http://www.icco.org/sites/sps/documents/manual_icco_2nded_final.pdf (Bateman, 2015)

CocoaSafe SPS for SE Asia: (<http://cocoasafe.org>)

COLEACP-EDES (<http://edes.coleacp.org>)

CropLife <http://croplife.org/trainingthroughlocalpartnerships/cocoa/>

Sanitary and Phytosanitary (SPS) standards Africa: (<http://www.icco.org/sites/sps/>)

DropData: http://www.dropdata.org/cocoa/cocoa_SPS_blog.htm

Autres Sources d’information: Bonnes Pratiques de Fabrication

Safe Quality Food Institute: SQF Code: A HACCP-Based Supplier Assurance Code for the Food Industry. Edition 7.2, July 2014. Food Marketing Institute, Arlington, VA, États-Unis. http://www.sqfi.com/wp-content/uploads/SQF-Code_Ed-7.2-July.pdf (Safe Quality Food Institute, 2014)

Guide to Good Hygiene Practices. CAOBISCO 2011 Revision. CAOBISCO, Bruxelles, Belgique. (CAOBISCO, 2011)

The ICA Code of Hygiene Practice Based on HACCP for the Prevention of Salmonella Contamination in Cocoa, Chocolate and Confectionery Products . ICA 1991 ICA, Bruxelles, Belgique (ICA, 1991)

ISO 22000 Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. Organisation internationale de normalisation 2005 (et révisions/nouvelles éditions de normes individuelles) Genève, Suisse <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso22000.htm> (ISO, 2005)

Alliance7 (2012) "Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène et d'application des principes HACCP Destiné à l'industrie de première et de deuxième transformation de cacao en produits de chocolat" (Alliance7, 2012)

Normes CEN Comité européen de normalisation <https://www.cen.eu/work/areas/food/pages/default.aspx>

Codex: <http://www.codexalimentarius.org/>

CAC, 2001 Norme Codex pour le beurre de cacao (86-1981, Rev 2001). Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (Codex Alimentarius, 2001)

CAC, 2003 Norme Codex pour le chocolat et les produits de chocolat (87-1981, Rev 1-2003). Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (Codex Alimentarius, 2003)

Autres sources d'information: Fumigation

Bateman, R. (2015) Pesticide Use in Cocoa: A Guide for Training Administrative and Research Staff. 3rd Edition. ICCO, R-U. see www.ICCO.org

Steijn, J. (2010) Some Examples of Best Known Practices in Warehouse Keeping. European Warehouse Keepers Federation. From http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/121-guidelines-on-best-known-practices-in-cocoa-warehousing.html (Steijn, 2010)

Autres Sources d'information: Acides Gras Libres

Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans. Guehi, S.T., Dingkuhn, M., Cros, E., Fourny, G., Ratomahenina, R., Moulin, G. & Clement Vidal, A. 2008. African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (3), p. 174-179, March 2008 http://www.academicjournals.org/article/article1380808237_Guehi%20et%20al.pdf (Guehi, et al., Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans, 2008)

Effect of storage management on free fatty acid content in dry cocoa beans. Jonfia-Essien, W.A. & Navarro, S. 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Julius-Kühn-Archiv, 425, 2010. P. 963-968. pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/download/1302/1347 (Jonfia-Essien & Navarro, 2010)

Effect of Storage Management on Free Fatty Acid Content in Dry Cocoa Beans Jonfia-Essien, W.A. & Navarro, S. 2012 Journal of Life Sciences; avril 2012, Vol. 6 Issue 4, p. 401 (Jonfia-Essien & Navarro, 2012)

Identification and Lipase-producing Abilities of Moulds Isolated from Ivorian Raw Cocoa Beans Guehi, S.T., Dingkuhn, M., Cros, E., Fourny, G., Ratomahenina, R., Moulin, G. & Clement Vidal, A. 2007. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 838-843, 2007. http://worldcocoaoundation.org/wp-content/files_mf/guehi2007.pdf (Guehi, et al., Identification and Lipase-producing Abilities of Moulds Isolated from Ivorian Raw Cocoa Beans, 2007)

Autres Sources d'information: Bonnes Pratiques d'entreposage

<http://www.icco.org/sites/sps/good-agricultural-and-warehousing-practices.html>

Bateman, R. (2015) Pesticide Use in Cocoa: A Guide for Training Administrative and Research Staff. 3rd Edition. ICCO, UK.

Steijn, J. (2010) Some Examples of Best Known Practices in Warehouse Keeping. Fédération des entreposeurs européens. Sur http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/121-guidelines-on-best-known-practices-in-cocoa-warehousing.html (Steijn, 2010)

Autres Sources d'information: Métaux Lourds

Cadmium

Site web DG SANCO UE: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/cadmium_en.htm
WHO Food Additives Series 64, 73e réunion du Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA), Organisation mondiale de la Santé, Genève, 2011. (JECFA, 2011)

Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. The EFSA Journal (2009) 980, 1-139.
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/980.htm> (EFSA, 2009)

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) 2011; Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal 2011; 9(2):1975. [19 p.] doi:10.2903/j.efsa.2011.1975 <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1975.htm> (EFSA CONTAM, 2011)

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) 2011; Comparison of the Approaches Taken by EFSA and JECFA to Establish a HBGV for Cadmium <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2006.htm> (EFSA CONTAM, 2011)

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) 2012 Scientific report with refined dietary risk assessment: European Food Safety Authority; Cadmium dietary exposure in the European population. EFSA Journal 2012; 10(1):2551. [37 p.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2551. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2551.htm> (EFSA CONTAM, 2012)

ICCO Report on the International Workshop On Cadmium In Cocoa And Chocolate Products 3-4 mai 2012, Londres (ICCO, 2012)

J Crozier, E Arevalo, F Casanoves, F Diaz & L Zuñiga 2012 Heavy metal levels of cocoa and soil from Peru and Venezuela. Actes de la 17e Conférence internationale sur le cacao, Yaoundé, Cameroun. COPAL, Nigéria. [sous presse] (Crozier, Arevalo, Casanoves, Diaz, & Zuñiga, 2012)

Cryer, N.C., Turnbull, C.J., Lahive, F.M., Daymond, A.J., End, M.J., Hadley, P. (2012). Cadmium Uptake and Partitioning within the Cocoa Plant. Actes de la 17e Conférence internationale sur le cacao, Yaoundé, Cameroun. COPAL, Nigeria. [sous presse] (Cryer, et al., 2012)

Plomb et autres métaux lourds:

Site web EFSA: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/1570.pdf> (EFSA CONTAM, 2010 rev 2013)

Baligar VC, Fageria NK & Elrashidi MA (1998) Toxic and nutrient constraints on root growth. Horticultural Science 33 960-965 (Baligar, Fageria, & Elrashidi, 1998)

He, S., He, Z., Yang, X., Stoffella, P.J., Baligar, V.C., 2015. Soil Biogeochemistry, Plant Physiology, and Phytoremediation of Cadmium-Contaminated Soils. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, pp. 135-225

Autres Sources d'information: Hydrocarbures d'huiles Minérales

Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. *EFSA Journal* 2012;10(6):2704 (EFSA, 2012)

BDSI <http://www.bdsi.de/en/association/organization/lci-food-chemistry-institute/> “

<http://www.lci-koeln.de/download/vorstellung-toolbox-konzept/> <http://www.lci-koeln.de/download/toolbox-flyer-englisch>

Matissek, R. (2014). Mineral oil transfers to food: Strategies for preventing the migration of MOSH/MOAH. *FOOD-LAB international*, 1(14), 6.

Matissek, R., Raters, M., Dingel, A., & Schnapka, J. (2014). Focus on mineral oil residues: MOSH/MOAH food contamination. *J Lab&more*, 3(14), 13.

CAOBISCO (1995). Specifications for sacks made of jute and sisal fabric for food contact uses. (CAOBISCO, 1995)

Autres Sources d'information: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Règlement (UE) 2015/1933 de la Commission du 27 octobre 2015 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans la fibre de cacao, les chips de banane, les compléments alimentaires, les herbes séchées et les épices séchées JO L282,p 28/10/2015

RÈGLEMENT DE LA COMMISSION (UE) N° 835/2011 du 19 août 2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées alimentaires JO L215, p. 4, 20/08/2011 (EU, 2011)

Comité permanent des denrées alimentaires, 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food.

Site web: ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out153_en.pdf (EU Standing Committee on Foodstuffs, 2002)

DG- SANCO SCOOP Task 3.2.12, 2004. Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-12_final_report_pah_en.pdf (EU DG SANCO, 2004)

Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. *The EFSA Journal* (2008) 724, 1-114.

Autres Sources d'information: Mycotoxines

Code d'usages du Codex Alimentarius pour la prevention et la reduction de la contamination par l'ochratoxine A dans le cacao. (CAC/RCP 72-2013) http://www.codexalimentarius.org/download/standards/13601/CXP_072e.pdf (CAC, 2013)

Gilmour, M. & Lindblom, M. (2008) Management of ochratoxin A in the cocoa supply chain: a summary of work by the CAOBISCO/ECA/FCC working group on ochratoxin A. in "Mycotoxins: detection methods, management, public health and agricultural trade." Leslie, J. F., Bandyopadhyay, R., Visconti, A. (Eds). CAB e-book <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20083189576>, CAB

Index

- Acidité **12, 16, 55, 81, 92**
- Acides gras libres **Voir AGL**
- AGL **15, 35, 36, 37, 60, 70**
- Allergènes **20, 60, 63**
- Arôme **11-18, 35, 37, 51, 54, 56, 81-94**
- Bactéries **21, 56, 58, 84**
- Cadmium. **Voir Métaux lourds: cadmium**
- Contamination par la fumée **15, 27, 58-59, 61**
- Corps étrangers **22, 33, 35, 45, 62, 70**
- Dioxines et PCB **21**
- Séchage **15, 16, 21, 25, 27, 58-59, 80**
- Fermentation **11, 14-18, 38, 54-57, 74-79**
 petite échelle **74-79**
- Fumigation **24, 31, 60-61**
- HAP **15, 25, 27-28, 58-59**
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques. **Voir HAP**
- Hydrocarbures d'huile minérale **25-27, 60**
- Hygiène **19-21, 55, 84**
- Infestation **24, 46, 52, 60-61**
- Insectes. **Voir Infestation**
- Métaux lourds **22-23**
 cadmium **22-23, 53**
 plomb **23**
- MOAH. **Voir Hydrocarbures d'huile minérale**
- MOH. **Voir Hydrocarbures d'huile minérale**
- MOSH. **Voir Hydrocarbures d'huile minérale**
- Ochratoxine A. **See OTA**
- Odeur ou goût étranger
 goût acide **12, 16, 55, 81, 92**
 amertume/astringence **12, 16-17, 56, 90**
 moisi **11, 15, 35, 54-58**
 fumée **15, 58-59**
- OTA **29, 34, 54, 56-58**
- Résidus de pesticides **30-31, 52-53**
- Teneur en humidité **35, 37, 45, 58, 60, 80, 83**

CAOBISCO

47 Boulevard Saint-Michel,
B-1040 , Brussels, Belgium
www.caobisco.eu

**ECA, EUROPEAN COCOA
ASSOCIATION**

Avenue des Gaulois 3 , Box 6
B - 1040 Brussels, Belgium
www.eurococoa.com

**FCC FEDERATION OF
COCOA COMMERCE LTD.**

30 Watling Street,
London, UK, EC4M 9BR
www.cocoafederation.com