SOMMAIRE

REMERCIEMENTS ii

SOMMAIRE iii

LISTE DES FIGURES iv

LISTE DES TABLEAUX v

LISTE DES ANNEXES vi

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES vii

INTRODUCTION 1

CADRE GENERAL DE L'ETUDE

I. Contexte de l'étude 2

II. Présentation générale de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA 4

III. L'Importance économique du cacao 6

IV. *Theobroma cacao* 9

V. Technologie de la chocolaterie 16

Conclusion partielle 27

MATERIELS ET METHODES

I. Sites d'action 28

II. Méthodes de mise en place d'une démarche qualité 30

III. Méthodes de contrôle de la qualité du cacao 35

IV. Application sur l'étude du processus de fermentation 40

Conclusion partielle 51

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Amélioration et mise en place d'une démarche qualité 52

II. Résultats des applications sur la fermentation 72

III. Recommandations 77

CONCLUSION GENERALE 79

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 80

ANNEXES 84

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Les chocolats MADECASSE 5
Figure 2: Tronc d'un cacaoyer 11
Figure 3: Feuille de cacaoyer 12
Figure 4: Fleur de cacaoyer 12
Figure 5: Cabosses de cacaoyer 13
Figure 6: Fèves fraîches et Fèves de cacao 14
Figure 7: De la plantation aux chocolats 24
Figure 8: La roue de Deming 32
Figure 9:Méthode des 7 M 35
Figure 10: Bacs de fermentation 40
Figure 11: Procédure des essais de fermentation 45
Figure 12: Comparaison de l'intensité moyenne des attributs pour chaque chocolat 75
Figure 13: Résultat de l'analyse hédonique sur les quatre chocolats 76
Figure 14: Comparaison des tests de préférence de F 01 et F 07 en fonction du sexe 76
Figure 15: Fèves à casse claire de *Criollo* et à casse violette de *Forastero* 102
Figure 16: Types de fèves pendant le test à la coupe 102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Production mondiale de fève de cacao 7
Tableau 2: Les conditions écologiques de la culture du cacaoyer 14
Tableau 3: Mécanisme de la formation des arômes du chocolat 26
Tableau 4: Caractéristiques des types commerciaux de cacao à Madagascar 36
Tableau 5: Paramètres de fermentation mises à essai 43
Tableau 6: Humidité relative des fèves 56
Tableau 7: Caractéristiques de grainage des fèves livrées 57
Tableau 8: Test à la coupe des fèves livrées 57
Tableau 9: Analyse des défauts du système post-récolte 59
Tableau 10: Bonnes Pratiques de Production de fèves de cacao 67
Tableau 11: Normes ISO sur les fèves de cacao 70
Tableau 12: Spécifications exigées pour le test à la coupe 71
Tableau 13: Test à la coupe des échantillons 73
Tableau 14: Souches de levures isolées dans le cacao en fermentation 94
Tableau 15: Molécules responsables des arômes dans le chocolat 99
Tableau 16: Comparaisons de moyenne des appréciations de F 01 et F 07 104

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Classification du Théobroma cacao.....85

Annexe 2 : Le commerce équitable du cacao et du chocolat.....85

Annexe 3 : Nutrition et santé sur le chocolat.....87

Annexe 4 : Fiche d'analyse sensorielle : Analyse descriptive.....99

Annexe 5 : Fiche d'analyse sensorielle : Analyse hédonique.....90

Annexe 6 : Etapes de la culture du cacaoyer.....90

Annexe 7 :OTA : OCHRATOXINE.....93

Annexe 8 : Les microorganismes présents lors de la fermentation.....94

Annexe 9 : Formules des principaux composants du cacao.....96

Annexe 10 : Les responsables des arômes et saveurs du chocolat 99

Annexe 11 : Fiche de contrôle qualité à la réception des fèves 102

Annexe 12 : Casses des fèves fraîches.....103

Annexe 13 : Test à la coupe.....103

Annexe 14 : Analyse de la variance F 01 – F 07.....104

Annexe 15 : Profil Flash.....106

Le numero 1 mondial du memoires

www.rapport-gratuit.com

clubmemoire@gmail.com

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ADAPS: Association pour le Développement de l'Agriculture et du Paysannat du Sambirano

BPP: Bonnes Pratiques de Production

FCC:*Federation of Cacao Commerce*

Fournisseur K: Fournisseur Kokafa

Fournisseur L: Fournisseur Lalatiana

Fournisseur T: Fournisseur Théodule

g:gramme

HR: Humidité Relative

ICCO: International Cacao Organisation

ISO: International Standard Organization

kg:kilogramme

T°: Température

INSTAT: Institut National de la Statistique

PH: Potentiel Hydroélectrique

PIC:PôlesIntégrés de Croissance

USD : Dollars Américains

INTRODUCTION

Les fèves de cacao ont été consommées depuis des siècles sous différentes formes jusqu'à la fabrication de chocolat.Ce produit devient de plus en plus apprécié par toute la population et principalement par les amateurs de saveurs complexes.

Par ailleurs, l'attitude des consommateurs évolue de façon très nette vers une plus grande attention portée sur la qualité des chocolats à croquer, et corrélativement, vers une plus grande exigence concernant cette qualité.C'est pourquoi, dans un contexte de saturation de marché des produits agro-alimentaires, la qualité est devenue une variable de positionnement et d'action dans un univers concurrentiel.

Madagascar produit et dispose des cacaoyers d'un caractère génétique particulier en harmonie avec le terroir et le microclimat de la vallée du Sambirano. La juxtaposition de ces différents paramètres a permis aux cacaos malgaches d'être classifiés « Cacao fin » par l'ICCO. En outre, les traitements post-récolte des fèves de cacao constituent une étape cruciale déterminante de la qualité et de la catégorisation des fèves de cacao destinées à la fabrication de chocolat pour conférer à celui-ci un complexe d'arômes, de flaveurs et de notes particulières.

Chaque cacao possède un potentiel de qualité intrinsèque qui dépend de la variété génétique des arbres plantés et de la recombinaison de ces variétés, du climat, du terroir ainsi que du savoir-faire agronomique du planteur. Mais ce potentiel peut être valorisé ou, au contraire, dégradé au cours des opérations post-récolte (BAREL, 2013). Dès la récolte, la conduite de la fermentation, le séchage qui s'en suive, ainsi que les paramètres de stockage influent sur l'obtention des précurseurs aromatiques particuliersau niveau des fèves ainsi traitées. Ainsi, l'objectif principal fixé durant cette étude sera d'étudier et de déterminer les démarches et les modifications à appliquer au niveau de la fermentation des fèves durant les traitements post-récolte, afin de maîtriser de façon soutenue la qualité des fèves.

Cette étude sera ainsi divisée en trois parties dont, le cadre général de l'étude, puis les méthodes de mise en place et de maîtrise de la qualité et des améliorations effectuées au niveau de la fermentation. L'étude se terminera par les résultats, discussions et recommandations y afférents pour la société MADECASSE CHOCOLATE& VANILLA.

Partie I

CADRE GENERAL DE L'ETUDE

I. Contexte de l'étude

1. Raison du choix du thème

Au niveau du produit fini de la chocolaterie, les arômes perçus provenant du cacao sont intimement liés au terroir d'origine de la plantation. Ce critère, n'étant pris en compte que depuis peu, il devient un critère de plus en plus important pour les consommateurs. En chocolaterie, on emploie le terme « cacao fin » pour qualifier un cacao lorsque l'on y décèle la présence d'arômes subtils que l'on retrouvera dans le chocolat (BAREL, 2013).

Ces arômes caractéristiques se rencontrent dans le cacao de Madagascar et se manifestent par une note fruitée particulièrement recherchéeou épicée ou florale ou de noix. La présence de ces notes dans le chocolat permetau pays d'origine du cacao en question d'obtenir la labélisation de « Cacao fin » par l'ICCO qui est l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO, 2008).

De toutes les étapes post-récolte, dont principalement la fermentation,dépend la formation des précurseurs d'arômes et de leur développement. C'est pourquoi, ces étapes doivent être suivies de près et contrôlées pour avoir la qualité de cacaos marchands. Par la suite, les procédés ultérieurs de torréfaction et de conchage lors de la fabrication du chocolat permettront d'induire les réactions biochimiques nécessaires pour développer les arômes finaux à partir des molécules précurseurs produites pendant les traitements post-récolte.

2. Problématique

Dans le processus de fabrication du chocolat, les traitements post-récolteet la torréfaction jouent les rôles les plus importantes dans le développement des précurseurs d'arômes qui permettront de conserver et de faire sortir dans les conditions optimales les notes particulières du cacao Malgache tout en abaissant l'amertume, l'acidité et l'astringence du cacao.

Dans ce sens œuvre la société MADECASSE CHOCOLATE pour la transformation de ces cacaos en chocolats de qualité, dans le but de figurer parmi les meilleurs chocolatiers dans le marché américain et européen voire dans le monde.

Des études antérieures (DESCROIX, 2014 ; SEGUIN, 2014), ont démontré que les cacaos du Sud Sambirano où se situent les fournisseurs de l'entreprise disposent d'un potentiel génétique d'autant plus riche que les cacaos des autres parties de la région. La

différence se porte donc sur les traitements post-récolte pour concurrencer les célèbres MILLOT ou AKESSON en termes de qualité.

3. But et objectifsde l'étude

Cette étude a pour but de caractériser les traitements post-récolte effectués par les fournisseurs de cacaos marchands de la société MADECASSE CHOCOLATE. Une démarche permettant d'obtenir des matières premières de qualité meilleure et constante sera implémentée pour parvenir à un chocolat de qualité organoleptique supérieure.

Pour cela, les objectifs suivants devront être atteints :

- Comprendre le phénomène de la formation des précurseurs d'arômes
- Déterminer les facteurs qui influent sur la qualité du cacao et les problèmes de leur maîtrise
- Déterminer les contrôles à effectuer pour évaluer la qualité du cacao issu des traitements
- Proposer un système qui permettra de suivre et de contrôler cette qualité

4. Méthodologie de travail

Pour atteindre ce but, une méthodologie de travail répartie sur quatre étapes a été adoptée.

4.1 Phase préliminaire

Une phase de documentation et d'immersion dans la filière de la production de chocolat à partir des fèves de cacao ont été effectuées pour évaluer la situation actuelle de la filière du cacao et afin d'avoir les connaissances nécessaires pour atteindre les objectifs cités précédemment.

4.2 Evaluation de la situation existante et expérimentation

Une descente sur les zones de production des cacaos marchands à Ambanja a permis d'observer les méthodes de transformation des fournisseurs et les écarts de qualité des cacaos produits.Un systèmede gestion de la qualité selon les conditions existantes a été ainsi déterminé.

En outre, des expérimentations au niveau de la fermentation ont été effectuées afin de définir la méthode la plus adéquate pour l'un des fournisseurs. La conduite de ces expériences a constitué un modèle de la méthode de suivi de la qualité.

4.3 Mise en place d'un système d'amélioration et de contrôle de la qualité

Un système de gestion de la qualité a été proposéen fonction des observations effectuées. Les expérimentations sur la fermentation ont fait l'objet d'exemple démontrant les actions à entreprendrepour une amélioration de la qualité au niveau des zones de productionet du laboratoire de contrôle qualité. A partir de cela, des recommandations et perspectives ontété déduites.

4.4 Rédaction et présentation de l'étude

Les résultats de l'étude ont été compilés en un document scientifique.
Les travaux seront ensuite présentésdevant un jury composé des enseignants chercheursde l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques et des représentantsde la société MADECASSE CHOCOLATE& VANILLA.

II. Présentation générale de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA

1. Présentation

La société MADECASSE est une entreprise créée en 2006 par deux volontaires de *Peace Corps* qui ont servi à Madagascar, où ils sont tombés sous le charme du pays, et ont voulu faire quelque chose.

Elle dispose de trois sièges. Le siège principal est localisé à Brooklyn aux USA et s'occupe de la coordination générale, passe les bons de commande au bureau de Madagascar, assure la vente sur le marché américain et s'occupe de la stratégie marketing de la société. Le bureau de Madagascar sise à Ambohijatovo dans la région Analamanga coordonne la production et l'envoie des produits, et effectue le suivi et le contrôle de la qualité ainsi que les travaux de recherche et de développement de nouveaux produits au sein de son laboratoire. Le dernier centre se situe dans la ville d'Ambanja dans la région du Sambirano, sous tutelle du bureau d'Ambohijatovo qui s'occupe spécialement des cacaos marchands.

MADECASSE œuvre dans le domaine agricole et agroalimentaire. Les travaux en cours se penchent actuellement sur la vanille et la chocolaterie. Ce dernier constitue 90% de ses activités et fera l'objet de l'étude.

2. Objectifs de la société

MADECASSE étant d'une part une entreprise agro-alimentaire se veut de devenir un des meilleurs chocolatiers du monde, et d'autre part se focalise aussi sur les aspects et impacts économiques et sociaux de ses activités.

Elle se penche dans le domaine du commerce équitable dans le cadre du « *Fair for Life* » (Annexe 2) et ses principaux objectifs sont de :

- renforcer l'économie de Madagascar ;
- créer des emplois dans un marché stable afin d'aider à la lutte contre la pauvreté ;
- casser la chaine de valeur en reliant directement les fermiers à l'usine de transformation pour réduire les coûts de transfert en augmentant le prix au niveau des paysans ;
- soutenir les paysans pour qu'ils puissent améliorer la qualité de leur produit et augmenter leur valeur ajoutée.

3. Produits

Les produis finis de la chocolaterie comprennent actuellement deux types :

- les tablettes de chocolats : 100% Dark, 80% Dark Chocolate, 70% Dark Chocolate, Sea Salt & Nibs, Toasted Coconut, Salted Almond, Espresso Bean, Cinnamon & Chili Pepper, Citrus & Pink Pepper, Milk Chocolate, Winter Spice, Peppermint, Hazelnut, et Orange Cranberry.
- et les chocolats de couverture : 100% Cocoa, 70% Cocoa, 63% Cocoa et 44% Milk.

Figure 1: Les chocolats MADECASSE

4. Ses partenaires

4.1 Production de cacao

Le cacao, qui est la principale matière première utilisée par l'usine de transformation, provient de la région du Sud Sambirano au Sud de la ville d'Ambanja.

La société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA dispose de trois fournisseurs partenaires dont :

- l'établissement Théodule
- l'exploitation familiale Lalatiana
- et la coopérative paysanne COKAFA

Les fèves de cacao utilisées par la société sont certifiées biologiques par l'organisme de certification Ecocert et « *fair for life* ».

4.2 Chocolaterie

La transformation en chocolat est actuellement effectuée en collaboration avec l'usine CINAGRA sise à Ambohidratrimo dans la région Analamanga.

III. L'Importance économique du cacao

Le cacao constitue, selon l'Agence Belge de Développement « Trade for Development Centre », le troisième marché alimentaire mondial, avec un montant annuel des échanges estimé à environ dix milliards de dollars. Selon les statistiques de l'ICCO, la demande, approximée par les quantités broyées, est passée de 3,2 millions de tonnes en 2004 à près de 4,0 millions de tonnes en 2012. La production mondiale du cacao n'a cessé d'augmenter depuis 1960. Elle est passée de 1,2 million de tonnes en 1961 à 1,7 million de tonnes et 5,0 millions de tonnes respectivement en 1980 et 2012. Cette progression est pour l'essentiel due à l'extension des superficies plantées et dans une moindre mesure, à l'accroissement des rendements qui sont, en moyenne, passés de de 352,4 kg à 503,6 kg entre 1980 et 2012, soit une hausse de 43% en 26 ans. Ce rendement atteint 2kg à l'hectare actuellement dans les pays les plus performants.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

1. Production de cacao

Les conditions écologiques pour la culture du cacao évoquées ci-dessus font de l'Afrique le candidat idéal pour la plantation de cacaoyer vue sa vaste superficie en basse altitude entre les tropiques. Plus de 70% des cacaos marchands utilisés dans le monde proviennent du continent africain. La Côte d'Ivoire et le Ghana dominent largement le marché du cacao mondial avec plus de 50% de la production mondiale à eux deux. A part le grand continent producteur, dans une partie de l'Amérique Latine, de l'Asie et de l'Océanie peuvent aussi se rencontrer de grandes exploitations cacaoyères. Le Nigéria, principal pays émergent dans le monde du cacao, el l'Indonésie commencent à jouer dans la cours des grands avec un ambitieux programme de replantation et de régénération variétale visant à produire très vite un million de tonnes.

Le tableau suivant montre une idée de la distribution du marché du cacao entre les grands pays producteurs.

Tableau 1: Production mondiale de fève de cacao (en milliers de tonnes)

Pays	2011/2012	%	2012/2013	%	2013/2014	%
Afrique	**2919**	**71,5**	**2820**	**71,5**	**2942**	**71,7**
Côte d'Ivoire	1486	36,4	1449	36,7	1550	37,8
Ghana	879	21,5	835	21,2	870	21,2
Nigeria	235	5,6	225	5,7	220	5,4
Cameroun	207	5,1	225	5,7	210	5,1
Autres	113	2,9	86	2,2	92	2,2
Amériques	**665**	**16**	**626**	**15,9**	**666**	**16,2**
Brésil	220	5,4	185	4,7	200	4,9
Equateur	198	4,8	192	4,9	210	5,1
Autres	237	5,8	249	6,3	256	6,2
Asie – Océanie	**511**	**12,5**	**496**	**12,6**	**496**	**12,1**
Indonésie	440	108	420	10,7	410	10
Papouasie Nouvelle Guinée	39	0,9	36	0,9	40	1
Autres	33	0,8	40	1	46	1,12
Total mondial	**4085**	**100**	**3942**	**100**	**4104**	**100**

Source : ICCO, 2014

Madagascar est très limitée en termes de quantité de production. En effet, le volume des fèves exportées, qui constitue plus de 90% de la production, ne représente que 9 103t en 2013 (INSTAT, 2014). Ceci ne représente que 0,22% de la production mondiale. Toutefois, sur le plan qualitatif, le cacao malgache est classifié « cacao fin » et fait partie des cacaos les plus primés au niveau mondial.

Ceci incite encore plus les producteurs locaux de cacao et les investisseurs étrangers à s'intéresser à l'accroissement de la production et au contrôle de la qualité des fèves de cacao de Madagascar.

2. Les prix mondiaux du cacao

Le prix mondial du cacao est déterminé par la bourse de New York et la bourse de Londres etest régulé par l'*International CocoaOrganization*(ICCO).

Depuis la période de retombée de 1999 à 2000 où le prix du cacao a atteint la plus basse valeur de son histoire d'environ 940 USD par tonne, le prix de cette épice n'a cessé de subir des fluctuations. Ce prix a augmenté considérablement en 2002 pour environ 1 850 USD la tonne. A partir de cette période, des fluctuations plus ou moins régulières ont été observées avec des valeurs de 1550 à 1 850 USD entre 2002 et 2007. Durant la saison 2006-2007, le prix a augmenté de 19% par rapport à la saison antérieure dû à un déficit important de la production durant cette saison (ICCO, 2008) et à la fébrilité du dollar américain lors de cette période.

En 2009, le marché du cacao s'est stabilisé autant dans le marché de Londres que de New York pour un solde avoisinant les 2300 à 2400 USD par tonne. Depuis, le cours du cacao n'a cessé d'augmenter avec la demande. En effet, de nouveaux clients font leurs apparitions alors que l'accroissement de la quantité de production n'arrive pas à suivre cette demande. L'ICCO affirme que le cours du cacao en ce début d'année 2015 atteint les 3666 USD la tonne à cause de la crise de la Côte d'Ivoire et prévoit encore une multiplication à cinq ou six fois du prix de cacao en 2030 si aucune mesure ne sera prise.

3. Le prix du cacao à Madagascar

Selon un rapport effectué par le Pôle intégré de croissance (PIC), le "Cacao Supérieur" origine Madagascar, reconnu comme l'un des rares "Cacaos Fins" au monde, bénéficie d'un premium sur les marchés permettant d'atteindre un niveau de prix allant jusque 4000 €/tonne et qui devrait encore augmenter si la qualité sera bien contrôlée.

Dans la région du Sambirano, étant donné que Madagascar ne fait pas encore partie de l'ICCO, la détermination des prix s'effectue entre les exportateurs et les chocolatiers preneurs. Ainsi, le prix du cacao est déterminé de façon totalement indépendante du marché mondial et est souvent établi par les grands exploitants. Les petits fermiers fixent leur prix sur un système de bouche à oreille. Ceci est à l'origine des grosses variations des prix du cacao.

En outre, la plupart de la population de cette région de Madagascar vit sur le cacao qu'elle soit propriétaire d'une plantation ou travailleur chez les producteurs de fèves de cacao. Entre exploitations industrielles et paysannes, la valeur des fèves de cacao de grade supérieur varient actuellement de 7000 à 12 500 Ariary le kg soit un total entre 2500 et 4500 USD la tonne (DUGAUGUEZ et RAZAFIMBELO, 2014).

IV. Theobroma cacao

1. Le cacaoyer à Madagascar

1.1 Historique et introduction

La principale matière première utilisée en chocolaterie est la fève de cacao provenant du cacaoyer*Theobroma cacao*. Madagascar est très réputé pour son potentiel génétique très recherché et de très bonne qualité.

Cet arbre est originaire de l'Amérique du Sud et principalement de l'Amazonie et de la vallée de l'Orinoco en Venezuela. L'espèce *Theobroma*, dispose dequatre variétés : *Criollo*, avec près de 5% de la production mondiale de cacao ; le plus commun *Forastero* avec des fèves de petites tailles, plates et de couleur violette (Annexe 12), le type *Nacional* avec une flaveur fine mais qui ne se rencontre qu'en équateur. La quatrième, *Trinitario*, qui est un hybride de *Criollo* et de *Forastero,* est une variété plus résistante et ayant des arômes bien prononcés (FOWLER, 1999). Le*Theobroma cacao* pousse entre les tropiques du Cancer et du Capricorne. Les Aztèques, originaire du Mexique, ont cultivé le cacaoyer en Amérique du Sud dans les îles des Caraïbes.Puis, Hernandos Cortés, un navigateur espagnol, emporte le cacao en Espagne comme boisson, puis vers la Guinée pour y être cultivé au XVII^{ème} siècle ce qui a permis la vulgarisation du cacaoyer dans les pays de l'Afrique de l'Est.

De nos jours, l'Afrique oriental produit plus de 70% des cacaos dans le monde (AMOYE, 2006; ICCO, 2008)

Les premiers cacaoyers ont été introduits à Madagascar à la fin du XIX^{ème}siècle, originaire de Java, c'étaient des *Criollos.*

1.2 Variétés

Les *Criollos* sont définis comme étant des cacaoyers produisant des fèves à arôme très fin et très prononcé. Ses fèves sont à casses claires avec des cabosses rouges qui virent vers l'orange à maturité. Ces cacaoyers sont plus sensibles aux maladies et aux climats.

Après l'introduction du *Criollo* à Madagascar au 19ème siècle, des cacaoyers de type *Forastero*ont été introduits, qu'on appelle aussi Tamatave. Cette variété est largement répandue dans le monde et représente plus de 80% de la production mondiale. Elle est plus résistante et surtout beaucoup plus productive que la variété *Criollo*. Les fèves sont légèrement aplaties, decouleur pourpre foncé donnant des cacaos de qualité ordinaire, un arôme peu prononcé et une amertume forte et courte.

Il est à noter que les cacaoyers de la variété *Criollo* sont saisonniers et ne donnent des fruits que pendant le mois d'Octobre à Janvier dans la région du Sambirano tandis-que ceux de la variété *Forastero* sont productifs pendant toute l'année avec des pics de production vers la moitié et la fin d'année.

En croisant ces deux variétés, une troisième a été sélectionnéepour avoir les meilleurs attributs dont,la qualité fine et aromatique du *Criollo*et,la productivité et la résistance du *Forastero.*Cette combinaison a donné le *Trinitario*, ces cacaoyers sont des hybrides biologiques naturels entre les *Criollo* et les *Forastero*. Ils n'ont pas d'attributs purs, la forme des cabosses est variée et les amandes sont claires, partiellement blanches et partiellement violettes. Le *Trinitario* donne un cacao de qualité moyenne à supérieure et représente aujourd'hui 15 % de la production mondiale. D'un point de vue génétique, des études ont montré que le *Trinitario* de Madagascar ne provient pas des *Criollos* présents mais plutôt d'une introduction ultérieure car il ressemble plus aux variétés rencontrées au Nicaragua et au Venezuela (YAN *et al*, 2012)

D'après les données de la FOFIFA d'Ambanja en 2014, la région du Sud Sambirano est très riche en *Criollo* et en *Trinitario*par rapport aux autres pays producteurs avec des pourcentages respectivement dans l'ordre de 5 à 20% et 35 à 40% en fonction des exploitants. Ce potentiel génétique explique en partie la réputation du cacao malgache qui lui a permis d'obtenir la labélisation de « Cacao Fin ».

2. Description botanique

Le cacaoyer est un grand arbre à l'état sauvage et sa domestication lui a donné une forme plus constante à travers les plantations (DUGAUGUEZ et RAZAFIMBELO, 2014).

Aussi dénommé « arbre à chocolat », le cacaoyer appartient à la famille des Malvacées ou des Sterculiacées selon le type de classification.(HUBERT, 1984).

2.1 Les racines

Le système radiculaire du cacao est composé d'un pivot pouvant atteindre 2 à 3m de profondeur quand le cacaoyer a plus de 10 ans et de nombreuses racines verticales. Il existe aussi 4 à 5 grosses racines latérales qui partent du collet et qui se subdivisent en plusieurs ramifications dans les 50 premiers centimètres du sol. Le chevelu superficiel est très abondant.

2.2 Le tronc

Une seule tige apparaît après la germination d'un grain de cacaoyer. Dès que cette jeune tige atteint de 40 à 50 cm de hauteur, elle s'arrête de grandir et quelques yeux insérés à l'aisselle des feuilles supérieures forment des rameaux. Une couronne de 3 à 6 branches est obtenue et se trouve entre 1 à 1,5 m au-dessus du sol, car le tronc s'est allongé et grossit en même temps. La troisième ou la quatrième année de culture atteinte, il apparaît une pousse un peu au- dessous de la couronne, qui s'allonge et, lorsqu'elle atteint quelques décimètres de longueur, sa croissance s'arrête. Ce phénomène peut se renouveler plusieurs fois et un cacaoyer peut avoir 4 voire 5 étages de branches. L'écorce du cacaoyer est de couleur grise brunâtre puis brune en vieillissant.

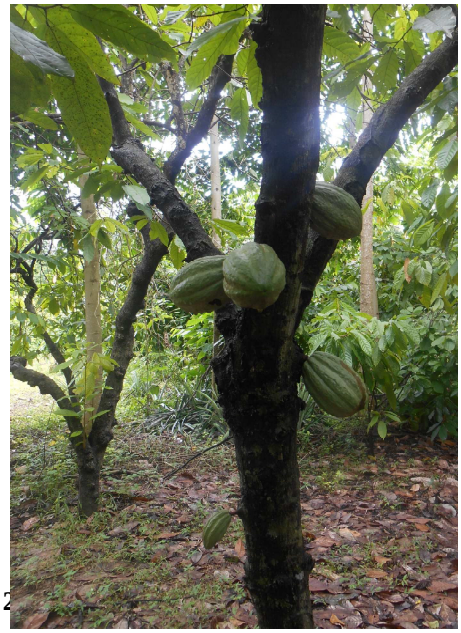


Figure 2

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

2.3 Les feuilles

Le système foliaire, assez dense, se développe sur environ 7m de diamètre. Jadis, les récits comparaient souvent le cacaoyer à l'oranger mais les feuilles du cacaoyer sont bien plus larges et plus longues.

Figure 3: Feuille de cacaoyer (cliché: auteur)

Cet arbre dispose de feuilles simples entières, alternes et pétiolées. Le pétiole mesure de 3 à 6 cm de longueur et porte deux renflements moteurs qui permettent à la feuille d'orienter sa face supérieure vers la lumière. Il existe également deux stipules caduques à sa base. Le limbe est mince et se termine par une pointe. Il mesure 20 à 30 cm de longueur sur 7 à 12 cm de largeur. Lorsqu'elles sont jeunes, les feuilles sont jaunes, roses ou rouges claires et très minces. Ellesdeviennent d'autant plus vertes que plus épaisses en s'accroissant.

2.4 Les fleurs

Le cacaoyer peut fleurir toute l'année. Les fleurs apparaissent sur les branches etle bois âgé, en inflorescence par un phénomène appelé cauliflorie. Les zones où apparaissent chaque année les inflorescences forment des petits massifs renflés appelés coussinets floraux qui portent de nombreuses fleurs en même temps.

Figure 4: Fleur de cacaoyer (cliché: auteur)

Les fleurs sont petites (de 0,5 à 1 centimètre de diamètre) et comprennent environ cinq pétales blancs, parfois jaunes ou roses pâles.

2.5 Les fruits

Plusieurs milliers de fleurs sont produites alors que seulement quelques dizaines de fruits sont formés. La pollinisation est essentiellement entomophile et la durée nécessaire au développement du fruit varie de 5 à 7mois.

Le fruit est une baie appelée cabosse et pèse de 200g à plus de 1kg et contient en général 30 à 40 graines. Une cabosse moyenne de 400 g contient environ 100 g de fèves fraîches. La longueur moyenne d'une cabosse varie d'une vingtaine à une trentaine de centimètre et sa largeur de 7 à 9 cm. Elle présente quelques sillons selon les variétés et le milieu.

Les graines sont entourées d'un mucilage sucré et acidulé par l'acide citrique et sont fixées sur un rachis central.

Figure 5: Cabosses de cacaoyer (cliché: auteur)

2.6 Les fèves

Les graines extraites du fruit mûr sont désignées sous le terme de « fève fraîche ». Par opposition, le terme « fève de cacao » désigne la graine sèche ayant déjà subie les traitements post-récolte.

La composition histologique de la fève se répartit en moyenne en 86-90 % d'amande ou cotylédon, 10–14% de coque mince mais très résistante et 1% de germe.
Sa longueur peut varier de 2 à 3 cm avec 1 à 1,7cm de largeur pour 0,7 à 1,2 cm d'épaisseur. Une fève fraîche pèse environ 2,5g et donne 1g de fève sèche, d'où 100g de graines de fèves fraîches sera l'équivalent de 30 à 40g de fèves sèches.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Figure 6: Fèves fraîches (à gauche) et Fèves de cacao (cliché: auteur)

3. Ecologie du Cacaoyer

La culture du cacaoyer nécessite un climat bien spécifique de la zone située entre les tropiques du Cancer et du Capricorne et essentiellement vers une latitude de 10° Nord et Sud. Le tableau suivant caractérisera les conditions optimales des différents facteurs écologiques.

Tableau 2: Les conditions écologiques de la culture du cacaoyer (AFOAKWA, 2010; HUBERT, 1984)

	Conditions optimales	**Conditions limites**
Altitude	≤ 300 m	1000 m au maximum
Température	24–28°C	18–32°C
Pluviométrie	1 500-2500 mm par an répartie tout au long de l'année	1 000-4 000mm par an
Hygrométrie	Constamment élevée: 85%	70 – 80% pendant le jour 90 – 100% durant la nuit

Le cacaoyer nécessite un éclairement de l'ordre de 25 à 50% de l'insolation normale en étant jeune mais en s'accroissant, il doit se développer à l'ombre pour les protéger de l'action directe des rayons solaires.

Avec des densités de 600-1200 pieds/ha, les cacaoyers doivent être associés à des cultures vivrières qui peuvent leur servir de coupe-vent vu qu'ils sont très fragiles tout au long de leur croissance. Dans la région du Sambirano, plusieurs espèces d'arbre sont utilisées dans les plantations de cacaoyer telles *Albizia lebbeck* appelé communément « Bonara » à Madagascar, *Citrus sinensis* ou « Tso », *Artocarpus heterophyllus*de nom vernaculaire «Finesy ». Les paysans préfèrent plutôt utiliser des arbres fruitiers pour pouvoir aussi exploiter les fruits.

Cette plante se développe sur la plupart des sols mais surtout avec un sol bien aéré pourvu d'un bon drainage et avec un pH neutre à légèrement acide de 5,0 à 7,5. Il faudra contrôler les maladies et la présence des insectes ravageurs (FOWLER, 1999). Le cacaoyer peut atteindre jusqu'à 10m de long à maturité mais garder la hauteur à 3m en taillantl'arbre faciliterait la récolte.

4. Compositions chimiques des fèves de cacaos

Les fèves sont composées de deux types de cellules de stockage qui sont les parenchymes. D'une part, les cellules polyphénoliques (14 à 20% en masse d'amande sèche) contiennent de larges vacuoles remplies de polyphénols et d'alcaloïdes dont la caféine, la théobromine et la théophylline (OSMAN*et al*, 2004). Les polyphénols, confèrent aux fèves fraiches de *Forastero* leur couleur violette intense. D'autres parts, il y a les cellules protéino-lipidiques dont les cytoplasmes sont chargés de multiples particules de lipides et de protéines avec d'autres composants comme des granules d'amidon. Les sucres et les polyphénols sontles principaux constituants qui participent à la formation de l'arôme du cacao et de ses autres qualités organoleptiques.

4.1 Les sucres

REINECCIUS*et al*. (1972) a étudié que les fèves de cacao fraîches non fermentées contiennent 15,8mg/g de saccharose et des traces de fructose, de sorbose, de mannitol et d'inositol. BERBERT (1979) a suggéré que la teneur en saccharose de 24.8mg/g des fèves non fermentées formerait près de 90 % du sucre total (27,1mg/g). Les sucres réducteurs, fructose et glucose ne constituent que 6 % (respectivement 0,9 et 0,7mg/g) et le reste (y compris le mannitol et l'inositol) moins de 0,5mg/g. Ces différences s'expliquent parl'origine, la variété des cacaos, et de la variabilité des méthodes et périodes de récolte utilisées. Les constituants responsables de la saveur du cacao restent disperser dans les cellules constituant les tissus des fèves. Ils peuvent interagir avec la membrane cellulaire et se décomposer grâce aux microorganismes lors de la fermentation en traitement post-récolte.

4.2 Les polyphénols

Les fèves de cacao sont riches en polyphénols, essentiellement les catéchines telles les flavan-3-ols et les procyanidines qui sont stockés dans les cellules pigmentaires des amandes et dans les feuilles de cacaoyer. En fonction de la teneur en anthocyane, la pigmentation dans les cellules de stockage des polyphénols varie de lacouleur blanche à la couleur violette intense.

Trois groupes de polyphénols peuvent être différenciés : les catéchines (37% en moyenne), les anthocyanes (4%en moyenne) et les pro-anthocyanidines (58% en moyenne). La principale catéchine rencontrée est la (-)-epicatéchine qui peut atteindre jusqu'à 35% de la teneur totale en polyphénols et de 34,65 à 43,27 mg/g dans les fèves de *Criollo* ou *Forestero*. La (+)-catéchine est par contre moins abondante avec des traces de (+)-gallocatéchines et de (-)-epigallocatéchines. NAZZARUDDIN*et al*, (2001) ont rapporté que la teneur total en polyphénols varie de 45 à 52 mg/g dans la liqueur de cacao, 39 à 60mg/g dans la fève et 20 à 62mg/g dans la poudre et dont la teneur en (-)-epicatéchine est respectivement de 2,53, 4,61 et 3,81 mg/g.

La fraction d'anthocyane est dominée par la cyanidine-3-α-L-arabinoside et la cyanidine-3-D-galactoside et celle des procyanidines par la flavan-3,4-diols. La teneur en polyphénols lipophiles dans les fèves fraiches exemptes de matières grasses représente de 15 à 20% mais qui chute approximativement vers les 5% après la fermentation. Ainsi, une teneur de 10% ou plus serait le signe d'une mauvaise fermentation. Une concentration élevée en ce composé donnerait un goût très astringent au chocolat. Les variétés *Criollo* ont des fèves ayant les deux premiers types de polyphénols mais dont l'anthocyane est absent (HANSEN et al, 2000).

La réaction des sucres avec les aminoacides est responsable de la saveur et de la couleur du cacao et les alcaloïdes de l'amertume. Pendant la fermentation, les protéines sont hydrolysées en peptides puis en acides aminés et partiellement en des formes insolubles dues à l'action de ces polyphénols. Les polyphénols oxydases favorisent le brunissement oxydative pour donner la couleur marron caractéristique du chocolat aux fèves bien fermentées.

V. Technologie de la chocolaterie

1. De la plantation aux cacaos marchands

1.1 Les traitements post-récolte

Les traitements post-récolte permettent l'expression du potentiel aromatique du cacao. La bonne conduite des étapes du traitement post-récolte permet d'obtenir duproduit marchand obéissant aux normes de qualité. Six traitements sont indispensables pour l'obtention d'un cacao marchand que les acteurs de la filière définissent de « supérieur » :

1.1.1 La récolte

La récolte s'effectue pendant toute l'année avec toutefois la présence de deux saisons hautes et seules les cabosses mûres sont collectées. La récolte se fait à l'aide de matériel à lame tranchante comme une machette ou un émondoir pour les cabosses situées en hauteur de l'arbre.

1.1.2 L'écabossage

Cette étape est l'action de couper les cabosses de cacao afin d'en extraire les fèves fraîches. Il se fait aussi à l'aide d'une machette ou d'un couteau bien aiguisée. Dans d'autres pays, il peut être effectué par l'intermédiaire d'un gourdin ou encore d'une table d'écabossage.

1.1.3 La fermentation

Cette troisième étape post-récolte est la plus importante du processus car c'est pendant cette étape que se développe tous les précurseurs d'arômeet de flaveurs et elle détermine la qualité commerciale du cacao marchand et la qualité organoleptique du chocolat qui va être produit par la suite.

Après la récolte des cabosses, les fèves de cacao encore munies de leur pulpe sont transférées dans des plaques ou batch de fermentation fabriqués à partir de sac en jute ou enveloppés de feuilles de bananier ou encore dans des bacs en bois pour une durée de 5 à 8 jours pour les graines de *Forastero*, de 1 à 3 jours pour les *Criollo* et en fonction des méthodes pour les autres variétés ou certains mélanges.

La méthode de fermentation vulgarisée pour obtenir un cacao de qualité dite « supérieure » est d'une durée de six jours avec deux brassages à deux jours d'intervalle. Ce profil de fermentation ne permet pas toujours d'obtenir le meilleur cacao marchand. Il est surtout adopté pour des raisons pratiques et économiques.

Lors du premier jour de fermentation, les pulpes des graines se liquéfient et sont égouttés. A partir du développement des microorganismes, particulièrement les levures, et de l'isolement de la masse en fermentation, la température de l'ensemble se trouve augmentée. La nature des microorganismes influe aussi sur la nature des arômes particuliers qui vont être perçus dans le chocolat.Les levures peuvent provenir des feuilles de bananier qui sont utilisées pour recouvrir le bac de fermentation, des insectes, du sol, de la main des ouvriers ou de l'environnement(Annexe 8).

Sous les conditions d'anaérobie, les microorganismes produisent de l'acide acétique et de l'éthanol qui inhiberont la germination et contribueront aux changements structuraux tels le contact entre les enzymes et les substrats avec des mouvements des composants cytoplasmiques des fèves entre 24 et 48 heures de fermentation. Cette première étape de la fermentation est dépendante de la maturité des fèves car elle détermine le taux de substrat que les levures peuvent utilisées.

Lors du troisième jour, la température se trouve aux alentours de 45ºC pour être maintenue entre 45 º et 50 ºC jusqu'à ce que la fermentation soit accomplie (FOWLER, 1999; KEALEY *et al*, 2001). Les brassages permettent d'induire la phase aérobie de la fermentation par l'aération des fèves et aussi d'homogénéiser le lot.

Pendant la fermentation, le taux de diffusion des acides inorganiques vers les amandes, le temps, la durée d'exposition au pH optimum et le pH final sont déterminants pour l'obtention de flaveurs optimales. Les fèves avec un pH trop élevé (5,5 à 5,8) sont considérées comme sous-fermentées avec un faible score pendant le test à la coupe et celles avec des pH plus faibles (4,75 à 5,19) sont qualifiées comme biens fermentées. Les techniques de fermentation réduisent les notes d'acidité et rehaussent la flaveur chocolatée.

Les techniques de fermentation dépendent de plusieurs facteurs et sont propre à chaque site. C'est pour cela que chaque pays et même chaque zone dispose de différentes méthodes de fermentation en fonction de l'objectif. D'autres initiatives sont également menées telles l'ensemencement des masses de fèves fraiches par du ferment composé de levures particulières selon les précurseurs que l'on recherche chez le cacao ainsi fermenté afin d'obtenir du chocolat ayant des flaveurs particulières.

1.1.4 Le séchage

Le séchage des fèves s'effectue juste après la fermentation sur une aire en béton, en ciment ou des claies en bois. Par soucis de moyens, les paysans utilisent parfois différentes sortes de matériaux qui sont capables de transmettre la chaleur du soleil mais qui ne dégage pas d'odeur et ne se transmet pas sur les fèves tels des sacs en jute, des bâches, des nattes, du raphia, du goudron ou des pierres et même à ras du sol. La durée d'exposition journalière et la durée du séchage varient en fonction de la méthode et de la saison.

1.1.5 Le triage

Cette étape consiste à enlever les graines non conformes ou d'autres déchets d'un lot donné. Le triage est nécessaire pour la conservation du produit et pour se conformer aux normes de qualité exigées.

1.1.6 Le conditionnement et l'envoi vers la chocolaterie

Cette dernière étape ne doit pas être négligée vu que les cacaos marchands peuvent rester quelques mois dans des entrepôts de stockage avant d'être emmenés vers les chocolateries. En outre, les fèves dédiées à l'exportation sont sujets à des facteurs de dégradation plus élargis comme les intempéries en bateau, la longue durée de transport, les infestations d'insectes et de rongeurs.

Dans ce cas, d'autres traitements devront être effectués comme la fumigation et le conditionnement devra être d'autant plus strict.

1.2 Développement des propriétés organoleptiques pendant les traitements post-récolte des fèves de cacao

1.2.1 Durant la fermentation

Le saccharose et les constituants protéiniques sont partiellement hydrogénés. Les composants phénoliques oxydés et le glucose sont convertis en alcool puis oxydés en acide acétique et lactique durant la fermentation. Les fèves subissent alors une phase d'hydrolyse anaérobique suivie par une condensation aérobie. La concentration des précurseurs de flaveur dépend du mécanisme enzymatique et le changement de couleur intervient avec l'hydrolyse des composés phénoliques par la glycosidase.

Les précurseurs de flaveurs azotés durant la phase anaérobie sont dominés par les acides aminés et les peptides encore disponibles pour la réaction de condensation non-oxydative des amines carbonyles et favorisée par l'élévation de température. Bien qu'étant dégradés en précurseurs de flaveur, les résidus protéiques sont aussi réduits par l'interaction des protéines phénoliques. Lors de la phase aérobie, les réactions en présence d'oxygène telle l'oxydation des protéines phénoliques complexes formées pendant la phase anaérobie, réduisent l'astringence et l'amertume des fèves. Les polyphénols oxydés influencent la réaction de dégradation qui suit. (KYI *et al*, 2005).

Les méthodes de fermentation déterminent la qualité finale du produit surtout en termes de flaveurs. Les principaux principes actifs des flaveurs sont l'ethyl-2-

methylbutanoate, la tetramethylpyrazine et certaines pyrazines. L'amertume provient de la théobromine et des caféines, assemblées avec la diketopiperazine qui sera formée lors de la torréfaction par la décomposition des protéines à haute température. D'autres composants des précurseurs de flaveurs dérivent des aminoacides tels le 3-methylbutanal, la phenylacetaldehyde, le 2-methyl-3-methyldithio furane, le 2-ethyl-3,5-dimethyl- et le 2,3-diethyl-5-methylpyrazine (Taylor, 2002). Des fèves sous-fermentées réduisent la qualité et la perception de la flaveur chocolatée après la torréfaction tandis que des fèves sur-fermentés entrainent la formation d'odeurs fumées et putrides.

1.2.2 Durant le séchage

L'humidité de la fève doit être maintenue en-dessous de 8 % pendant le stockage et le transport. Il permet d'éviter le développement des moisissures. En effet, les fèves moisies constituent le défaut le plus important, presque toujours à l'origine du déclassement dues au renforcement des normes exigées pour des raisons de qualité sanitaire du produit.

Un bon séchage est caractérisé par la qualité des graines obtenues, notamment par sa couleur brune, son goût moins astringent, moins amer et moins acide et l'absence d'autres flaveurs comme le goût de cuit ou de fumé.

Le développement des précurseurs de flaveur contenus dans les fèves de cacao se poursuit durant la phase de séchage avec le développement de la couleur marron. Pendant le séchage, la réaction d'oxydation qui est surtout catalysée par le polyphénol oxydase élève la flaveur et induit le brunissement de la membrane de la graine (AFOAKWA, 2010).

L'humidité de la fève doit être en-dessous de 8% pendant le stockage et le transport pour éviter le développement des moisissures. Un bon séchage est caractérisé par la qualité des graines obtenues, notamment par sa couleur brune, son goût moins astringent, moins amer et moins acide et l'absence d'autres flaveurs comme le goût de cuit ou de fumé.

2. Du cacao marchand au chocolat

2.1 Le processus de fabrication de chocolat

La fabrication de chocolat dispose notamment de quelques étapes de fabrication afin d'assurer la qualité organoleptique, chimique et physique du chocolat.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

2.1.1 Nettoyage des fèves de cacao

Les fèves de cacao sont pour la plupart séchées sur des aires en béton ou cimentéeset même au ras du sol. Certes, il existe déjà une étape de triage, mais le lot peut encore contenir des pierres, des restes de matières végétales, des métaux, du sable,ou toutes autres matières étrangères. Ces impuretés doivent être enlevées soigneusement au début du processus parce que d'une part, ils peuvent endommager les machines utilisées pour le broyage des fèves et d'autre part, les contaminants organiques peuvent brûler pendant la torréfaction et entraînera une dégradation de l'arôme du cacao ou apportant des odeurs étrangères dans le produit fini. Le nettoyage des fèves peut passer par plusieurs matériels dont des aimants, une trieuse densimétrique ou un triage manuel.

2.1.2 Torréfaction

Cette étape est la plus importante dans la fabrication du chocolat car elle permet de transformer les précurseurs d'arôme en des molécules chimiques déterminant l'arôme senti dans le chocolat. En outre, la torréfaction est la seule étape de tout le processus de la chocolaterie, permettant de diminuer de façon conséquente le taux de microorganismes. Elle participe aussi à l'élimination des microbes pathogènesles plus dangereux comme la salmonelle (NASCIMENTO *et al*, 2012) pouvant être présents sur les fèves sèches. De ce fait, il y a des couples temps-température minimum à respecter. Le choix du couple dépendra de l'origine des fèves et du savoir-faire de chaque chocolatier pour faire sortir les arômes et les goûts qu'ils recherchent.

Pendant la torréfaction, l'humidité de la fève baisse généralement de 7 - 8% à 2 - 3% ce quicontribue à faciliter le traitement de broyage et de séparation de la coque du cotylédon et affectant la texture du chocolat car l'eau est la première ennemie du chocolat.

2.1.3 Concassage et décorticage

Le concassage consiste à broyer grossièrement les graines afin de séparer les coquilles des cotylédons. La séparation des coquilles des éclats de fèves sera effectuée par une trieuse mécanique en fonction de la densité vu que la coquille est largement moins dense que le cotylédon. Un triage supplémentaire manuel par des trieuses pourra améliorer le rendement de la séparation. Les normes stipulées pour la teneur limite en coquille dans les éclats de fèves de cacao est de 1,75 % selon les normes américaines et 5 % selon les normes européennes (CODEXSTAN 87-1981, Rev. 1 - 2003).

2.1.4 Broyage et Malaxage

Les fèves de cacao sont broyées jusqu'à obtenir une granulométrie de moins de 30 µm qui est la taille d'une particule minimale que l'homme puisse déceler en bouche. De plus, le broyage accompagné d'une augmentation de la température permet de faire sortir le beurre de cacao des cellules des fèves pour augmenter l'effet fondant du chocolat.
Cette opération s'effectue à l'aide de plusieurs stages de broyeurs à rouleaux ou à disques et le produit ainsi obtenu est un liquide visqueux de couleur marron chocolatéeappelée « liqueur de cacao ».

Après le broyage, les autres ingrédients comme le beurre de cacao et le sucre sont ajoutés pour être malaxés et affinés.

2.1.5 Conchage

Le conchage est la dernière opération participant à la formation de la qualité gustative du cacao. Il participe aussi au niveau de la mise au point de la texture finale du chocolat car il détermine sa viscosité et sa texture fondante en bouche.

Cette étape s'effectue dans une machine appelée concheur permettant de faire baisser l'astringence, l'acidité et l'amertume. Toutefois, le conchage ne doit pas être trop long provoquant la perte des goûts fruités typiques du cacao de Madagascar.

2.1.6 Le tempérage, moulage, cristallisation et conditionnement

Le tempérage est une étape très délicate au niveau de la fabrication du chocolat pour la formation des aspects visuels, des aspects au toucher et pour la conservation du produit. Cette étape servira permettra d'avoir la propriété cassante du chocolat et facilitera l'emprisonnement de l'arôme dans le beurre de cacao pendant la conservation puis sa libération dans la bouche lors de sa consommation.

En effet, il y a différents types de cristaux (alpha, beta, gamma et ses isomères)formés par le beurre de cacaoen se cristallisant. Seuls les cristaux beta sont voulus pour avoir une bonne texture et une conservation durable du chocolat ce qui va nécessiter une maîtrise parfaite du processus.Cette opération s'effectue à l'aide d'une machine par l'intermédiaire d'une tempéreuse ou manuellement sur une table en marbre ou en granite.

Le moulage, s'il est effectué en usine se fait par une disperseuse-doseuse sur une moule en polycarbonate qui est tout de suite reliée à un tunnel de congélation pour le refroidissement et la cristallisation finale.

Le chocolat ainsi fabriqué devra être conditionné dans un emballage primaire en aluminium laminé par une couche de polyéthylène de part et d'autre et il doit être de grade alimentaire. Il est préférable de respecter la chaîne du froid jusqu'au consommateur.

Le diagramme suivant présentera un résumé de tout le processus de traitement des fèves du cacaoyer au chocolat :

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

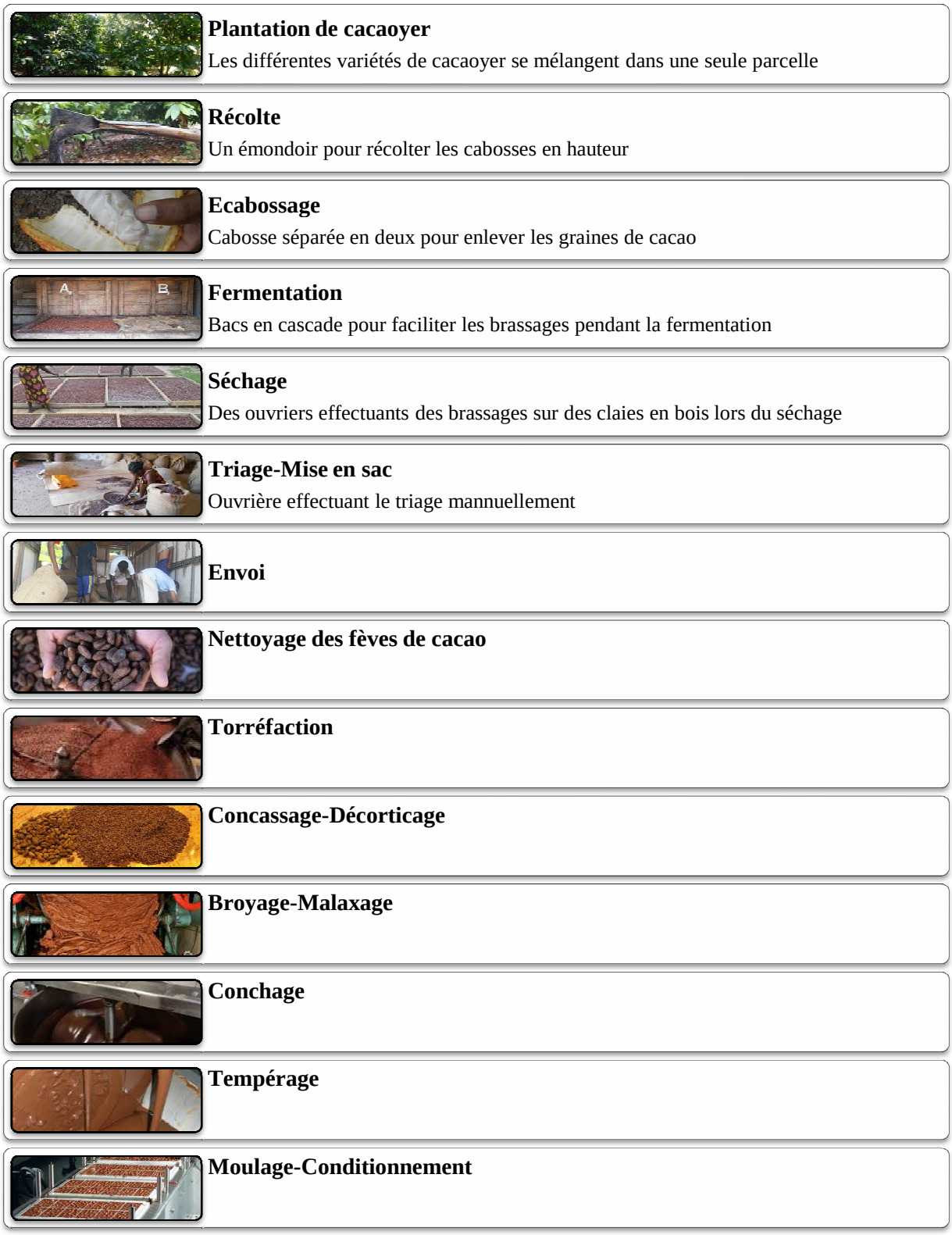


Figure 7: De la plantation aux chocolats (cliché : auteur)

2.2 Développement des propriétés organoleptiques pendant la transformation en chocolat

2.2.1 Pendant la torréfaction

Les fèves de cacao sont torréfiées pour développer l'arôme du cacao à partir des précurseurs développés au cours des transformations post-récolte. Des changements physiques et chimiques prennent place pendant cette étape:

- le détachement de la coquille des fèves ;
- la baisse de la teneur finale en eau ;
- les cotylédons deviennent plus friables ou sont généralement de couleur plus foncée ;
- le taux de microorganisme dans la fève est réduit et les pathogènes éliminés ce qui permet de répondre aux exigences microbiologiques au niveau des produits finis ;
- par la réaction de Maillard, les acides aminés sont dégradés et les protéines sont partiellement dénaturées. Les sucres réducteurs naturels sont presque totalement détruits pendant la dégradation de ces acides-aminés ;
- une partie desacides volatils ainsi que d'autres composés qui participent à l'acidité et à l'amertume sont détériorés.

La plupart des composants aromatiques sont détectés dans la partie volatile comme les aldéhydes, les cétones, la pyrazine, les alcools et les esters. Les lipides, les polyphénols et les alcaloïdes ne subissent que des changements minimes.

2.2.2 Pendant le conchage

Pendant le conchage, il y a réduction de l'humidité de la fève et les acides volatils tels l'acide éthanoïque, butyrique, isobutyrique ou propionique s'échappent de la masse de cacao grâce aux battements répétés sur les pales du concheur. D'autres composés volatils mais utiles dans la formation des arômes comme les polyphénols sont aussi réduits pendant cette opération (BECKETT, 1999). Cela donne aux chocolatiers la responsabilité de bien équilibrer le temps de conchage afin d'atteindre les objectifs de l'opération tout en préservant les arômes voulus.

Le diagramme suivant montre les facteurs influençant et déterminant la qualité du cacao et par la suite du chocolat au niveau de la composition des fèves en passant par les traitements post-récolte jusqu'à la technologie de la chocolaterie.

Tableau 3: Mécanisme de la formation des arômes du chocolat (AFOAKWA, 2008)

Facteurs influençant	***Theobroma cacao***	**Facteurs déterminants**
Origine génétique Conditions climatiques Etat du sol	**Composition des fèves**	Polyphénols Conservation des protéines Amines hydrophobes Acides Sucres Acticités enzymatiques
Stockage des cabosses Pré-conditionnement des pulpes	**Récolte**	Processus de maturation Stade de maturité
Méthodes utilisés Temps Température Taux d'humidité Conditions climatiques	**Traitements post-récoltes**	Transformation en phase anaérobie Transformation en phase aérobie
Temps Technique Température	**Torréfaction**	Réaction de Maillard Libération des composés volatiles Baisse de l'humidité
Temps Technique Température	**Conchage**	Libération des composés volatiles Baisse de l'humidité
	Arômes du chocolat	

Conclusion partielle

La région du Sambirano dont l'économie est basée sur l'exploitation du cacao, un produit à très haute valeur ajoutée, dispose de toutes les conditions climatiques et écologiques nécessaire pour la culture du cacaoyer*Theobroma cacao*. En outre, cette zone permet de développer, avec le potentiel génétique des arbres qui y sont plantés et les techniques de transformation, un arôme particulier qui a permis à Madagascar d'avoir la dénomination « cacao fin » par l'ICCO. Cet arôme est très recherché dans le monde par les chocolatiers comme la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA de même que la quantité de production est relativement limitée. A ceci s'ajoute encore le délaissement de la qualité des cacaos marchands. Il a été aussi démontré que plusieurs facteurs peuvent influer sur la qualité des fèves et du chocolat. Une étude des méthodes permettant d'améliorer voire de maîtriser la qualité des fèves sera alors proposée

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Partie II

MATERIELS ET METHODES

I. Sites d'action

1. La région du Sambirano

La région du Sambirano du district d'Ambanja est située dans la région DIANA à 240km au Sud de la ville d'Antsiranana et couvre une superficie de 5 733km^2 avec une population de plus de 200 000 habitants en 2014 (Prévision INSTAT, 2011).

Le district d'Ambanja présente deux types de reliefs qui ont permis d'avoir un milieu favorable pour la culture du cacaoyer. D'une part, le massif montagneux de Tsaratanana protège le district des alizés desséchants du Sud-Est et d'autres parts, il y a les basses terres en zones côtières protégées par le massif montagneux qui sont pourvues de sols riches propices à la diversification des cultures. Le climat y est chaud et humide avec une moyenne annuelle élevée de 28°C et une pluviométrie moyenne importante supérieure à 2 500mm par an.

Depuis quelques années, il a été remarqué que la saison sèche qui était peu marquée est devenue de plus en plus longue ce qui pourrait être un des effets du changement climatique dans cette région (DUGAUGUEZ et RAZAFIMBELO,2014).

2. Le verger de cacao du Sambirano

Dans cette région, plus de 80% des communes produisent du cacao. La superficie du verger est estimée à 23 786 hectares (source : CSA Ambanja, 2014). Selon l'ADAPS 30 000 producteurs de cacao seraient repartis sur cette surface.

Le verger du Sambirano est réparti sur trois zones :

- le Haut Sambirano, en amont du fleuve Sambirano est inaccessible par la route (50km) durant la saison des pluies. Cette zone renferme les deux tiers des plantationsde cacaoyer de la région.
- le Moyen Sambirano se situe en amont de la ville d'Ambanja, la piste est accessible toute l'année.
- et le Bas Sambirano qui est la partie en aval de la ville d'Ambanja jusqu'à Ankify. C'est dans cette zone que se trouvent les grandes plantations industrielles et les trois zones de l'étude ci-présente.

3. Les fournisseurs de la société MADECASSE

Les trois fournisseurs de la société se situent dans la région du bas Sambirano au Sud de la ville d'Ambanja. Les zones de plantation et les sites de fermentation disposent donc des mêmes conditions climatiques. Les fermiers collecteurs ou producteurs ont reçu les mêmes formations en méthode de production de fèves de cacao.

3.1 L'Etablissement Théodule

Cet établissement situé dans la commune d'Analavory à 8 km de la ville d'Ambanja, est une entreprise acheteur-producteur-exportateur de cacao, café et vanille appartenant à la famille Théodule. Il est classé 6ème exportateur de cacao selon un rapport effectué par le PIC avec une production de plus de 900 tonnes de cacao en 2013.

Il dispose d'un local de transformation des fèves fraîches utilisé spécialement pour la production de cacaos marchands dans les normes biologiques.

Pour acquérir ses matières premières, l'Etablissement effectue des collectes de fèves fraîches au niveau de 162 fermiers répartis dans trois villes situées aux alentours du site de transformation (Analavory, Ambodisakoa, et Antsatsaka).

3.2 L'exploitation familiale Lalatiana

La famille Lalatiana est localisée dans la commune de Mangabe à 7 km de la ville d'Ambanja. Elle est actuellement un exploitant indépendant en collaboration avec la société Madécasse.

Toute la production de Lalatiana est destinée à cette dernière. Il dispose de plus de 40 hectares de plantation de cacaoyer produisant un total estimé à plus de 80 tonnes par an de fèves fraîches.

Il dispose d'une très bonne qualité de plantation en termes de richesse génétique puisque sa plantation regorge de 20% d'arbre père de type *Criollo*(YAN *et al*, 2013).

3.3 La coopérative KOKAFA

Cette coopérative est une coopérative paysanne composée de 33 membres, tous, habitants la commune d'Antranokarany à 12 km de la ville d'Ambanja.

Elle dispose d'une superficie totale de plantation de cacaoyer qui atteint presque les 100hectares. La production annuelle issue de ces plantations est estimée à près de 97 tonnes de fèves fraîches.

3.4 Laboratoire

Les analyses pour la qualité, la fabrication de chocolat ainsi que les analyses sensorielles ont été effectuées au sein du laboratoire de contrôle de qualité et de recherche et développement. Ce laboratoire de la société MADECASSE CHOCOLATE se situeà Ambohijatovo, Antananarivo.

II. Méthodes de mise en place d'une démarche qualité

1. Définitions

1.1 La qualité

D'après l'ISO 8402, la qualité est la propriété d'un produit, bien ou service de satisfaire aux exigences de l'utilisateur. Elle est définie comme étant "l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des besoins exprimés ou implicites de tous les utilisateurs" selon l'ISO 9000.

Signaler la qualité d'un produit signifie différencier et faire ressortir son originalité. Elle peut s'indiquer de plusieurs façons : par des normes (ISO, sanitaires, FCC ou *Federation of cacao commerce*...) ; par les marques (possédant leur renommée) ; par des labels (équitable, bio) ; par les indications géographiques ou les appellations d'origine contrôlée.

1.2 Les normes

Selon la loi malgache, une norme est définie comme toutes spécifications techniques accessibles au public, établies avec la coopération et le consensus de toutes les parties intéressées, fondées sur les résultats conjugués de la science, de la technologie et de l'expérience, visant à l'avantage optimal de la communauté (loi n° 97-024 du 14 août 1997, art.2, 2).

2. Notion de qualité chez les acteurs de la filière

Dans le monde du cacao, tous les acteurs de la filière ont chacun leur propre perception de la qualité en fonction de leurs exigences et de la possibilité de traitement.

- Pour le producteur, la qualité du cacao repose surtout sur sa productivité, sur les coûts de production et sur la sensibilité du cacaoyer aux maladies et aux attaques d'insectes.
- Pour l'exportateur, il se focalise plutôt sut d'autres critères commela teneur en eau des fèves, leur taille (grainage), leur couleur et leur odeur, la présence de moisissure ou d'attaque d'insecte, les quantités disponibles et leur régularité ainsi que la qualité sanitaire du cacao.
- Le transformateur, lui, s'intéresse aux mêmes critères que l'exportateur, auxquels viennent s'ajouter la stabilité des caractéristiques citées précédemment, le potentiel aromatique, la teneur en coque, l'origine du cacao et son image historique ou culturelle (BAREL, 2013).

Au niveau de ces acteurs, le prix est le souci commun à tous pour avoir le maximum de bénéfice. La qualité gustative ne semble pas être un critère déterminant alors que la base de la chocolaterie, pour satisfaire aux exigences des consommateurs est d'assurer la qualité de la perception en bouche du chocolat. Ceci dépend initialement de la qualité du cacao. En outre, la qualité ne se limite pas à un contrôle des matières premières lors de l'achat. Elle constitue un long processus de suivi et de contrôle de toute la chaîne de la plantation jusqu'à l'envoie des fèves de cacao vers l'usine. Il faut donc avoir un contrôle régulier des méthodes pendant tout le traitement

3. La roue de Deming

La roue de Deming est une illustration de la méthode de gestion de la qualité dite PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) qui consiste à faire une amélioration continue de la qualité (RASOARAHAONA, 2014).

- *Plan* : Planifier et préparer le travail à effectuer. C'est l'étape pendant lequel il faut établir les objectifs, définir les tâches à exécuter. Elle est très importante car elle consiste à définir le problème afin d'identifier des solutions pérennes.

Cette étape se fera par l'analyse des défaillances explicitées ci-dessous par le diagramme d'Ishikawa.

- *Do* : Faire, réaliser, exécuter les tâches prévues. Il peut être intéressant de limiter l'ampleur et la portée des tâches à exécuter afin de disposer d'un meilleur contrôle.

Au niveau du processus de transformation post-récolte des graines de cacao, la fermentation constitue l'étape la plus importante pour la qualité gustative du cacao (AFOAKWA, 2012).

Ceci servira donc en plus de la mise en place de la démarche qualité, de paramètre d'étude pour cet ouvrage.

- *Check :* Vérifier les résultats. Après les actions correctives, il faut mesurer et comparer avec les prévisions.

Afin de vérifier les résultats, des méthodes de contrôle qualité ont été mises au point en fonction des normes et de la bibliographie.

- *Act :* Agir, corriger, prendre les décisions qui s'imposent. Ceci sert à identifier les causes des dérivés entre le réalisé et l'attendu et ainsi identifier les nouveaux points d'intervention et redéfinir les processus si nécessaire.

D'une autre manière, cette étape servira à appliquer les procédures et paramètres qui seront meilleurs pour passer à la correction de nouveaux problèmes suivant la BPF ou Bonne Pratique de Fabrication.

Boucler, c'est une roue, puis les expériences serviront de cale pour la roue pour qu'il y ait continuité et développement sur d'autres problèmes, corrections et

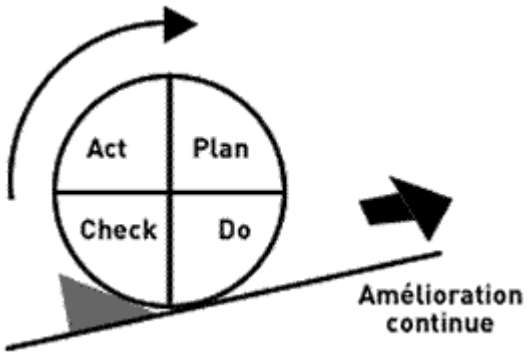


Figure 8: La roue de Deming

améliorations.

4. Analyses des défaillances

Pour déterminer les défaillances ou dangers potentiels, chaque produit des fournisseurs a été étudié selon la méthode classique des 5M dont les Matières, les Matériels, la Main d'œuvre, le Milieu et la Méthode. A ce principe ont été rajoutés le management et les moyens financiers afin d'aboutir à une méthode des 7M.

4.1 Principe de la méthode

Cette méthode de cause à effet est une démarche de maîtrise de la qualité qui permet d'identifier les causes probables d'un défaut. Il convient ensuite d'agir sur ces causes pour corriger le défaut en mettant en place des actions correctives appropriées.

Des réactions biochimiques pouvant modifier la qualité gustative du produit peuvent survenir au niveau de chaque étape du processus post-récolte (BIEHL *et al*, 1989).Ainsi, chaque étape sera discutée et traitée afin de déterminer un quelconque problème même des plus moindres.

4.2 Mode d'action

Dans l'application de cette méthode d'analyse, quelques étapes ont étéentreprises pour avoir le maximum d'information afin d'en déduire les solutions et limites à appliquer :

4.2.1 Enquête et observations des méthodes post-récolte

Des travaux d'enquêtes et d'observations ont été effectuésauprès des fermiers pour déterminer les défauts qui ont pu surgir pendant tout le traitement post-récolte.

Pour les fournisseurs collecteurs, cinq fermiers de chaque ont été enquêtés en les accompagnants pendant la récolte et en travaillant avec eux pour avoir plus d'affinité. Cela a permis d'obtenir des informations complètes et fiables. Pour les fournisseurs ayant leur propre plantation, le responsable ainsi que tous les travailleurs ont été enquêtés. Les processus suivis ont été la récolte, l'écabossage et la réception des fèves fraîches au niveau du site de fermentation.

Ensuite, pour le traitement post-récolte proprement dit, du triage à l'envoi vers l'usine, les fournisseurs disposent chacun de leur propre site de fermentation. Les méthodes (triage, fermentation, séchage, conditionnement) ont alors été caractérisées pendant une durée de quatre semaines soit,

- 12 lots pour le fournisseur Théodule
- 5 lots pour le fournisseur Lalatiana
- et, 2 lots pour le dernier founisseur Kokafa

Il est à noter qu'un lot de cacao signifie un lot qui a été mis dans un bac de fermentation en même temps.Ces fèves vont être traitées dans les mêmes délais, de la même manière et dans les mêmes conditions pendant tout le reste du processus.

4.2.2 *Brainstorming* avec les techniciens, les fermiers et autres acteurs

A partir des bases de connaissances acquises et de la bibliographie, des séances de *brainstorming* ont été dirigées suivant les méthodes post-récolte et les influences qu'elles auraient pu avoir sur la qualité du cacao.

Ces séances,au niveau desquelles chacun a émisses opinions librement sur les origines possibles des défauts, associées aux enquêtes et observations sur place ont permisd'effectuer la genèse des défauts (RASOARAHONA, 2014) à partir des causes suivantes:

- **M_1 ou Matières** *:*La matière première est la première cause probable d'un défaut puisque c'est de sa qualité que dépend la qualité finale des produits transformés. Dans cette étude, il s'agira des fèves fraîches de cacao. Les caractéristiques des matières premières peuvent être la variété génétique des graines de cacaoyer, la maturité des fèves fraîches utilisées, la qualité du produit vers le passage à une autre étape de transformation.
- **M_2 ou Matériels** : Ici, les défauts proviennent des machines utilisées, de la fréquence de panne, du nombre, de leur qualité pour être utilisées, si elles sont obsolètes, ou bien si elles sont inadaptées pour le travail ou pour l'objectif à atteindre.
- **M_3 ou Méthode :**Cette troisième cause pourraient être issue de la procédure utilisée ou du processus d'échange des informations.
- **M_4 ou Main d'œuvre :**Les problèmes aperçus sur les produits peuvent aussi provenir du personnel qui soit peu compétent, mal formé, non motivé, absent, ou en nombre insuffisant.
- **M_5 ou Milieu :**L'environnement matériel ou immatériel est un élément très important participant à la qualité des cacaos marchands obtenus. La qualité gustative du cacao, qui constitue une étude très compliquée de nature physique, biochimique et microbiologie, est très influençable par tout le milieu environnant. Les variations du milieu concernent les conditions de travail, bruit, éloignement, exiguïté des lieux ou des variations climatiques et écologiques.

Actuellement, il est préférable d'ajouter deux autres critères pour compléter la genèse des défauts dont :

- **M_6 ou Management :**Ce principe qui est assez proche de la méthode est plutôt axé vers les méthodes de gestion et d'encadrement, du style d'encadrement ou des défauts d'organigramme ayant des répercussions directes sur le travail des fermiers.

- **M_7 ou Moyens financiers :**Le prix est le souci commun aux acteurs de la filière du cacao pour avoir chacun le plus de bénéfice. Cependant, la qualité signifie un coût. Ceci amène les exploitants à bien calculer et à trouver l'équilibre dans les actions entreprises en fonction du temps et des moyens financiers.

Le graphe ci-dessous démontre le principe en arête de poisson en admettant les 7M à appliquerau long de cette étude.

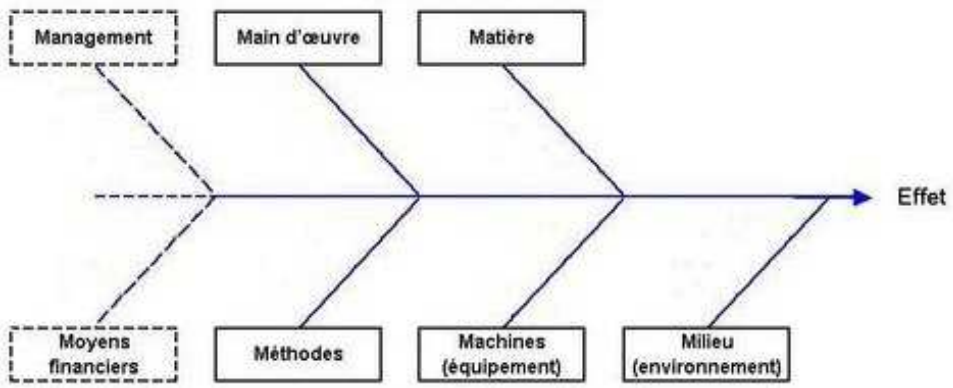


Figure 9: Méthode des 7 M

5. Bonnes Pratiques de Production

Pour construire la qualité à partir de la genèse des défauts, il faudra une étape d'application qui se résumera à définir une « Bonne Pratique de Fabrication » et de trouver les moyens de les appliquer avec rigueur sur le terrain.

III. Méthodes de contrôle de la qualité du cacao

Pour vérifier l'effet de l'amélioration effectuée, il faut une méthode d'analyse de la qualité des fèves.

Ces méthodes concerneront autant les contrôles sur les normes des produits, que sur la qualité gustative des fèves obtenues.

1. Méthode de contrôle de la norme du produit

Les normes de produit sont les spécifications par rapport aux exigences du produit telles :

- la nature : cacaos spéciaux ou cacaos standards, l'origine du cacao, le procédé d'obtention et le mode de conditionnement
- les caractéristiques minimales exigibles : physiques, organoleptiques, chimiques, biochimiques et microbiologiques si nécessaire.
- Les grades de cacaos spéciaux déterminés par les normes internationales lors des exportations.

1.1 Types commerciaux de cacao

En fonction des pays et des normes suivies, les types commerciaux de cacao diffèrent. Suivant les normes malgaches de 1946 et les normes FFC pour les clients exports, il existe trois types commerciaux de cacao dans le marché malgache que ce soit interne ou pour l'exportation dont, le cacao spécial qui est considéré comme un cacao de très bonne qualité et bien fermenté, le cacao standard qui est un cacao fermenté ou non et moins exigeant en terme de qualité, et le cacao standard médiocre qui représente toutes les fèves de cacao hors-norme d'origine inconnue provenant d'activités comme le vol ou le blanchiment d'argent.

La différence de qualité entre ces trois types de cacao est explicitée par le tableau ci-après :

Tableau 4: Caractéristiques des types commerciaux de cacao à Madagascar

Types de fèves	Cacao supérieur	Cacao standard	Cacao standard médiocre
Moisies	< 3%	< 4%	Mélange de cacao standard et Hors- norme
Ardoisées	< 3%	< 8%	
Défectueuses	< 3%	< 6%	
Violettes	< 8%	Non défini	Non défini
Grainage	< 90 fèves par 100gr	< 100 fèves par 100gr	Non défini
Matières étrangères	0	0	Non défini
Autres	Pas d'odeur (FCC)	Pas d'odeur (FCC)	-

Source : Rapport PIC 2014

Descriptions des défauts :

D'une part, les fèves moisies sont les fèves montrant en coupe longitudinale, un développement de moisissure visible à l'œil nu.

D'autres parts, les fèves ardoisées sont considérées comme ayant une texture compacte ou non, dont les cotylédons sont de couleur ardoisée sur la moitié ou plus de la surface de la coupe longitudinale.

En outre, les fèves autrement défectueuses regroupent les défauts suivants:

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

- mitées ou charançonnées : dont l'intérieur renferme des insectes ou larves d'insectes, ou bien présentant des signes de dommages causés par des insectes.
- plates : réduites au seul tégument de la graine c'est-à-dire dont les cotylédons sont absents ou fortement atrophiés.
- germées : dont la radicule a percé le tégument ou présentant un orifice dû au passage puis à la chute de la radicule.

1.2 Les exigences de qualité à l'entrée de l'usine

Pour les fèves de cacao, les industries chocolatières doivent être exigeantes pour avoir une qualité acceptable et constante des matières premières et un bon rendement cacao-chocolat. Pour les fèves de cacaos, certains critères sont contrôlés de près avant l'entrée vers l'usine.

1.2.2 La teneur en eau des fèves

La teneur en eau du produit ou humidité est le premier critère qui doit être contrôlée. L'analyse se fait avec un humidimètre portable avec au moins trois répétitions d'analyse sur des fèves au hasard de l'échantillon. La norme d'exportation exige que les fèves aient moins de 8% d'humidité mais chaque chocolatier peut avoir leur propre exigence.

1.2.3 Le grainage

Le grainage est le comptage des grains par 100g de fèves de cacao pour avoir une idée générale de la taille des fèves. Ceci dépend aussi du type de cacao et des exigences particulières des chocolatiers. Associés à ce comptage de grain, c'est pendant cette analyse que sont comptées les fèves plates, collées, cassées et germées.

1.2.4 Le test à la coupe

Ce test permet de déterminer le degré de fermentation et la présence de moisissure ou de ravage d'insecte. Il est effectué par une guillotine ou un couteau en coupant les fèves en deux pour pouvoir observer la casse des fèves et d'en déterminer le pourcentage des critères exigés.

En outre pour déterminer le degré de fermentation, le comptage des fèves brunes ou fèves bien fermentées, des fèves ardoisées ou fèves qui n'ont pas du tout suivi de fermentation et des fèves violettes qui sont des fèves étant mal fermentées sera effectué après le test à la coupe (Annexe 13).

1.3 Traçabilité

La traçabilité permet d'établir l'identification et l'historique d'un produit.

Elle implique une identification des lots, un enregistrement systématique des résultats des opérations ou des contrôles et une codification appropriée.

2. Méthode de contrôle de la qualité gustative

Certes, le chocolat provient du cacao, mais la qualité organoleptique ne se montre qu'après différentes réactions biochimiques que les fèves de cacao subissent jusqu'à leur transformation en chocolat. Elles se produisent pendant la torréfaction et le conchage pour les qualités gustatives.Le tempérage et la cristallisation déterminent les qualités visuelles, structurales et texturales. C'est dans cette initiative que l'analyse sensorielle est utilisée car elle est de nos jours l'analyse la plus utilisée et la plus fiable pour évaluer les caractéristiques organoleptiques d'un produit alimentaire (ASSEMAT, 2014).

2.1 Echantillonnage

Un échantillonnage sur les fèves sèches est effectué sur les lots à livrer afin d'effectuer une analyse au laboratoire. Plusieurs échantillons élémentaires qui sont des petites quantités de fèves de cacao prélevées en différents points du lot sont prélevés et rassemblés afin de constituer les échantillons finaux représentatifs.

2.2 Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une méthode qui intervient lors de l'élaboration d'un nouveau produit ou en routine, pour l'évaluation systématique de la qualité des fabrications (RANDRIATIANA, 2013).

Le chocolat est un produit qui peut contenir plus de 70 molécules déterminant sa qualité gustative et ses saveurs si particulières (COUNET *et al*, 2002).

Il est estimé que 90% de ce qu'on appelle le goût des aliments dans le langage courant est perçu par le nez : par voie directe d'un premier temps, lorsque le sujet inspire l'odeur des aliments, puis par voie indirecte, une fois que l'aliment est en bouche. Lorsqu'il expire par le nez, un air chargé des nouvelles molécules aromatiques libérées par la mastication. Cette deuxième phase est appelée flaveur ou rétro-olfaction.

Il convient de faire l'évaluation sensorielle d'un même chocolat en deux ou trois prises, en cassant un petit morceau avec les doigts à chaque fois. La complexité de la

perception au niveau de la bouche et du nez fait que des essais successifs sont indispensables pour se concentrer sur les différents aspects. Déguster plus de cinq chocolats à la suite n'est pas conseillé car il y aurait risque de saturation (ASSEMAT, 2014)

Le chocolat dispose de plusieurs caractéristiques déterminant sa qualité organoleptique à partir de chacun des organes sensoriels :

2.2.1 Organe visuel

En observant la surface du chocolat à l'œil nu, quelques caractéristiques déterminent sa qualité. Un chocolat brillantest plus apprécié qu'un chocolat mat, la tonalité de brun est aussi variable selon le cas : laiteux, acajou, ébène.

2.2.2 Organes olfactives et gustatives

Après avoir coupé le chocolat, le sentir serait intéressant mais la plupart des composés aromatiques du chocolat sont « emprisonnés » dans le beurre de cacao. Ce n'est que lorsque le chocolat fond qu'ils sont libérés. La température de la bouche favorise cette réaction pour que les arômes puissent être bien sentis.

Un petit morceau de chocolat est mis dans la bouche, puis il faut mâcher brièvement pour accélérer la libération des arômes. Il faut ensuite laisser le chocolat fondre entre la langue et le palais, et se concentrer sur les sensations par rapport aux descripteurs.

De nombreux descripteurs sont utilisés pour évaluer la qualité gustative du chocolat. Le choix des attributs dépend des objectifs de l'étude et des effets des paramètres modifiés pendant le processus de fabrication.

2.2.3 Organe du toucher

La consistance du chocolat en bouche peut aussi être notée : sec et cassant qui serait un chocolat mal apprécié, ou bien crémeux et onctueux au point de couvrir la langue et le palais. Aussi, lorsque le chocolat est cassé à la main, il faudra prêter attention à sa consistance. Cela signifie que s'il se brise avec un claquement net ce qui signifierait un chocolat bien fini ou s'il est plutôt souple.

Il est indispensable ensuite de goûter un deuxième et éventuellement un troisième morceau de chocolat, jusqu'à ce que le sujet pense en avoir exploré tous les aspects. Entre chaque chocolat, les compteurs doivent être remis à zéro en buvant de l'eau fraîche et/ou en mangeant de la mie de pain ou des lamelles de pomme.

IV. Application sur l'étudedu processus de fermentation

Le processus de fermentation est l'étape la plus importante dans la formation des précurseurs d'arôme. Différents paramètres de fermentation ont été effectués suivant les méthodes de brassage et le nombre de jour pour obtenir la méthode qui permettrait d'obtenir la meilleure qualité de fève de cacao marchand au niveau du fournisseur Théodule.

1. Matériels pour le traitement des fèves

1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé n'est autre que les fèves fraîches ou grainesdu cacaoyer *Theobrama cacao*. Il provient des fermiers collecteurs de l'établissement Théodule aux alentours du site de fermentation d'Analavory.

Les variétés existantes sur les plantations comprennent des cacaoyers de type *Criollos* pour environ 5% des fèves utilisées. Le reste se subdivise de part plus ou moins égale entre des variétés *Forastero* et les hybrides *Trinitarios.* Pour ces dernières, leurs tendances proches de l'un ou de l'autre variété n'ont pas été déterminées en raison de la complexité des recombinaisons génétiques existantes (YAN *et al*, 2013).

Pour la quantité de fèves fraîches utilisées, les expérimentations ont été réalisées en fonction de la contenance du bac de fermentation déjà existant sur le site. Le poids des fèves pour un lot de fermentation a été fixé à 1300 à 1500 kg par lot.

1.2 Matériels physiques pour les essais de fermentation

A partir des fèves fraîches récoltées et triées, le processus de fermentation nécessite quelques instruments et matériaux. :

- Des bacs de fermentation au niveau du site de travail de l'établissement Théodule et avec les matériels qui s'y rattachent : sacs en jute pour garder la chaleur, barre mine de 8mm de diamètre pour dégager les déchets dans les trous d'aération des bacs. Quelques instruments pratiques tels que les herses, râteaux, sont aussi utiles ainsi que le personnel déjà expérimenté pour faciliter le travail et l'organisation.

Figure 10: Bacs de fermentation (cliché: auteur)

Trois bacs de fermentation en bois de même dimension ont pu être utilisés.

Pour le séchage, les dispositions en placeont été les aires en béton et des bâches en plastique. D'autres matériaux comme des râteaux en bois ont permis de faire le brassage pendant l'étape de séchage.

2. Matériels pour les analyses

Ces matériaux ont été utilisés sur le terrain pour la suivie de la fermentation :

- Thermobuttonpermettant un prélèvement horaire de la température.
- Humidimètre portable « mini GAC moisture tester »
- Guillotine pouvant couper 45 fèves à la fois et un cutter pour couper les fèves mal coupées par la guillotine. 5 autres fèves ont été coupées en plus pour ramener à 50 le total de fèves tranchées en une série.

3. Dispositifs expérimentaux pour la fermentation

3.1 Préparation de la matière végétale

Les fèves fraîches de cacao proviennent des collectes qui se font sur un point fixe dans chacun des trois villes aux alentours du site de Fermentation. Elles s'effectuent le mardi et le jeudi pour les deux villes d'Analavory et d'Antsatsaka puis le dimanche pour la ville d'Ambodisakoa.

De cette façon, de trois à cinq lots de fermentation ont pu être lancé chaque semaine ont fonction de la disponibilité des cacaos. La période pendant laquelle l'étude a été effectuée était une période d'intersaison entre la saison haute et la saison basse de la production de cacao.

3.1.1 Avant la collecte

Pour uniformiser l'étude, quelques critères ont été exigés pour la préparation de la matière première :

- Les cabosses de cacaoyers récoltées doivent être mûres. La récolte se fait avec un émondoir ou une machette.
- L'écabossage a été effectué dans les plantations ou dans les villes avec des méthodes similaires par l'intermédiaire d'une machette. Ensuite, le récipient utilisé pour le transport des fèves a été un récipient propre lavé avec des consommables suivant les normes de la certification biologique (eau, sable, cendre...).

Ces deux étapes n'ont suivi ni amélioration ni changement, les méthodes habituelles utilisées par les fermiers récolteurs ont été gardées.

3.1.2 Pendant la collecte

- Les fèves amenées par les fermiers ont été pesées puis triées par un responsable de l'établissement Théodule puis mises dans des sacs en jute. Comme pour les étapes précédentes, le triage a été effectué suivant la méthode utilisée couramment par les ouvriers en enlevant les fèves immatures, germées, pourries et les autres corps étrangers remarquables (reste de cabosse, rachis central, autres corps étrangers grossiers...).
- Chaque collecte commence à partir de neuf heures du matin puis les fèves fraîches sont acheminées vers le site de fermentation vers les coups de seize heures à l'aide d'un camionou d'un tracteur à remorque.

3.2 Description de l'Essai

La première partie de la fermentation du cacao qui est la fermentation alcoolique se fait pendant une période de 36 heures pour avoir la température nécessaire et la multiplication des levures de fermentation (AFOAKWA, 2008) ; il est donc préférable d'un raisonnement technique et économique de garder les 2 jours de démarrage de fermentation avant le premier brassage.

Les bibliographies effectuées ont permis de voir que chaque opérateur dispose de différentes méthodes de fermentation pour avoir une qualité de cacao optimale.

Des fermentations de 5,6 et 7 jours ont été effectuées avec des délais différentsentre les brassages. Les brassages sont effectués 3 fois pour les grosses exploitations industrielles mais les brassages 2 fois deviennent de plus en plus vulgariser.

Pour le séchage, le procédé utilisé par Théodule (cahier de charge, juillet 2014) a été gardé et s'est fait comme suit :

- Après la fermentation, les fèves ont été immédiatement mises à sécher sur l'aire en béton puis sur des bâches ou des aires en plastique, exposées au soleil.
- Séchage (six jours ou plus en fonction du climat)

jour1: 3 heures au soleil

jour2: 5 heures au soleil

jour3: 8 heures au soleil

jour4: 8 heures au soleil

jour5: 8 heures au soleil

jour6: 8 heures au soleil

Le séchage a été effectué en continu jusqu'à l'obtention de cacao sec, et à l'abri de la pluie pour éviter le développement des moisissures. Les aires de séchageont été nettoyées et/ou balayées avant chaque opération.

Ainsi, les paramètres mis à essais ont été :

Fermentation de 5 jours :

- brassage après 48h puis après 24h et garder 48h
- brassage après 48h puis après 48h et garder 24h

Fermentation de 6 jours :

- brassage après 48h puis après 48h et garder 48h
- brassage après 48h et après 24h puis après 24h et garder 48h
- brassage après 48h et après 48h puis après 24h et garder 24h
- brassage après 48h et après 24h puis après 48h et garder 24h

Fermentation de 7 jours :

- brassage après 48h et après 48h puis après 24h et garder 48h
- brassage après 48h et après 48h puis après 48h et garder 24h
- brassage après 48h et après 48h puis garder 72h

Le tableau suivant résumera les essais pour faciliter la mise en place des travaux

Tableau 5: Paramètres de fermentation mises à essai

Code	Durée totale de fermentation	Premier brassage	Deuxième brassage	Troisième brassage ou Fin de fermentation	Fin de fermentation
F01	6	2	1	1	2
F02	5	2	1	2	0
F03	6	2	1	2	1
F04	5	2	2	1	0
F05	6	2	2	1	1
F06	7	2	2	1	2
F07	6	2	2	2	0
F08	7	2	2	2	1

F09	7	2	2	3	0

Exemple : F02 : La fermentation se fait pendant une période de 5 jours avec des brassages après 2 jours puis après 1jours puis les fèves sont élevées après 2 jours pour subir un séchage de 6 jours

F06 : La fermentation se fait pendant une période de 7 jours avec des brassages après 2 jours et après 2jours puis après 1jour les fèves sont élevées après 2 jours pour subir un séchage de 6 jours

La différence entre les procédures des expérimentations sera démontrée plus concrètement dans lafigure 11 puis une deuxième expérimentation sera effectuée pour la répétition. Chaque changement de couleur dans le graphe signifie un brassage.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

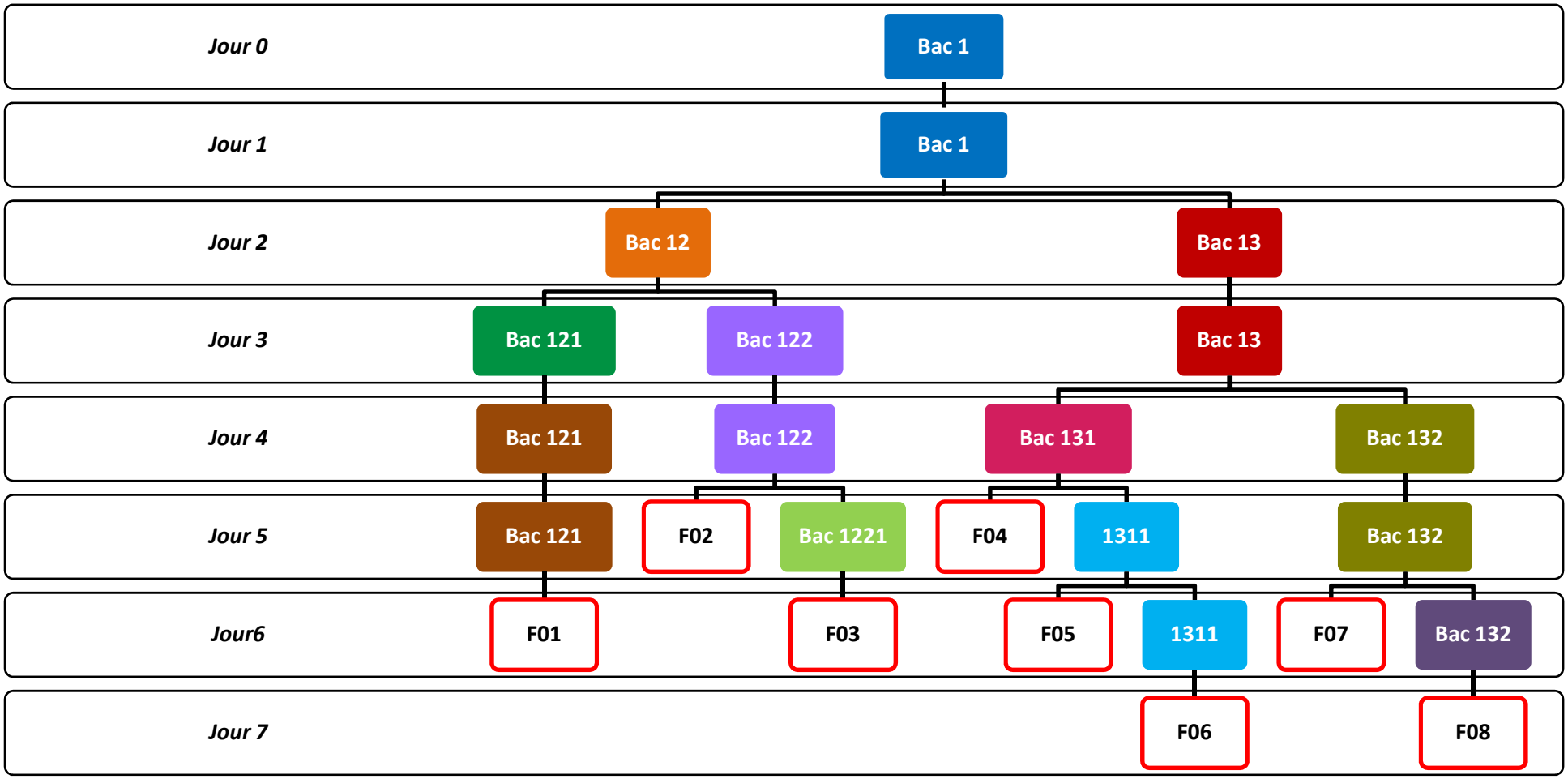


Figure 11: Procédure des essais de fermentation

3.3 Les outils d'analyse

De la réception des fèves fraîches jusqu'à la fin du séchage, quelques paramètres ont été suivis de près, notamment :

- la durée maximum entre la récolte et le début de la fermentation ;
- la température au long de la fermentation ;
- l'humidité pendant le séchage ;
- le test à la coupe à la fin du séchage.

Ces analyses sont destinées à juger la conformité des fèves par rapport aux types commerciaux et à l'exportation. En outre, dans cette étude, le contrôle de la qualité gustative est considéré comme plus important d'où l'utilité de faire du chocolat pour en faire l'évaluation sensorielle.

3.3.1 Temps

Il faut préciser la période de récolte, la période de fermentation et le temps entre la récolte, l'écabossage et le début de la fermentation. La durée de fermentation varie selon les essais et la durée de séchage a été gardée à 6 jours ou 7 jours voire plus en fonction du climat.

3.3.2 Température

Les mesures de température constituent des renseignements précieux, car ils permettent de juger de la vitesse et du degré d'avancement des réactions (VINCENT, 1983).

La température a été prélevée au cœur du bac de fermentation. Le thermobutton a été réglé de façon à prélever la température toute les heures pendant la fermentation. A la fin de chaque batch de fermentation, les données ont été recueillies à partir du logiciel rattaché.

3.3.3 Humidité

Le test d'humidité s'est fait au cours du séchage pour caractériser son évolution.
Ce test a été effectué à partir d'un humidimètre portable tous les jours à la même heure et à partir du deuxième jour de séchage vu que l'humidimètre utilisé n'était pas adapté pour des échantillons à très haute humidité.

Il est à noter que l'humidité finale à atteindre à la fin du séchage est de l'ordre de 7-8% (AFOAKWA, 2008).

3.3.4 Test à la coupe par la guillotine

Pour apprécier la fermentation d'un cacao, l'épreuve du test à la coupe est une analyse simple à mettre en œuvre qui donne globalement de bonnes indications pour les cacaos à

casse brune (variétés *Forastero* et *Trinitario*qui donnent une casse brune après fermentation et séchage contrairement à la variété *Criollo* qui donne une casse claire).

45 fèves sèches ont été coupées par la guillotine et il a été rajouté 5 fèves sectionnées à la main par leur épaisseur avec un cutter pour avoir un total de 50 fèves. Cette action a été répétée pour avoir un total de 100 fèves représentatives pour l'analyse. La coupe des fèves sans aucune fermentation est de couleur grise ardoisée et d'aspect lisse et n'ont pas d'arôme et une très forte astringence et amertume. La coupe des fèves mal fermentées est de couleur violette ou semi-violette et ces fèves ont peu d'arôme, de l'amertume et de l'astringence. La coupe des fèves bien fermentées est brune avec un aspect craquelé. (DESCROIX, 2014 ; BAREL 2013).

Ainsi, les lots d'expérimentation dont les échantillons n'ont pas réussi le test à la coupe ont tout de suite été éliminés pour la suite des analyses.

4. Evaluation sensorielle

La qualité du cacao est surtout déterminée par ses caractéristiques sensorielles dans le chocolat qui en est issu. Les caractéristiques sensorielles caractéristiques pour une évaluation du chocolat sont au nombre de neuf dont : la flaveur, la saveur de cacao et de chocolat, l'acidité, l'amertume, l'astringence, le gout sucré et les notes particulières perceptiblesde fruits, de fleurs ou de noix. (ASSEMAT, 2014).

4.1 Les produits à évaluer

Les échantillons de fèvesprésentant un score de cacao supérieur pendant le test à la coupeont fait l'objet d'analyse sensorielle avec du chocolat noir à 63% de cacao. Ce type de chocolat est la base générale de la plupart des chocolats de la société d'où la raison de ce choix.

4.2 Préparation des chocolats à analyser

Les chocolats ont été fabriqués au niveau du laboratoire de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA avec les méthodes et les paramètres du laboratoire.

Pour chaque paramètre de fermentation, Deux (2) kilos de fèves sèches ont été transformées. Les sept étapes décrites ci-dessous sont les mêmes que celleseffectuées au niveau de l'usine de fabrication mais avec des matériels à l'échelle de laboratoire.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

- Le triage a été effectué manuellement en enlevant les fèves plates, les fèves collées, et les restes de matières étrangères puis un lot de 2 kg de cacao a été pesé sur une balance électrique de laboratoire.
- La torréfaction a été effectuée à partir d'une étuve à convexion d'air forcé. Les paramètres temps-température utilisés ont été ceux du laboratoire.
- Les fèves torréfiées ont été ensuite concassées par un broyeur de marque Panasonic. Pour séparer la coque des cotylédons, les fèves concassées ont été mises sur une trieuse densimétrique et un triage final à la main est effectué pour éliminer le reste de coquilles.
- Le broyage s'est fait avec le même matériel que pour le concassage mais avec une durée plus longue jusqu'à avoir la masse de cacao. Celle-ci est ensuite mise dans un matériel de conchage de laboratoire pendant une période de 38 heures.

La granulométrie finale à atteindre a été de l'ordre de 25 à 28µm. La proportion des autres ingrédients ajoutés suit la composition actuellement traitée au laboratoire.

- Le tempérage du chocolat s'est fait directement après le conchage sur une table en granite permettant de faire descendre la température du chocolat rapidement. Ce traitement se fait de la même méthode que font les artisans chocolatiers.
- Le chocolat a été ensuite déposé sur une moule en polycarbonate préchauffée pour subir une cristallisation dans un réfrigérateurà circulation d'airà une température bien définie.
- Lorsque le chocolat a été bien compact, il a été emballé puis étiqueté pour être conservé en vue de l'évaluation sensorielle.

4.3 Description de l'analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle effectuée durant l'étudea été une évaluation de l'intensité d'une grandeur sensorielle simple. Un minimum de 36 juges a fait l'objet de l'évaluation sensorielle.

Le seul paramètre considéré ici n'a été que la qualité de la fermentation. De ce fait, seuls les attributs qui ont pu être influencés directement par la fermentation ont été gardés pour l'analyse sensorielle. Ces attributs sont : l'acidité, l'amertume, l'astringence, la saveur chocolatéeet les notes particulières avec la nature et l'intensité de perception.

4.4 Déroulement de l'épreuve

4.4.1 Formation des sujets

Une formation initiale a été effectuée pour apprendre aux sujets comment percevoir les caractères gustatifs du chocolat, quels sont les goûts à distinguer, et les problèmes qu'ils peuvent rencontrer au cours de l'analyse.

Il convenait ensuite d'expliquer aux sujets les caractéristiques des attributs qu'ils ont à évaluer :

- L'aciditéest un goutidentique à celle du vinaigre qui se ressent en attaque etdéclenche une salivation immédiate. Elle est ressentie sur les côtés de la langue et en dessous.
- L'amertume est une saveur rude et désagréable. Elle monte en fin de bouche pour le chocolat, et elle devient de plus en plus marquée et persistante au fil de la dégustation. Elle est ressentie par des récepteurs placés en arrière de la langue.
- L'astringencen'est pas une saveur mais une sensation mécanique. C'est-à-dire que lorsque le chocolat arrive en fin de bouche, le sujet sent un effet desséchant qui occupe toute la bouche, aussi bien la langue que l'intérieur des joues. Il est à noter qu'il ne faut pas confondre l'astringence avec l'amertume.
- La saveur chocolatée est la perception de chacun de ressentir un goût de cacao et de chocolat.
- Les notes particulièresqui peuvent être perçues sont des arômes de fruits, de fleurs ou de noix. Ces arômes apparaissent par phase : en attaque, les notes les plus fugaces de fleur ou de fruit, suivies par des notes plus chaudes d'épices, de fruits secs grillés, ou de pain grillé.

4.4.2 Evaluation sensorielle

Deux types d'épreuve ont constituée l'évaluation : 1. une analyse descriptive sur quatre produits et un test de classement. Pour l'analyse descriptive, les distances des échelles de notation correspondent à des différences d'intensité perçues comme égales, quelle que soit la zone de l'échelle à considérer ; et 2. une analyse hédonique.

Une échelle structurée avec des valeurs de 1 à 10 a été utiliséeen considérant que la note 1 équivaut à une perception très faible et la note 10 à un goût très prononcé (Annexe 4 et

Annexe 5). La signification de chaque barreau de l'échelle est indiquée sur le questionnaire au moyen de ces valeurs (RANDRIATIANA, 2013).

La première analyse s'est fait en donnant aux juges une à une les quatre échantillons proposés puis lors du test de classement, les quatre échantillons ont été donnés en même temps.

4.4 Traitement des données

A partir des analyses hédoniques effectuées, il peut être d'ores et déjà déterminé la meilleure méthode de fermentation selon l'échantillon de chocolat.

Cependant, quelques facteurs et relations doivent être déterminéspour confirmer les résultats et pour comprendre ce qui fait la qualité du chocolat à partir de la fermentation et de l'évolution de chaque attribut.

Une analyse statistique a été effectuée afin de comparer l'intensité de chaque attribut par rapport à chaque échantillon afin d'en tirer des conclusions. L'analyse de la variance a permis de s'assurer de la fiabilité des données (Annexe 15).

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

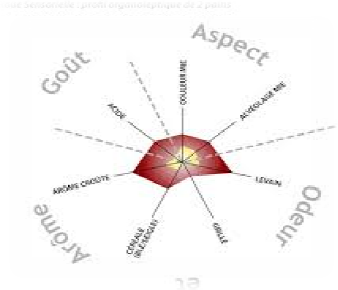
Conclusion partielle

La qualité des fèves de cacao varie en fonction de tout le traitement post-récolte jusqu'à la réception à l'usine. Après quelques revues documentaires, il a fallu faire des constatations au niveau des zones de travail des fournisseurs, des enquêteset des séances de *Brainstorming*. Ceci a permis de déterminer les défaillances et d'en déduire la démarche qualité à mettre en place. La fermentation est le principal traitement déterminant la qualité gustative du produit. Ainsi, des essais ont été effectués pour que leurs qualités commerciales et leurs qualités gustatives soient analysées afin de définir la meilleure méthode à utiliser. Ces matériels et méthodes de travail ont permis d'obtenir des résultats qui vont être explicités et discutés dans la troisième partie.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Partie III

RESULTATS ET DISCUSSIONS



I. Amélioration et mise en place d'une démarche qualité

Pour faciliter la différenciation des fournisseurs de cacao pendant cette partie démontrant les résultats, le nom des fournisseurs a été réduit à leur propre initial, respectivement L pour Lalatiana, K pour KOKAFA et T pour Théodule.

1. Evaluation de la situation actuelle

Pour les trois fournisseurs de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA, les formations reçues sur les méthodes de transformation post-récolte pour la production de fèves de cacaosont similaires. Cependant, les descentes sur terrain ont permis d'observer que les méthodes ne suivent pas leur dire mais deviennent un traitement routinier. En effet, les producteurs ne connaissent pas les effets de leur travail sur la qualité du cacao surtout du côté gustatif.

1.1Caractérisation du système post-récolte

1.2.1La récolte :

La récolte peut se faire de deux manières en fonction de la hauteur des cacaoyers.

- Pour les cabosses se situant à moins de deux mètres du sol, la récolte se fait directement à la main aidée d'une machette dont la coupe est faite sur le pédoncule qui porte la cabosse.
- De cette même façon sont cueillies les cabosses en hauteur à la différence du matériel utilisé qui est une longue perche de quatre à six mètres, surmontée d'une lame en forme de crochet sur le bout appelée émondoir.

Les cabosses tombent directement sur le sol mais ne subissent aucun dommage car les couches de feuilles mortes sur le sol atténuent l'impact du choc.

Pour les paysans enquêtés livrant aux trois fournisseurs étudiés, les méthodes ainsi que les instruments de récolte utilises ont été les mêmes. Ceci a été d'autant plus confirmé par les observations lors de la suivie de la récolte au niveau des plantations.

Les fèves acceptables sont les fèves bien arrivées à maturité et qui ne présente pas de défauts majeurs.

a.Critères de maturité des cabosses

Des formations institutionnelles n'ont pas été dispensées aux récolteurs. L'analyse de cabosse étant mûre ou pas se fait par expérience et transmise de père en fils ou entre les fermiers.

Les cabosses sont jugées mûres visuellement par les autochtones lors que la couleur vire au rouge vif ou à l'orange pour les *Trinitarios* appelés communément « Bouture », au jaune ou vert-jaunâtre pour les *Forasteros* dites « Tamatave » et au blanc avec un reflet rougeâtre ou orangé pour les *Criollos*. Ces analyses se font par simple coup d'œil et c'est l'expérience qui définit la qualité de travail. Pour d'autres récolteurs, la maturité des cabosses se reconnait en tapant les cabosses avec les doigts pour les fruits dont la couleur est intermédiaire par rapport aux critères de maturité. Un son plat signifierait une cabosse immature tandis qu'un son bien percutant signifierait une cabosse déjà mûre.

b. Critères de maturité des fèves

La maturité des fèves se reconnait par leur couleur mais aussi par la texture d'ensemble des graines dans le fruit.

Les fèves sont bien mûres lorsqu'elles sont brunes ou rougeâtres, celles non mures sont bien blanches. A ce critère de couleur s'ajoute la capacité des graines à se détacher de la cabosse et à se détacher entre elles quand elles arrivent à maturité. En outre, les fèves mûres sont juteuses alors que les fèves immatures sont sèches.

A cette étape, les fèves ou cabosses considérées immatures sont utilisées pour la transformation en fèves standards.

1.2.2L'écabossage

D'une part, cette étape se fait dans le verger pour les paysans récoltant de petites quantités, et dans les villages pour les foyers qui disposent d'une plus grosse quantité. Dans ces deux cas, les fèves fraîches sont achetées par les collecteurs. D'autres parts, les exploitants disposent d'un lieu d'écabossage à côté du lieu de fermentation facilitant ainsi le transport des fèves fraîches vers les bacs de fermentation.

L'écabossage est effectué avec une machette. Une première incision permet d'enlever le bout de la cabosse. Par la suite, deux incisions sont effectuées sur deux côtes opposes de la cabosse pour casser la cabosse et faciliter la libération des fèves fraîches avec la main.

Le fournisseur Ldispose d'un lieu d'écabosage et utilise 10 à 15 paysans pour faire le travail. Les cabosses récoltées sont cassées le jour même. Pour le fournisseur K, les membres de l'association effectuent chacun leur récolte et leur écabossage et ramènent tout de suite les fèves fraîches vers le lieu de fermentation.

Le fournisseur T disposant d'une exploitation à l'échelle industrielle qui peut traiter de grosses quantités de cacao. Il effectue des collectes de fèves fraîches mais avec des paysans déjà recensés. Cette collecte se fait au niveau d'un point de marché pendant toute la journée pour une ville. Un point de marche a été établi pour chacun des 3 villes concernées pour les fermiers livrant pour T. Pour la propre plantation de T, la récolte se fait la veille pour que le fruit puisse être écabossé le lendemain matin et que les fèves entrent en fermentation l'après-midi.

1.2.2 Le triage

Pour les fermiers dont les fèves sont collectées au marché (Fournisseur T), le triage se fait par le récolteur même. Les membres de la collectivité paysanne du Fournisseur K traitent leurs fèves de la même manière.

Entres autres, le triage se fait par des ouvriers embauchés spécialement pour cette tâche pour les fournisseurs T et L qui travaillent dans un lieu d'écabossage.

Trois types de produits sont enlevés lors du triage :

- Les déchets, qui peuvent être des restes de cabosses, des feuilles, des morceaux de bois ou d'autres matières étrangères autres que les fèves et les mucilages ;
- Le rachis central est enlevé manuellement et n'entre pas dans la fermentationpar soucis d'apports microbiens et de déchets. D'autres parts, cette action permet aussi de séparer les graines entre eux.
- les fèves immatures, les fèves moisies et les fèves germées.

Les fèves moisies sont les fèves qui ont une odeur désagréable, de couleur noire ou sombre.
Les fèves germées sont des fèves de couleur rosée dont une première ponte est déjà sortie de la graine et que l'ensemble des graines du fruit ont commencé à se dessécher.

1.2.3 La fermentation

Les fèves triées sont conservées dans des sacs en jute ou des matériels en plastique avant de les déverser dans les bacs de fermentation. Le temps entre l'écabossage et le début de

fermentation varie de deux à six heures voire huit pour les collectes de fèves fraîches. Elles sont ensuite déversées dans un bac ou deux en fonction de la ville de collecte ou dans un bac pour les fèves écabossées sur place. Les bacs sont ensuite recouverts de feuille de bananier pour le fournisseur K puis de sac en jute tandis que les autres n'utilisent que des sacs.

Le brassage est effectué après 1,2 ou 3 jours en fonction de la disponibilité de la main d'œuvre et du bac inférieur.Cette étape consiste à ouvrir une face de la caisse pour déverser les fèves vers la caisse suivante manuellement par des râteaux en bois. Puisque le système est constitué de bac en étage, il faut que l'étage du bas soit libéré pour que les fèves de l'étage du haut puissent être déversées dans le bac inférieur.

1.2.4 Le séchage

Après 5 à 7 jours de fermentation ou lorsque la couleur des fèves virent au marron foncé couleur chocolatée, les fèves sont récupérées. Des brouettes sont utilisées pour transporter les fèves. Elles sont ensuite étalées sur une aire en béton pour y être séchées pendant quelques jours. La durée de séchage journalière dépend de la disponibilité des aires et des claies ainsi que du climat et il en est de même pour le nombre de jours de séchage. Pour le fournisseur T, le séchage des fèves se fait sur des bâches en plastique à partir du troisième jour de séchage.

Pour les fournisseurs L et K, les fèves restent sur les claies lorsque la nuit tombe jusqu'à atteindre une humidité de moins de 9%. Le fournisseur T en revanche, range les fèves à chaque fin de journée dans des sacs en plastique pour être remises sur les aires de séchage le matin ou en fonction de son organisation.

1.2.5 Le triage, la mise en sac et l'envoi

Après un dernier séchage pour que la teneur en eau des fèves soit inférieure à 8%, les exploitants effectuent le triage.

Il est effectué manuellement et le nombre d'ouvriers ainsi que la qualité initiale des fèves sèches déterminent la qualité du triage. L'établissement T utilise de nombreux ouvriers pour faire le travail. Par contre, pour L le triage n'est fait que par un seul ouvrier. K met également moins d'emphase sur l'activité de triage qui est une étape importante pour déterminer la qualité commerciale des fèves.

Les fèves triées sont ensuite mises dans des sacs bien aérés de 65 kg puis l'envoi est effectué par le personnel de MADECASSE par un camion vers Antananarivo.

1.2 Contrôles qualités des fèves actuelles

Tous les tests déterminant la qualité commerciale du cacao sont effectués par le personnel de chaque fournisseur. Un autre contrôle de qualité est effectué au niveau de l'usine par le personnel de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA et de la société CINAGRA.

Les valeurs explicitées dans les tableaux pour les contrôles de qualité sont les minimums et maximums de tous les lots de fèves de cacao livrées en fonction des fournisseurs.

1.2.1 Humidité relative

L'humidité relative ou teneur en eau des fèves varie de 6,5 à 7,7 pour les trois fournisseurs.

Tableau 6: Humidité relativedes fèves(janvier-mai 2015)

Fournisseur	Humidité relative (%)			
	Janvier	Février	Mars	Avril
Lalatiana	7,8 à 8,1	-	6,8 à 7,7	6,5 à 7,6
Kokafa	7,6 à 8,1	-	6,8 à 7,4	-
Théodule	-	7 à 7,4	6,9 à 7,4	-

Source : Contrôle qualité MADECASSE, 2015

Ce tableau montre que la teneur en eau des fèves livrées à l'usine est très variable avec des différences significatives de plus de 1% pour certaines livraisons.

1.2.2 Grainage

Le grainage des fèves reçues à la chocolaterie est aussi très variable. En fonction des lots livrés, le nombre de fèves par 100g peut varier de moins de 100 à presque 120 fèves.

En effectuant entre autres le comptage des défauts, le nombre de fèves plates et de fèves collées est assez élevé et supérieur aux normes exigées par la société. Il n'existe presque pas de matières étrangères lors de la livraison de la matière première.

Tableau 7: Caractéristiques de grainage des fèves livrées (janvier-avril 2015)

Fournisseur	Fèves cassées		Fèves plates		Fèves collées		Corps étrangers	
	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé
Lalatiana	1 à 3	< 3	1 à 4	< 2	0 à 4	< 2	< 0.1	< 0.1
Kokafa	1 à 3	< 3	1 à 3	< 2	0 à 12	< 2	< 0.1	< 0.1
Théodule	1 à 2	< 3	2 à 3	< 2	0 à 1	< 2	< 0.1	< 0.1

Source : Contrôle qualité MADECASSE, 2015

1.2.3 Test à la coupe

Ce test est le plus important lors du contrôle car il détermine l'état des fèves et la qualité du traitement post-récolte effectué. Il est ici remarqué que pour les fèves des trois fournisseurs, les pourcentages de fèves ardoisées sont minimes tandis que les fèves violettes sont presque inexistantes. Ceci peut être considéré comme un bon score d'un point de vue mathématique. Par contre, au niveau de la qualité, cela signifierait que les fèves sont sur-fermentées. Ces fèves présentent le risque de ne pas pouvoir obtenir un goût de qualité avec les chocolats qui en sont issus.

Tableau 8: Test à la coupe des fèves livrées (janvier-avril 2015)

Fournisseur	Fèves ardoisées		Fèves violettes		Fèves moisies		Fèves défectueuses	
	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé	% actuel	% exigé
Lalatiana	0 à 1	< 3	0 à 2	< 8	0 à 1	< 3	0 à 1	< 3
Kokafa	0 à 1	< 3	0 à 1	< 8	0 à 1	< 3	0 à 1	< 3
Théodule	0 à 1	< 3	0 à 3	< 8	0 à 1	< 3	0 à 1	< 3

Source : Contrôle qualité MADECASSE, 2015

2. Maîtrise de la qualité

Après avoir caractérisé les méthodes post-récolte ainsi que la qualité actuelle des produits, il est alors nécessaire de diagnostiquer les facteurs qui pourraient diminuer la qualité des produits et d'en déduire les mesures à prendre.

2.1 Analyse des défaillances

Par l'analyse des 7M, la genèse des défauts a été effectuée au niveau du traitement post-récolte du cacao pour chacun des fournisseurs.

Il est nécessaire de rappeler que les causes proviennent de différents origines dont :

- M_1 : Matières
- M_2 : Matériels
- M_3 : Méthodes
- M_4 : Mains d'œuvre
- M_5 : Milieu
- M_6 : Management
- M_7 : Moyens financiers

2.1.1 Genèse des défauts

Les trois fournisseurs disposant des méthodes similaires, ils rencontrent des difficultés et des défauts communs. Ainsi, la genèse des défauts a étécombinée en un seul tableau.

L'état de criticité des défauts a été jugé sur une échelle de 1 à 3 où,

- une criticité de niveau 1 signifie que la maîtrise de l'étape et des défauts possibles sont indispensables pour avoir la qualité désirée. Aucune autre étape ultérieure ne pourra rattraper les défauts ;
- elle est de niveau 2 si l'étape est déterminante dans la qualité mais pourra être corrigée par la suite;
- le niveau3 s'agit des étapes qui n'influent pas beaucoup sur la qualité mais qui diminue surtout le rendement de la production.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Tableau 9: Analyse des défauts du système post-récolte

ETAPES	DEFAUTS	CAUSES	ETAT DE CRITICITE	ORIGINES	MESURES PREVENTIVES
RECOLTE	Cabosses non exploitables Cabosses immatures	Récolte trop tôt Cabosses cassées ou pourries	Niveau 1	M_1: Cabosses en hauteur M_2 : Emondoir ou machette à lame émoussée M_3 : Reconnaissance des cabosses mûres subjective, temps de passage dans la plantation insuffisant M_4 : Main d'œuvre insuffisante M_5 : Climat très variable, destruction par les animaux M_6 : Manque de formation et responsable non strict M_7 : Fermiers en manque d'argent	- Bien aiguiser les matériels à lame - Rajout de main d'œuvre - Formation régulière - Surveillance régulière - Augmenter le prix de réception des fèves fraîches - Chasser les oiseaux ou autres animaux dans la plantation
	Fèves endommagées	Cabosses cassées Fèves cassées	Niveau 2	M_1: Fèves mangées par les animaux M_2 : Emondoir ou machette à lame émoussée M_3 : Méthode de récolte défaillant, pratique routinière, incompétence des ouvriers M_4 :Travail vite fait	- Formation sur les méthodes de récolte - Utiliser des lames tranchantes - Trancher le pédoncule des cabosses du premier coup

ECABOSSAGE	Fèves de différents états	Durée importante d'écabossage d'un lot à fermenter	Niveau 2	M_1: Cabosses de maturité très différente M_3 : Pratique routinière	-Récolter les cabosses de même stade de maturité
	Fèves cassées	Trace de machette ou de couteau	Niveau 2	M_1: Cabosses de maturité trop différente M_2 : Machette à lame trop large, machette usée M_3 : Pratique routinière, incompétence des ouvriers M_4 : Ouvriers trop peu nombreux, Travail vite fait M_6 : Manque de formation M_7: Manque de moyens pour acheter de nouveaux matériels	- Affuter la machette et mettre des arrêts - Utiliser un gourdin - Utiliser une table d'écabossage -Former les travailleurs sur les méthodes de travail adéquates
	Cabosses non exploitables	Cabosses de mauvaises qualités, non conformes	Niveau 3	M_1 : Cabosses pourries, immatures, cassées, détruites par les animaux ou desséchées par le soleil M_3 : Récolte mal effectuée, M_6 : Manque de formation et d'information des fermiers sur l'importance de leur travail	- Informer les fermiers de l'importance de leur travail et de leurs effets sur la qualité du produit

TRIAGE	Trop de déchets (casses de fèves, casses de cabosse, corps étrangers) Faibles rendements	Ecabossage mal effectué Fèves non acceptables, de mauvaises qualités, collées Récipients sales	Niveau 2	M_1 : Fèves pourries, immatures, cassées, rachis central collé sur les grains M_2 : Bac de triage trop grand, récipient trop profond M_3 : Travail routinier, négligence, incompétence M_4 : Responsable de triage insuffisant, Travail vite fait M_5 : Lieu de travail sale ou inadéquat M_6 : Responsable du triage mal informé, formation incomplète du personnel	- Nombre de responsable de triage par rapport à la quantité et le temps - Matériels adéquats -Informer les ouvriers sur les défauts de travail et de manipulation - Formation régulière - Surveillance stricte
FERMENTATION	Mauvaise qualité du produit	Temps d'attente trop long avant fermentation Fèves sur-fermentées ou fèves sous-fermentées	Niveau 1	M_1 : Fèves mal triées, présence d'autres corps étrangers M_2 : Bac très grand par rapport à la quantité de fèves introduites, bac mal renfermé, bac sale, bac sans trou d'aération ou trou bouché M_3 : Temps trop long entre écabossage et début de fermentation M_4 : Pas d'état d'esprit sur la qualité, formation incomplète	- Bien effectuer le triage des fèves avant la fermentation - Cloisonner les bacs par rapport à la quantité de fève introduite - Formation régulière et complète

				M_6 : Manque d'information et de surveillance du travail	
	Qualité inconstante des fèves sortant des bacs	Pratiques variables Temps d'attente trop long et variable avant, après ou entre les brassages	Niveau 1	M_1 : Qualité des fèves fraîches, tables en bois ou en plastique M_2 : Manque de dispositif de séchage M_3 : Méthodes de brassage non précises M_4 : Défauts de manipulation, négligence des ouvriers M_5 : Température ambiante très variable en fonction du jour et de la saison M_6 : Pas de règles ou exigences strictes des clients	- Fabriquer des tables de séchage de même matière - Laisser les fèves sur les claies en fin de journée et mettre à l'abri de la pluie - Formation des ouvriers - Modifier l'état d'esprit ou renforcer la surveillance - Définir à l'avance les méthodes à appliquer et exigences des clients
SECHAGE	Apparition de moisissures Humidité finale élevée	Temps de séchage trop long Fèves rangées dans des sacs en fin de journée empêchant l'aération	Niveau 1	M_1 : Fèves très humides, fèves collées, reste du rachis central M_2 : Pas de claies en bois, claies usées, séchage sur plastique, lieu de stockage rempli, table mouillée M_3 : Fèves réhumidifiées par la pluie, M_4 : Incompétence des travailleurs M_5 : Temps très variable, ensoleillé, nuageux et pluvieux	- Bien effectuer les travaux antérieurs - Construire de nouvelles claies - Réparer les creux sur les aires en bêton - Formation régulière des ouvriers et des responsables

				M_6 : Responsable mal informé	
	Humidité finale inconstante	Pratiques variables Reprise d'humidité des fèves	Niveau 2	M_1 : Fèves hétérogènes de différents stades de fermentation M_2 : Matériels de séchage inadéquats, pas d'humidimètre ou humidimètre non étalonné M_3 : Durée de séchage variable M_4 : Main d'œuvre insuffisante pour ranger les fèves en temps pluvieux M_5 : Temps variable, soleil incontrôlable M_6 : Incompréhension des ouvriers de l'importance du travail M_7 : Manque de moyens pour la construction d'autres tables de séchage	- Homogénéiser la qualité des fèves fermentées - Utiliser des claies en bois et non en plastique - Etre stricte sur les durées de séchage - Informer les travailleurs et faire des formations régulières
STOCKAGE ET TRIAGE FINAL	Mauvaise qualité commerciale	Beaucoup de fèves non conformes Humidité élevée	Niveau 2	M_1 : Fèves fraîches mal triées, mal fermentées M_2 : Table de séchage mal nettoyée, absence de palettes M_3 : Négligence, routine, travail vite fait mal fait M_4 : Trieurs peu nombreux	- Augmenter le temps de triages - Augmenter le nombre de trieurs - Cahiers des charges provenant des clients - Formations régulières

				M_6 : Exigence imprécise de la chocolaterie M_7 : Fermiers impatients pour vendre leur produit	- Information et explication sur l'importance du respect des cahiers des charges et des clauses de contrat avec les clients
	Baisse du rendement	Ecart de triage élevé Beaucoup de déchets	Niveau 3	M_1 : Matières premières de mauvaise qualité, produits hétérogènes M_3 : Pratiques routinières, compétence limité, manque de rigueur M_4 : Insuffisance de trieurs M_6 : Travailleurs mal informés	- Maitriser les étapes antérieures - Formations régulières - Surveillance
MISE EN SAC ET ENVOI	Changement de qualité à la réception à l'usine	Transport non conforme Temps d'attente trop long Reprise d'eau des fèves de cacao	Niveau 2	M_1 : Fèves de cacaos envoyés de mauvaise qualité M_2 : Balance non étalonné, sac humide ou usé, camion non étanche, pas de véhicules de transport fixes M_3 : Chauffeur mal informé M_4 : Chargement sous la pluie M_5 : Routes dégradées ou coupées	- Etre stricte sur la qualité des fèves avant mise en sac - Bien informé le transporteur ou avoir un chauffeur fixe - Véhicule de transport imperméable - Sac bien sec et non troué - Faire attention à la pluie

2.1.2Discussions

La qualité commerciale des fèves de cacao est assurée principalement par les trois derniers traitements dont la fermentation, le séchage et le triage. La fermentation détermine l'aspect visuel des fèves et le score pendant le test à la coupe. Le séchage détermine l'humidité finale des fèves et c'est cette réduction de l'humidité en un temps donné qui permet de lutter contre les moisissures d'où son état de criticité de niveau 1.

Le triage est très important que ce soit lors du triage des fèves fraîches ou lors du triage final des fèves de cacaos. En effet, le premier permet d'enlever d'ores et déjà les graines collées, cassées, et de limiter les déchets provenant des restes de cabosses ou d'autres corps étrangers. Le triage final est nécessaire pour enlever les restes de fèves à défauts et les déchets provenant des étapes antérieures ou du séchage. Vu que cette étape se fait sur une aire en béton ou claies à l'extérieur, les fèves ne sont pas à l'abri des morceaux de bois, des pierres ou autres particules étrangères.Cette étape de triage est classée niveau 2 car un mauvais triage peut déclasser les fèves en qualité standard.

Pour la qualité gustative des fèves, tout le processus influence cette dernière (BAREL, 2013), ce qui nécessite la correction de tout défaut et la maîtrise du processus de transformation.

Par l'analyse des défauts par la méthode des 7M, quelques origines principales suscitent de l'intérêt.

a. Qualités de la matière première

La matière première est ici la cabosse issue des cacaoyers ainsi que les fèves à l'intérieur.

D'un point de vue génétique, les fèves sont très variables au niveau des plantations. En effet, les arbres ne sont pas séparés selon les variétés. De plus, ces variétés ne se reconnaissent sur terrain que par la morphologie des arbres pères et les cabosses situées sur la base du tronc. Cette variation est due à la fécondation des fleurs qui se fait entre variétés différentes vu que *Criollo, Trinitario et Forastero* se trouvent entremêlées sur une même plantation.

De ce fait, les critères de maturité diffèrent d'une cabosse à une autre ce qui augmente la difficulté pour les paysans à juger si les cabosses sont mûres ou pas. La récolte des

cabosses immatures est déclassée au niveau de la criticité. En effet, ces cabosses n'entrent pas dans la prochaine étape mais constituent un écart de triage abaissant le rendement.

Cependant, cette étape est indispensable à maîtriser (criticité niveau 1) car elle détermine la qualité des produits finis.

b. Temps d'attente

Entre l'écabossage et le démarrage de la fermentation se situe le temps d'attente le plus important pendant le traitement. Ce problème de temps est classé niveau 1 dans l'état de criticité car il détermine la conduite des réactions biochimiques lors de la fermentation. Pour les fournisseurs C et T qui effectuent des collectes, les fèves fraîches sont recueillies à des intervalles de temps très différentes pour commencer la fermentation en même temps. Mais cette attente dégrade et dessèche les fèves recueillies plus tôt. Ceci explique la différence de qualité des matières premières lors de l'entrée en fermentation.

c. Méthodes de traitement

Les méthodes utilisées lors de la fermentation et du séchage ne sont pas bien définies. Chaque exploitant définit leurs méthodes en fonction de leurs expériences respectives avec comme principal objectif d'avoir une couleur chocolatée à la fin de la fermentation.

De même pour le séchage, l'atteinte du taux d'humidité constitue leur seule préoccupation alors que pendant ces étapes se produisent des réactions biochimiques et microbiologiques complexes.Ces dernières doivent être similaires pour que les fèves aient les mêmes qualités.

d. Formations et états d'esprit

Il a été observé que des formations et d'informations récentes nécessaires manquent pour faire connaitre aux ouvriers des sites de transformation les objectifs, les intérêts de la mise en œuvre des bonnes pratiques de production dans la conduite de la production de cacaos de qualité conformes aux exigences des clients. Ceci se manifeste par un manque de rigueur dans a conduite de leurs activités qui impactent sur la qualité du produit.

2.2 Démarche qualité

Pour construire la qualité et afin de la rendre constante, il faut définir les bonnes pratiques de production applicables. Il sera ensuite indispensable de construire les documents nécessaires à la suivie du travail et aux activités de contrôle qualité. La rigueur de travail et l'exigence qualité doivent être bien imposées.

Dans la méthode du PDCA, la qualité oblige à planifier les travaux d'améliorations. La démarche a été planifiée à partir de l'analyse des défaillances (*Plan*). Pour l'action (*Do*), la bonne pratique de fabrication suivante permet d'améliorer la qualité ainsi que les expérimentations entreprises au niveau de la fermentation.

2.2.1 Bonnes pratiques de production

Tableau 10: Bonnes Pratiques de Production de fèves de cacao

ETAPES	BONNES PRATIQUES DE PRODUCTION
RECOLTE	- Effectuer des passages dans les plantations une à deux fois par semaine pour voir l'évolution des couleurs des cabosses. - Tailler les cacaoyers de façon à avoir des pieds de 3 à 4 m de hauteur maximum pour faciliter les récoltes. - Bien aiguiser les lames des émondoirs pour couper le pédoncule d'un seul coup ou couper avec un sécateur. - Ne récolter que les cabosses bien arrivées à maturité.
ECABOSSAGE	- Laisser du temps entre récolte et écabossage ne dépassant pas 5 jours pour que la maturation des cabosses soit homogène. - Utiliser des machettes aiguisées de façon à ne pas casser les fèves. - Contrôler les incisions des cabosses avec les machettes. - Détacher le rachis central et séparer les fèves entre elles.
TRIAGE	- Trier progressivement pour travailler sur de petites quantités. - Enlever les fèves germées, cassées. - Détacher les restes de rachis central et séparer les fèves encore collées entre elles.
FERMENTATION	- Nettoyer les bacs et déboucher les trous d'aération avant chaque fermentation et chaque changement de bac. - Démarrer la fermentation au plus 6 heures après l'écabossage du premier fruit. - Utiliser des grilles sur les caisses pour affiner le triage. - Respecter les jours et heures de brassage pour tous les lots.

	- Respecter la quantité de fèves dans les bacs pour avoir une hauteur de 60 à 80 cm en cloisonnant les bacs. - Bien couvrir les bacs pour limiter les pertes de chaleur. - Bien mélanger et aérer lors des brassages.
SECHAGE	- Nettoyer les aires de séchage avant chaque opération et ne sécher que sur des aires bien sèches. - L'épaisseur du lit de cacao ne doit pas dépasser les 3 à 4 cm. - Faire des brassages fréquents, toutes les heures pour les deux premiers jours et toutes les trois heures pour le reste. - Respecter la durée journalière du séchage inscrit dans le cahier des charges. - Laisser les fèves sur des claies pendant la nuit et mettre à l'abri de la pluie et des zones humides.
STOCKAGE **TRIAGE FINAL ET MISE EN SAC**	- Avoir un local et des sacs propres et secs. - Utiliser des palettes pour isoler les sacs des sols. - Ne mettre les fèves dans des sacs que si l'humidité est inférieure à 8%.
ENVOI	- Nettoyer le plancher et les parois du conteneur du camion transporteur - Utiliser un camion étanche et sans odeur. - Mettre les sacs sur un plancher sec ou sur des palettes.

2.2.3 Formations, Informations et état d'esprit

La qualité dépend de l'état d'esprit et de la rigueur des responsables et surtout des travailleurs.

Pour construire la qualité, il est nécessaire de faire des formations et informations régulières aux fermiers, ouvriers et responsables par rapport à l'importance de la manière avec laquelle ils mènent leurs activités. Ceci contribue de façon significative à l'obtention de produits de bonne qualité. Quoi que la mise en œuvre de façon régulière de bonnes pratiques de production ait un coût (financier, temps et effort), celle-ci se traduit par une réduction conséquente des pertes et une bonne rémunération par la possibilité d'augmenter le prix du produit.

Il faut donc faire des séances de formations régulières, tous les trimestres ou semestres en fonction de la disponibilité des formateurs et des travailleurs. Ces séances serviront à

expliquer pourquoi chaque manipulation influe sur la qualité finale du produit. Elles permettront aussi d'écouter les problèmes et difficultés que rencontrent les ouvriers pendant le travail pour trouver des solutions y afférentes.

Il sera donc indispensable d'afficher les BPP et les exigences afin de diriger et construire un état d'esprit envers la mise en œuvre de la qualité chez les travailleurs.

Les principaux points importants à afficher sont :

- les critères de triage des fèves fraîches
- les paramètres et méthodes de fermentation
- les paramètres et méthodes de séchage
- les critères de triage final
- et les critères de qualité des fèves de cacao.

2.2.2 Documentation

Afin de contrôler et d'analyser la démarche effectuée, une documentation s'impose.

a.Cahier des charges

Le cahier des charges est un document décrivant de la façon la plus précise possible, avec un vocabulaire simple tout le travail effectué.Il vise à définir et à faire valider par le client les spécifications d'un produit ou d'un service à réaliser. Ce document doit être effectué par le technicien de production et le responsable de contrôle qualité du client. Ils devront décrire les techniques à entreprendre, les exigences de l'entreprise sur la qualité du produit ou les méthodes à suivre. Les contraintesrencontrées lors de la transformation des produits doivent aussi figurer sur ce document.

Ce cahier doit être respecté pour chaque lot de fèves produits et vérifiés par les deux parties, fournisseurs et clients.

Le cahier des charges doit suivre les bonnes pratiques de production énumérées ci-dessus afin de traiter les récoltes de la même manière. Ceci permettra d'obtenir les mêmes qualités de fèves de cacao. Il est nécessaire de faire des surveillances régulières pour confronter le cahier des charges avec les méthodes réellement utilisées par les fournisseurs de cacaos marchands.

b.Traçabilité

Les traçabilités méthodes et matières des produits sont très importantes. Elles permettent de suivre les méthodes effectuées à chaque processus du traitement et de vérifier le rendement de la transformation.

Une fiche de traçabilité doit accompagner chaque lot de fèves en précisant :

- les différents numéros deslots composant le lot
- les dates et durées de traitement pour chaque étape de transformation
- le poids à l'entrée et à la sortie au niveau de chaque étape

Ce document devra être envoyé au responsable de contrôle qualité avant l'envoi des fèves vers l'usine.

2.2.4 Contrôle qualité

Le contrôle qualité des fèves permet de vérifier si les exigences des clientsont été suivies.

Ce contrôle doit se faire sur un échantillon prélevé lors de la mise en sac des fèves vers l'usine, suivi d'un contre-contrôle au hasard sur des échantillons représentatifs de la livraison. L'échantillonnage doit suivre la norme ISO 2292 :1973 relative à l'échantillonnage de fèves de cacao.

Les méthodes à utiliser pour le contrôle de la qualité des fèves seront celles régies par l'organisation internationale de normalisation définies par le tableau suivant.

Tableau 11: Normes ISO sur les fèves de cacao

Normes	Spécifications
ISO 1114 : 1977	Méthodes de test à la coupe
ISO 2291 : 1980	Détermination de la teneur en eau
ISO 2292 : 1973	Echantillonnage
ISO 2451 : 2014	Caractéristiques des fèves

a- Contrôle de l'humidité

L'humidité des fèves au départ d'Ambanja doit être de à 6,7 à 7,3%. Cette intervalle est exigée dans l'intérêt de combler une possibilité de reprise ou de perte d'humidité jusqu'à l'arrivée des fèves à l'usine de transformation. Une humidité en dehors de ces valeurs ne serait plus acceptable pour éviter les grandes différences qui influent sur la torréfaction.

Les humidimètres de chaque fournisseur et de MADECASSE doivent être étalonnéspour travailler dans des conditions authentiques.

b- Grainage

Le grainage doit se faire avant la mise en sac sur les échantillons. Le nombre de fèves par 100g ne doit pas dépasser 115 fèves.

Par ce grainage, les critères actuels seront gardés mais le contrôle sera plus strict surtout au niveau du prélèvement des échantillons.

c- Test à la coupe

Pour le test à la coupe, les exigences de la société par rapport aux échantillons seront décrites dans le tableau suivant. Il appartiendra aux techniciens de la société MADECASSE de juger la couleur des fèves en fonction des images de référence.

Tableau 12: Spécifications exigées pour le test à la coupe

Spécifications des fèves	Ardoisées	Violettes	Moisies	Défectueuses
Critères exigées	< 2%	< 6%	< 2%	< 3%

d- Evaluation sensorielle

Les fèves de chaque origine doivent se conformer à un profil gustatif précis établi en fonction du terroir, de la variété de cacao, et des méthodes de production sur lesquelles les producteurs de cacao et le chocolatier se sont mis d'accord. Le responsable doit bien être exigeant que si l'échantillon est significativement différent de ce profil étalon, ils n'achèteront pas le lot. Ceci permettra à la société de s'assurer que la qualité et la personnalité de chaque chocolat ne varient pas.

Ainsi, un échantillon de 5kg du lot de cacao doit être envoyé au laboratoire afin d'être transformé en chocolat pour vérifier sa qualité gustative.

La recette de chaque chocolat dépendra de la provenance des lots de cacao.

e- Documents

Le résultat de tous les contrôles qualité effectués (humidité, grainage, test à la coupe), et une copie du cahier des charges et de la fiche de traçabilité du lot doit être envoyée vers le

laboratoire de contrôle qualité deux semaines avant l'envoi des fèves. Les échantillons de fèves seront accompagnés de ces documents.

II. Résultats des applications sur la fermentation

1. Résultats

Pour les différents échantillons, les traitements effectués ont été les mêmes de la récolte jusqu'au démarrage de la fermentation, et du séchage jusqu'au conditionnement. La même quantité de fèves a été utilisée pour chaque traitement. Ainsi, seule la conduite de la fermentation a subi des variations.

Tous les échantillons ont été séchés jusqu'à avoir un taux d'humidité de 7,1%, moyenne exigée par la société. En outre, le triage a été effectué délicatement pour n'avoir que des fèves de bonne qualité entrant en torréfaction au sein du laboratoire.

1.1 Fermentation de 5 jours

Les échantillons F 02 et F 04 ont été effectuées avec des fermentations de 5 jours. A la fin de la fermentation, autant pour la première que pour la deuxième, les fèves ont été de couleur brun clair et le test à la coupe a montré des casses généralement ardoisées et violettes, synonyme de sous-fermentation. Ceci a conduit à un prolongement du temps de fermentation pour limiter les pertes vues les grosses quantités mises à essai.

Il a été alors nécessaire de prolonger les essais de cinq jours d'une journée soit six jours de fermentation.

1.2 Fermentations de 6 jours

Les fermentations de six jours sont généralement les méthodes appliquées par les autres exploitants de la région du Sambirano. Les quatre paramètres programmés ont pu être effectués, F 01 pour un brassage après 2 jours et après 1 journée puis après 1 journée ;

F 03 pour un brassage après 2 jours et après 1 journée puis après 2 jours ;

F 05 pour un brassage après 2 jours et après 2 jours puis après 1 journée ;

F07 pour deux brassages tous les 2 jours.

A la fin de la fermentation, tous les échantillons ont présentés la couleur marron chocolatée. Cet aspect signifie que les fèves sont arrivées au terme de leur fermentation.

Ainsi, ces quatre échantillons ont subi les contrôles de qualité commerciale pour vérifier si ellessont conformesaux critères de la société pour la dénomination de cacao supérieur.

1.3 Fermentations de 7 jours

Pour les fermentations de sept jours, les fèves de cacao ont dégagé une odeur putride lors du dernier jour de fermentation avec une couleur qui a viré au noir. Ces effets démontrent le signe d'une sur fermentation. Les odeursont persisté même après séchage. Un paramètre (F 09) subi de temps en temps par les fèves du fournisseur a été retenu pour le contrôle de la qualité commerciale et organoleptique. Il a subi une conduite de fermentation de sept jours avec deux brassages effectués tous les deux jours.

2. Contrôle qualité commerciale

Pour le contrôle de la qualité commerciale, seul le test à la coupe été effectué. La fermentation influe sur les caractéristiques internes des fèves de cacao. Le grainage par contre, ne définit que la qualité de triage pour obtenir un meilleur rendement et faciliter le travail en usine.

Cinq échantillons ont été retenus pour subir le test à la coupe. Le tableau suivant montre les scores de chaque échantillon lors de l'analyse, comparés avec les exigences de la société.

Tableau 13: Test à la coupe des échantillons

N° échantillon	F 01	F 03	F 05	F 07	F 09	Limites exigées
Caractéristiques	2112	2121	2211	222	223	-
Fèves ardoisées	1%	1%	2%	1%	0%	< 2%
Fèves violettes	5%	7%	8%	5%	1%	< 6%
Fèves défectueuses	0%	0%	0%	0%	0%	< 3%

Les fèves ardoisées sont représentées par un pourcentage minime. Ceci signifie que les fèves sont conformes en tant que cacao de grade supérieur. F 05 présente un pourcentage limite de 2% par rapport à la norme exigée par la société. De même pour le pourcentage des fèves violettes, cet échantillon présente aussi des valeurs limites de 8% pour la norme FFC mais dépasse les limites exigées par la société.

Le très faible rapport en fèves violettes de F 09 confirme sa surfermentation et l'odeur putride observée précédemment. En outre, F 01 et F 07 présentent les mêmes caractéristiques au niveau des tests à la coupe et sont bien conformes aux normes de qualité commerciale de cacao supérieur.

A partir de ces analyses, F 01, F 07, F 03 et F 09 ont été les quatre échantillons finaux qui ont subi les tests d'évaluation sensorielle.

3. Contrôle de la qualité organoleptique

3.1 Analyse descriptive

L'évaluation sensorielle a été effectuée sur du chocolat noir à 63% de cacao. Une analyse descriptive a permis de différencier les quatre chocolats selon quelques attributs gustatifs dont l'amertume, l'astringence et l'acidité.Les notes particulières présentes dans les produits ont aussi été évaluées. Ces notes sont la saveur chocolatée, fruitée, et noitée.

Le graphe suivant regroupe les intensités perçues pour chaque échantillon par rapport aux attributs gustatifs décrits.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

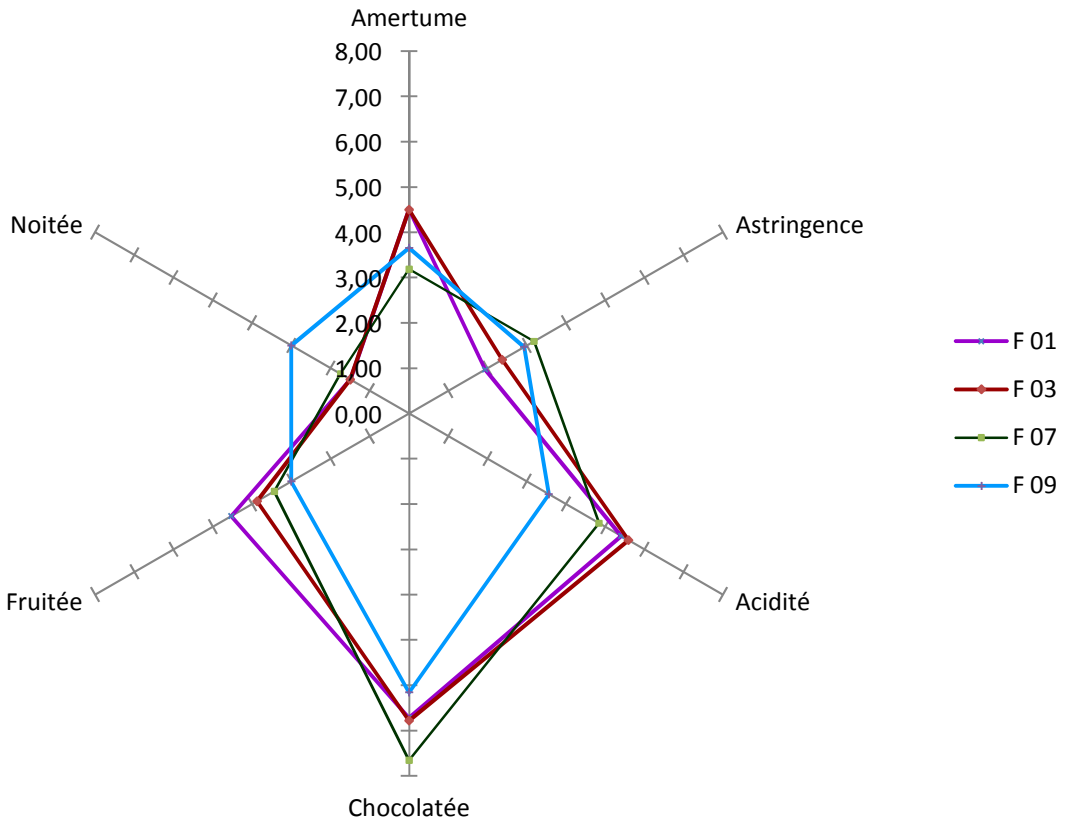


Figure 12: Comparaison de l'intensité moyenne des attributs pour chaque chocolat

Les échantillons F 01 et F 03, disposent des amertumes les plus ressenties par les sujets. Le chocolat F 07, effectué avec des fèves fermentées pendant 6 jours avec seulement 2 brassages tous les deux jours, a été considéré comme le moins amer.Contrairement à ce premier attribut, les chocolats F 07 et F 09 sont plus astringents par rapport aux deux autres considérés plus acides par les évaluateurs.

La saveur chocolatée est très distincte pour tous les échantillons mais dont sa perception dans F 07 est largement plus forte suivie de F 03 et de F 01.

Pour l'échantillon F 09, qui a subi une fermentation de 7 jours, la note de noix est particulièrement perçue par les sujets alors que celle-ci est très faible pour les autres chocolats. Au contraire, la note fruitée est très faiblement perçue pour F 09 tandis qu'elle est fortement ressentie pour l'échantillon F 01. Les sujets ont évalués les deux autres échantillons en tant que moyennement fruitée.

3.2 Analyse hédonique

L'analyse hédonique, d'une manière générale a donné la répartition explicitée par le graphe suivant.

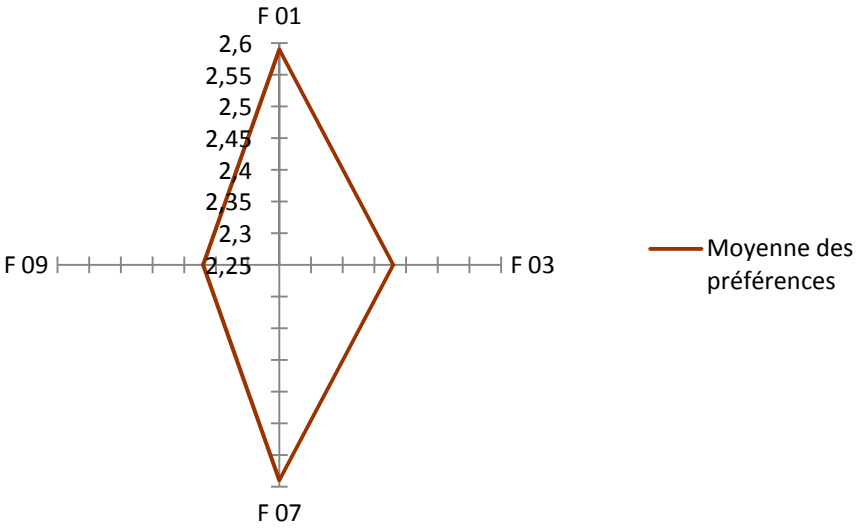


Figure 13: Résultat de l'analyse hédonique sur les quatre chocolats

Il est remarqué que le choix des juges s'est penché en générale vers les deux échantillons F 01 et F 07. Pour le chocolat F 01, cette tendance peut être expliquée par sa note fruitée fortement ressentie et sa faible astringence. L'échantillon F 07 plus chocolatée est logiquement apprécié par les juges. L'échantillon F 09 disposant d'une fermentation de 7 jours a été le moins apprécié par les sujets suivi de F 03 considéré comme très acide.

Généralement, les femmes préfèrent les goûts plus acides par rapport aux hommes ce que montre le graphique suivant où les femmes préfèrent plutôt F 01 que les hommes. Les hommes préfèrent plutôt le chocolat F 07 par rapport aux femmes ce qui peut être expliqué par un goût généralement plus accentué avec une acidité moins perçue.

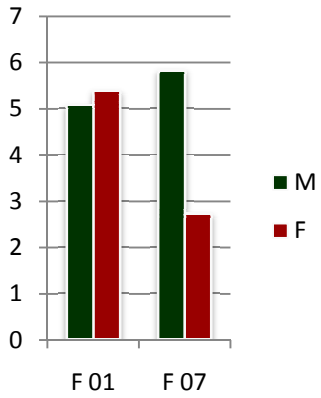


Figure 14: Comparaison des tests de préférence de F 01 et F 07 en fonction du sexe

III. Recommandations

Quelques points importants sont à recommander pour avoir des résultats plus fiables et pour optimiser encore plus la qualité. Ceci permettra en outre d'obtenir les mêmes qualités de fèves de cacao pour les trois fournisseurs et d'autres éventuels fournisseurs.

1. Méthode utilisable pour d'autres éventuels fournisseurs

La méthode mise en place au niveau de la démarche qualité est applicable pour d'autres améliorations que l'entreprise prévoirait de faire par rapport aux qualités des fèves de cacao.

En outre, elle sera aussi applicable dans le cas où la société voudrait élargir ses envergures en aidant les fournisseurs actuels à augmenter leur production et pour travailler avec plus de fournisseurs. Le but étant d'avoir une quantité conséquente et une qualité constante et concurrentielle pour que le chocolat puisse atteindre des attributs de qualité en accord avec les objectifs de la société.

2. Evaluation sensorielle: Profil flash

Au niveau du contrôle de la qualité organoleptique du produit, l'expérimentation sur la fermentation n'a concerné que les qualités gustatives du chocolat nature. Il a été donc plus facile de faire une analyse descriptive et hédonique vu que les termes utilisés sont des termescourants de la vie quotidienne.

Pour des évaluations sensorielles complètes, où il s'agira de vocabulaires plus professionnels, utilisées surtout pour les chocolats avec parfum ou d'autres ingrédients ; une simple analyse descriptive n'est pas suffisante. En effet, les dégustateurs aident à approuver ou à modifier la composition des produits. Il est donc nécessaire que se constituent des groupes de spécialistes entraînés, qui sachent non seulement analyser leurs sensations, mais aussi apporter des indications objectives sur les caractéristiques gustatives des produits. Leur compétence leur permet de nommer les caractéristiques de texture et de goût du produit, et de les noter selon l'intensité de la sensation perçue.

L'analyse la plus conseillée dans ce cas et la plus adaptée aux produits de Madagascar est le « profil flash » (Annexe 14).

Le but est d'obtenir un positionnement sensoriel relatif des produits.Les panélistes utilisent leurs propres termes ce qui permet de s'affranchir de la phase de mise en commun du

vocabulaire et de recherche de consensus. Par contre, l'évaluation des produits est comparative ce qui oblige les panélistes à se concentrer sur les différences perceptibles et ainsi à n'utiliser que les descripteurs discriminants (PERRIN, 2008).

3. Création d'une unité pilote de production de fèves de cacao

Les fermiers vivent sur les transformations de fèves fraîches de cacao. Ainsi, une modification de leur méthode de travail nécessiterait un engagement de la société transformateur pour assurer le débouché de leur produit.

Les recherches sur l'amélioration des traitements post-récolte ne peuvent pas être faites en toute liberté sur des zones de travail d'où la nécessité d'avoir un site pilote de transformation afin de montrer aux fermiers les résultats des études pour les inciter et les convaincre encore plus de suivre la méthode et pour faciliter les formations et les échanges des informations techniques.

4. Appuis aux exploitants et fermiers

Dans sa vision d'élargir son marche international, un travail sur l'amélioration constante de la qualité et l'augmentation significative de sa quantité de production doit être effectué. MADECASSE doit ainsi s'engager à assurer un appui technique autant matériel qu'humaine au niveau des fermiers et des transformateurs pour professionnaliser leurs entreprises en matière de plantation, et de traitements post-récolte. Les planteurs doivent être encadrés dans ses efforts de reformer leurs cacaoyers.

CONCLUSION GENERALE

Dans le domaine de l'exploitation des produits agricoles et alimentaires, l'utilisateur est au centre des préoccupations. Par conséquent, le producteur se doit de respecter une qualité constante des produits selon la demande et en fonction de ses clients cibles.
Madagascar dispose des conditions écologiques et du potentiel génétique qui lui permettent d'avoir des fèves de cacao *Theobroma cacao* fins et aromatiques uniques au monde. Avec une faible production par rapport aux autres grands pays producteurs et un prix qui doit être plus élevé, les exploitants se doivent de produire un cacao de qualité.

C'est dans cet intérêt qu'il est indispensable de définir cette démarche qualité pour traiter les défauts et de mettre en place ce système de suivi et de contrôle de la qualité commerciale et gustative des fèves de cacao. En outre, la fermentation étant l'étape essentielle de la formation des précurseurs d'arômes, cette méthode a été optimisée afin d'exploiter les fèves à leurs justes valeurs. Quatre paramètres de fermentation sont conformes aux critères de qualités commerciales. Après les analyses sensorielles, deux méthodes de six jours, l'une avec deux brassages et l'autre avec trois brassages après deux jours puis une journée et une autre journée ont été bien appréciés par les sujets. La méthode qu'il faudra adopter dépendra donc de la préférence des clients cibles de la société. Le sens de la pratique quant à la mise en œuvre de la fermentation doit également être considéré. En effet, effectuer trois brassages nécessite l'installation d'un étage supplémentaire de bac de fermentation pour la plupart des sites.

La qualité est une amélioration continue déterminée par le potentiel génétique et par chaque traitement au niveau de la production des fèves de cacao. Il serait alors fondamental de trouver les moyens d'optimiser la qualité en déterminant les traitements en fonction des variétés et de voir les combinaisons favorables pour montrer au monde le vrai potentiel de ce « Cacao fin » malgache si réputé.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographies

1- AFOAKWA E.O.; 2008; Chocolate Science and technology, 1st Edition Wiley-Blackwell 2010, New York, 235 p.

2- AFOAKWA E.O.,BUDU A.S.,KONGOR J.E. and TAKRAMA J. F.; 2012; Changes in acidification, sugars and mineral composition of cocoa pulp during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (Theobroma cacao) beans; International Food Research Journal 20(3): 1215-1222 (2013).

3- AMOYE S.; 2006; Cocoa sourcing, world economics and supply; The Manufacturing Confectioner; pages 81-86.

4- BAREL M. ; 2013; Qualité du Cacao : l'impact du traitement post-récolte ; Editions Quae, 81 p.

5- BECKETT S.T.; 2008; The Science of Chocolate; Published by the Royal Society of Chemistry; 2nd Edition; 231, 1-3.

6- BECKETT S.T.; 1999; Industrial Chocolate manufacture and Use; Blackwell, Oxford, UK, 3ème edition.

7- BERBERT P.R.F.; 1979; Contributionto the knowledge ofsugarscomponentsofcocoa beans; 9, 55-61.

8- BIEHL B., CRONE G., MEYER B. and POLLMANN I.; 1989; Chemical and physical changes in the pulp during ripening and post-harvest storage of cocoa pods; Journal Science of Food Agriculture, 48: 189-208.

9- COMBENEGRE J.P ; 1995 ; les signes de la qualité des produits agroalimentaires, Editions France Agricole, 127 p.

10- CALLEMIEN D., COLLIN S., COUNET C.et OUWERX C. ; 2002 ; Use of gas chromatography-olfactometry to identify key odorant compounds in dark chocolate. Comparison of samples before and after conching; Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51, 6816-6822.

11- CROS E., JEAN N ; 1995; Qualité du cacao : influence de la fermentation et du séchage.

12- DUGAUGUEZ M. et RAZAFIMBELO H. ; 2014 ; Etude de la chaîne de valeur cacao à Madagascar: Rapport final, Pôles intégrés de croissance.

13- FOWLER M.S.; 1999; Cocoa beans: from tree to factory; In Microbiology of Fermented Foods; Edition Wood B.J.B. London Blackie Academic and Professional; Vol. 1; 128-147.

14- NASCIMENTO S.M.N., BERTO M.I., EFRAIM P., BRUM D.M., PENA P.O.; 2012; Inactivation of Salmonella during cocoa roasting and chocolate conching; International Journal of Food Microbiology 159, 225-229; Elsevier.

15- KATTENBERG H.R.; 1989; The effect of Cocoa butter on Chocolate Tempering and bloom; 43rdP.M.C.A. Production Conference.

16- KEALEY K.S., SNYDER R.M., ROMANCZYK L.J. and SCHLITZ H.H.; 2001; Cocoa components, Edible Products Having Enhanced Polyphenol Content, Method of Making Same and Medical Uses; Patent Cooperation Treaty (PCT) WO 98/09533, USA: Mars Incorporated.

17- CAMU N., De Winter T., ADDO K.S., TAKRAMA J.S., BERNAERT H. and DE VUYST L.; 2008; Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenolconcentrations on the flavour of chocolate; Journal of the Science of Food and Agriculture.

18- OSMAN H., NAZARUDDIN R and LEE S.L.; 2004; Extract of cocoa (Theobroma cacao L.) leaves and their antioxidation potential. Food Chemistry; 86, 41-45.

19- PERRIN L.; 2008; Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin ; Thèse CIFRE présentée à Agro campus Rennes pour obtenir le grade de docteur de l'ENSAR ; 188 pages.

20- RAHAINGOSAMBATRA D.H, 2012 Etude des dispositifs de cultures de cacaoyers dans le Sambirano par l'évaluation de leur potentiel de productivité et l'appréciation de la qualité des produits ; DEA en Sciences ; Facultés des sciences, Université d'Antananarivo, Madagascar.

21- RAKOTOMAHEFA M.S.; 2013 ; Revue du système de gestion qualité de la chocolaterie CINAGRA ; Mémoire de fin d'étude ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

22- RANAIVOSON L.B.; 2009; Etude sur l'amélioration de la qualité du cacao et l'augmentation du rendement du cacaoyer dans le district d'Ambanja ; Mémoire de fin d'étude ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

23- REINECCIUS G.A., ANDERSEN D.A, KAVANAGH T.E. and KEENEY P.G.; 1972; Identification and quantification of the free sugars in cocoa beans. Journal of Agriculture and Food Chemistry; 20, 199-202.

24- SADOUX F.L.; 1985; Etude de la fermentation et du séchage du cacao au Cameroun ; Revue « café, Cacao, Thé » Vol. V.N°4, Octobre-Décembre.

25- TAYLOR A.J.; 2002; Food Flavour Technology. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press.

26- VINCENT J.C.; 1983; Influence de différents traitementstechnologiques sur la fermentation du cacaoet le goût du chocolat ; Revue « café, Cacao, Thé » Vol. XV.N°4, Octobre-Décembre.

27- DAPENG Z., LAMBERT A.M., MEINHARD, MISCHKE S. L.W. and YAN M.L. ; 2013; Traditional varieties of cacao (*Theobroma cacao*) in Madagascar: their origin and dispersalrevealed by microsatellite markers.

Webographies

28- ASSEMAT S. ; 2014 ; Analyse sensorielle cacao et chocolat, 4ème Journées Scientifiques de l'Agroalimentaire en Océan Indien ; 24 au 28 novembre 2014 ; Réseau Qualireg ; Madagascar ; consulté sur http://www.reseauqualireg.com.

29- CHOCOCLIC ; L'analyse sensorielle ; consulté le 8 janvier 2015 sur http://www.chococlic.com.

30- CIRAD; 1999; Les mondes du CACAO; le CIRAD au salon international de l'agriculture SIA Février-Mars 2014. Paris ; consulté sur http://www.cirad.fr.

31- DAVRIAUX F.; 2014; Du fruit à la fève de cacao: le long chemin vers la qualité ; Journées Qualireg novembre 2014. Madagascar ; consulté surhttp://www.reseauqualireg.com.

32- INTERNATIONAL COCOA ORGANISATION (ICCO); 2008; International Cocoa Organization Report of Cocoa Statistics. The Manufacturing Confectioner, 88, 39-40; consulté sur http://www.icco.org.

33- DUSOULIER C. ; 2009 ; Comment déguster le chocolat ; Formation initié par Valérie Lemoine ;consulté le 8 janvier 2015 surhttp://chocolateandzucchini.com.

34- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, Fiche technique Cacaoyer, consulté le 20 décembre 2014 sur http://www.agriculture.gov.mg/fiches techniques.

Support de cours

35- FAWBUSH F.R. ; 2014 ; Chimie et Biochimie Alimentaire I, cours de quatrième année ; Département IAA ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

36- RANDRIANTIANA R. ; 2013 ; Analyse Sensorielle,cours de quatrième année ; Département IAA ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

37- RAONIZAFINIMANANA B.; 2013 ; Français technique ; cours de quatrième année ; Département IAA ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

38- RASOARAHONA J. ; 2014 ; Gestion de la qualité ;cours de cinquième année ; Département IAA ; Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

ANNEXES

Annexe 1 : Classification du *Théobroma cacao*

Règne : Végétal

Superdivision : Spermatophytes (plantes à graines)

Division : Magnoliophytes (plantes à fleurs)

Classe : Magnoliopsida (dicotylédones)

Ordre : Malvales

Famille : Sterculiaceae (ou Malvaceae selon le type de classification)

Genre :*Theobroma*

espèce : *cacao*

Annexe 2 : Le commerce équitable du cacao et du chocolat

Le commerce équitable connu sous le nom de « Fairtrade » en anglais est un label international cogéré parles représentants des producteurs, par des associationsde commerce équitable, par des ONG et par des acteurséconomiques.

Pour la société MADECASSE CHOCOLATE, la certification et le contrôle du commerce équitable est effectuée par la boite FFL ou *Fair For Life.*

L'initiative est née suite à un appel de producteurs decafé mexicains : « *Recevoir chaque année vos dons pour construire une petite école afin que la pauvreté soitplus supportable, c'est bien. Mais le véritable soutienserait de recevoir un prix plus juste pour notre café* ».

Le commerce équitable garantit aux producteurs, regroupésau sein de coopératives gérées démocratiquement,des conditions commerciales plus justes et leur offreainsi les moyens de combattre la pauvreté par eux-mêmes,de renforcer leur capacité de négocier et deprendre en main leur propre avenir.

Les standards « *Fairtrade* » encouragent le développementsocial, économique et environnemental des producteurset de leurs organisations. Les standards jouent le rôle de filet de sécurité pour les petits producteurs contre les incertitudes des marchés, leur assurant ainsi de vendre àun prix couvrant leurs coûts de production.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Les garanties et objectifs clés des standards de commerce équitable pour les organisations de producteurs de cacao sont :

- **Un prix minimum** garanti d'achat de 2000 USD la tonne de fèves de cacao certifiées (ou le prix du marché si celui-ci est supérieur). Pour les fèves de cacao qui sont aussi certifiées agriculture biologique, le prix minimum est de 2 300 USD la tonne.
- **Une prime de développement** fixée à 200 USD par tonne destinée aux investissements communautaires, productifs et environnementaux.Quel que soit le niveau des prix du marché, la prime esttoujours payée en plus.
- **Un préfinancement** possible à hauteur de 60% du prix d'achat des fèves
- Des partenariats commerciaux justes et de **longue durée**
- **Des standards environnementaux** encourageant une pratique raisonnée de l'agriculturebasée sur une utilisation minimale et prudentedes intrants chimiques, l'interdiction des produits les plusdangereux, une gestion propre et sécurisée des déchets,une bonne gestion de l'eau, un maintien de la fertilité dessols, une interdiction de l'usage d'organismes génétiquement modifiés
- **L'interdiction du travail forcé et du travail des enfants.** Les audits permettent de détecter les cas de travail des enfants, pouvantconduire à la suspension de l'organisation de producteurs.Celle-ci a l'obligation de prendre des mesurescorrectives.

  Les mesures correctives permettent au système « *Fairtrade* » de soutenir les producteurs pour faire face à ce fléau, sans les exclure du système. Une exclusion ne résoudraitpas le problème du travail des enfants mais, bienau contraire, l'aggraverait en dégradant les conditionsde vie des familles concernées. Cependant, si malgré lesactions correctives, les auditeurs observent encore descas de travail des enfants, l'organisation risque de perdre la certification.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Annexe 3 : Nutrition et santé sur le chocolat

1. Effets positifs du chocolat

Les aliments sont ingérés pour nous donner de l'énergie et le chocolat est relativement riche en énergie même pour une petite quantité. C'est pourquoi, le chocolat est très utilisé comme complément alimentaire pour les exploreurs et les navigateurs. Il contient les trois principaux composants d'un aliment: glucides, lipides et protéines même s'ils ne sont pas dans des proportions idéales aussi de quelques vitamines et de sels minéraux.

Une consommation modérée en chocolat ne provoque pas d'effet significatif sur la migraine, les acnés ou les maux de dents. Bien au contraire, le cacao contient des composants qui ont des effets favorables dans la prévention des maladies cardiaques et peut-être dans la prévention des cancers (Beckett S.T., 2008).

La consommation en soi de chocolat n'est pas mauvaise pour la santé lorsqu'il est consommé régulièrement, à raison de quelques carrés par jour. Ses vertus sur la santé sont très nombreuses, et ont fait l'objet d'études scientifiques très sérieuses

Pas moins d'une centaine de substances chimiques anti oxydantes, comme des flavonoïdes (de la famille des polyphénols ou tanins) sont présentes dans les fèves de cacao et sont à l'origine de ses qualités et vertus.

Ces substances possèdent de multiples vertus :

- **Energisantes** grâce à la théobromine qui a pour effet d'augmenter la sécrétion d'épinéphrine (famille de l'adrénaline).

Le chocolat en contient 40 à 500 mg par 100 g. La théobromine n'a presque aucun effet sur le système nerveux central, contrairement à la caféine.

Le chocolat contient 70 mg par 100 g. de caféine, qui a pour effet d'augmenter la sécrétion d'épinéphrine, une hormone cousine de l'adrénaline;

- **Aphrodisiaques** grâce à la phényléthylamine.

Le chocolat est aphrodisiaque par 0,4 à 0,6 mg par 100 g de phényléthylamine (PEA). Cette molécule stimule la fabrication par le cerveau de dopamine;

- **Antivieillissement** grâce à la vitamine E et surtout les flavonoïdes qui sont des antioxydants et neutralisent les radicaux libres;
- **Bon pour le cœur** grâce aux flavonoïdes;

- **Décontractant musculaire** par sa richesse en magnésium.

Le chocolat est riche en phosphore, en potassium et en fer. 100 g de chocolat fournissent un tiers des besoins journaliers de ces minéraux.

- **Euphorisant** par la molécule endogène qu'il contient : l'anandamide.

Les effets de cette molécule peuvent être comparés à ceux du cannabis, pouvant expliquer les effets euphorisants du chocolat. Mais cette molécule n'est présente qu'en infime quantité. L'anandamide engendre une levée de l'inhibition de la production de dopamine, augmentant ainsi, indirectement, la quantité de dopamine produite.

2. Effets négatifs du chocolat

Le cacao en soi ne présente pas d'effets négatifs sur la santé, les risques dépendent de la quantité ingérée et des éléments que le chocolatier accompagne avec le cacao pour effectuer ses recettes.

Le cacao présente de 47 à 55% de beurre ce qui fait qu'une consommation en grande quantité peut poser un problème d'obésité. En fonction de la quantité de sucre, surtout dans les chocolats au lait, le chocolat peut provoquer l'apparition des carries ou un risque de diabète mais cela si le client consomme des chocolats à haut pourcentage en sucre et en quantité significative.

En outre, le chocolat est déconseillé ou alors en quantité limitée pour les personnes souffrant de goutte (car libération d'acide urique), de reflux gastrique ou d'insuffisance rénale. Le chocolat peut provoquer des allergies.

Annexe 4 : Fiche d'analyse sensorielle : Analyse descriptive

Date : N° échantillon :

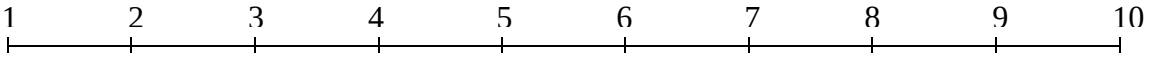
Sexe : M ☐ F ☐ Age :

Evaluation sensorielle de chocolat noir à 63% de cacao

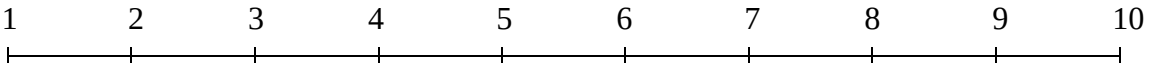
Situer l'intensité de chaque attribut sur l'intervalle pour chaque échantillon

Cotation : 10 : Très prononcé 5 : net 1 : très faible

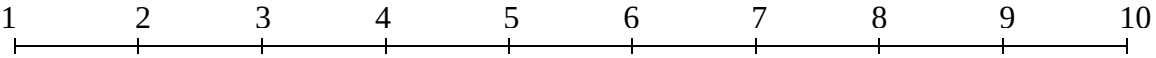
Amertume :



Astringence :

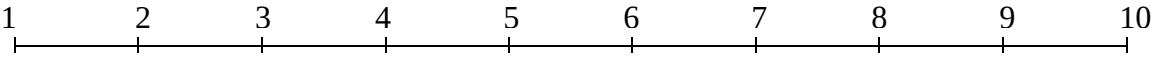


Acidité :

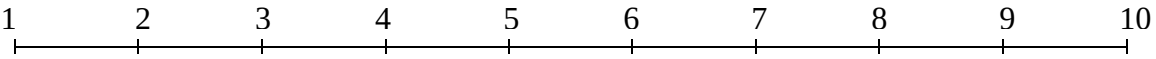


Note :

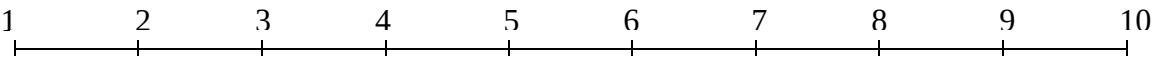
Saveur chocolatée :



De fruits



De noix



Annexe 5 : Fiche d'analyse sensorielle : Analyse hédonique

Date :

Sexe : M ☐ F ☐ Age :

Evaluation sensorielle de chocolat noir à 63% de cacao

Test de préférence:*Classer les chocolats selon votre préférence (1 : celui que vous préférez)*

1-
2-
3-
4-

Annexe 6 : Etapes de la culture du cacaoyer

1.La pépinière

Une ombrière de 2 à 2,5 m de haut entourée d'un grillage est utilisée afin de protéger les jeunes plants des rongeurs. Les plants peuvent être semés directement au sol (pratique peu recommandée) ou dans des pots constitués de sachets de terre noire. Les dits sachets doivent être perforés sur leur moitié inférieure. Si la terre est trop lourde, il faut la mélanger avec du sable, afin d'obtenir une bonne texture permettant l'aération et la circulation des racines. Puis, il est préférable de remplir les sachets à ras bord.

Semer une fève dans chaque pot, en la disposant à plat à environ 1 cm de profondeur. Elle doit être disposée de manière à ce que la partie de la fève rattachée au rachis interne de la cabosse soit orientée vers le bas. Arroser abondamment et disposer les sachets avec un écartement de 7 à 8 cm entre eux. Laisser des allées de 60 à 70 cm dans la pépinière afin de faciliter la circulation.

Prévoir environ 80 m2 de pépinière, et 2500 fèves, à raison de 25 pots au m2 ; cela correspond à 50 à 60 cabosses pour un hectare de plantation.

Les fèves germeront à partir du Sème jour et le séjour en pépinière peut durer 6 à 8 mois.

N.B : Le pouvoir germinatif du cacao diminue rapidement dès que les cabosses sont cueillies. 4 semaines après, les fèves ont perdu tout leur pouvoir germinatif. Vous devez donc les semer 24 à 72 heures après la cueillette.

Veiller à choisir des cabosses saines, ne présentant aucune tache ni trace de piqûre, ni d'attaque de champignon ou de pourriture. Les cabosses doivent cependant être mures et en prélever sur des pieds ayant produit beaucoup.

Après avoir extrait des graines de leurs cabosses, les démucilaginer par lavage à grande eau, puis en les frottant dans du sable fin. Eliminer les graines plates, trop petites ou germées.

Les opérations d'entretien de la pépinière consistent en un arrosage abondant tous les deux jours, un désherbage régulier, la lutte contre les insectes piqueurs suceurs (psylles), les chenilles défoliatrices et contre la fonte de semis. Diminuer progressivement l'ombrage 1 mois avant la transplantation pour accoutumer les plants à un éclairage plus fort.

2 Préparation du terrain

Commencer à préparer le terrain un an avant la mise en place définitive.

- Débroussailler pendant la saison sèche le sousbois et abattre, en laissant cependant quelques arbres qui apporteront de l'ombre.

- Piqueter les emplacements des trous de plantation en respectant les écartements choisis : 4 m x 4 m en quinconce, 3 m x 3 m ou 2,5 m x 2,5 m et 40 cm de profondeur et à 40 à 70 cm de côté.

- Reboucher entièrement les trous, après y avoir déposé du fumier ou tout au moins de la bonne terre humifère. Eviter la formation des cuvettes au fond de ces poquets.

3 La mise en place

- Mettre en place après 2 à 3 semaines de pluies (6 à 8 après la mise en pépinière)

- Sélectionner les plants les plus vigoureux et laisser le reste en pépinière.

- A l'aide d'une houe ou d'une pelle, ouvrir un trou aux dimensions de la motte au centre des poquets précédemment rebouchés.

- Transplanter chaque jeune plant avec sa motte venue de la pépinière, après avoir enlevé le sachet la recouvrant.

- Ramener la terre autour du pied et tasser fermement en maintenant le collet au-dessus du niveau du sol. Un tassement insuffisant risque de causer de nombreuses pertes.

- Pailler le sol afin de maintenir l'humidité. La paille ne doit cependant pas toucher au collet.

La densité de plantation est fonction du sol, de la variété, du climat et du choix du producteur. Elle varie de 625 à 1800 plants à l'hectare, suivant l'écartement choisi : 4 m x 4 m pour 625 plants à l'hectare ; 3 m x 3 m pour 1111 pieds l'hectare ; 2,5 m x 2,5 m pour 1847 plants à l'hectare.

Cependant, l'espacement 3 m x 3 m est le plus conseillé. En effet, il permet la circulation plus aisée dans la plantation, limité l'infection par les maladies et permet d'obtenir de bons rendements.

4. Entretien de la cacaoyère

Quelques entretiens sont nécessaires pour une bonne conduite de la culture :

- Remplacer les plants manquants dès que l'on constate la mort ou la mauvaise reprise des cacaoyers transplantés.

- Couper la végétation naturelle tous les 3 mals en laissant la matière organique sur le sol.

- Régler progressivement l'ombrage en supprimant les branches et les feuilles d’arbre.

- Drainer l'eau dans la cacaoyère s'il y a stagnation.

- Faire régulièrement la récolte sanitaire, en éliminant les cabosses pourries ou sèches, les branches sèches, en les faisant brûler en dehors de la cacaoyère.

Fertilisations

Apporter chaque année par exemple 500 grammes par pied de NPK (10-10-20) mais cela dépend de la caractéristique du sol ou d’autres engrais biologique pour la culture de cacao biologique. Epandre en couronne autour du pied entre 5 et 30 cm de diamètre au début de la plantation, 30 à 60 cm à 2 ans et 60 cm à partir de 4 ans.

Annexe 7 : OTA : OCHRATOXINE

L'ochratoxine A (OTA) est un métabolite fongique toxique classifié par l'agence internationale de la recherche sur le cancer en tant que cancérigène humain possible (groupe 2B). Le JECFA a établi une DHTP de 100 ng/kg de poids corporel pour l'OTA. L'OTA est produit par certaines espèces des genres Aspergillus et Penicillium. Dans les fèves de cacao, les études ont montré que seules les espèces Aspergilus en particulier l'agrégat de A. carbonarius et A. niger avec des nombres plus faibles de A. westerdijkiae, A. ochraceus et A. melleus sont impliquées. L'OTA se forme lorsque les conditions favorables d'activité de l'eau, de nutrition et de température requises pour la croissance et la biosynthèse de l'OTA sont présentes.

Étant donné que les fèves de cacao sont extraites d'un fruit, la contamination par des microorganismes est possible et le développement de champignons producteurs d'OTA pourrait commencer lorsque les conditions sont réunies pour leur croissance. Généralement, les processus de fermentation et de séchage pourraient créer cette condition favorable lorsque ces processus ne sont pas appliqués correctement.

Cette toxine est la seule qui peut être dangereuse dans les fèves de cacao déterminé par le CODEX ALIMENTARIUS.

Cependant, les fèves de Madagascar n'ont jamais été assujetties à des problèmes sanitaires d'où les cas n'ont jamais eu lieu. Toutefois, il serait utile de contrôler de temps à autres la teneur en OTA des fèves et dans les chocolats pour prévenir les risques avec le changement de la nature.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Annexe 8 : Les microorganismes présents lors de la fermentation

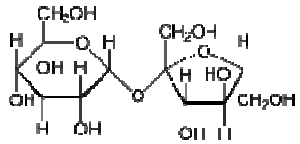
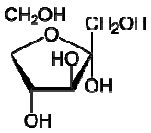
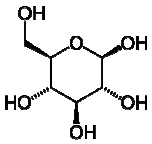
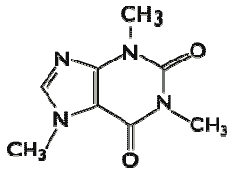
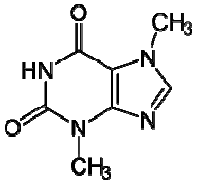
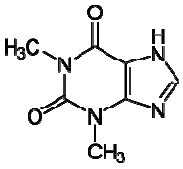
Tableau 14: Souches de levures isolées dans le cacao en fermentation (BAREL, 2013)

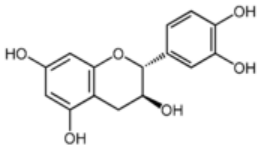
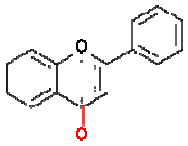
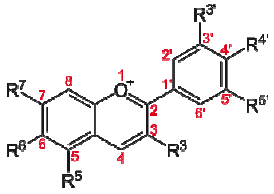
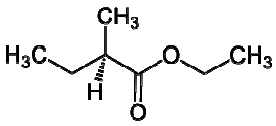
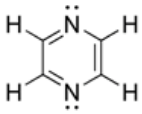
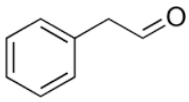
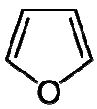
Levures	Amérique	Afrique	Asie
Bretanomyces custersianus		x	
Candida humicola		x	
Candida norvegensis		x	
Candida sake		x	
Candida calida		x	
Candida zélanoides		x	
Candida krusei		x	x
Cryptococcus lacatativorus	x	x	x
Debaromyces spp		x	
Endomycopis fibuligera			x
Hanseniospora spp		x	
Hansenula bolstii			x
Kloeckera apicilata	x	x	x
Kloeckera corticis	x	x	x
Kloeckera javanica		x	
Kluyveromyces wicherhamii		x	x
Pichia membrabafaciens	x	x	x
Rhodotorulla spp			x
Saccharomyces bailii		x	x
Saccharomyces cerevisiae	x	x	x
Saccharomyces rosei	x	x	x
Saccharomyces chevalieri	x	x	x
Saccharomycopsis spp	x	x	
Schizosaccharomyces pombe	x		x
Torulopsis candida	x	x	x
Totulopsis castellii	x	x	x
Torulopsis colliculosa		x	x
Torulopsis bolmii	x	x	x

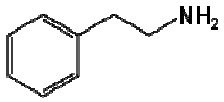
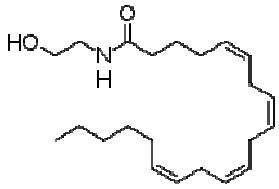
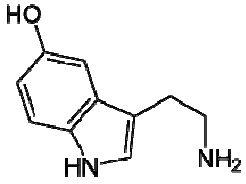
Torulopsis mogii		x	x
Trichosposon pullulans	x	x	

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Annexe 9 : Formulesdes principaux composants du cacao

Types	Nom	Formules brutes	Formules développées
Sucres	Saccharose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	
	Fructose	$C_6H_{12}O_6$	
	Glucose	$C_6H_{12}O_6$	
Alcaloïdes	Cafeine	$C_8H_{10}N_4O_2$	
	Theobromine	$C_7H_8N_4O_2$	
	Theophylline	$C_7H_8N_4O_2$	

Types	Nom	Formules brutes	Formules développées
Polyphénols	Cathechine	$C_{15}H_{14}O_6$	
	Procyanidine	A base de flavone	
	Anthocyane	Squelette de base	
Précurseurs de flaveurs	Ethyl-2-methylbutanoate	$C_7H_{14}O_2$	
	Pyrazine	$C_4H_4N_2$	
	Phenylacetaldehyde	C_8H_8O	
	Furane	C_4H_4O	

Types	Nom	Formules brutes	Formules développées
Stimulants	Phenylethilamine	C_8H1_1N	
Déstressant	Anandamide	$C_{22}H_{37}NO_2$	
	Sérotonine	$C_{10}H_{12}N_2O$	

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

Annexe 10 : Les responsables des arômes et saveurs du chocolat

Tableau 15: Molécules responsables des arômes dans le chocolat

N°	Composants	Description de la flaveur, saveur ou odeur
A.	**Fractions neutres et basiques**	
	Alcool	
1	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	Florale
	Aldehydes	
2	2-Methylpropanal	Chocolat
3	3-Methylbutanal	Chocolat
4	2-Methylbutanal	Chocolat
5	3-(Methylthio)propionaldehyde	Pomme de terre
6	Phenylacetaldehyde	Florale, miel
7	2-Phenyl-2-butenal	Cacao, torréfiée, rond, rhum
	Furane	
8	3- Phenylfurane	Cacao, menthe
	Cétone	
9	2,3-Butanedione	Beurre
	Pyrazines	
10	Pyrazine	Noix
11	2,5-Dimethylpyrazine	Ether, rhum
12	Ethylpyrazine	Noix, torréfiée
13	2-Ethyl-5-methylpyrazine	Cacao, torréfiée
14	2-Ethyl-3-methylpyrazine	Noix, fumée
15	2-Ethenyl-6-methylpyrazine	Torréfiée, fumée, praline, rhum
16	Tetramethylpyrazine	Café au lait,
17	2-Isopropyl-3-methoxypyrazine	Petit pois
18	3,5-Diethyl-2-methylpyrazine	Cacao, chocolat, rond, rhum
19	2,5-Dimethyl-3-(2-methylpropyl) pyrazine	Torréfiée, rond
	Pyroles	
20	1-(1H-pyrol-2-yl) ethanone	Cacao, chocolat, noix
21	3- Ethyl-2,5-dimethyl-1H-pyrole	Café, cacao, noix, torréfiée

N°	Composants	Description de la flaveur, saveur ou odeur
22	1-(2-Furanylmethyl)-1H-pyrrole	Torréfiée, chocolat
	Composé sulfuré	
23	Dimethyl trisulphide	Oignon, Chou
B.	**Fractions acides**	
	Aldehydes	
24	3-Methylbutanal	Chocolat (faible intensité)
25	2-Methylbutanal	Chocolat (faible intensité)
	Furane	
26	2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)furanone	Caramel, rond
	Cétone	
27	2,3-Butanedione	Beurre
	Phénols	
28	2-Methoxyphenol	Fumée, rond (faible intensité)
29	4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	Vanille

Annexe 11 : Fiche de contrôle qualité à la réception des fèves

Date de réception : **Heure de réception :**

Origine: Théodule ☐ Cokafa ☐ Lalatiana ☐ Autres ☐.....

Nom des responsables : Madécasse :

Numéro du Batch:

Nombre de sacs : **Poids total de la livraison :**

CONTROLE QUALITE

Grainage (nombre de fèves par 100g) : .....fèves/100g de fèves sèches

Pour 100 fèves :

Fèves	%
Doubles	
Plates	
Cassées	

Taux d'humidité: / / **moyenne :**

Test à la coupe par guillotine :

Spécifications	%
Moisies	
Violettes	
Ardoisées	
Défectueuses	

Code échantillon:

Observations et remarques :

Annexe 12 : Casses des fèves fraîches

Figure 15: Fèves à casse claire de *Criollo* (à gauche) et à casse violette de *Forastero*

Annexe 13 : Test à la coupe

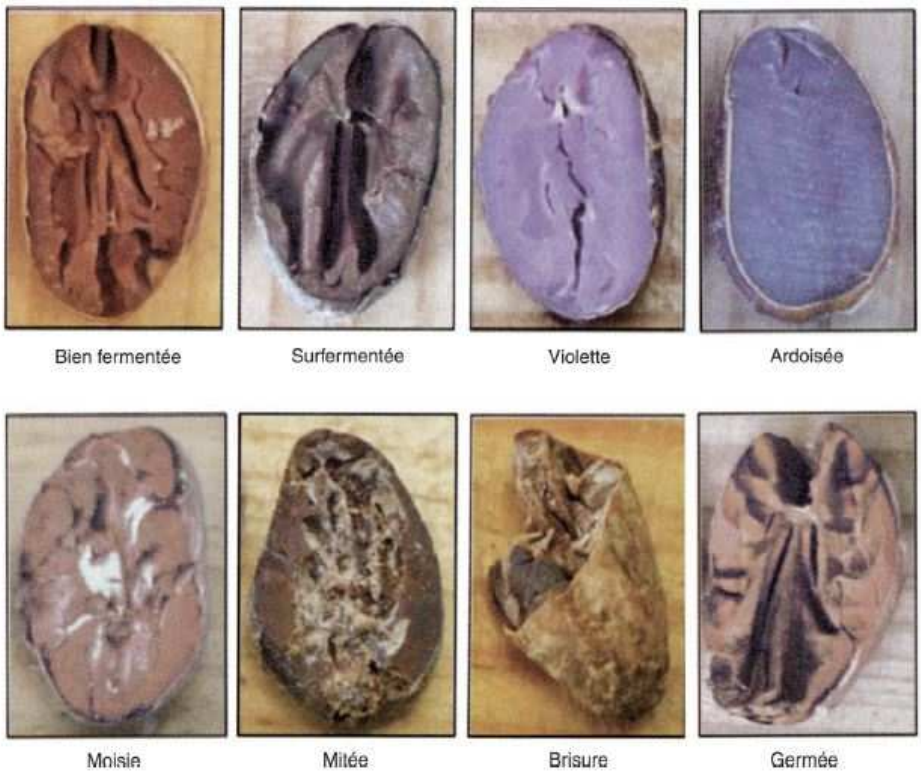


Figure 16: Types de fèves pendant le test à la coupe

Annexe 14 : Analyse de la variance F 01 – F 07

Formule pour la comparaison de moyenne

X_{ij} : Note du critère i par l'individu j ; i : critère, j : individus

a et b représentent les 2 échantillons

n_j : effectif de l'individus j

Moyenne = $\overline{X}_{i.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} X_{ij}}{n_i}$

Ecart des moyennes $|\{\overline{X}_{i.}\}_a - \{\overline{X}_{i.}\}_b|$ =

Ecart type = $\sigma_{i.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} (X_{ij} - \overline{X}_{i.})^2}{n_j}$

T = $\frac{|Ecart\ des\ moyenne|}{Ecart\ type\ commun}$

A = $s_i{}^4$

B = $\left(\frac{\sigma_{i.}{}^4}{n_j{}^2(n_j-1)}\right)_a + \left(\frac{\sigma_{i.}{}^4}{n_j{}^2(n_j-1)}\right)_b$

dll = A/B

st (inf) = seuil critique de la loi de Student au risque α = 5 % de la borne inférieure de dll

st (inf) = seuil critique de la loi de Student au risque α = 5 % de la borne supérieure de dll

st(T) = $\frac{(dll - inf)}{(\sup - inf)}(st(\sup) - st(inf)) + st(sup)$

Région critique : $T \geq st(T)$

Tableau 16: Comparaison de moyenne des appréciations de F 01 et F 07

RUBRIQUES	AMERTUME	ASTRINGENCE	ACIDITE	NOTE CHOCOLATEE	NOTE FRUITEE	NOTE DE NOIX
MOYENNE F 01	4,50	1,94	5,41	6,72	4,53	1,50
MOYENNE F 07	3,19	3,19	4,84	7,66	3,44	1,75
ECART DES MOYENNES	1,31	1,25	0,56	0,94	1,09	0,25
ECART TYPE F 01	2,44	1,34	1,76	1,76	2,44	1,67
ECART TYPE F 07	1,71	2,51	1,69	1,82	2,56	2,17
VARIANCE COMMMUNE	0,28	0,25	0,19	0,20	0,39	0,23
ECART TYPE COMMUN	0,53	0,50	0,43	0,45	0,63	0,48
T	2,49	2,49	1,31	2,10	1,75	0,52
A	0,08	0,06	0,03	0,04	0,15	0,05
B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DDL	91,50	-55,92	760,27	-917,08	-603,99	-119,87
INF	91	55	760	917	603	119
SUP	92	56	761	918	604	120
ST (INF)	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
ST (SUP)	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
ST (T)	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
HYPOTHESE	DIFFERENT	DIFFERENT	-	DIFFERENT	DIFFERENT	-

Annexe 14 : Profil Flash

1- Méthodes

Pendant la première étape, les juges sont confrontés individuellement à la totalité de l'espace produit et doivent générer des descripteurs permettant de différencier au mieux les produits, présentés simultanément, en évitant les termes hédoniques. L'animateur compile ensuite les listes de chacun des juges et peut éventuellement communiquer l'ensemble des termes à tous les juges. Les panélistes peuvent ainsi vérifier qu'ils n'oublient pas de dimensions sensorielles importantes et si besoin, enrichir leur propre liste. Une fois les listes individuelles finales établies, les panélistes procèdent alors à l'évaluation des produits : les juges doivent classer les produits, présentés simultanément, pour chaque descripteur de leur liste, les ex-aequo étant autorisés. L'évaluation se fait ainsi descripteur par descripteur et non produit par produit comme c'est le cas en profil conventionnel et profil libre.

Cela implique que les produits soient disponibles simultanément. Des répétitions peuvent être effectuées soit en présentant des produits identiques de façon anonyme à l'intérieur d'une même séance soit lors de séances d'évaluations successives. La structure des données étant comparable à celle des données de profil libre, les mêmes méthodes statistiques peuvent s'appliquer.

2- Points forts, points faibles

Le profil flash permet lui aussi d'obtenir une cartographie des produits rendant compte des similarités et des différences entre les produits, en un temps limité.

Cependant, comme dans le cas du profil libre, il peut être délicat d'interpréter les propriétés sensorielles des produits dans la mesure où le vocabulaire utilisé est très varié et non consensuel. De plus, la méthode étant basée sur la comparaison des produits entre eux, elle ne permet pas de comparer des produits dans le temps, disponibles à des dates différentes.

Le numero 1 mondial du memoires
www.rapport-gratuit.com
clubmemoire@gmail.com

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS ii

SOMMAIRE iii

LISTE DES FIGURES iv

LISTE DES TABLEAUX v

LISTE DES ANNEXES vi

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES vii

INTRODUCTION 1

CADRE GENERAL DE L'ETUDE 2

I. Contexte de l'étude 2

1. Raison du choix du thème 2

2. Problématique 2

3. But et objectifs de l'étude 3

4. Méthodologie de travail 3

4.1 Phase préliminaire 3

4.2 Evaluation de la situation existante et expérimentation 3

4.3 Mise en place d'un système d'amélioration et de contrôle de la qualité 4

4.4 Rédaction et présentation de l'étude 4

II. Présentation générale de la société MADECASSE CHOCOLATE & VANILLA 4

1. Présentation 4

2. Objectifs de la société 5

3. Produits 5

4. Ses partenaires 6

4.1 Production de cacao 6

4.2 Chocolaterie 6

III. L'Importance économique du cacao 6

1. Production de cacao 7
2. Les prix mondiaux du cacao 8
3. Le prix du cacao à Madagascar 8
IV. Theobroma cacao 9
1. Le cacaoyer à Madagascar 9
1.1 Historique et introduction 9
1.2 Variétés 10
2. Description botanique 11
2.1 Les racines 11
2.2 Le tronc 11
2.3 Les feuilles 12
2.4 Les fleurs 12
2.5 Les fruits 12
2.6 Les fèves 13
3. Ecologie du Cacaoyer 14
4. Compositions chimiques des fèves de cacaos 15
4.1 Les sucres 15
4.2 Les polyphénols 15
V. Technologie de la chocolaterie 16
1. De la plantation aux cacaos marchands 16
1.1 Les traitements post-récolte 16
1.1.1 La récolte 17
1.1.2 L'écabossage 17
1.1.3 La fermentation 17
1.1.4 Le séchage 18
1.1.5 Le triage 19
1.1.6 Le conditionnement et l'envoi vers la chocolaterie 19

1.2 Développement des propriétés organoleptiques pendant les traitements post-récolte des fèves de cacao 19
1.2.1 Durant la fermentation 19
1.2.2 Durant le séchage 20
2. Du cacao marchand au chocolat 20
2.1 Le processus de fabrication de chocolat 20
2.1.1 Nettoyage des fèves de cacao 21
2.1.2 Torréfaction 21
2.1.3 Concassage et décorticage 21
2.1.4 Broyage et Malaxage 22
2.1.5 Conchage 22
2.1.6 Le tempérage, moulage, cristallisation et conditionnement 22
2.2 Développement des propriétés organoleptiques pendant la transformation en chocolat 25
2.2.1 Pendant la torréfaction 25
2.2.2 Pendant le conchage 25
Conclusion partielle 27
MATERIELS ET METHODES .....
I. Sites d'action 28
1. La région du Sambirano 28
2. Le verger de cacao du Sambirano 28
3. Les fournisseurs de la société MADECASSE 29
3.1 L'Etablissement Théodule 29
3.2 L'exploitation familiale Lalatiana 29
3.3 La coopérative KOKAFA 29
3.4 Laboratoire 30
II. Méthodes de mise en place d'une démarche qualité 30

1. Définitions 30
1.1 La qualité 30
1.2 Les normes 30
2. Notion de qualité chez les acteurs de la filière 30
3. La roue de Deming 31
4. Analyses des défaillances 32
4.1 Principe de la méthode 33
4.2 Mode d'action 33
4.2.1 Enquête et observations des méthodes post-récolte 33
4.2.2 *Brainstorming* avec les techniciens, les fermiers et autres acteurs 34
5. Bonnes Pratiques de Production 35
III. Méthodes de contrôle de la qualité du cacao 35
1. Méthode de contrôle de la norme du produit 35
1.1 Types commerciaux de cacao 36
1.2 Les exigences de qualité à l'entrée de l'usine 37
1.2.2 La teneur en eau des fèves 37
1.2.3 Le grainage 37
1.2.4 Le test à la coupe 37
1.3 Traçabilité 38
2. Méthode de contrôle de la qualité gustative 38
2.1 Echantillonnage 38
2.2 Analyse sensorielle 38
2.2.1 Organe visuel 39
2.2.2 Organes olfactives et gustatives 39
2.2.3 Organe du toucher 39
IV. Application sur l'étude du processus de fermentation 40
1. Matériels pour le traitement des fèves 40

1.1 Matériel végétal 40
1.2 Matériels physiques pour les essais de fermentation 40
2. Matériels pour les analyses 41
3. Dispositifs expérimentaux pour la fermentation 41
3.1 Préparation de la matière végétale 41
3.1.1 Avant la collecte 41
3.1.2 Pendant la collecte 42
3.2 Description de l'Essai 42
3.3 Les outils d'analyse 46
3.3.1 Temps 46
3.3.2 Température 46
3.3.3 Humidité 46
3.3.4 Test à la coupe par la guillotine 46
4. Evaluation sensorielle 47
4.1 Les produits à évaluer 47
4.2 Préparation des chocolats à analyser 47
4.3 Description de l'analyse sensorielle 48
4.4 Déroulement de l'épreuve 49
4.4.1 Formation des sujets 49
4.4.2 Evaluation sensorielle 49
4.4 Traitement des données 50
Conclusion partielle 51
RESULTATS ET DISCUSSIONS 2
I. Amélioration et mise en place d'une démarche qualité 52
1. Evaluation de la situation actuelle 52
1.1 Caractérisation du système post-récolte 52
1.2.1 La récolte : 52

a. Critères de maturité des cabosses 53
b. Critères de maturité des fèves 53
1.2.2 L'écabossage 53
1.2.2 Le triage 54
1.2.3 La fermentation 54
1.2.4 Le séchage 55
1.2.5 Le triage, la mise en sac et l'envoi 55
1.2 Contrôles qualités des fèves actuelles 56
1.2.1 Humidité relative 56
1.2.2 Grainage 56
1.2.3 Test à la coupe 57
2. Maîtrise de la qualité 57
2.1 Analyse des défaillances 58
2.1.1 Genèse des défauts 58
2.1.2 Discussions 65
a. Qualités de la matière première 65
b. Temps d'attente 66
c. Méthodes de traitement 66
d. Formations et états d'esprit 66
2.2 Démarche qualité 67
2.2.1 Bonnes pratiques de production 67
2.2.3 Formations, Informations et état d'esprit 68
2.2.2 Documentation 69
a. Cahier des charges 69
b. Traçabilité 70
2.2.4 Contrôle qualité 70
a- Contrôle de l'humidité 70

b- Grainage 71
c- Test à la coupe 71
d- Evaluation sensorielle 71
e- Documents 71
II. Résultats des applications sur la fermentation 72
1. Résultats 72
1.1 Fermentation de 5 jours 72
1.2 Fermentations de 6 jours 72
1.3 Fermentations de 7 jours 73
2. Contrôle qualité commerciale 73
3. Contrôle de la qualité organoleptique 74
3.1 Analyse descriptive 74
3.2 Analyse hédonique 75
III. Recommandations 77
1. Méthode utilisable pour d'autres éventuels fournisseurs 77
2. Evaluation sensorielle: Profil flash 77
3. Création d'une unité pilote de production de fèves de cacao 78
4. Appuis aux exploitants et fermiers 78
CONCLUSION GENERALE 79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 80
ANNEXES 84