

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN GÉNIE INDUSTRIEL

PAR

CHANTAL BERNATCHEZ

AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DU PRODUIT ET DES PROCÉDÉS
DE PRODUCTION DU BEURRE DE KARITÉ BIOLOGIQUE ET DE LA
LOGISTIQUE DES OPÉRATIONS EN AFRIQUE : CAS DU BURKINA FASO

AOÛT 2007

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

SOMMAIRE

Le beurre de karité est un gras végétal sacré de l'Afrique subsaharienne utilisé dans les domaines alimentaire, pharmaceutique et cosmétique pour ses nombreuses vertus. Cette ressource économique est d'une importance capitale pour les femmes, car elles seules savent extraire le beurre de karité si précieux provenant de l'amande du fruit de l'arbre.

Le contexte actuel de production ne permet pas de bien maîtriser la qualité du beurre de karité. Celle-ci n'est pas uniforme, elle limite le développement commercial. La présente étude évalue donc l'influence de l'origine de la matière première (territoire biologique où les amandes de karité ont été ramassées) et du type de procédé d'extraction (par barattage ou par pressage) sur la variabilité des paramètres physico-chimiques (acides gras libres, teneur en humidité, impuretés insolubles, valeur de peroxyde et rendement) du beurre de karité biologique non raffiné. L'objectif principal est d'aider les collectrices et les productrices de karité à se doter d'outils de mesure et de contrôle pour améliorer la qualité, le procédé et la logistique des opérations afin de respecter les exigences d'exportation et d'être plus concurrentiel sur les marchés.

Pour la réalisation de cette recherche, un plan factoriel complet à deux niveaux a été élaboré afin de déterminer l'influence des facteurs sur les paramètres physico-chimiques de la qualité du beurre. Quatre essais de 5 échantillons ont été menés dont l'origine de la matière première est le village de Bousin et de Siglé.

Les résultats démontrent que le meilleur rendement est par barattage. En effet, le pressage n'est pas effectué sous vide, celui-ci entraîne des pertes de matière. Le beurre obtenu par barattage a un taux d'acides gras libres et une teneur en humidité plus élevés. Pour ce qui est du beurre provenant du pressage, il se conserve moins longtemps car il ranci rapidement à cause de la valeur de peroxyde et des impuretés plus élevées que celui du barattage. Les agents catalyseurs (chaleur, humidité, lumière, résidus), l'oxydation et l'acidification par l'hydrolyse des corps gras sont en partie responsables de cette dégradation rapide.

En conclusion la meilleure combinaison du point de vue qualité, conservation et rendement est le beurre de karité provenant des amandes du territoire biologique de Siglé et obtenu par barattage. Par la suite, les résultats sont classés selon les 3 catégories de qualité de la norme internationale. Sur les 20 échantillons obtenus, aucun sont de 1^{re} qualité, 85% sont de 2^{re} qualité (usage alimentaire) et 15% de 3^{re} qualité (usage en savonnerie). Pourtant, la majorité de la production est destiné à l'usage cosmétique qui exige la 1^{re} qualité. Le paramètre qualité critique est la teneur en humidité qui doit être inférieure à 0,05% pour la 1^{re} qualité, mais cette valeur est très difficile à obtenir pour du beurre non raffiné. Quatre recommandations ont été suggérées pour améliorer le produit, le procédé et la logistique. Il s'agit de :

1. La mise en place d'un laboratoire d'analyse qualité pour le contrôle interne;
2. De l'installation d'un entrepôt conforme au stockage des amandes;
3. Du développement d'un projet d'allègement des tâches des collectrices et;
4. De la rédaction et l'implantation d'un guide des bonnes pratiques.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier respectivement mon directeur et codirecteur de recherche M. Georges Abdul-Nour, Ph.D. du département de génie industriel et M. Demagna Koffi, Ph.D. du département de génie mécanique d'avoir accepté de superviser ce projet de maîtrise en génie industriel concentration productique de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Je leur exprime toute ma gratitude pour avoir partagé leurs connaissances et leurs expériences en ingénierie.

Mes remerciements s'adressent aussi à l'Association Songtaab-Yalgré (ASY) de Ouagadougou qui a collaboré activement et étroitement à ce projet au Burkina Faso pour la période 2005-2006. Grâce à la confiance, la participation et à la disponibilité des dirigeants, des collectrices et des productrices de karité, j'ai réalisé et atteint mes objectifs de recherche. Je les admire pour leur courage et la lutte qu'elles mènent chaque jour pour s'améliorer et s'épanouir dans la dignité.

Pour la préparation de cette étude, j'ai reçu le soutien de spécialistes burkinabés sur le karité provenant du laboratoire de technologies de l'environnement et des produits naturels IRSAT/CNRST auprès de M. Rigobert Yaméogo, chimiste, M. Amidou Ouattara ingénieur chimique du Centre Écologique Albert Schweitzer (CEAS) et M. Peter Lovett, consultant américain en beurre de karité de l'United States Agency International Developement (USAID) du Ghana. Je les remercie de leur appui et des informations fournies pour l'avancement de mes travaux.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	ii
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES.....	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xii
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Mise en contexte	1
1.2 Problématique	12
1.3 But et objectifs.....	14
1.4 Hypothèses	15
1.5 Composition du mémoire.....	15
CHAPITRE 2. RECENSION DES ÉCRITS ET CADRE THÉORIQUE.....	16
2.1 Revue de la littérature sur le karité et la qualité	16

2.2	Présentation des caractéristiques de la qualité du karité	37
CHAPITRE 3 MATÉRIEL ET MÉTHODE		50
3.1	Méthodologie	50
3.1.1	Composantes à l'étude	51
3.1.2	Matériel	58
3.1.3	Déroulement	60
CHAPITRE 4 RÉSULTATS ET DISCUSSION		68
4.1	Présentation et analyse des résultats	68
4.1.1	Analyse et interprétation du plan factoriel complet à deux niveaux	76
4.1.2	Analyse de la variance	87
4.1.3	Classification et analyse selon la norme qualité	94
4.2	Discussion	101
CHAPITRE 5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS		103
5.1	Récapitulation	103

5.2 Conclusion.....	104
5.3 Recommandations.....	107
 RÉFÉRENCES	110
 NOTE DE L'AUTEURE	112
 ANNEXE 1: INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LE KARITÉ BIOLOGIQUE	113
 ANNEXE 2 : PROCÉDURE POUR LE TRAITEMENT DE L'ODEUR DU BEURRE DE KARITÉ.....	121
 ANNEXE 3 : TEST DE SÉCHAGE DES AMANDES DE KARITÉ BIOLOGIQUES	124
 ANNEXE 4 : GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE TRAITEMENT DES NOIX ET DE L'EXTRACTION DU BEURRE DE KARITÉ BIOLOGIQUE.....	131
 ANNEXE 5 : TABLE POUR ANALYSE STATISTIQUE	196

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Composition chimique partielle du karité	6
Tableau 2 : Les normes de l'UEMOA relatives au beurre de karité non raffiné.....	31
Tableau 3 : Défauts et causes en relation avec le procédé d'extraction du BKB	49
Tableau 4 : Niveaux	52
Tableau 5 : Matrice des essais du plan 2^2	57
Tableau 6 : Matrice des distances entre les postes de travail.....	58
Tableau 7 : Chronogramme des activités	60
Tableau 8 : Liste des équipes de travail	61
Tableau 9 : Déroulement des essais	62
Tableau 10 : Pesée des amandes de Boulzin	63
Tableau 11 : Pesée des amandes de Siglé	64
Tableau 12 : Rendement en beurre de karité : Boulzin.....	65
Tableau 13 : Rendement en beurre de karité : Siglé	65
Tableau 14 : Rendement en beurre de karité Boulzin et Siglé : Filtration	66
Tableau 15 : Signification des codes des échantillons de BKB.....	67
Tableau 16 : Résultats d'analyse qualité	69
Tableau 17 Test d'égalité de quatre moyennes	70
Tableau 18 : Matrice des essais du plan 2^2 et résultats.....	76
Tableau 19 : Matrice des résultats des effets globaux des facteurs.....	77
Tableau 20 : Tableau des essais avec la notation de Yates	85
Tableau 21 : Matrice des résultats des effets moyens des facteurs.....	86
Tableau 22 : Formules utiles pour l'analyse de la variance	90

Tableau 23 : Analyse de la variance des acides gras libres	90
Tableau 24 : Analyse de la variance de la teneur en humidité.....	91
Tableau 25 : Analyse de la variance des impuretés insolubles.....	91
Tableau 26 : Analyse de la variance de la valeur de peroxyde	92
Tableau 27 : Analyse de la variance du rendement.....	92
Tableau 28 : Classification des résultats selon la norme qualité UEMOA.....	94
Tableau 29 : Synthèse de la moyenne des résultats	97
Tableau 30 : Nombre de paramètres de 1 ^{re} qualité par échantillon.....	98

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Arbre de karité.....	3
Figure 2 : Fruit de karité	4
Figure 3 : Noix de karité	5
Figure 4 : Amande de karité	5
Figure 5 : Beurre de karité.....	7
Figure 6 : La collecte des amandes de karité biologique	8
Figure 7 : Diagramme des opérations : a) Traitement des noix.....	10
Figure 7 (suite) : Diagramme des opérations : b) Extraction du beurre de karité biologique.....	11
Figure 8 : Facteurs influençant la qualité des amandes et du beurre de karité biologique.....	41
Figure 9 : Effet du facteur A	55
Figure 10 : Domaine expérimental du plan 2^2	57
Figure 11 : Aménagement actuel du Centre KARIBIO.....	59
Figure 13 : Diagramme de dispersion de la teneur en humidité.....	72
Figure 14 : Diagramme de dispersion des impuretés insolubles.....	72
Figure 15 : Diagramme de dispersion de la valeur de peroxyde	73
Figure 16 : Diagramme de dispersion du rendement.....	73
Figure 17 : Représentation graphique des effets	77
Figure 18 : Graphique de l'effet global de l'origine sur le taux d'acides gras libres .	78
Figure 19: Graphique de l'effet global du procédé sur le taux d'acides gras libres..	78
Figure 20: Graphique de l'effet global de l'origine sur la teneur en humidité.....	79

Figure 21: Graphique de l'effet global du procédé sur la teneur en humidité	79
Figure 22: Graphique de l'effet global de l'origine sur les impuretés insolubles	80
Figure 23: Graphique de l'effet global du procédé sur les impuretés insolubles	80
Figure 24: Graphique de l'effet global de l'origine sur la valeur de peroxyde	81
Figure 25: Graphique de l'effet global du procédé sur la valeur de peroxyde	81
Figure 26: Graphique de l'effet global de l'origine sur le rendement	82
Figure 27: Graphique de l'effet global du procédé sur le rendement	82
Figure 28 : Photo des 20 échantillons de beurre de karité.....	99
Figure 29 : Aménagement proposé du Centre KARIBIO	109

LISTE DES ABRÉVIATIONS

UEMOA : Union Économique et Monétaire Ouest Africaine

ASY : Association Songtaab-Yalgré

IRSAT : Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie

CNRST : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique

CEAS : Centre Écologique Albert Schweitzer

USAID : United States Agency International Development

FOFM : Forum Ontario Francophonie Mondiale

ACDI : Agence Canadienne de Développement International

DCI : Direction de la Coopération Internationale

UQTR : Université du Québec à Trois-Rivières

AUF : Agence Universitaire de la Francophonie

MEQ : Ministère de l'Éducation du Québec

CECI : Centre canadien d'Étude et de Coopération Internationale

CNUCED : Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement

PCC : Point Critique de Contrôle

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

PON : Procédures Opératoires Normalisées

BKB : Beurre de Karité Biologique

ONG : Organisme Non Gouvernemental

POS : Pilot Plant Corporation

WATH : West Africa Trade Hub

USDA : United States Department of Agriculture

NOP : National Organic Program

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

ICM : Integrated Crop Management

IPC : Integrated Pest Control

QMS : Quality Management System

FFA : Fat Free Acid

PV : Peroxyde Value

HPA : Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques

CFC : Common Fund for Commodities

FAO : Food and Agriculture Organization

CSE : Centre de Suivi Écologique

ICRAF : International Centre for Research in Agroforestry

T_C : Température critique

BB : Bousin Barattage

BP : Bousin Pressage

SB : Siglé Barattage

SP : Siglé Pressage

AOCS : American Oil Chemists' Society

AFNOR : Association Française de Normalisation

ISO : International Organization for Standardization

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

Le Burkina Faso est un pays essentiellement agricole et les trois principales activités économiques sont dans l'ordre : l'élevage du bétail, le coton et le karité. Le karité étant le troisième produit en importance, il permet aux femmes d'intégrer l'économie monétaire. La priorité des pays en voie de développement est la lutte contre la pauvreté et le karité joue un rôle primordial sur ce plan. Plusieurs groupements de femmes produisent du beurre de karité, mais la qualité laisse à désirer faute de moyens financier, de production, de contrôle et de connaissance face à la qualité. Il y a donc des faiblesses au niveau de la production, de la logistique des opérations, de l'obtention et de la conservation de la qualité du beurre de karité.

En 1998, dans le cadre du Forum Ontario Francophonie Mondiale (FOFM), la Société Flash Beauté de Montréal au Canada a établi un partenariat d'affaire avec l'Association Songtaab-Yalgré (en abrégé : ASY) de Ouagadougou au Burkina Faso pour élaborer une gamme de produits cosmétiques naturels à base de beurre de karité sous la marque KARIDERM. L'idée étant de développer une filière organisée de production et d'exportation de beurre de karité biologique valorisant

l'environnement, la production de qualité par un transfert technologique et le commerce équitable avec les collectrices et les productrices du karité. C'est donc en 2001, lors d'un premier stage en génie industriel au niveau du Baccalauréat que j'ai été mise en contact avec ces deux structures via le programme Action-jeunesse de l'ACDI (Agence Canadienne de Développement International) pour la mise en place de cette filière de karité biologique.

Le mandat consistait à passer 3 mois au sein de l'Association de femmes du Burkina Faso, fournisseur unique de beurre de karité de Flash Beauté, pour une étude de préfaisabilité technique et budgétaire du projet KARIBIO. Le travail consistait à analyser les possibilités de transfert technologique et de certification biologique sur une période de 5 mois. Le projet fût un succès car l'ASY a obtenu en 2002 la certification du premier beurre de karité biologique au monde par ECOCERT International et un financement majeur des Pays-Bas pour la construction et l'achat d'équipements pour le Centre de production KARIBIO. Ce projet touche en 2007 près de 2000 femmes à travers le pays dont 1044 collectrices formées dans le domaine biologique pour la traçabilité des amandes et du beurre de karité.

Afin d'aider à nouveau les femmes à améliorer la qualité de leurs produits et suite aux problématiques de qualité et de conservation rencontrées par Flash Beauté, il a été convenu de mener cette recherche sur la variabilité de la qualité du beurre de karité.

Voici les principaux concepts relatifs au karité, à la qualité et aux procédés d'extraction du beurre de karité (Source : Site Internet Infocomm : information de marchés dans le secteur des produits de base).

A) Le **karité** (*Vitellaria Paradoxa* ou *Butyrospermum parkii*) est un arbre, tel que vue à la Figure 1 de la famille des sapotacées qui pousse à l'état sauvage en Afrique de l'Ouest à l'intérieur d'une zone géographique qui s'étend du Mali au Soudan au nord et du Togo à l'Ouganda au sud. Celle-ci est surnommée par les négociants "la ceinture du karité". L'arbre peut mesurer entre dix et quinze mètres de hauteur et possède un fût court (trois mètres environ) d'un diamètre pouvant aller jusqu'à un mètre. Sa durée de vie est estimée à deux ou trois cents ans. Son système racinaire étant très tortueux, il prévient l'érosion et favorise l'association avec d'autres cultures. Le karité n'a encore jamais fait l'objet d'une culture organisée à proprement dit du fait notamment du nombre d'années qui lui sont nécessaires avant de produire le moindre fruit (en général une quinzaine). En sachant que la pleine maturité de l'arbre et donc la production maximale n'est atteinte qu'à compter de sa vingt-cinquième année environ.

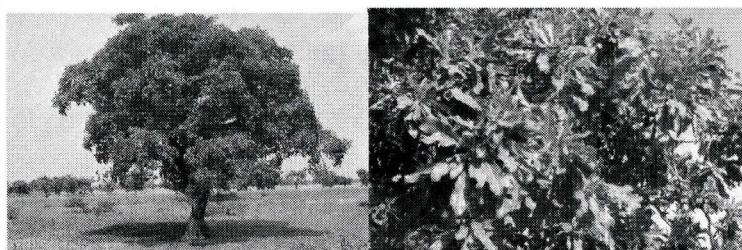


Figure 1 : Arbre de karité

B) Le **fruit du karité**, également appelé karité, se présente sous la forme de grappes de fruits ovoïdes de couleur vert sombre dont la taille est généralement comprise entre quatre et huit centimètres de long. Lorsqu'on dépulpe le fruit on retrouve à l'intérieur une ou deux noix, le plus souvent une, et de la pulpe à 35%. La pulpe est verte en surface et jaune orange en allant vers le réservée cœur. Les fruits, représentés à la Figure 2, sont ramassés entre juin et septembre. C'est une tâche aux femmes, c'est pourquoi on lui attribue le qualificatif « *d'or vert des femmes* ».



Figure 2: Fruit de karité

C) La **noix de karité**, apparaissant à la Figure 3, est de couleur brune, pèse environ 10 gr. La coque qui entoure l'amande est très mince (1mm d'épaisseur) et se brise facilement. La noix perd environ 40% de son poids après la dessiccation (élimination de l'humidité) et donne une noix sèche. Celle-ci pèse alors environ 6 gr et contient encore 7 à 8% d'humidité qui se retrouve dans l'amande. La collecte des noix se fait manuellement et les femmes doivent ramasser les fruits mûrs au sol seulement et non directement dans l'arbre. Ainsi on obtient le maximum de matières grasses dans l'amande, car le fruit est à sa pleine maturité. Ensuite les collectrices font le traitement des noix (dépulpage du fruit, bouillir, sécher et stocker les noix).



Figure 3 : Noix de karité

D) L'amande de karité est contenue dans la noix de karité. Chaque amande recèle une matière grasse pour environ la moitié de son poids. Traditionnellement, on estime qu'un arbre à karité donne entre douze et quinze kilos de noix sèches par an. Une fois traitées de manière artisanale ou industrielle, les amandes fournissent entre trois et quatre kilos de matières grasses qui donneront après traitement entre un et deux kilos de beurre de karité. Cependant ces chiffres sont sujet à de très fortes variations suivant le lieu et l'année de production. À la

Figure 4 : , on voit les amandes qui subissent des transformations avant l'extraction du beurre (mise en poudre et en pâte).

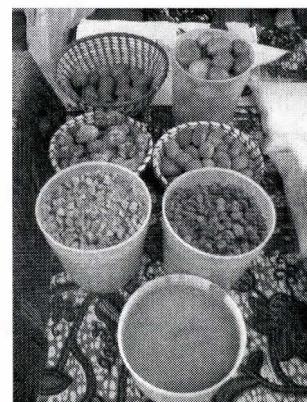


Figure 4 : Amande de karité

La composition d'une amande de karité se fait en général selon les proportions moyennes rappelées dans le Tableau 1 ci-dessous. Toutefois, ces proportions sont susceptibles de varier selon notamment l'origine du produit, la sous-espèce (*Vitellaria paradoxa* ou *Vitellaria nilotica*) et surtout la manière dont il est traité.

Tableau 1: Composition chimique partielle du karité

Triglycérides	50 %
Acides gras libres	5 % dont : Acides palmitiques : 3 to 7 % Acides stéariques : 35 to 45 % Acides oléiques : 40 to 55 % Acides linoléiques : 3 to 8 %
Esthers de cire	7 %
Insaponifiables	entre 8% et 10% dont : Alcools triterpéniques (environ 75 %), Hydrocarbures dont Karitène (environ 20 %), Stérols (environ 3 %), Tocophérols (0,1 %).
Protéines	0,7 à 1,3g (pour 100gr)
Densité	0,92 à 40°C
Point de fusion	22°C

Source : Secrétariat de la CNUCED [12].

Le karité est un extrait végétal extrêmement riche qui contient des phytostérols en grande proportion. Il contient des vitamines telles que A, D, E, F et des graisses insaturées, mais aussi des insaponifiables dont le Karitène, et le latex. Les qualités naturelles antioxydantes de la noix de karité permettent de stocker ce produit à l'état sauvage. On retrouve en Annexe 1 des informations complémentaires sur les

propriétés du beurre de karité et les exigences pour la certification biologique de Ecocert.

E) Le beurre de karité ou **shea butter** en anglais, est un gras végétal extrait de l'amande au centre du fruit de karité. Le beurre de karité aux multiples vertus à divers usages en alimentaire, cosmétique et pharmacologie. Comme à la Figure 5, la couleur du beurre est jaune pâle.

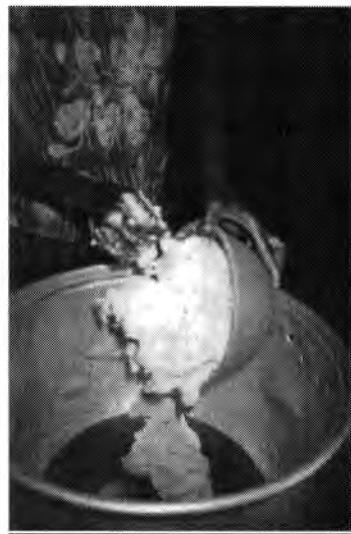


Figure 5 : Beurre de karité

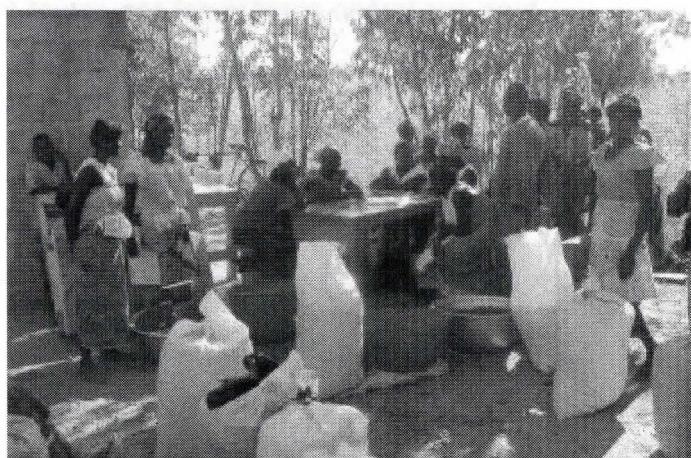
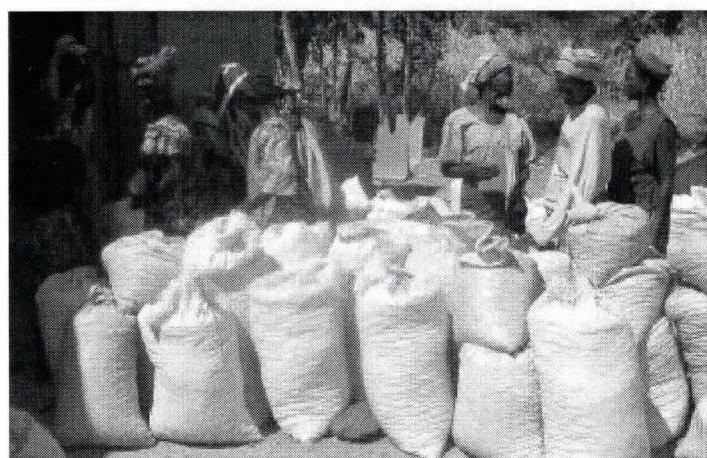


Figure 6 : La collecte des amandes de karité biologique

L'ASY achète les amandes de karité biologique dans les villages auprès des collectrices membres, comme illustré à la Figure 6 de la page précédente. Ces dernières ont la responsabilité de faire le traitement des noix de karité selon le diagramme des opérations de la Figure 7 a). L'ASY extrait le beurre de karité biologique de manière artisanale et semi-industrielle. Différents équipements sont disponibles pour alléger la tâche des productrices et améliorer la qualité du produit. On retrouve à la Figure 7 b) le procédé établi pour l'extraction du beurre de karité biologique. Les amandes de karité passent toutes par les mêmes opérations sauf au niveau de l'extraction qui peut se faire manuellement par barattage ou mécaniquement par pressage.

Les diagrammes reprennent chacune de ces données sous forme schématique. Le flux de production n'a pas de retour en arrière en ce qui concerne le déplacement des amandes et du beurre selon la gamme de fabrication. On y retrouve aussi les Points Critiques de Contrôles (PCC) qui représentent les étapes où la perte de contrôle peut entraîner des risques inacceptables pour la santé du consommateur.

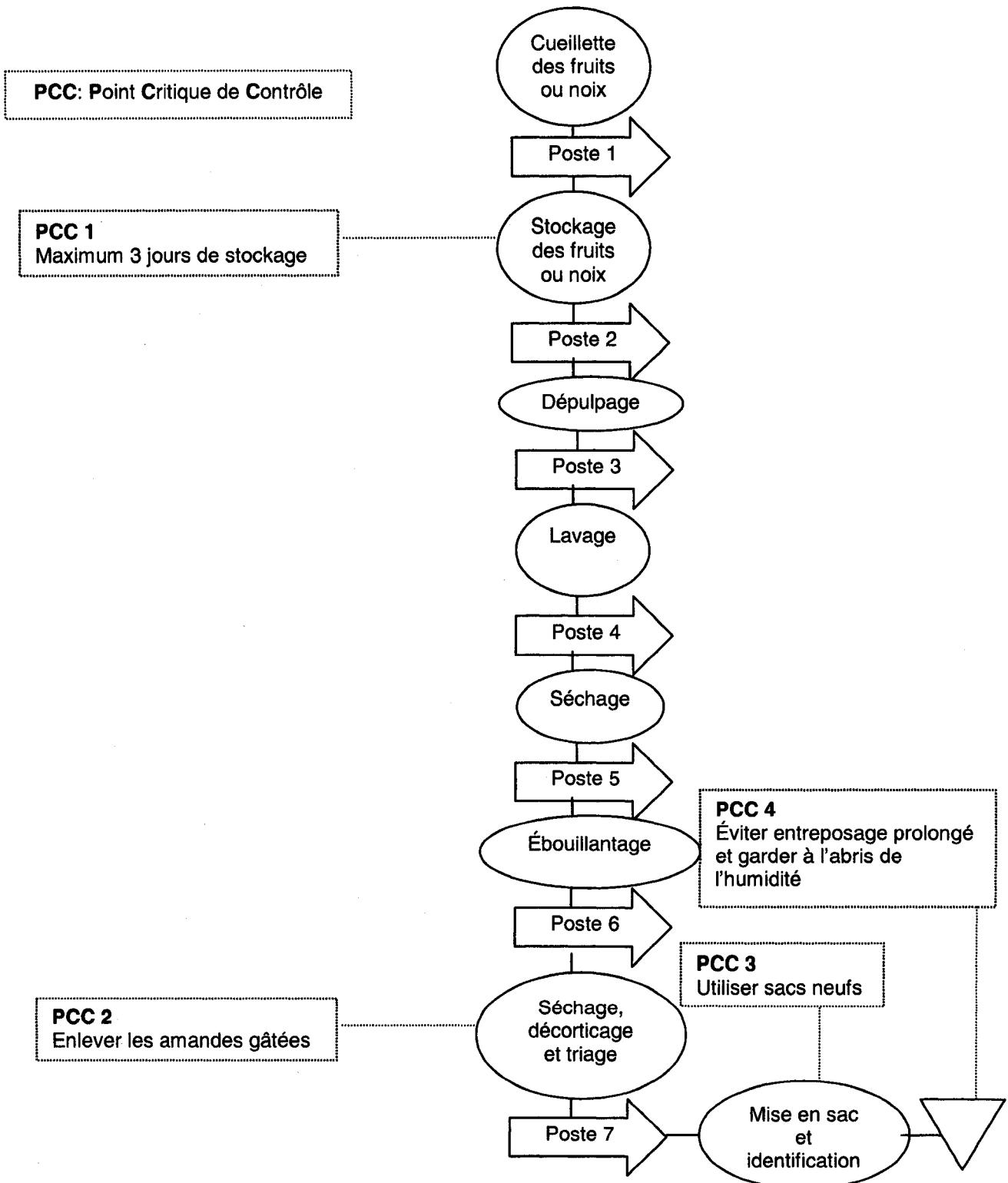


Figure 7 : Diagramme des opérations : a) Traitement des noix de karité biologique

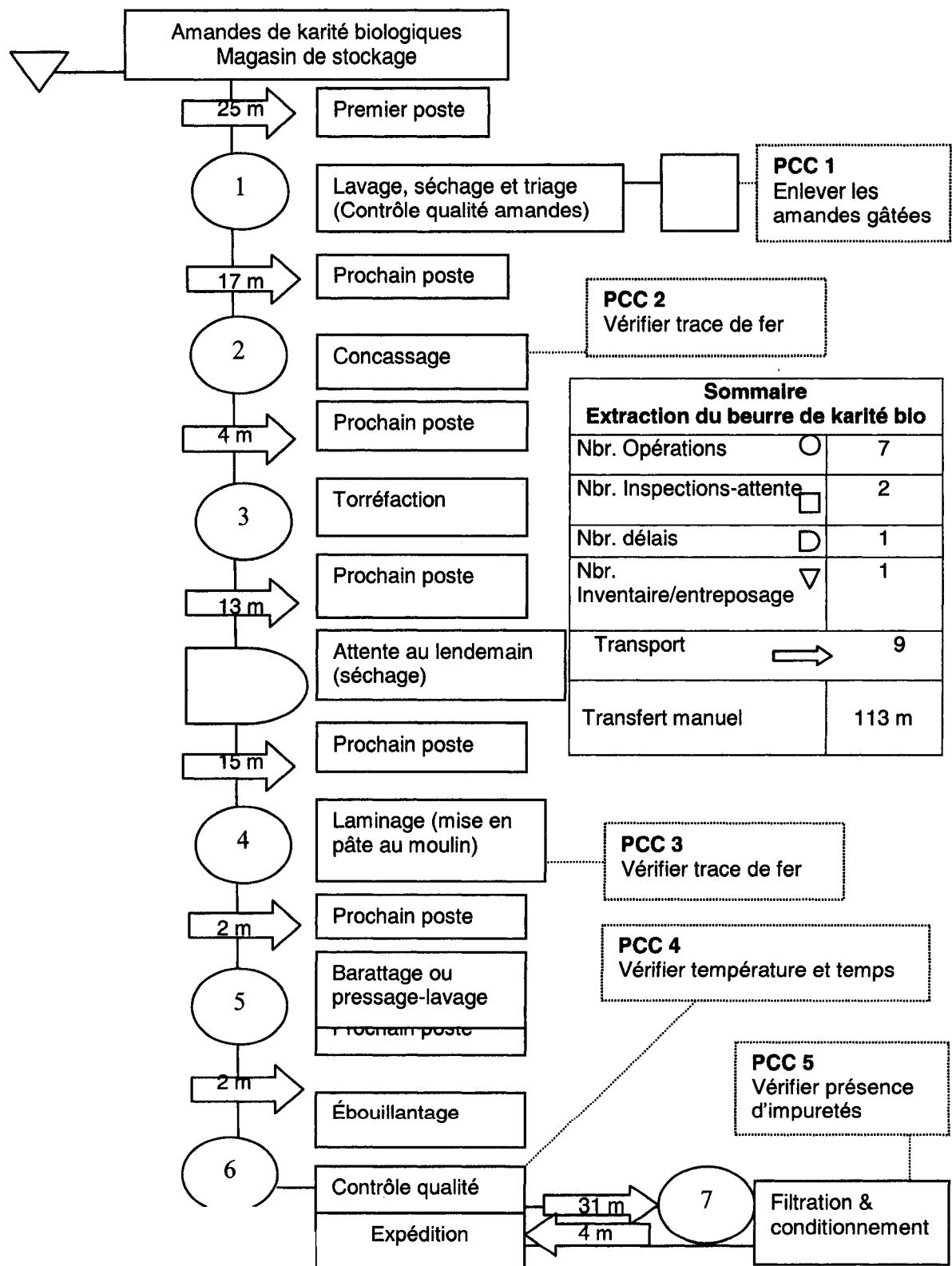


Figure 7 (suite) : Diagramme des opérations : b) Extraction du beurre de karité biologique

1.2 Problématique

La problématique de l'étude est que le contexte actuel de production ne permet pas de bien maîtriser la qualité du beurre de karité qui n'est pas uniforme limitant ainsi le développement commercial. Le projet de recherche consiste donc à catégoriser la qualité du beurre de karité et d'augmenter la robustesse du système de production.

La démarche proposée permettra de cibler les paramètres qualité et les activités de production critiques du beurre de karité et d'en établir les facteurs de contrôle. La stratégie étant d'aider les collectrices et les productrices de karité à uniformiser et contrôler la qualité des amandes et du beurre de karité biologique en améliorant le procédé et la logistique des opérations. Pour ce faire, il est proposé d'élaborer et d'implanter un *Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique* comprenant les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) et les Procédures Opératoires Normalisées (PON), présenté en ANNEXE 4. Le contexte actuel de gestion de l'ASY et du Centre KARIBIO révèle plusieurs éléments problématiques que voici :

- Manque de relève et de responsables qualifiés pour la gestion des différents secteurs d'activités (approvisionnement, achat, inventaire, planification et contrôle de la production, maintenance des équipements, hygiène et salubrité, contrôle de la qualité et des retraits, service à la clientèle, comptabilité, distribution et vente, marketing, informatique) ;
- Manque d'initiative et de motivation des employés (établir un système de récompense face au travail de qualité) ;

- Absence de définition de tâches ; les rôles de chacun ne sont pas clairement définis ce qui freine certaines actions et occasionne une surcharge de travail des principaux responsables ;
- Dépendance face à l'aide financière extérieure (bailleurs de fond) ; voir à la rentabilité et la pérennité des projets pour assurer l'avenir ;
- Manque d'organisation et de communication efficace ;
- Manque d'outil de travail et de mesure pour effectuer correctement le filtrage, le conditionnement et la traçabilité ;
- La gestion hiérarchique est présente, diminuant ainsi les prises de décisions.

Voici le constat obtenu face à la qualité du beurre de karité :

1. Le beurre de karité qui se retrouve sur le marché (2^e et 3^e qualité) est non conforme aux exigences de 1^{re} qualité des acheteurs pour un usage cosmétique;
2. Le traitement des noix de karité est retardé par les travaux champêtres et affecte grandement la qualité des amandes dès le départ et par conséquent celle du beurre de karité;
3. Les conditions de stockage des amandes sont inadéquates pour la conservation de leur qualité (taux d'humidité et d'acidité élevés avant même la production) et sont susceptibles de provoquer des dégradations biochimiques du beurre et ce rapidement;
4. Les paramètres du procédés de production sont peu contrôlés et justifient la variation de la qualité des amandes et du beurre de karité.

1.3 But et objectifs

La présente étude a pour but d'évaluer l'influence de l'origine de la matière première (territoire biologique où les amandes de karité ont été ramassées) et du type de procédé d'extraction (par barattage ou par pressage) sur la variabilité des paramètres physico-chimiques (acides gras libres, teneur en humidité, impuretés insolubles et valeur de peroxyde) du beurre de karité biologique non raffiné.

L'objectif principal de cette étude est de connaître le niveau de qualité (1^{re}, 2^e ou 3^e catégorie) du beurre de karité biologique en se référant à la norme internationale de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA). Après classification par catégorie de qualité, on veut aussi déterminer l'origine des amandes et le procédé d'extraction donnant la meilleure combinaison au niveau des paramètres physico-chimiques pour un usage cosmétique. Les principaux objectifs sont les suivants :

1. Trouver des relations entre les différents facteurs qui influencent la variabilité de la qualité du beurre de karité;
2. Trouver les causes de la variabilité de la qualité du beurre de karité biologique afin de mieux contrôler la qualité du produit ;
3. Déterminer les meilleures conditions d'extraction du beurre de karité à travers un guide des bonnes pratiques et des procédures opératoires normalisées ;
4. Permettre aux femmes de contrôler et de classifier la qualité de leur beurre pour obtenir une valeur ajoutée et un revenu en fonction cette qualité obtenue.

1.4 Hypothèses

Les deux hypothèses retenues pour cette recherche sont que :

1. L'origine et le traitement des amandes de karité ont une influence sur les paramètres physico-chimiques du beurre de karité biologique;
2. Les paramètres physico-chimiques sont influencés par le type de procédé d'extraction (barattage ou pressage).

Les questions auxquelles cette étude veut répondre sont les suivantes :

- Quels facteurs (origine de la matière première et type de procédé d'extraction) ont une influence sur les paramètres physico-chimiques de la qualité du Beurre de Karité Biologique ?
- Si influence il y a, que vaut-elle (calcul de l'effet moyen)?
- Y a-t-il des interactions entre les facteurs et comment jouent-elles?

1.5 Composition du mémoire

Après avoir défini le sujet de recherche à la section précédente par la présentation de la problématique, du but, des objectifs et des hypothèses; il sera question de la recension des écrits et du cadre théorique pour connaître les études relatives à la qualité du karité. Pour ce qui est de la méthodologie, elle présente les conditions de réalisation des essais, l'identification des facteurs et paramètres. Ensuite, il s'agira de la présentation et de l'analyse des résultats pour le plan factoriel complet à deux niveaux. Pour finir, après la discussion, la conclusion et les recommandations.

CHAPITRE 2.

RECENSION DES ÉCRITS ET CADRE THÉORIQUE

Ce chapitre présente le cadre théorique de cette recherche. En premier lieu, il est présenté la revue de la littérature sur la qualité du beurre de karité. En deuxième lieu, les différentes caractéristiques reliées à la qualité sont expliquées.

2.1 Revue de la littérature sur le karité et la qualité

La recension des écrits a été effectuée dans différentes bibliothèques universitaires, banques de données, sur Internet, auprès des ministères et ONG, des intervenants en coopération internationale et dans des conférences. Pour bien saisir les enjeux de la problématique et mieux comprendre le contexte théorique se rattachant à la qualité du beurre de karité; une revue de la littérature a été effectuée pour connaître les exigences qualité au niveau des paramètres physico-chimiques et du procédé d'extraction du beurre de karité. Cette recherche préparatoire a été faite lors de 3 stages au Burkina Faso en 2001, 2005 et 2006. Voici les principales recherches effectuées sur le beurre de karité au niveau de la qualité :

Le karité est un produit traditionnellement et exclusivement africain. Les premières traces écrites que l'on trouve au sujet de ce produit ont été rapportées par

l'explorateur écossais Mungo Park [11] qui fut le premier à donner les caractéristiques botaniques de cet arbre, ainsi qu'à énumérer les principales applications du beurre de karité dans son ouvrage de 1797 intitulé : «Travels in the Interior Districts of Africa». Dans ce document, Park décrit un produit transporté sur la côte de Gambie : le «shea-toulou» qui signifie littéralement : «beurre d'arbre» ou «beurre végétal». Il explique qu'en tout lieu, la population est impliquée dans la cueillette des fruits et dans la préparation du beurre obtenu par cuisson de l'amande dans l'eau bouillante. Ce mode de fabrication traditionnelle est toujours utilisé de nos jours.

D'après une étude de mai 1999, menée par la société Fintrac Inc. intitulée «*market and technical survey : shea nuts*» [15], il semblerait que des précisions soient apportées quant à la composition des noix de karité lors de l'importation.

D'après cette enquête, la référence en la matière serait la suivante (en % par livre) :

- Acides gras libres (FFA) = 6%	- Teneur en humidité = 7%
- Teneur en huile = 45%	- Teneur en latex = 4% à 10%

La teneur en huile est l'élément qui prévaut dans l'analyse de la noix de karité du fait de son influence lors de la fabrication de beurre qui entre lui-même dans la production des «équivalents de beurre de cacao» pour le chocolat. Si l'analyse montre une teneur en huile plus élevée, ainsi qu'un niveau plus faible d'humidité et d'acides gras libres, l'exportateur recevra une prime pour son karité. Les acheteurs de beurre de karité peuvent également recommander une certaine teneur en iodé ainsi qu'un point de fusion plus faible. Il est important que le produit soit, dans la

mesure du possible, exempt de corps étrangers. Dans l'industrie des cosmétiques et de la pharmacologie, le produit doit avoir subi un niveau de raffinage très poussé.

En 1999, des chercheurs de l'usine pilote POS – établissement de recherche privée de Saskatoon – et leurs collègues burkinabés ont commencé à examiner les moyens d'améliorer le traitement et le nettoyage du karité. Cette recherche a été entreprise dans le cadre d'une initiative de 1,5 million \$ financée par le Canada afin d'améliorer le commerce du beurre et de l'amande de karité au Burkina Faso, pays de l'Afrique de l'Ouest. D'après Pierre Zaya [18], spécialiste du karité au Centre de recherches pour le développement international (CRDI), à Ottawa, « il n'y a pas à proprement parler d'industrie du karité au Burkina Faso ». Des chercheurs de Saskatoon et de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, ont décidé de faire bouger les choses et d'aider le pays à se doter de sa propre industrie du karité.

En 1987, deux études ont été effectuées sur la chimie des amandes et du beurre de karité par, Zénabou CISSÉ [2] et l'évolution des paramètres physico-chimiques du beurre de karité par Alfred TRAORÉ et Adama BARRO [17] au Burkina Faso. Leurs contributions ont permis de mieux comprendre les propriétés du beurre de karité et son comportement en fonction des traitements et du stockage, de l'influence du dépulpage, de la température, du mode de séchage, du mode d'extraction et de l'état des amandes sur la teneur en beurre et en acidité.

De 1988 à 1998, l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles [3] a développé avec son équipe d'ingénieurs en mécanique, de chimistes et par la participation des productrices de karité, des équipements adaptés à l'extraction du beurre de karité (moulin, concasseur, torréfacteur, presse, système de lavage et filtreuse à karité).

Les données statistiques les plus récentes sur le karité sont fournies par L'Organisation des Nations Unies [12] pour l'alimentation et l'agriculture. Les informations sont disponibles pour 7 pays sur 16 producteurs de karité et vont jusqu'en 2003. Les thèmes abordés sont : la description de l'arbre, du fruit, la composition du beurre, l'origine et l'histoire du karité, les conditions de culture, les rendements, les causes principales de destruction des récoltes, les critères de qualité au niveau mondial et les exigences minimales à l'importation des amandes, les secteurs d'utilisation : le débouché chocolatier, la cosmétologie et la pharmacologie, les marchés, la filière karité, la technologie : méthode traditionnelle, le pressage et l'extraction par solvant, l'évolution du prix des amandes et du beurre, le commerce électronique et les politiques économiques.

Une recherche sur l'influence des méthodes de traitement des amandes sur la qualité du beurre de karité a été menée par un groupe de chercheur du Cameroun dont l'article scientifique a été publiée sur le site de PBA : Procédés Biologiques et alimentaires le 30 mai 2005 [5]. Il s'agit de l'étude se rapprochant le plus de ce projet de maîtrise.

La problématique qu'ils ont étudiée est la suivante :

- Variabilité de la qualité du beurre retrouvé sur le marché le plus souvent non conforme aux exigences des acheteurs ;
- Conditions de stockage et de transformation des fruits, graines et amandes sont susceptibles de provoquer des modifications biochimiques ;
- Paramètres des procédés traditionnels peu contrôlés et justifient la variation de la qualité du beurre ;
- Envisager des moyens de leur amélioration ou d'autres modes de traitement.
- Les objectifs de la recherche sont les suivants :
 1. Évaluer l'influence des techniques de stockage des fruits, du temps de cuisson des graines, des conditions de séchage des amandes au soleil, dans un séchoir artificiel et par friture sur les caractéristiques du beurre de karité.
 2. Déterminer, par rapport à la qualité marchande, les meilleures conditions de traitement des amandes de karité.

Voici les conclusions de la recherche qui représentent des variables pour le design expérimental :

- Traitements des fruits, graines et amandes de karité sont responsables de l'irrégularité de la qualité du beurre.
- Quelques traitements critiques : le stockage des fruits, la cuisson des graines et le séchage des amandes.

- Le stockage des fruits prolongé affecte la qualité du beurre. L'enfouissement des fruits dans le sol ne doit pas dépasser 30 jours. L'utilisation du froid est à éviter.
- La cuisson des graines dans l'eau bouillante pendant plus de 40 minutes limite l'acidification du beurre.
- Le séchage des amandes au soleil, courant dans les pratiques paysannes, est un procédé long dont la principale conséquence est l'acidification du beurre.
- Cette qualité peut être relativement améliorée par un séchage électrique à une température de 55 à 60°C, pendant 30 à 60 heures.
- Le séchage-friture des amandes permet d'obtenir des beurres de faible acidité .

Une autre recherche se rapprochant étroitement à celle-ci, est menée actuellement par un des chercheurs de l'étude précédente, César KAPSEU et porte sur l'étude des processus de transformation et de conservation des amandes de karité et de palmiste selon les méthodes traditionnelles et impact des procédés modernes sur ces denrées [4].

L'orientation de la recherche de KAPSEU a été établie sous les thèmes suivants :

- L'exploitation des ressources oléagineuses naturelles comme besoin essentiel de l'Homme en acides gras (exigences relatives à la santé, à la qualité de vie et aux applications industrielles);
- Recherche de nouvelles sources de lipides à haut rendement ou à haute fonctionnalité (nutritionnelle, thérapeutique, cosmétique);

- Atouts potentiels des cultures non conventionnelles (karité) pour le développement des populations au niveau local ou de l'industrie;
- Les oléagineux non conventionnels (karité) font partie des régimes alimentaires des populations, mais le procédé d'extraction conduit à des produits de qualité variable et restent inexploités à l'échelle industrielle;
- Pour répondre aux besoins du marché des oléagineux, il y a un intérêt pour la recherche scientifique et technique de sources oléagineuses végétales locales (Karité) qui est encore sous-exploitées.

Les axes de recherche développées par KAPSEU concernent :

- La maîtrise des procédés d'extraction;
- La caractérisation des huiles extraites et la définition de leur qualité et de leur fonctionnalité;

Les études scientifiques et techniques menées sur le karité ont portées généralement sur :

- La caractérisation botanique;
- La valeur nutritionnelle;
- L'extraction et la caractérisation de l'huile.

Peu d'intérêt a été accordé sur :

- L'historique du fruit, les noix et les amandes à différents traitements susceptibles d'influencer le choix du procédé ou des outils de transformation et les caractéristiques physico-chimiques;
- Les conditions de stockage et de transformation des fruits, des noix et des amandes qui sont susceptibles de provoquer des modifications biochimiques qui se ressentent au niveau de la qualité du karité;
- Les conditions artisanales de stockage et de transformation, plusieurs paramètres restent peu contrôlés, ce qui justifie la qualité variable des produits obtenus.

D'après Kapseu [4], il serait intéressant de mener des investigations sur les techniques traditionnelles de production du karité en fonction de la matière première, de la région et du village de production, d'évaluer le coût de production en fonction de la méthode. De plus il serait bien d'envisager d'autres modes de stockage des fruits, des noix et des amandes et de leur préparation. Enfin, il serait primordial de déterminer les mesures préventives convenables pour une valorisation à l'échelle industrielle. L'objectif général de la recherche de KAPSEU est la valorisation des ressources biologiques sous exploitées. Les objectifs spécifiques sont : d'approfondir la connaissance sur les systèmes de production, étudier les procédés traditionnels en fonction des villages, étudier les coûts de production et proposer des aliments alternatifs du karité.

Les hypothèses retenues sont que :

- L'historique des fruits influence sur la qualité ;
- Le rendement et la qualité du beurre de karité sont influencés non seulement par la technique de traitement des amandes, mais aussi par l'origine (arbre);
- Le procédé de stockage et de transformation varie d'une localité à l'autre;
- Le rapport qualité et coût de production par le procédé traditionnel de production est supérieur à celui du procédé moderne;
- Les tourteaux de karité ont des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles intéressantes et peuvent être incorporés dans l'alimentation animale.

Pour ce qui est des objectifs socio-économique on retrouve :

- La valorisation des fruits de karité;
- La création de petites unités de production de beurre de karité;
- L'amélioration des conditions de vie des femmes;
- La lutte contre la pauvreté.

La méthodologie envisagée par KAPSEU est la suivante :

- Parler de l'échantillonnage des fruits de karité en fonction des arbres et de la localité de collecte et caractériser ces différents échantillons;
- Faire une enquête sur les différentes techniques de stockage et de transformation des amandes de karité en fonction des localités;
- Identifier les éléments du procédé qui baisse la qualité du produit;
- Proposer une technique industrielle simple à partir des procédés traditionnels qui pourrait améliorer le rapport qualité et le coût de production;
- Étudier les caractéristiques physico-chimiques et les propriétés fonctionnelles des tourteaux des amandes de karité;
- Formulation des aliments pour bétail à partir de tourteaux des amandes de karité.

Les méthodes statistiques qui seront utilisées pour le traitement des données seront principalement :

- Analyse de la variance;
- Test de comparaison multiple de Duncan;
- Test de corrélation.

Le Centre pour le Commerce en Afrique de l'Ouest (WATH) a conçu la version 2.3 en 2005 du **Guide à l'exportation du beurre de karité** [6] présentant les meilleures pratiques liées à la douane, à la certification, aux normes internationales de qualité,

à l'étiquetage et au conditionnement. Ce guide a été préparé à l'intention des entreprises ouest africaines qui veulent exporter des produits à base de beurre de karité vers les États-Unis, l'Europe et vers d'autres marchés occidentaux. Cet outil devient un référentiel sur les exigences qualité à respecter pour le beurre de karité et sera utilisé comme référence dans cette recherche.

Certification du beurre de karité pour le commerce international

Les certifications biologiques ou de qualité sont souvent des outils marketing ou des exigences des clients. Le marché de la cosmétique étant de plus en plus compétitif, il devient avantageux pour les productrices de beurre de karité d'avoir recours à la certification biologique et équitable pour attirer une clientèle sensibilisée à l'environnement et à l'éthique des femmes. De plus, l'obtention d'un label qualité permet de garantir la traçabilité du produit de l'arbre de karité aux produits finis ou transformés jusqu'au client pour une confiance accrue du consommateur. La certification biologique est définie comme issue des systèmes durables d'exploitation entretenus en l'absence d'intrants inorganiques (pesticides, fongicides, engrais, etc.). Les normes sont contrôlées par des organisations agréées sous réglementation régionale, par exemple la législation de l'Union Européenne (EEC No 2092/91) et par le Ministère américain de l'agriculture (USDA) au terme du Programme Biologique National (NOP). La traçabilité devient une obligation lors de l'obtention de la certification biologique.

Pour l'ASY la certification ECOCERT International UE est entrée en vigueur en 2002 et la certification USDA-NOP en 2005 pour le beurre de karité biologique. Un système de traçabilité a été mis en place au niveau des collectrices et des productrices en codifiant les composantes suivantes :

1. Arbres à karité ;
2. Parcelles avec les informations GPS ;
3. Collectrices ;
4. Nom des villages ;
5. Sacs d'amandes de karité ;
6. Productrices ;
7. Lot de production du beurre de karité ;
8. Emballages pour l'exportation ou la vente (fût, sachet, carton, pot) en indiquant l'origine de la matière première (nom du village des amandes de karité), le numéro de lot de production, la date de fabrication et d'expiration et le poids net du produit emballé.

Toutes ces informations sont enregistrées dans des registres par les responsables qualité du Centre KARIBIO. Il y a une inspection annuelle interne (faite par l'A.S.Y.) et une inspection externe (faite par Ecocert International) pour contrôler les activités de collecte et de traitement des noix et amandes de karité et la production du beurre jusqu'à l'exportation. Des formations de recyclage sont offertes chaque année aux collectrices et aux productrices de karité biologique afin d'assurer la continuité des

bonnes pratiques et relever les difficultés et les solutions pour chaque campagne de collecte et de production du karité.

Traçabilité du beurre de karité biologique

Depuis le 1^{er} janvier 2005, l'Union Européenne exige que tous les produits agricoles soient traçables de source (Reg. 178, janvier 2002). Les procédures douanières exigent les documents relatifs à la traçabilité du produit. En 1997, EurepGAP a été créé par les détaillants européens afin de déterminer les facteurs de Bonnes Pratiques Agricoles (BPA). De plus, il considère les points suivants : La Gestion intégrées des cultures (ICM), la Désinsectisation intégrée (IPC), le Système de gestion de la qualité (QMS), l'analyse des risques et points critiques (HACCP) pour leur maîtrise, la santé, la sécurité et le bien-être des travailleurs, la pollution et la gestion de la protection de l'environnement.

Normes internationales de qualité

Les normes internationales de qualité déterminent les caractéristiques chimiques du produit pour répondre aux exigences des clients. Il est primordial de bien connaître, mesurer et contrôler les paramètres qualité du beurre de karité. Il est important que les exportateurs de beurre de karité travaillent en étroite collaboration avec les productrices pour assurer les bonnes pratiques et le respect des critères de qualité des amandes et du beurre.

Voici les différents paramètres que les acheteurs et les producteurs doivent bien comprendre dans le cadre de la qualité du karité :

Les composants qui dépendent du milieu dans lequel les arbres de karités poussent et leur propre caractère génétique :

- **Les acides gras** : dans le beurre de karité se sont surtout les stéariques, les oléiques, les palmitiques, les linoléiques, les arachidiques et leurs concentrations respectives déterminent leur «profil d'huile» et le point de fusion. On observe que la variété de karité du Burkina Faso contient plus de stéarine que d'oléine, en faisant un bon partie pour l'industrie alimentaire (chocolat et margarine). Pour le karité provenant de l'Ouganda, cette variété contient plus d'oléine le privilégiant pour l'industrie cosmétique.
- **Les oléines** : fraction à fusion base (triacyl glycérols avec des taux élevés d'acides oléiques).
- **Les stéarines** : fraction à fusion haute (taux élevé d'acides stéariques, par exemple le st-o-St).
- **Les insaponifiables** : un groupe important de produits chimiques que l'on retrouve en concentrations élevées dans le beurre de karité (1-19%) à qui l'on attribue les vertus thérapeutiques du beurre de karité, par exemple les antioxydants (tocophérols solubles dans l'huile et catéchines solubles dans l'eau), les triterpènes tels que le butyrospermol, les phénols, les stérols et d'autres substances telles que le karitène et l'allantoin. Des taux élevés sont préférables.

- Les composants qui dépendent de la qualité de la transformation, du stockage des amandes et du beurre de karité (Ceci a un rapport particulier avec la durée de conservation) :
- **FFA** = Fat Free Acid = acides gras libres qui indiquent la dégradation (séparés grâce à l'action hydrolytique des enzymes-lipases sur les triacyl glycérols). Des taux faibles sont donc privilégiés.
- **PV** = Peroxyde Value = la valeur de peroxyde, autre indicateur de la dégradation des longues chaînes grasses à travers une auto oxydation en peroxydes qui peuvent plus tard se décomposer en d'autres produits chimiques dont les cétones et les aldéhydes malodorants. La formation est souvent catalysée par la chaleur, certains métaux (par exemple le fer et le cuivre) et la lumière ultraviolette.
- **HPA** = les Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques se forment lorsque l'on fume ou grille les amandes de karité sur le feu de bois, ils empêcheront l'entrée du beurre de karité sur le marché des produits comestibles en Europe et aux États-Unis étant donné que ces hydrocarbures sont des substances cancérogènes reconnues et diverses législations ont été formulées pour réduire l'exposition au public.
- **La teneur en humidité** résulte souvent d'un mauvais stockage étant donné que le beurre de karité « sec » absorbe l'eau dans des conditions humides. Ils ont établi un lien entre les taux élevés d'humidité et d'hydrolyse. De faible taux sont donc préféré.

- **Les impuretés insolubles** = sont normalement des résidus issus de l'extraction du beurre. Un filtrage minutieux peut éliminer ces particules indésirables, en particulier si l'on soupçonne la présence de fragments métalliques. L'utilisation de plaques en fonte pour le broyage produit généralement des particules en fer et ce métal est impliqué dans la formation de peroxyde.
- Pour maximiser la durée de conservation, les taux de FFA et de PV devraient être les plus faibles possibles. On pourrait garantir de tels taux en réduisant au maximum le temps qui s'écoule entre la récolte et le séchage et en réduisant aussi l'exposition aux catalyseurs d'auto oxydation (chaleur, métaux et lumière ultraviolette). Les normes de qualité requises pour le beurre de karité et établies à travers Prokarité, un projet géré par le Centre agroforestier mondial et financé par le CFC/FAO (Fonds commun des Nations Unies pour les matières premières / Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), sont à présent approuvées par l'UEMOA (Union Économique Monétaire Ouest Africaine) et présentées au Tableau 2 de la page suivante.

Tableau 2 : Les normes de l'UEMOA relatives au beurre de karité non raffiné

Paramètres	1 ^{re} Qualité	2 ^e Qualité	3 ^e Qualité
Acides gras libres (%)	- à 1	1.1-3	3.1-8
Valeur de peroxyde (mEq)	- à 10	11-15	15.1-50
Teneur en humidité (%)	- à 0.05	0.06-0.2	0.3-2
Impuretés insolubles (%)	- à 0.09	0.1-0.2	0.3-2

Le beurre de karité à l'étude sera le biologique non raffiné de **Première Qualité** qui est dédié aux industries cosmétiques et pharmaceutiques et aussi consommé

directement. Pour la **Seconde Qualité**, elle est destinée aux besoins des industries alimentaires (confiserie, chocolat, huile comestible ou comme base de la margarine). **Troisième Qualité** peut satisfaire les besoins de l'industrie du savon.

Étiquetage et conditionnement

Il est nécessaire de bien répondre aux normes d'étiquetage des produits en indiquant les informations complètes sur le produit pour les différents pays lors de l'exportation. Il faut aussi miser sur un emballage sécuritaire, attrayant et permettant la conservation du produit lors du transport et de l'entreposage prolongé. L'étiquetage et le conditionnement de haute qualité constituent la clé de la réussite dans le marketing international. La légalité des produits doit être prouvée, les produits doivent atteindre le marché sans dommage et les clients doivent être attirés par le produit. Les directives en matière d'étiquetage et de conditionnement varient selon le marché (américain ou européen). Le beurre de karité doit être stocké dans un endroit frais, dans un récipient de grade alimentaire et hermétique, à l'abri du soleil.

L'objectif principal de l'étude de Souleymane OUÉDRAOGO [13] est d'identifier et d'analyser les contraintes des productrices à l'amélioration de la qualité des noix. Il analyse les quatre (4) principales méthodes de collecte et de conditionnement des amandes de karité au Burkina Faso. L'étude démontre que les contraintes se situent surtout au niveau de la formation des lots, de la cuisson et du stockage des noix de karité. La formation des lots dans des récipients contenant de l'eau permet

d'obtenir des amandes de bonnes qualité. Mais souvent, les femmes ont de la difficulté à se procurer des récipients adéquats pour effectuer cette méthode. Pour ce qui est de la cuisson, la technique privilégiée est les noix bouillies pendant 2 heures. La notion du temps est peu maîtrisée par les collectrices. Elles utilisent donc comme indicateurs le changement de couleur des noix lors de la cuisson et la diminution de l'eau. Le problème des récipients demeure pour cette étape, car elles ne possèdent pas toutes des marmites en fonte qui sont recommandées, faute de moyens financiers. Le matériel de conditionnement et de stockage adéquat est aussi une difficulté. Le séchage est aussi difficile, car le niveau d'ensoleillement est précaire en saison des pluies et l'humidité est présente. Souvent cette étape peut prendre 2 à 3 jours. Les recommandations sont de trouver des marchés rémunérateurs pour motiver les collectrices à s'améliorer, publier les prix d'achat au producteur en début de campagne pour que les collectrices accordent plus de temps pour la collecte des noix, mettre de petits crédits à la disposition des collectrices pour obtenir le matériel approprié pour bien faire le travail et former les femmes aux bonnes pratiques et chercher les solutions ensemble pour s'améliorer.

TOE Ella Inocente Marie, dans son étude sur l'analyse des paramètres physico-chimiques du beurre de karité : comparaison des procédés d'extraction traditionnels et de laboratoire [16], fait ressortir que la qualité du beurre de karité est influencée par toutes les étapes du procédé de fabrication. Le procédé traditionnel et les conditions de conservation favorisent l'oxydation et l'hydrolyse augmentant ainsi l'acidité, l'indice d'iode et de saponification. De plus ce processus manuel est pénible et à un faible rendement d'extraction soit 36%. Cependant, le beurre

provenant de l'extraction par barattage a de meilleures propriétés nutritionnelle, organoleptique et cosmétique par la conservation des vitamines. Le principal avantage de l'extraction par solvant est le rendement qui est optimal. Cependant l'utilisation de l'hexane dans ce procédé constitue une limite pour l'usage alimentaire. Une purification doit être effectuée pour éliminer l'hexane. Le coût de l'extraction est aussi très élevée.

Depuis juin 2004, le projet CFC-Prokarité travaille à la mise en place d'une base de données sur le karité, développée par le Dr. Steve Maranz [7]. Les principaux thèmes abordées dans cette base sont :

- Analyses de la chimie oléagineuse
- Analyses des insaponifiables et antioxydants
- Analyse de la pulpe du fruit
- Études par application des provenances du Vitellaria
- Applications cosmétiques et pharmaceutiques par provenance.

Lors de la rencontre de partenariat interentreprise EU – UEMOA pour la promotion du secteur des oléagineux à Ouagadougou au Burkina Faso en janvier 2006, un résumé de la filière des oléagineux [8] a été présenté couvrant les sujets suivants :

- Production
- Organisation de la collecte
- Transformation

- Les unités industrielles de transformation
- Commercialisation et exportation
- Circuit de commercialisation
- Prix du producteur
- Atouts et opportunités
- Contraintes : production aléatoire, absence de vulgarisation des résultats de la recherche, mauvaise organisation des activités de ramassage, prix d'achat non rémunérateur, mauvaises conditions de stockage et de conservation.

Les différents thèmes ont été exploités à travers des conférences pour donner des pistes d'amélioration pour être plus compétitif sur les marchés mondiaux. Un atelier sur la transformation et le commerce du karité a été tenu par le CSE : Centre de Suivi Écologique à Dakar au Sénégal du 4 au 7 mars 2002 [9]. Le but de l'atelier étant d'augmenter la productivité, la rentabilité et la qualité en considérant les femmes comme les gardiennes de la ressource karité.

Un autre atelier de consultation régionale pour l'établissement et l'harmonisation des normes régionales de l'Afrique pour l'amande et le beurre de karité. a eu lieu du 29 mai au 1^{er} juin 2006 : à Accra au Ghana [10]: Le nouveau système de classement de la qualité des produits fournira aux producteurs de karité des pays de l'UEMOA une incitation économique pour investir en temps et en efforts supplémentaires dans les étapes critiques de traitement post-récolte indispensables pour obtenir une qualité des produits améliorées et uniformes pour satisfaire les besoins du marché. En attendant, l'ICRAF, par le biais du projet Prokarité, travaille

à consolider les résultats de sa recherche appliquée sur les méthodes de transformation et la qualité des produits afin de définir un ensemble de procédures opérationnelles standard qui permettront aux transformateurs ruraux du beurre de karité d'obtenir des produits de qualité standard conformes au nouveau système de classement développé et établi comme une composante de la norme de l'UEMOA du beurre de karité non-raffiné et mettra en place un système de gestion de la production pour renforcer les capacités des groupes de producteurs ruraux à répondre aux exigences de qualité des marchés nationaux, régionaux et internationaux.

Un premier objectif du projet Prokarité est d'établir un consensus régional et international sur les questions de la qualité des produits du karité, avec référence à la fois à l'amande et au beurre de karité, comme base pour améliorer la traçabilité le long de la chaîne d'approvisionnement. Sur la base de la recherche appliquée aux méthodes de transformations post-récolte qui déterminent la qualité du produit, le projet développe des programmes de formation pour augmenter la valeur ajoutée des produits par une plus grande qualité des produits, des techniques de traitements améliorées, l'utilisation et l'entretien d'équipements de traitements améliorés et les « meilleures pratiques » de production du beurre de karité de la récolte au conditionnement. Les formations au niveau du renforcement des capacités productives et professionnelles et les compétences techniques et de gestion de la production et de la commercialisation.

Cette recherche préparatoire donne un portrait global de la situation du beurre de karité par rapport à la mise en marché, les paramètres de la qualité et les procédés d'extraction. Les informations recueillies permettent d'évaluer où en est rendu la théorie par rapport aux besoins dictés dans la pratique et quelle direction doit prendre la recherche à venir. On remarque donc, que les études pour cerner et contrôler la qualité sont peu nombreuses d'où la pertinence de cette recherche. L'analyse de la situation actuelle révèle qu'il sera de plus en plus important d'assurer la qualité des produits, pour accroître l'intérêt et la confiance des consommateurs et ainsi augmenter les ventes et les exportations. La piste de recherche envisageable pour le beurre de karité est de mieux cerner, mesurer et contrôler les paramètres qualité critiques pour assurer l'uniformité de la qualité du produit. Cette démarche provient d'un besoin actuel et urgent des productrices d'améliorer la qualité du beurre de karité afin de répondre aux exigences des marchés.

2.2 Présentation des caractéristiques de la qualité du karité

La qualité passe avant tout par une bonne gestion des ressources et un contrôle des opérations de la matière première (amandes de karité) au produit fini (beurre de karité) jusqu'au client. L'obtention d'un beurre de karité de bonne qualité doit être récompensée par un juste prix qui incitera les productrices à s'investir davantage vers l'amélioration continue. Il faut voir la qualité comme une valeur ajoutée qui donne une crédibilité et une ouverture sur les marchés. La qualité est donc un concept fondamental à considérer tout au long de la chaîne de production pour

satisfaire aux exigences des clients. Il faut aussi garantir l'approvisionnement sur toute l'année en connaissant l'état de l'inventaire, la capacité de production et en assurant la traçabilité et la logistique de production.

La qualité du beurre de karité biologique passe par la certification qui implique la mise en place d'un système de traçabilité et la non-utilisation de pesticides et d'engrais chimiques. Elle considère aussi le respect des paramètres physico-chimiques exigés par les normes internationales à l'exportation. Une bonne hygiène au travail, des procédures opératoires normalisées et de bonnes pratiques de traitement des noix et amandes et de production de beurre de karité permettent l'amélioration de la qualité.

D'autre part, on remarque que depuis quelques années, il y a eu une baisse de l'intérêt pour les industries européennes pour le beurre de karité en raison de l'irrégularité et de la mauvaise qualité des approvisionnements. Le problème de la qualité n'est pas nouveau et reste très pertinent. Il faut donc améliorer la qualité et l'image du beurre de karité du Burkina Faso pour rétablir la confiance avec les clients étrangers.

Lors de l'étude de la qualité du karité, il faut considérer différentes contraintes qui peuvent influencer grandement la qualité :

- L'origine de la matière première (amandes de karité) : qualité chimique par origine;

- Les effets de traitement primaire des fruits ou des noix de karité sur la qualité des amandes selon la durée d'exécution;
- L'influence des méthodes de production : type de procédé (barattage ou pressage);
- La détermination des procédures d'opération standard pour assurer la qualité aux clients;
- Le contrôle de la qualité dans la chaîne de production du beurre de karité biologique :
- Les analyses laboratoires reconnues qui caractérise le produit;
- Le contrôle interne des lots de production pour connaître la qualité du beurre et établir les prix de vente selon la classe qualité;
- La connaissance des normes de qualité internationales des amandes et du beurre de karité;
- Les causes de la non-qualité et les solutions à mettre en place pour améliorer le procédé et le produit;
- Les contraintes de temps : activité de collecte, traitement et conditionnement ont lieu en saison pluvieuse, période où se déroule les travaux champêtres et occupent une grande partie du temps de travail des femmes;
- L'application des règles d'hygiène;
- L'accès aux fruits : territoires biologiques sont éloignés;
- L'accès à l'eau : certain villages sont éloignés des forages;
- L'accès au bois pour la cuisson des noix;
- L'humidité lors du séchage en saison des pluies;

- L'accès au crédit pour démarrer la campagne et acheter le matériel de collecte, de traitement et de conditionnement et stockage;
- Insuffisance d'équipements de production appropriés ;
- Insuffisance d'infrastructures adéquates
- La professionnalisation pour résoudre les problèmes
- Insuffisance de marchés équitables et porteurs
- Manque de moyens de transport ;
- Insuffisance de moyen de communication adéquat ;
- Non accessibilité des femmes aux Nouvelles Technologies et Informatiques de Communication ;
- Insuffisance de fonds de renouvellement.
-
-
- À la Figure 8 de la page suivante, on retrouve une vue d'ensemble des facteurs influençant la qualité des amandes et du beurre de karité biologique.

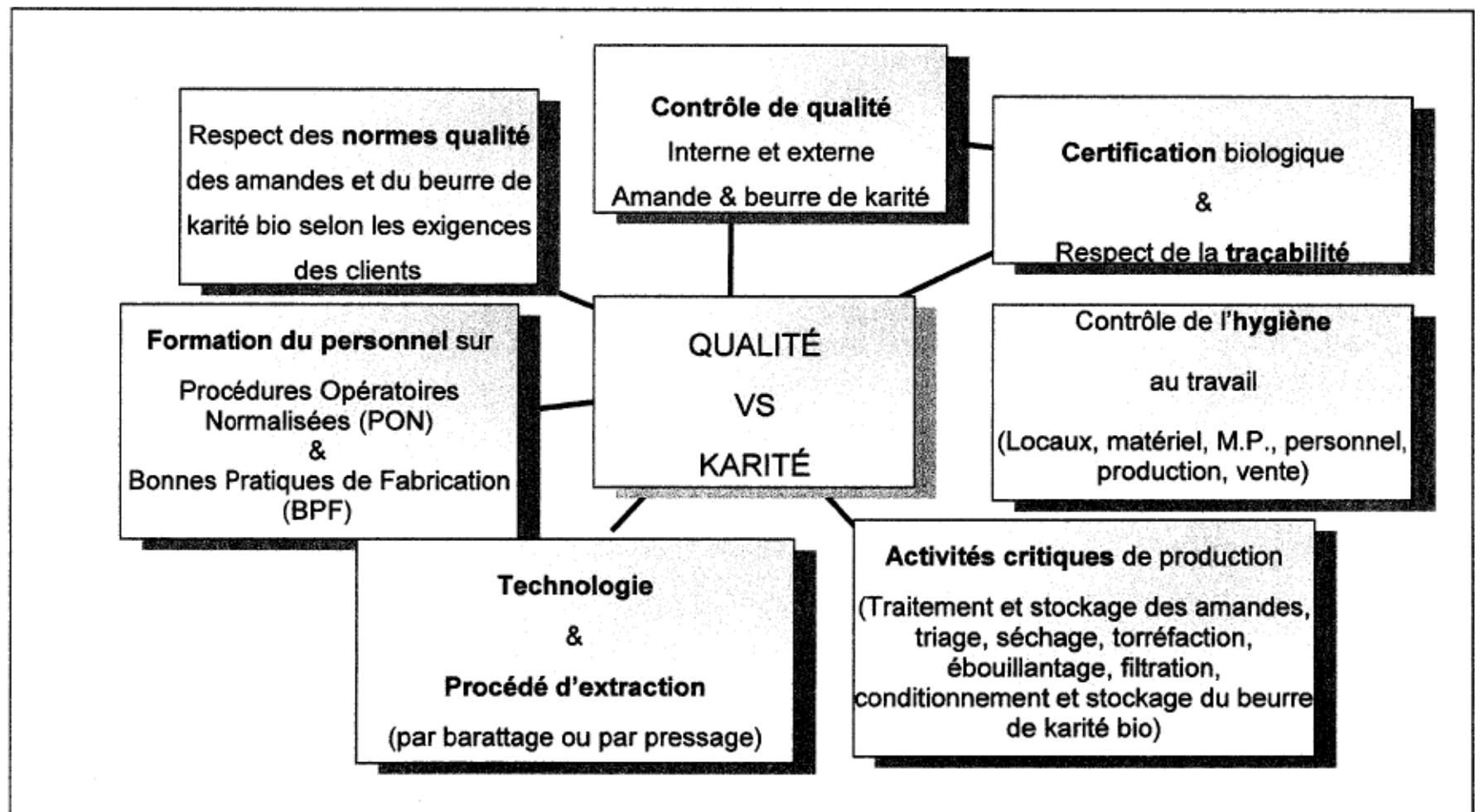


Figure 8 : Facteurs influençant la qualité des amandes et du beurre de karité biologique

Les paramètres physico-chimiques du beurre de karité

Après discussion avec le Dr Rigobert YAMÉOGO, CNRST de Ouagadougou, M. Amidou OUATTARA, ingénieur chimique spécialiste du karité au CEAS et M. Peter LOVETT de l'USAID, voici les conclusions tirées sur les problèmes, les causes possibles et les solutions envisageables pour améliorer les paramètres physico-chimiques de la qualité du beurre de karité et identifier les corrélations entre eux en lien avec le design expérimental :

Paramètre physique : COULEUR

Problème : Variation de la couleur d'un lot à l'autre (jaune pâle ou foncé, blanc, translucide, brun, vert).

Causes possibles : Origine et qualité des amandes, du degré de chauffage du beurre qui affecte et brûle les carotènes, le procédé d'extraction : par barattage ; jaune et par pressage ; blanc : est-ce dû au lavage du beurre ou le produit ranci-t-il?, la couleur des filtres qui peut déteindre dans le beurre ; il faut les javelliser.

Solutions envisageables : Produire par lot (même provenance des amandes et même procédé), pas de mélange de lots pour uniformiser la qualité.

Paramètre physique : ODEUR

Problème : Mauvaise odeur avec le beurre de karité biologique obtenu par pressage et barattage. Le beurre de karité n'est pas stable à long terme, il se dégrade à travers le temps, mais on ne sait pas jusqu'à quel point, ni la durée de conservation selon les conditions de stockage et de transport. Voir la procédure pour le traitement de l'odeur du beurre de karité en ANNEXE 2.

Causes possibles : La qualité de la matière première selon le traitement des noix, la présence d'agents oxydants : produits phonéliques oxydent les acides et les aldéhydes qui initient la dégradation du beurre en chaîne par la formation de peroxyde, cétone et aldéhyde malodorants. L'oxydation n'est pas fonction des excès de température, mais plutôt de l'oxygène. Présence de taux d'humidité et d'acidité élevés des amandes et du beurre si le traitement et le stockage est mal fait.

Solutions envisageables : Il faut bien faire le traitement des noix de karité (formation et suivi dans les villages bio). Assurer un bon lavage et séchage des amandes avant le stockage en sac à KARIBIO. L'utilisation d'un séchoir au gaz doit être favorisée pour éviter le contact de la poussière avec les amandes et garantir un séchage uniforme de chaque amande. Les résultats du test de séchage sont présentés en ANNEXE 3. L'entreposage des amandes doit se faire dans des étagères aérées sur mesure selon le format des sacs et dans une salle ventilée. Il est préférable d'éviter l'empilement des sacs en les déposant à plat sur la tablette en treillis. Des étagères disposées en rayon sont aussi envisageables pour faciliter la circulation d'air. L'identification de chaque zone de stockage par village de

collecte et l'affichage des codes ECOCERT sur les sacs permettent d'assurer la traçabilité des amandes. Ainsi, il y a un meilleur contrôle de la gestion des stocks de matières premières. La même chose peut-être faite au niveau du stockage de beurre de karité en générant une fiche et des étiquettes avec les codes de production. Il faut standardiser la façon d'identifier les fûts et mettre toutes les informations pertinentes pour la traçabilité. Il faut éviter d'écraser les amandes et d'obtenir une grande humidité et chaleur dans les sacs. Lorsque les sacs sont empilés, il y a une augmentation des risques de germination des amandes causée par la chaleur et de l'humidité au milieu et en bas de la pile de stockage. La température moyenne de l'entrepôt varie entre 30 et 40°C. Les matériel de stockage doit être adéquat (des sacs dont les parois respirent ou des caisses en plastique favorisant la circulation d'air). Il faut bien faire la décantation des micelles et laver le beurre pour enlever la mauvaise odeur et idéalement le sécher.

Paramètre physique : TEXTURE

Problème : Variation de la texture

Causes possibles : L'origine et qualité des amandes et le procédé d'extraction (par barattage : granuleux et par pressage : crémeux : est-ce dû au lavage du beurre, au barattage ou au pressage qui différencient les deux procédés?).

Solutions envisageables : Après chaque production, remplir une fiche qui évalue la texture lisse ou granuleuse du beurre selon l'origine des amandes et le type de procédé d'extraction pour voir quelles conditions opératoires qui améliorent la texture.

Paramètre physique : IMPURETÉ

Problème : Présence d'impureté dans le beurre même après filtration. Certains résidus du karité sont infiniment miscibles, pas solubles.

Causes possibles : Mauvaise qualité des filtres (connaît pas le micronage, ni le type de tissus ou de membrane filtrante), filtration en système ouvert et pas sous vide, mauvaise décantation et mauvais lavage du beurre.

Solutions envisageables : Avoir un bon système de décantation du beurre, toujours laver le beurre en système fermé et à l'abris de la poussière, faire un système de filtration-conditionnement en circuit fermé sous vide et emballé le beurre dans le fût avec un sachet plastique de grade alimentaire. Enlever l'air et l'humidité qui peuvent dégrader la qualité du beurre lors du transport et du stockage à trop long terme. Connaître le micronage des filtres, avoir une bonne technique d'entretien et de rangement des filtres. Voir la possibilité d'avoir des filtres jetables. Quand le filtre est saturé d'impuretés, le changer et le nettoyer. Faire la filtration à 60°C car pas trop rapide et pas trop lent et évite de faire passer des résidus dans le filtre. Faire attention à la tension de vapeur dans le sachet pour éviter la recondensation et augmenter le taux d'humidité dans le beurre. Toujours faire un bon contrôle visuel pour éviter de retrouver des corps étrangers dans le produit comme des insectes, de la poussière et autres. Faire de la qualité l'affaire de tous et bien conscientiser chaque femme sur l'importance de la qualité, son rôle et les techniques de travail qui respectent l'hygiène et la salubrité. Il faut mener une lutte contre la poussière, les insectes.

Paramètre physique : RENDEMENT

Problème : Rendement pas constant

Causes possibles : L'origine et la qualité des amandes, le taux de matières grasses dans les amandes, le type de procédé d'extraction

Solutions envisageables : Acheter des amandes qui proviennent des fruits mûrs tombés au sol d'eux-mêmes pour avoir un taux de matières grasses maximum, le barattage à tendance à donner un meilleur rendement que le pressage.

Paramètre chimique : ACIDES GRAS LIBRES

Problème : Les acides gras libres sont liés à l'humidité, à l'origine et la qualité de la matière première.

Causes possibles : Le barattage favorise l'hydrolyse et l'oxydation augmentant ainsi l'acidité et la dégradation du beurre. La présence de radicaux libres, d'oxygène et d'humidité accélère ce processus.

Solutions envisageables : Taux faible à privilégier, éviter présence d'acidité, d'humidité, d'oxydation en utilisant des amandes de qualité et en protégeant le beurre tout au long de la production des agressions extérieurs.

Paramètre chimique : TENEUR EN HUMIDITÉ

Problème : Le taux d'humidité augmente si le traitement des noix est mal effectué (dépose noix ou fruit dans l'eau stagnante pendant la saison des pluies et on fait le traitement plus tard car les femmes vont cultiver au champs. Comme le taux d'humidité est directement relié au taux d'acidité celui-ci augmente aussi. Cela favorise donc l'hydrolyse des acides gras en acides gras libres reconstitués responsables en partie de la mauvaise odeur du beurre de karité. Il serait intéressant de mettre en place une structure allégeant le travail des femmes aux champs à l'hivernage pour leur laisser plus de temps pour le traitement rapide des amandes de karité. De plus comme la plupart des femmes ont une cours commune due à la polygamie, le travail d'équipe (5 femmes par cours en moyenne) peut-être favoriser pour faciliter la tâche et mieux organiser le travail. Le concept de case à karité familiale est aussi envisageable pour avoir un espace adéquat et commun de travail pour le traitement (décorticage, lavage, ébouillantage et séchage) et le stockage des amandes en zone rurale.

Causes possibles : Qualité de la matière première, eau ajoutée au beurre (ex lors du barattage et du lavage du beurre), qualité de l'ébouillantage (pas de durée et de température précise dans le mode opératoire).

Solutions envisageables : Faire une étude pour déterminer les conditions optimales, éviter tout contact des amandes et du beurre avec l'humidité de l'air ambiant, favoriser des emballages qui permettent un échange d'air.

Paramètre chimique : VALEUR DE PEROXYDE

Problème : La surchauffe du beurre. Température critique du beurre $T_c < ou = à 110°C$. À $200°C$ le beurre flambe. Pour l'ébouillantage, il doit y avoir un contrôle de la température pour ne pas dépasser la valeur critique. Un procédure doit être établie au niveau de la température et de la durée de cette opération.

Causes possibles : L'ébouillantage se fait à plus de $150°C$ pendant 1.5 à 2 heures à l'air libre, donc pas à l'abri de la poussière, de la cendre du feu de bois. La chaleur du feu de bois n'est pas uniforme et elle est dure à contrôler. Avec le vent, la poussière et la cendre entre dans la marmite et va dans le beurre créant ainsi des impuretés inutiles dans le produit. Est-ce que cela n'a pas un impact majeur sur les composantes chimiques (rupture des doubles liaisons créant ainsi des radicaux libres) du produit, ses propriétés alimentaires et cosmétiques? Est-ce que l'on ne dénature pas le beurre?

Solutions envisageables : Pour l'ébouillantage, il ne faut pas couvrir sinon on recondense à cause de la tension de vapeur. On doit contrôler la durée et la température de l'ébouillantage. Le faire dans un système comme un évaporateur : semi-fermé avec cheminée, réservoir en acier inoxydable avec contrôle de température et source de chaleur le gaz. Le Tableau 3 de la page suivante, présente les défauts et causes en relation avec le procédé d'extraction du beurre de karité. Cette matrice en T a permis de cibler les paramètres de cette étude, et a été obtenue par un brainstorming avec l'équipe de travail et de spécialistes du Centre KARIBIO.

Tableau 3 : Défauts et causes en relation avec le procédé d'extraction du BKB

Paramètre physique		Défaut										Total
N°	Procédé	Causes	Origine et qualité matière	Type de procédé	Durée	Température ébouillantage	Température ébouillantage	Température entreposage	Rupture double liaison	Manque d'hygiène	Qualité des filtres	
1	Concassage		2	3	1	1	3	1	1	2	1	
2	Torréfaction		3	3	1	1	1	3	2	1		
3	Laminage		2	3	1	1	1	1	1	2	1	
4	Barattage ou Pressage		3	3	2	2	1	1	1	2	1	
5	Lavage		1	2	1	1	1	1	1	2	1	
6	Ébouillantage		3	2	3	3	1	3	2	1		
7	Filtration		2	3	1	1	1	1	1	3	3	
8	Conditionnement		1	2	1	1	3	1	1	3	3	
		Total	17	21	11	11	12	12	18	12		
		Cote/ 8	3	1	7	8	5	6	2	4		

1 : Relation faible

2 : Relation moyenne

3 : Relation forte

CHAPITRE 3

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Ce chapitre présente les composantes à l'étude pour le Plan factoriel complet à deux niveaux. Il est donc défini les réponses, les facteurs, les niveaux et les effets des facteurs. De plus, la définition des essais et le domaine expérimental y sont détaillés.

3.1 Méthodologie

Dans le cadre de ce projet de maîtrise en génie industriel, on cherche à déterminer les facteurs qui influencent la variabilité de la qualité du beurre de karité. Cette recherche explique le contexte actuel de production du beurre de karité biologique, la méthodologie et les expérimentations réalisées ainsi que l'analyse des résultats avec les recommandations pertinentes à l'amélioration de la qualité du procédé et de la logistique des opérations. Cette recherche étant particulière et adaptée aux conditions de travail du Centre KARIBIO, elle aura un impact majeur pour les productrices à différents niveaux :

- Optimisation des paramètres qualité;
- Meilleure compréhension du procédé;
- Ajuster les paramètres contrôlables;

- Élaboration d'une méthodologie de travail;
- Obtenir un meilleur prix de vente du produit et augmenter les revenus;
- Avoir de meilleures conditions de travail pour les collectrices et les productrices;
- Stimuler l'instauration d'une culture scientifique et l'intégration de nouvelles technologies dans la production de beurre de karité.

3.1.1 Composantes à l'étude

La méthode d'analyse utilisée est le **Plan factoriel complet à deux niveaux**. Il est à noter que la présentation des données, suit le modèle proposé dans le livre de Gilles et Marie-Christine Sado [14]. Voici quelques définitions et explications concernant la construction et l'analyse des plans d'expériences pour cette étude :

Les **réponses** (Y) de l'étude correspondent aux paramètres physico-chimiques de la qualité du beurre de karité biologique :

Y_1 : Acides gras libres (%)

Y_2 : Teneur en humidité (%)

Y_3 : Impuretés insolubles (%)

Y_4 : Valeur de peroxyde (meq/kg)

Y_5 : Rendement (%)

Il est à noter que les résultats de Y_1 à Y_4 proviennent d'une analyse en laboratoire des échantillons de beurre obtenus après l'expérience. Pour ce qui est des

résultats de Y_5 , ils ont été obtenus pendant l'expérience par la pesée des pertes de beurre à chaque étape du procédé. Ainsi, le ratio (Quantité initiale/Quantité finale *100) donne le rendement pour chaque combinaison.

Les **facteurs** choisis pour mener cette étude sont des paramètres susceptibles d'influer la réponse. Les deux facteurs qualitatifs retenus sont :

Facteur A : L'origine de la matière première (amandes de karité biologiques)

Facteur B : Le type de procédé d'extraction (manuel par barattage ou mécanique par pressage). Le nombre de **niveaux** est de deux et sont présentés au Tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Niveaux

Facteurs	Niveau -1	Niveau +1
Origine	Boulsin	Siglé
Procédé	Barattage	Pressage

La combinaison sera notée AB. Un effet ou une combinaison se calcule à partir des résultats des essais. Comme tout résultat d'essai, y_1 et y_2 sont entachés d'une incertitude. L'écart observé entre y_1 et y_2 s'explique-t-il uniquement par les erreurs expérimentales? Des tests statistiques simples permettent de répondre à cette question essentielle :

- Si oui, il sera conclu que le facteur A n'influe pas sur Y;
- Si non, il sera admis que le facteur A est un facteur influent ou significatif.

Pour cette étude la méthode statistique utilisée est l'analyse de la variance sans estimation de la variance aléatoire. Les plans factoriels complets à deux niveaux

permettent d'étudier k facteurs à raison de deux niveaux par facteurs. Pour étudier les deux facteurs A et B, à raison de deux niveaux pour chaque facteur, il faut réaliser $2^2 = 4$ essais.

Choix des variables du plan factoriel complet à deux niveaux

Équation de base établie :

$$Y_{ijk} = \Gamma_{ij} + A_i + B_j + AB_{ij} + \Sigma_{k(ij)}$$

où :

Γ_{ij} = moyenne de la population

A_i = effet de la variable A

B_j = effet de la variable B

AB_{ij} = effet de la combinaison entre A et B

$\Sigma_{k(ij)}$ = erreur ou l'effet des variables non contrôlables

Y_{ijk} = réponse

y_1 = Acides gras libres (%)

y_2 = Teneur en humidité (%)

y_3 = Impuretés insolubles (%)

y_4 = Valeur de peroxyde (meq/kg)

y_5 = Rendement (%)

Voici valeurs recherchées de y (d'après la norme internationale)

$$y_1 < 1$$

$$y_2 < 0.05$$

$$y_3 < 0.09$$

$$y_4 < 10$$

y_5 le plus grand possible

A = Facteur A : Origine de la matière première (provenance des amandes)

A_1 = Niveau -1 : Boulsin (nom du village #1)

A_2 = Niveau +1 : Siglé (nom du village #2)

B = Facteur B : Type de procédé d'extraction (conditions opératoires)

B_1 = Niveau -1 : Barattage (méthode manuelle)

B_2 = Niveau+1 : Pressage (méthode mécanique)

Identification des combinaisons

AB = combinaison des deux facteurs

2^k combinaisons où $k=2$ facteurs, donc 4 combinaisons possibles que voici :

1^{re} combinaison : A_1B_1 = Boulsin-barattage

2^{re} combinaison : A_2B_1 = Siglé-barattage

3^{re} combinaison : A_1B_2 = Boulsin-pressage

4^{re} combinaison : A_2B_2 = Siglé-pressage

L'étude sur la qualité du beurre de karité biologique fait apparaître une combinaison entre l'origine des amandes et le type de procédé d'extraction. Il s'agit d'un plan hiérarchique : Boulzin (barattage et pressage) et Siglé (barattage et pressage)

Effet d'un facteur

L'effet du facteur A (Origine de la matière première) ou B (Type de procédé d'extraction) sur la réponse Y : y_1 (Acides gras libres), y_2 (Teneur en humidité), y_3 (Impuretés insolubles), y_4 (Valeur de peroxyde), y_5 (Rendement) s'obtient en comparant les valeurs prises par Y quand :

A : passe du niveau -1 (A_1 : Boulzin) au niveau $+1$ (A_2 : Siglé), ou

B : passe du niveau -1 (B_1 : Barattage) au niveau $+1$ (B_2 : Pressage) ; représenté à la Figure 9 :

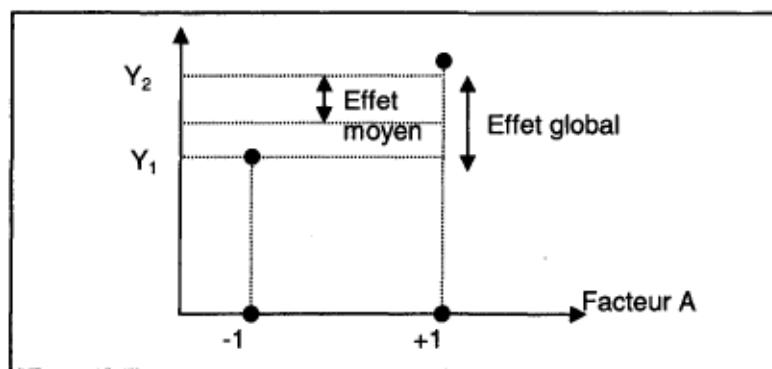


Figure 9 : Effet du facteur A

Où

L'effet global ($y_2 - y_1$)

L'effet moyen ($y_2 - y_1$)/2

Un effet ou une interaction se calcule à partir des résultats de l'effet global ($y_2 - y_1$).

Comme tout résultat d'essai, y_1 et y_2 sont entachés d'une incertitude. L'écart observé entre y_1 et y_2 s'explique-t-il uniquement par les erreurs expérimentales?

Des tests statistiques simples permettent de répondre à cette question essentielle, comme l'analyse de la variance.

- Si oui, la conclusion est que le facteur A ou B n'influe pas sur Y
- Si non, la conclusion est que le facteur A ou B est un facteur influent ou significatif.

Définition des essais et du domaine expérimental

Les plans factoriels complets à 2 niveaux permettent d'étudier k facteurs à raison de deux niveaux par facteur. Ils renferment toutes les combinaisons des k facteurs à leurs deux niveaux, soit 2^k combinaisons. Pour cette étude $k = 2$; Facteur 1 : origine de la matière première et Facteur 2 : type de procédé d'extraction. Il s'agit de deux facteurs qualitatifs, soit $2^2 = 4$ combinaisons possibles.

Matrice des essais

L'étude de l'influence des facteurs A ou B sur la réponse Y, requiert deux niveaux.

Le premier niveau est repéré par -1 et le second niveau par $+1$. Comme expliqué précédemment, les facteurs A et B, à raison de deux niveaux pour chaque facteur,

exige $2^2 = 4$ essais ou expériences. Voici les conditions opératoires de chaque essai au Tableau 5 :

Tableau 5 : Matrice des essais du plan 2^2

	A Origine de la matière première	B Type de procédé d'extraction
Essai n°1	-1 Boulisin	-1 Barattage
Essai n°2	+1 Siglé	-1 Barattage
Essai n°3	-1 Boulisin	+1 Pressage
Essai n°4	+1 Siglé	+1 Pressage

Le domaine d'étude peut être représenté dans l'espace des facteurs à 2 dimensions, soit un carré. Les points expérimentaux sont situés aux quatre sommets du carré à la Figure 10 :

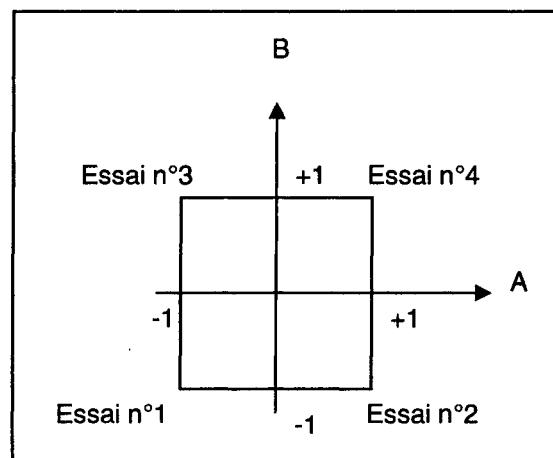


Figure 10 : Domaine expérimental du plan 2^2

3.1.2 Matériel

La matrice de/à établie au Tableau 6 permet de connaître les distances entre chaque poste de travail afin de calculer le déplacement total du beurre de karité. De plus, il permet de voir si l'aménagement est optimal pour la manutention et ainsi proposer des améliorations pour l'optimisation des déplacements. Afin de mieux situer les différents postes de travail, on retrouve à la Figure 1 l'aménagement actuel du Centre KARIBIO.

Tableau 6 : Matrice des distances entre les postes de travail

		A									
		Réception	Terrasse	Concasseur	Torréfacteur	Moulin	Presse	Foyer	Filtreuse	Exp	
De	Réception	-----									
	Terrasse	25	-----								
	Concasseur	8	17	-----							
	Torréfacteur	12	13	4	-----						
	Moulin	10	15	2	10	-----					
	Presse	10	15	2	12	2	-----				
	Foyer	8	17	10	4	2	2	-----			
	Filtreuse	39	14	31	32	22	22	31	-----		
	Exp	39	14	31	32	22	22	31	4	-----	

** L'unité des distances est en mètre dans le tableau et en mm sur les Figures 11 et 29.

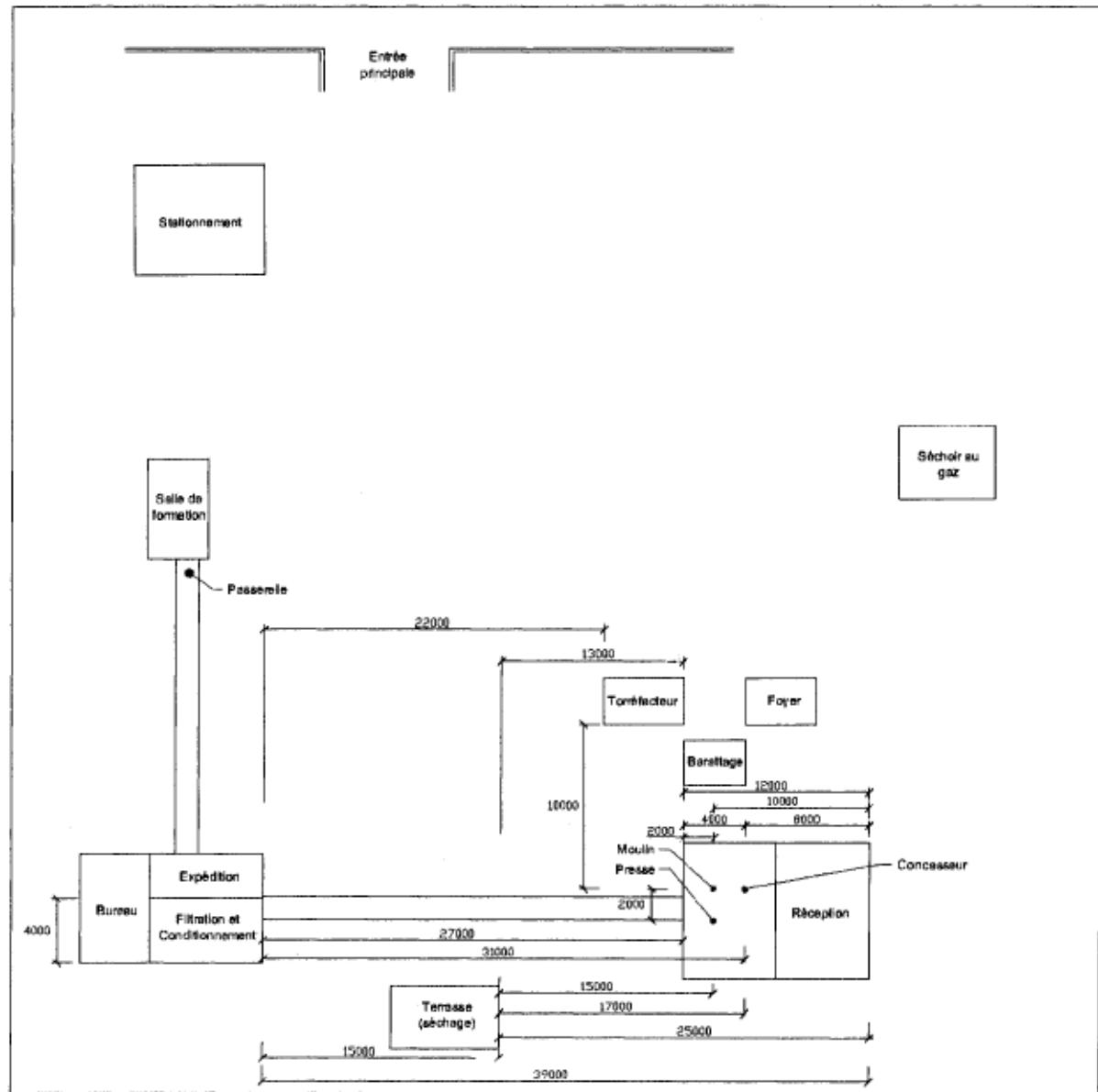


Figure 11 : Aménagement actuel du Centre KARIBIO

3.1.3 Déroulement

Période d'expérimentation

Le déroulement de cette recherche est représenté par le chronogramme des activités du Tableau 7. De mai 2005 à août 2007 (2 campagnes de karité pour valider les résultats et implanter les recommandations au Burkina Faso).

Tableau 7 : Chronogramme des activités

Pour la réalisation des expériences, l'équipe de travail, présenté au Tableau 8, est constituée de 10 productrices pour faire les essais, soit 2 productrices par équipe, pour un total de 5 équipes. Pour l'extraction, il y a 20 kg d'amande de karité par expérience. Ce qui représente un total de 20 expériences pour les deux villages et les deux procédés d'extraction. Le calcul du rendement sera aussi effectué pour voir lequel des procédés est le plus efficace au niveau de l'extraction.

- Amandes de karité de Bousin : total 10 échantillons
5 échantillons par barattage et 5 échantillons par pressage
- Amandes de karité de Siglé : total 10 échantillons
5 échantillons par barattage et 5 échantillons par pressage

Tableau 8 : Liste des équipes de travail

# Équipe	Nom	Rôle
01	Kafando Émilienne	Productrice
01	Ouedraogo Blandine	Productrice
02	Ouedraogo Awa	Productrice
02	Kaboré Solange	Productrice
03	Ouedraogo Aséto	Productrice
03	Ouedraogo Clarisse	Productrice
04	Kaboré Évelyne	Productrice
04	Ilboudo Honorine	Productrice
05	Ouedraogo Sophie	Productrice
05	Simpéro Félécité	Productrice
	Simpéro Marguerite	Superviseur-Filtration
	Kafando Balguisa	Superviseur-Filtration
	Sawadogo Awa	Superviseur-Filtration
	Nonguierma Clarisse	Superviseur
	Chantal Bernatchez	Stagiaire génie industriel

Les expériences ont été réalisées, selon le Tableau 9, sur 4 jours au centre de production de beurre de karité biologique de Songpelcé, Ouagadougou, Burkina Faso du 1^{er} au 4 juin 2005.

Tableau 9 : Déroulement des essais

N° essai	Origine amande	Procédé	Date
1	Boulsin	Barattage	Du 01/06/05 au 04/06/05
2	Siglé	Barattage	Du 01/06/05 au 04/06/05
3	Boulsin	Pressage	Du 02/06/05 au 04/06/05
4	Siglé	Pressage	Du 02/06/05 au 04/06/05

01/06/05 : Déroulement de la journée pour la réalisation des essais 1 et 3

- 9h00-9h50 : Logistique pour la formation des équipes, explications détaillées sur le fonctionnement et la réalisation des essais pour avoir une méthode standard de production.
- 9h50-10h05 : Repérage des amandes de Boulsin dans l'entrepôt de stockage.
- 10h05-10h35 : Pesée des amandes et identification du code de traçabilité ECOCERT (voir Tableau 10 et Tableau 11 aux pages suivantes).

N.B. Pour une économie de temps, les amandes de Boulsin pour le barattage (essai 1) et le pressage (essai 3) ont été effectuées en même temps pour optimiser la production. La traçabilité des échantillons a été maintenue par l'écriture de code (Ex. : B-P-01 : Boulsin-Pressage-Équipe 01) sur les sacs, les sceaux et les pots tout au long du procédé d'extraction du beurre de karité pour obtenir les 20 échantillons à la fin des expériences.

Tableau 10 : Pesée des amandes de Boulsin

# Équipe	Code ECOCERT	Poids (kg)	Procédé	Perte triage (kg)
1	SB-133	20	Barattage	1.6
1	SB-133	20	Pressage	0.8
2	SB-43	20	Barattage	0.2
2	SB-43	20	Pressage	0.3
3	SB-102	20	Barattage	0.4
3	SB-102	20	Pressage	0.5
4	SB-55	20	Barattage	0.8
4	SB-55	20	Pressage	0.6
5	SB-14	20	Barattage	0.5
5	SB-14	20	Pressage	0.7
TOTAL		200		6.4
% perte triage totale	N.B. 1 tyne = 20 kg			3.2 %

- 10h40-11h10 : Lavage, nettoyage et triage des amandes
- 11h10-11h30 : Pesée des amandes germées ou noircies
- 11h10-14h10 : Séchage des amandes au soleil sur la terrasse
- 14h10-14h30 : Ramasser les équipements, nettoyer le matériel et préparer le concasseur
- 14h30-14h45 : Concassage des 200kg d'amandes
- 14h50-17h00 : Torréfaction de la poudre d'amande
- 17h00-9h25 : Séchage et refroidissement du karité

02/06/05 : Déroulement de la journée pour la réalisation des essais 1-2-3 et 4

- 9h25-10h15 : Mise en pâte au moulin
- 10h15-15h00 : Refroidissement de la pâte
- 15h00-16h15 : Barattage de la pâte
- 11h15-13h30 : Pressage de la pâte
- 13h30-16h15 : Nettoyage de la pâte

- 16h15-18h15 : Ébouillantage

N.B. Les essais 1 et 3 pour le village de Boulzin ont été réalisés simultanément et diffère uniquement au niveau du procédé de la mise en pâte soit par barattage ou par pressage. La même procédure a été utilisée pour les essais 2 et 4 pour le village de Siglé se déroulant du 2 au 4 juin 2005.

Tableau 11 : Pesée des amandes de Siglé

# Équipe	Code ECOCERT	Poids (kg)	Procédé	Perte triage (kg)
1	SSB-5 sac 48	20	Barattage	0.3
1	SSB-11 sac 43	20	Pressage	0
2	SSB-25 sac 16	20	Barattage	0.3
2	SSB-25 sac 16	20	Pressage	0.2
3	SSB-34 sac 28	20	Barattage	0.4
3	SSB-19 sac 7	20	Pressage	0.3
4	SSB-45 sac 5	20	Barattage	0.3
4	SSB-45 sac 5	20	Pressage	0.2
5	SSB-13 sac 38	20	Barattage	0.4
5	SSB13 sac 38	20	Pressage	0.1
TOTAL		200		2.5
% perte triage totale				1.3 %

Analyse des tableaux 10 et 11

Il y a plus de pertes au triage pour les amandes de Boulzin (1.9 % de plus) que pour les amandes de Siglé. Les sacs d'amandes de Siglé contiennent donc moins d'amandes germées, noircies ou pourries. Est-ce que le traitement des noix est mieux fait dans cette région ? Peut-on dire que les amandes de Siglé sont de meilleure qualité que celles de Boulzin ? Il faudrait contrôler les pertes sur un plus grand échantillonnage pour valider ces hypothèses. De plus, une vérification de la technique de traitement des noix biologiques devrait être effectuée dans chacun des

villages ciblés pour garantir le bon traitement de la matière première. Il faut informer et sensibiliser les collectrices de karité pour éviter les mauvaises pratiques comme le fumage des noix, le stockage des noix dans des trous lors de la collecte et qui favorise et accélère la germination dans de l'eau stagnante.

Tableau 12 : Rendement en beurre de karité : Boulsin

# Équipe	Qté beurre après pressage (kg)	Qté beurre après lavage (kg)	Qté de beurre après ébouillantage (kg)
1	P : 6.1	P : 5.9 (0.2)	P : 5.2 (0.7)
1			B : 5
2	P : 7.6	P : 7.3 (0.3)	P : 7.1 (0.2)
2			B : 7.4
3	P : 7.6	P : 7.2 (0.4)	P : 7 (0.2)
3			B : 7.1
4	P : 7.2	P : 7.1 (0.1)	P : 6.5 (0.6)
4			B : 8
5	P : 7.4	P : 7.3 (0.1)	P : 7 (0.3)
5			B : 7.7
TOTAL	P : 35.9	P : 34.8 (1.1)	P : 32.8 (2) ; B : 35.2
% perte totale		P : 3.2 %	P : 6.1 %

N.B. Les valeur entre () sont les pertes, B : Barattage et P : Pressage

Tableau 13 : Rendement en beurre de karité : Siglé

# Équipe	Qté beurre après pressage (kg)	Qté beurre après lavage (kg)	Qté de beurre après ébouillantage (kg)
1	P : 7.2	P : 7.2 (0)	P : 6.7 (0.5)
1			B : 8
2	P : 6.8	P : 6.8 (0)	P : 6.3 (0.5)
2			B : 7.1
3	P : 7.2	P : 7.2 (0)	P : 6.7 (0.5)
3			B : 7.6
4	P : 7.6	P : 7.6 (0)	P : 7.1 (0.5)
4			B : 8
5	P : 7.3	P : 7.2 (0.1)	P : 6.7 (0.5)
5			B : 7.9
TOTAL	P : 36.1	P : 36 (0.1)	P : 33.5 (2) ; B : 38.6
% perte totale		P : 0,3 %	P : 6 %

N.B. Les valeur entre () sont les pertes, B : Barattage et P : Pressage

Analyse des tableaux 12 et 13

Les Tableaux 12 et 13 précédents, démontrent qu'il y a plus de perte de beurre après lavage pour le beurre de Boulzin (2.9 % de plus) que pour le beurre de Siglé.

Cela démontre que les impuretés insolubles sont moins nombreuses dans le beurre de Siglé. La perte de beurre après ébouillantage pour le pressage est négligeable.

Tableau 14 : Rendement en beurre de karité Boulzin et Siglé : Filtration

Code	Poids (kg) Avant filtration	Perte décantation (kg)	Perte dans filtre (kg)	Poids (kg) Après filtration	Rendement Total (%) Qté initiale/Qté finale	Température Filtration (°C)
B-B-01	5	0.4	0	4.4	23	74
B-B-02	7.4	0.2	0	7.2	36	68
B-B-03	7.1	0.2	0.1	6.8	34	70
B-B-04	8	0.5	0	7.5	38	63
B-B-05	7.7	0.1	0.1	7.5	38	64
Moyenne					33.8	
S-B-01	8	0	0.2	7.8	39	48
S-B-02	7.1	0	0.2	6.9	35	65
S-B-03	7.6	0.1	0.1	7.4	37	68
S-B-04	8	0.6	0	7.4	37	62
S-B-05	7.9	0.1	0	7.8	39	68
Moyenne					37.4	
B-P-01	5.2	0.3	0.2	4.7	24	50
B-P-02	7.1	0.2	0.1	6.8	34	64
B-P-03	7	0.1	0.1	6.8	34	58
B-P-04	6.5	0.1	0	6.4	32	60
B-P-05	7	0.2	0	6.8	34	65
Moyenne					31.6	
S-P-01	6.7	0	0.1	6.6	33	50
S-P-02	6.3	0	0.1	6.2	31	63
S-P-03	6.7	0.1	0	6.6	33	59
S-P-04	7.1	0	0.1	7	35	62
S-P-05	6.7	0.1	0	6.6	33	58
Moyenne					33	
TOTAL	140.1	3.3	1.4			
% perte totale		2.4 %	1 %			

Calcul de la moyenne totale du rendement

Barattage : 35.5% Pressage : 32.3 % Siglé : 35.2% Bousin : 32.6%

Analyse du tableau 14

Le Tableau 14 indique que le barattage a un meilleur rendement que le pressage. Siglé à un meilleur rendement que Bousin. La température idéale de filtration est de 60°C au niveau de la qualité et de la rapidité, car la viscosité du beurre est adéquate pour les filtres utilisés. Le meilleur taux de rendement est donc Siglé barattage avec 37.4%. Pour la compréhension des symboles,ils sont détaillés au Tableau 15 qui suit :

Tableau 15 : Signification des codes des échantillons de BKB

# Échantillon	Code	Origine	Procédé	# Équipe
01	B-B-01	Bousin	Barattage	01
02	B-B-02	Bousin	Barattage	02
03	B-B-03	Bousin	Barattage	03
04	B-B-04	Bousin	Barattage	04
05	B-B-05	Bousin	Barattage	05
11	B-P-01	Bousin	Pressage	01
12	B-P-02	Bousin	Pressage	02
13	B-P-03	Bousin	Pressage	03
14	B-P-04	Bousin	Pressage	04
15	B-P-05	Bousin	Pressage	05
06	S-B-01	Siglé	Barattage	01
07	S-B-02	Siglé	Barattage	02
08	S-B-03	Siglé	Barattage	03
09	S-B-04	Siglé	Barattage	04
10	S-B-05	Siglé	Barattage	05
16	S-P-01	Siglé	Pressage	01
17	S-P-02	Siglé	Pressage	02
18	S-P-03	Siglé	Pressage	03
19	S-P-04	Siglé	Pressage	04
20	S-P-05	Siglé	Pressage	05

CHAPITRE 4

RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 Présentation et analyse des résultats

Rapport d'analyse de vingt (20) échantillons de Beurre de karité

Analyses du 20 juin 2005, Ouagadougou, Burkina Faso

Les analyses sont effectuées suivants les méthodes et normes spécifiées dans le domaine des corps gras. Pour chaque paramètre, deux mesures ont été faites pour en prendre la moyenne arithmétique (voir Tableau 16 de la page suivante).

1- Détermination de l'acidité :

L'analyse est effectuée selon la norme AOCS de la méthode officielle Ca 540.

2- Détermination de la teneur en eau et matières volatiles :

L'analyse est effectuée par étuvage suivant la norme AFNOR NF T 60-305 conforme à la norme Internationale ISO 672 et ISO 4318.

3- Détermination du taux d'impuretés :

L'analyse est effectuée par filtration dans des conditions spécifiées par la méthode, suivant la norme AFNOR NF T 60-202.

4- Détermination de l'indice de peroxyde :

L'analyse est effectuée suivant la norme ISO 660 : 1998 applicable aux corps gras d'origine animale et végétale.

Tableau 16 : Résultats d'analyse qualité

N° Essai	Échantillons	Origine Amandes	Les paramètres physico-chimiques				
			Procédé Extraction	Acides gras libres (%) Y ₁	Teneur en humidité (%) Y ₂	Impuretés insolubles (%) Y ₃	Valeur de peroxyde (meq/kg) Y ₄
1	01	Boulsin	Barattage	1.3	0.15	0.15	12.85
1	02	Boulsin	Barattage	0.92	0.05	0.17	19.93
1	03	Boulsin	Barattage	0.98	0.07	0.17	6.37
1	04	Boulsin	Barattage	1.67	0.08	0.16	5.88
1	05	Boulsin	Barattage	1.69	0.10	0.01	6.89
2	01	Siglé	Barattage	1.62	0.08	0.01	4.78
2	02	Siglé	Barattage	0.82	0.12	0.00	5.77
2	03	Siglé	Barattage	1.26	0.20	0.03	6.59
2	04	Siglé	Barattage	0.92	0.09	0.02	5.13
2	05	Siglé	Barattage	0.74	0.09	0.05	6.35
3	01	Boulsin	Pressage	1.19	0.07	0.29	17.80
3	02	Boulsin	Pressage	0.81	0.11	0.17	11.17
3	03	Boulsin	Pressage	0.86	0.17	0.19	5.94
3	04	Boulsin	Pressage	1.54	0.12	0.17	9.37
3	05	Boulsin	Pressage	1.41	0.14	0.19	6.17
4	01	Siglé	Pressage	1.03	0.08	0.01	21.77
4	02	Siglé	Pressage	0.96	0.12	0.03	8.38
4	03	Siglé	Pressage	0.83	0.11	0.02	9.66
4	04	Siglé	Pressage	0.75	0.11	0.03	9.72

Tableau 17 : Test d'égalité de quatre moyennes

Acides gras libres (%)					
N	C1	C2	C3	C4	
1	1,30	1,62	1,19	1,03	
2	0,92	0,82	0,81	0,96	
3	0,98	1,26	0,86	0,83	
4	1,67	0,92	1,54	0,75	
5	1,69	0,74	1,41	0,75	
Somme	6,56	5,36	5,81	4,32	
Moyenne	1,31	1,07	1,16	0,86	
	Moyenne générale			1,10	
Teneur en humidité (%)					
N	C1	C2	C3	C4	
1	0,15	0,08	0,07	0,08	
2	0,05	0,12	0,11	0,12	
3	0,07	0,20	0,17	0,11	
4	0,08	0,09	0,12	0,11	
5	0,10	0,09	0,14	0,16	
Somme	0,45	0,58	0,58	0,58	
Moyenne	0,09	0,12	0,12	0,12	
	Moyenne générale			0,11	
Impuretés insolubles (%)					
N	C1	C2	C3	C4	
1	0,15	0,01	0,29	0,01	
2	0,17	0,00	0,17	0,03	
3	0,17	0,03	0,19	0,02	
4	0,16	0,02	0,17	0,03	
5	0,01	0,05	0,19	0,08	
Somme	0,66	0,11	1,01	0,17	
Moyenne	0,13	0,02	0,20	0,03	
	Moyenne générale			0,10	
Valeur de peroxyde (meq/kg)					
N	C1	C2	C3	C4	
1	12,85	4,78	17,80	21,77	
2	19,93	5,77	11,17	8,38	
3	6,37	6,59	5,94	9,66	
4	5,88	5,13	9,37	9,72	
5	6,89	6,35	6,17	8,99	
Somme	51,92	28,62	50,45	58,52	
Moyenne	10,38	5,72	10,09	11,70	
	Moyenne générale			9,48	

Rendement (%)					
N	C1	C2	C3	C4	
1	23	39	24	33	
2	36	35	34	31	
3	34	37	34	33	
4	38	37	32	35	
5	38	39	34	33	
Somme	169	187	158	165	
Moyenne	33,80	37,40	31,60	33,00	
	Moyenne générale			33.95	

Afin de bien visualiser les données obtenues, des diagrammes de dispersion (Figures 12 à 16) sont présentés selon les données du Tableau 17 pour chacun des paramètres à l'étude. Sur ces diagrammes, figurent la moyenne générale des résultats ainsi que les moyennes respectives des quatre combinaisons.

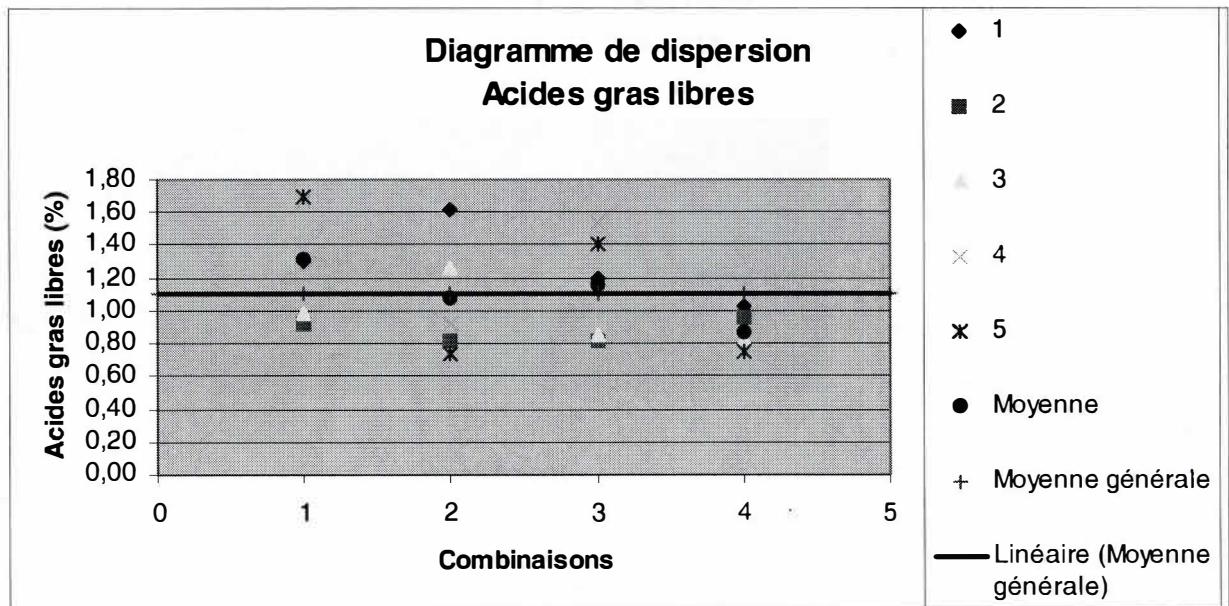


Figure 12 : Diagramme de dispersion des acides gras libres

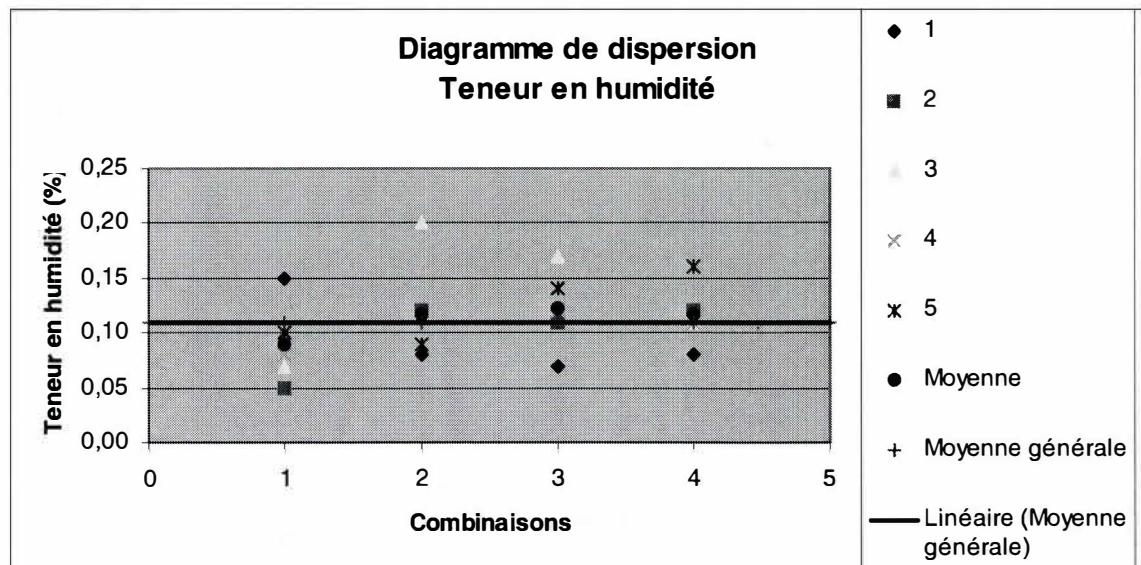


Figure 13 : Diagramme de dispersion de la teneur en humidité

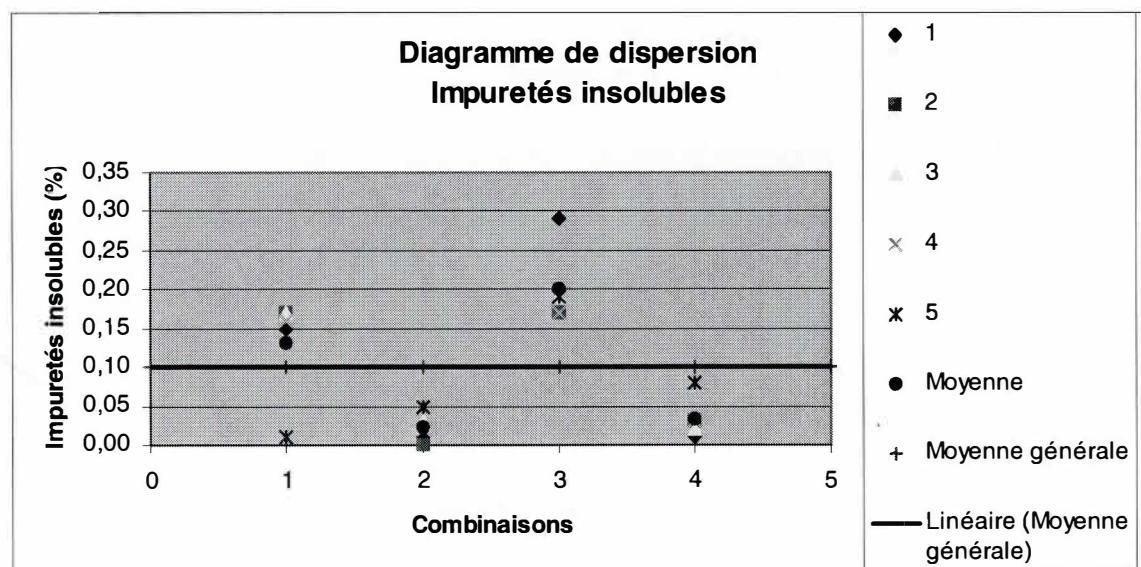


Figure 14 : Diagramme de dispersion des impuretés insolubles

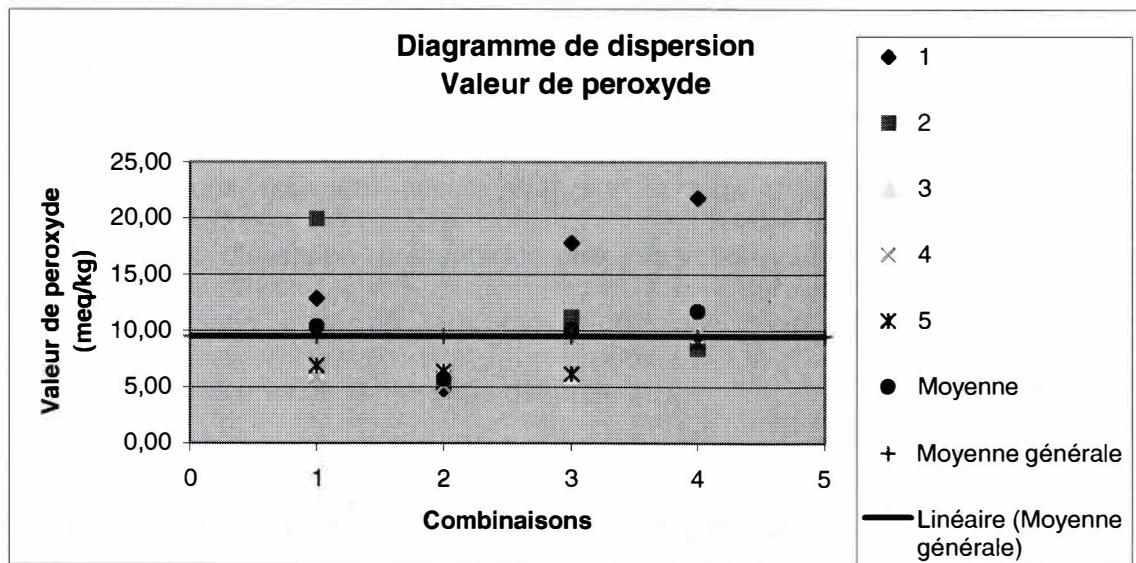


Figure 15 : Diagramme de dispersion de la valeur de peroxyde

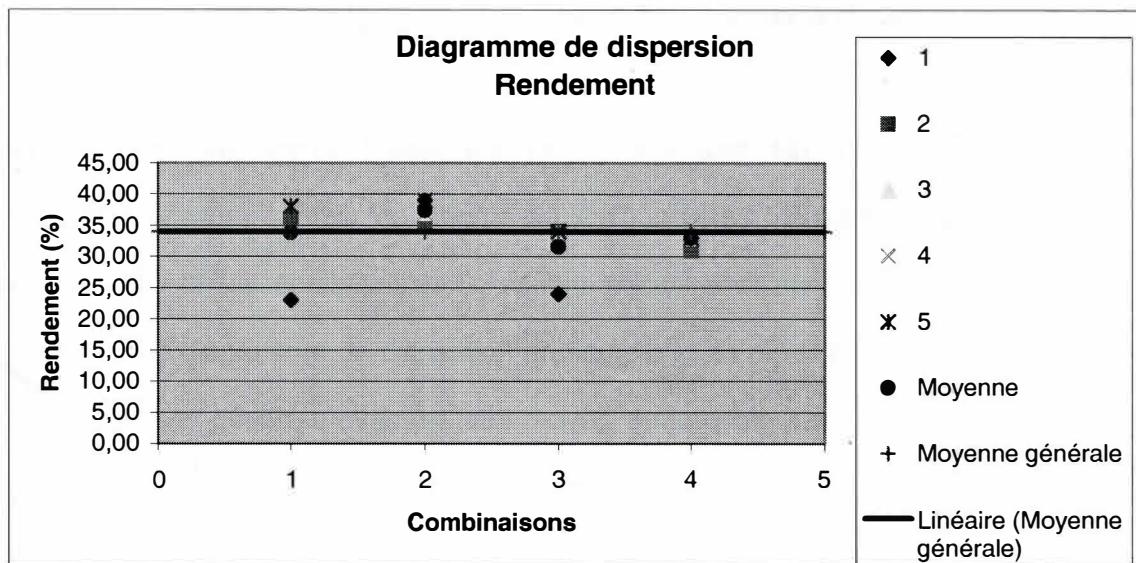


Figure 16 : Diagramme de dispersion du rendement

Analyse des acides gras libres (selon la Figure 12) : La Combinaison 1 (Boulsin-Barattage) semble donner un taux d'acides gras libres supérieur aux trois autres. Si les combinaisons n'avaient aucun effet sur le taux d'acides gras libres, le diagramme de dispersion présenterait une répartition uniforme autour de la moyenne générale avec un taux moyen d'acides gras libres pour chaque combinaison, très près de la moyenne générale.

Analyse de la teneur en humidité (selon la Figure 13) : Les combinaisons semblent avoir aucun effet sur la teneur en humidité car le diagramme de dispersion présente une répartition uniforme autour de la moyenne générale avec une teneur en humidité moyenne pour chaque combinaison, très près de la moyenne générale.

Analyse des impuretés insolubles (selon la Figure 14): La Combinaison 3 (Boulsin pressage) semble donner un taux d'impuretés insolubles supérieur aux trois autres. Si les combinaisons n'avaient aucun effet sur le taux d'impuretés insolubles, le diagramme de dispersion présenterait une répartition uniforme autour de la moyenne générale avec un taux moyen d'impuretés insolubles pour chaque combinaison, très près de la moyenne générale.

Analyse de la valeur de peroxyde (selon la Figure 15): La Combinaison 4 (Siglé-Pressage) semble donner une valeur de peroxyde supérieure aux trois autres. Si les combinaisons n'avaient aucun effet sur la valeur de peroxyde, le diagramme de dispersion présenterait une répartition uniforme autour de la moyenne générale

avec une valeur de peroxyde moyenne pour chaque combinaison, très près de la moyenne générale.

Analyse du rendement (selon la Figure 16) : La Combinaison 2 (Siglé-Barattage) semble donner un rendement supérieur aux trois autres. Si les combinaisons n'avaient aucun effet sur le rendement, le diagramme de dispersion présenterait une répartition uniforme autour de la moyenne générale avec un taux moyen de rendement pour chaque combinaison, très près de la moyenne générale.

4.1.1 Analyse et interprétation du plan factoriel complet à deux niveaux

On cherche quelles sont les influences de l'origine de la matière première et du type de procédé d'extraction sur les paramètres physico-chimiques de la qualité du beurre de karité biologique. L'origine des amandes pouvant provenir du village de Boulsin ou Siglé et le type de procédé d'extraction pouvant être par barattage ou par pressage. L'ordre d'attribution des niveaux étant le suivant :

- Le niveau -1 à Boulsin pour l'origine et à Barattage pour le procédé;
- Le niveau +1 à Siglé pour l'origine et Pressage pour le procédé.

Le Tableau 18 présente la matrice des essais du plan 2^2 et les résultats des paramètres physico-chimiques.

Tableau 18 : Matrice des essais du plan 2^2 et résultats

Essais	A Origine des amandes	B Procédé d'extraction	Acides gras libre (%)	Teneur en humidité (%)	Impuretés insolubles (%)	Valeur de peroxyde (meq/kg)	Rendement (%)
Essai n°1	-1	-1	1.31	0.09	0.13	10.38	33.8
Essai n°2	+1	-1	1.07	0.12	0.02	5.72	37.4
Essai n°3	-1	+1	1.16	0.12	0.20	10.09	31.6
Essai n°4	+1	+1	0.86	0.12	0.03	11.70	33

Niveau -1	Boulsin	Barattage
Niveau +1	Siglé	Pressage

Le Tableau 19 présente la matrice des résultats des effets globaux des facteurs sur les paramètres. Il est à noter que dans ce tableau le niveau -1 a été remplacé par 1 et le niveau +1 par 2 pour la représentation graphique des résultats.

Tableau 19 : Matrice des résultats des effets globaux des facteurs

Calcul	A	B	AB	Acides gras libres	Teneur humidité	Impuretés insolubles	Valeur peroxyde	Rendement
y_1	1	1	2	1,31	0,09	0,13	10,38	33,80
y_2	2	1	1	1,07	0,12	0,02	5,72	37,40
y_3	1	2	1	1,16	0,12	0,20	10,09	31,60
y_4	2	2	2	0,86	0,12	0,03	11,70	33,00
Moyenne = ($\Sigma y_i / i$) où $i=4$				1,10	0,11	0,10	9,47	33,95
Effet global A = $A_2 - A_1$				-0,27	0,02	-0,14	-1,53	2,50
Effet global B = $B_2 - B_1$				-0,18	0,02	0,04	2,85	-3,30
Effet global AB = $AB_2 - AB_1$				-0,03	-0,02	-0,03	3,14	-1,10

Avec les données des effets globaux, on représente graphiquement les effets des facteurs. Sur l'axe des abscisses : les niveaux du facteur. Sur l'axe des ordonnées : les moyennes des réponses à ces niveaux, ainsi que m . Le segment de droite représentant l'effet du facteur est ascendant ou descendant comme à la Figure 17. La pente du segment est d'autant plus forte que l'effet du facteur est important.

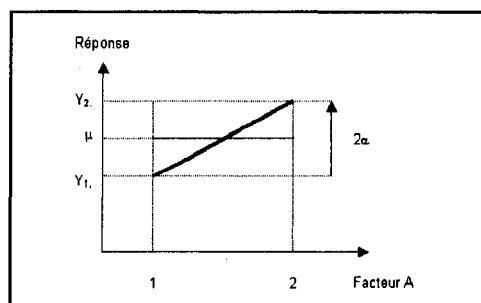


Figure 17 : Représentation graphique des effets

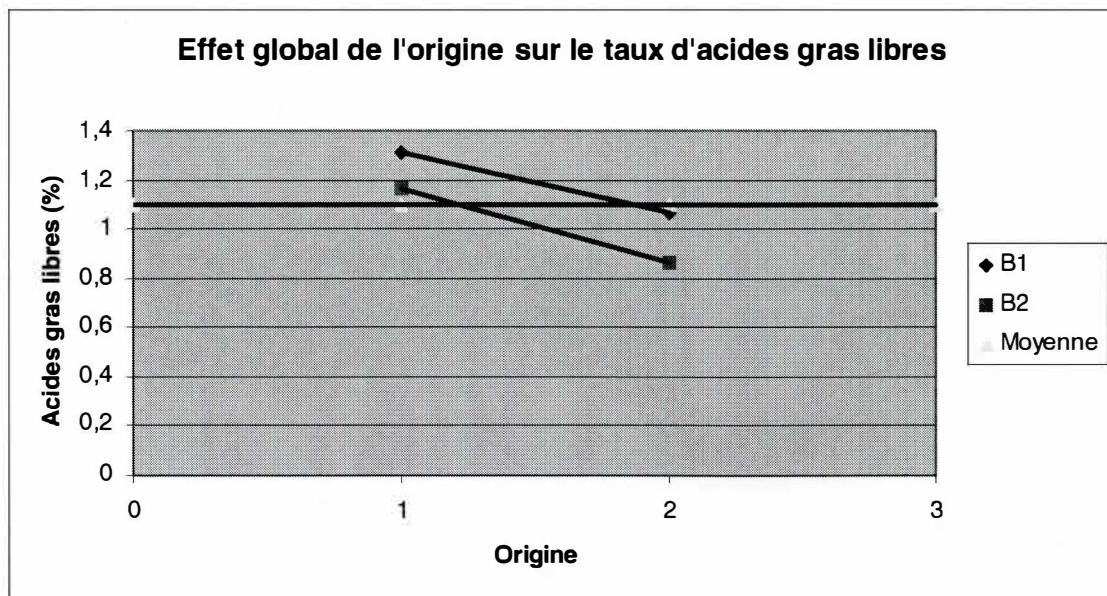


Figure 18 : Graphique de l'effet global de l'origine sur le taux d'acides gras libres

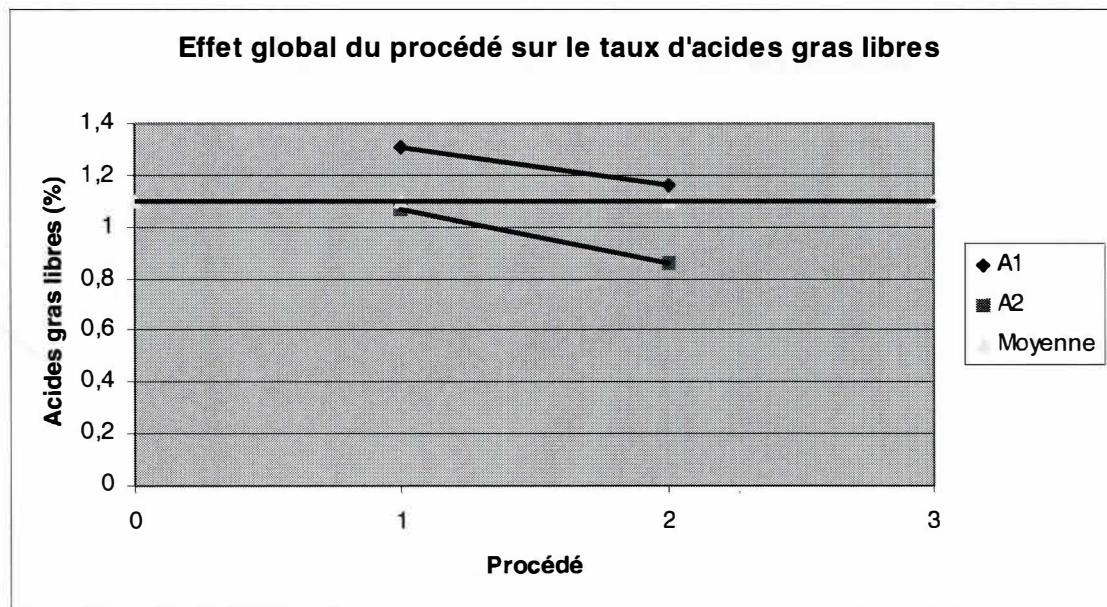


Figure 19: Graphique de l'effet global du procédé sur le taux d'acides gras libres

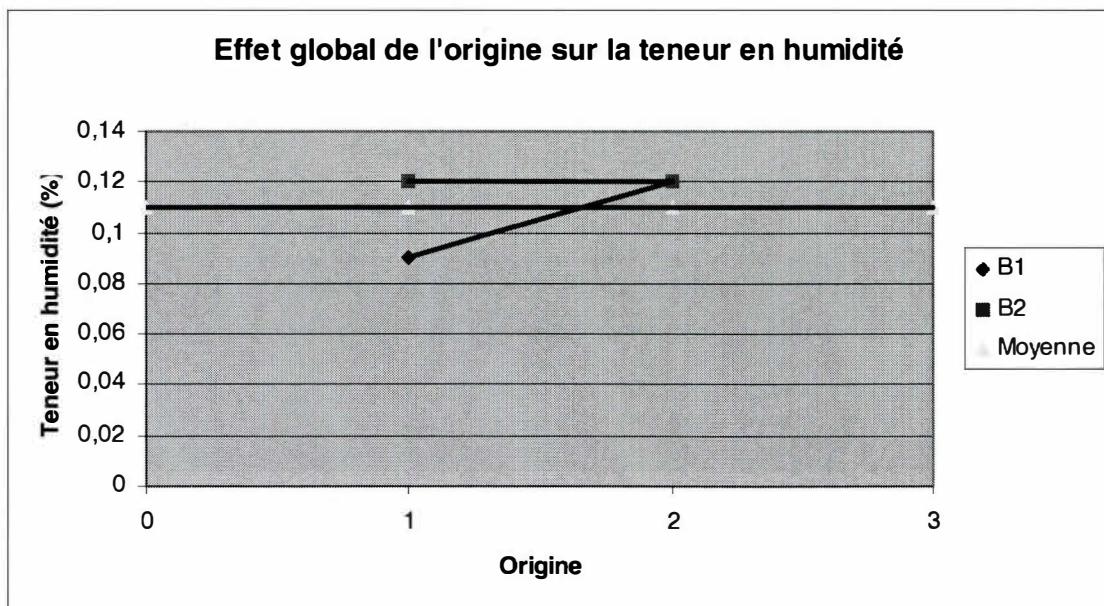


Figure 20: Graphique de l'effet global de l'origine sur la teneur en humidité

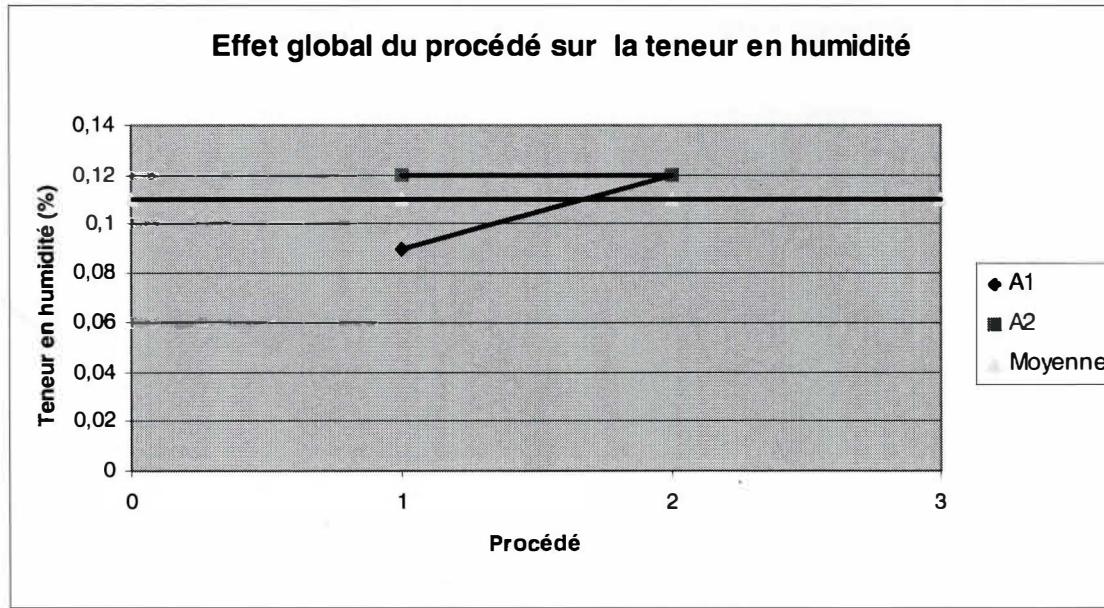


Figure 21: Graphique de l'effet global du procédé sur la teneur en humidité

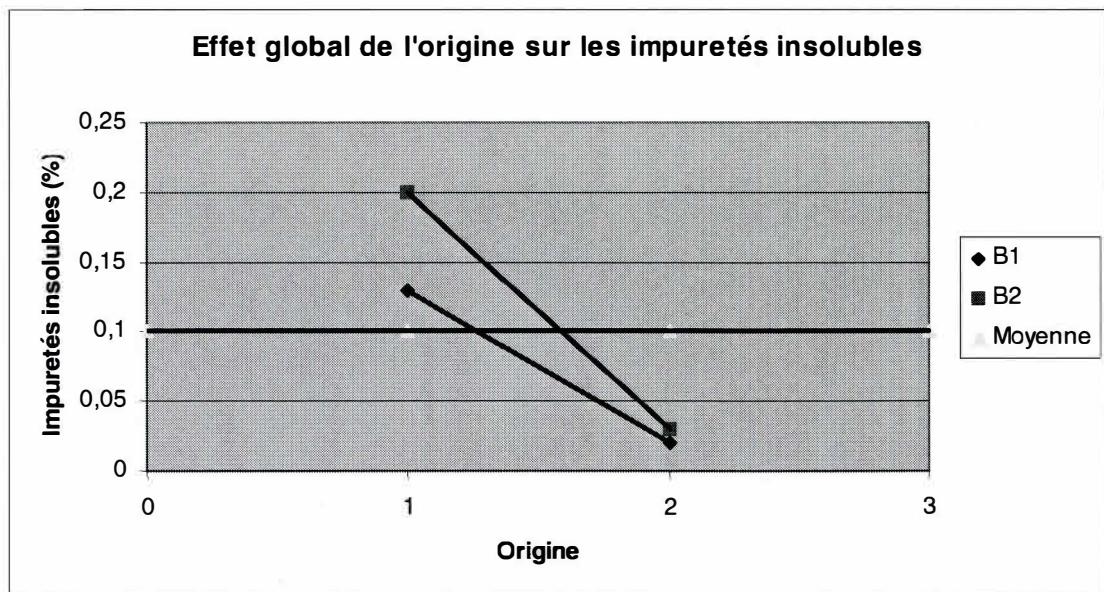


Figure 22: Graphique de l'effet global de l'origine sur les impuretés insolubles

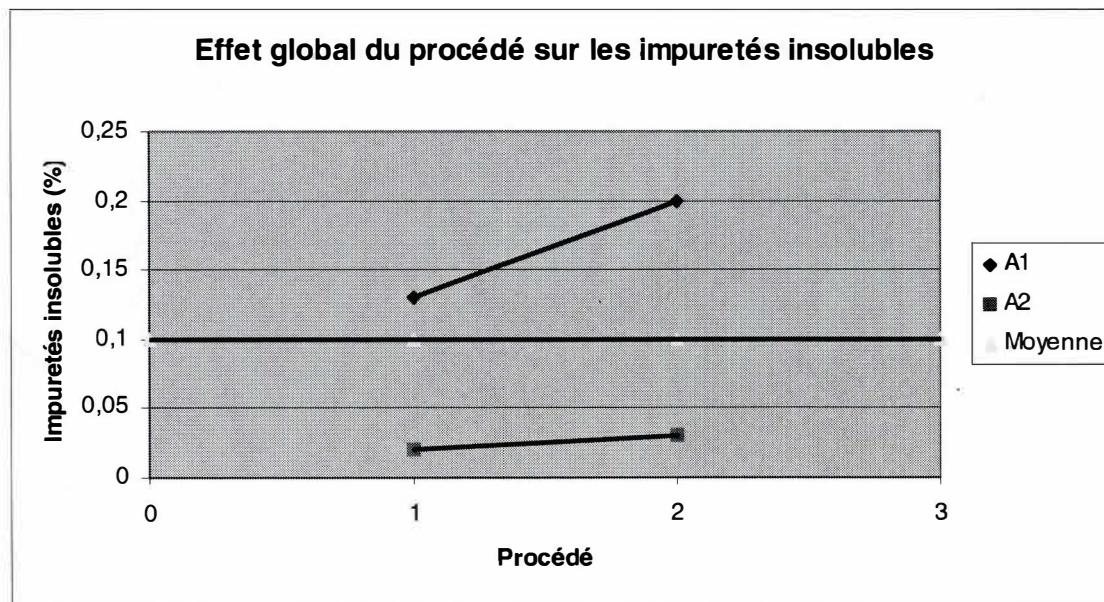


Figure 23: Graphique de l'effet global du procédé sur les impuretés insolubles

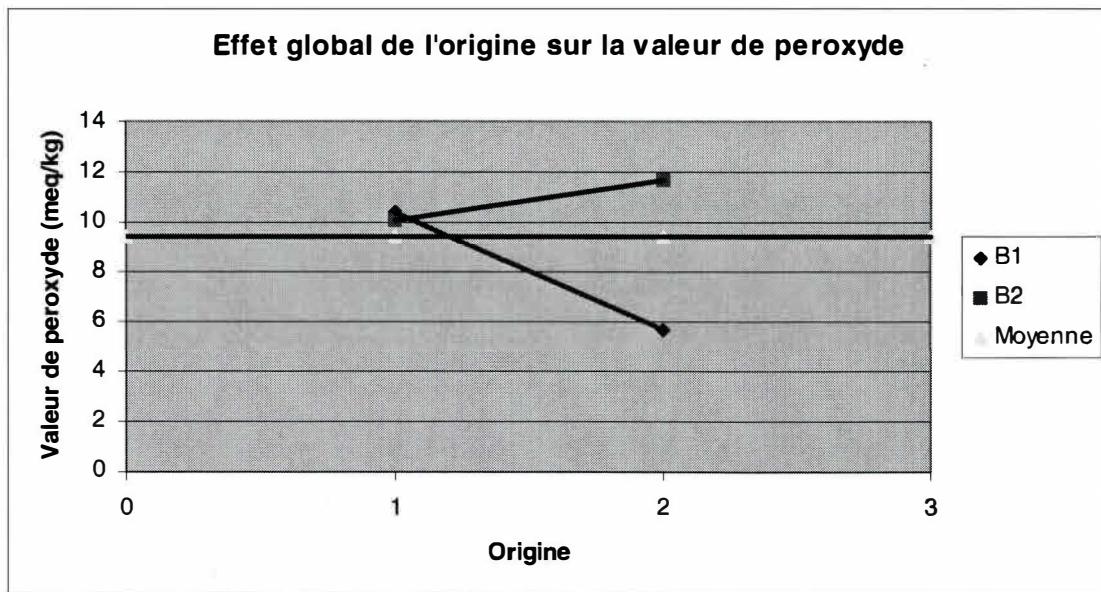


Figure 24: Graphique de l'effet global de l'origine sur la valeur de peroxyde

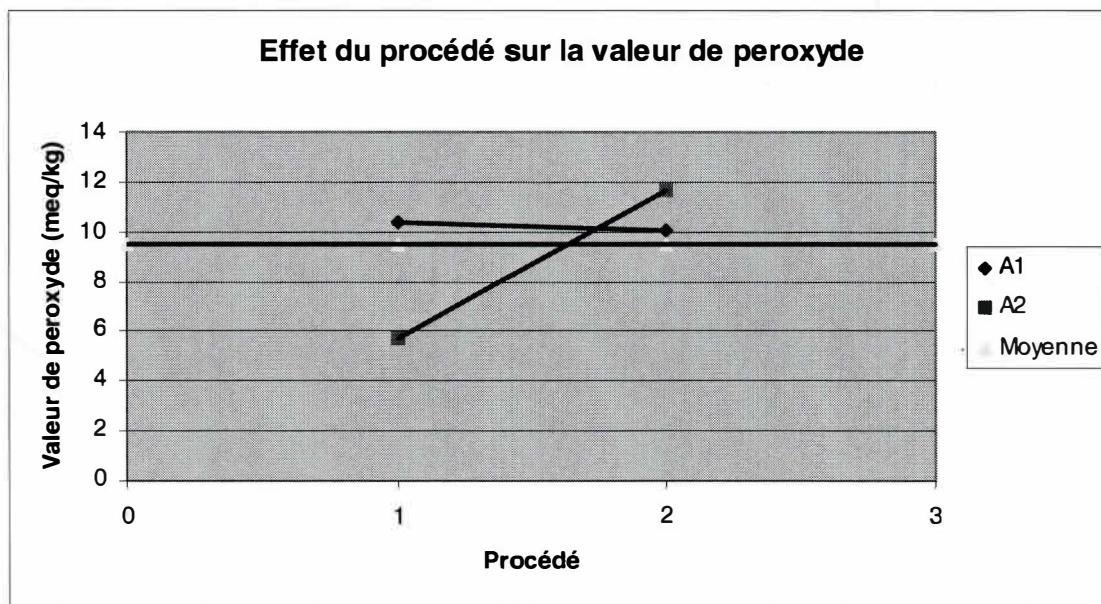


Figure 25: Graphique de l'effet global du procédé sur la valeur de peroxyde

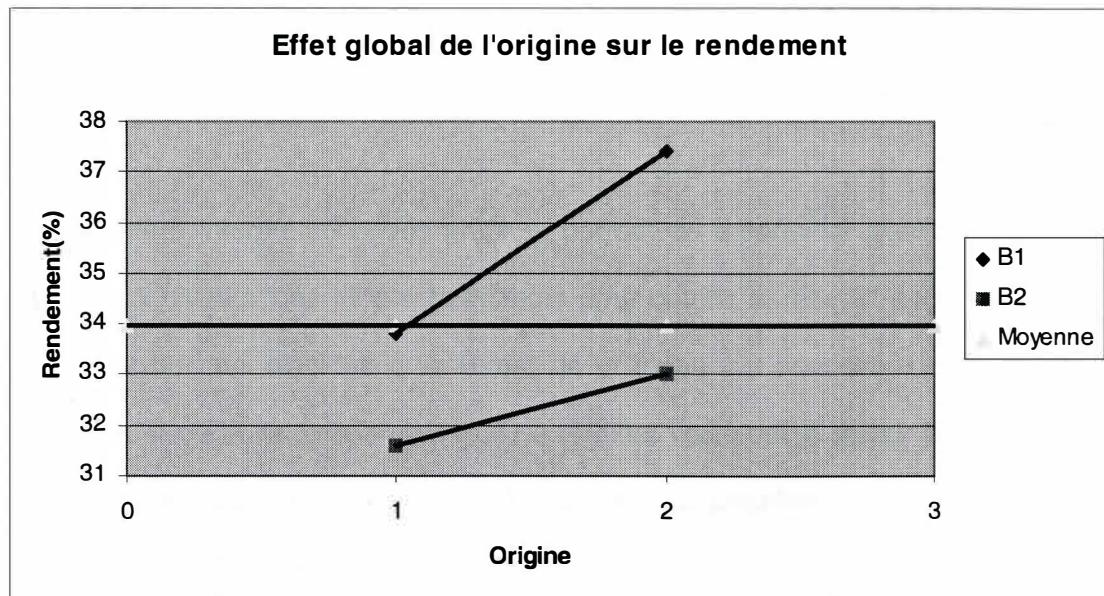


Figure 26: Graphique de l'effet global de l'origine sur le rendement

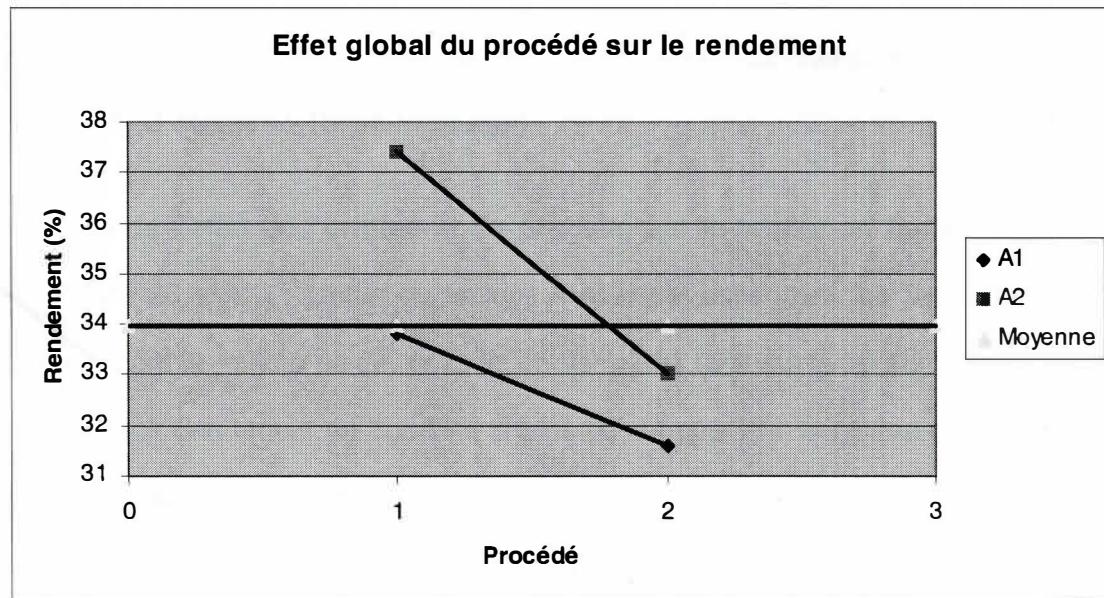


Figure 27: Graphique de l'effet global du procédé sur le rendement

Analyse des graphiques des effets globaux des facteurs sur les paramètres

Une première interprétation des graphes permet de déterminer quelles valeurs à donner aux niveaux des différents facteurs pour obtenir le résultat escompté. Pour ce qui est du taux d'acides gras libres, de la teneur en humidité, des impuretés insolubles et de la valeur de peroxyde, le résultat voulu est la valeur la plus faible.

Pour le rendement on cherche un résultat le plus haut possible.

Analyse de l'effet de l'origine et du procédé sur le taux d'acides gras libres (selon les Figure 18 et 19) : L'effet du facteur A et B est descendant. Le facteur A ayant la pente la plus importante est celui qui a le plus d'effet sur le taux d'acides gras libres. Pour obtenir un taux d'acides gras libres le plus bas possible, le niveau de A et de B doit être 2 (Siglé-Pressage).

Analyse de l'effet de l'origine et du procédé sur la teneur en humidité (selon les Figure 20 et 21) : L'effet du facteur A et B est ascendant. Le facteur A et le facteur B ont la même pente, donc ils ont le même effet sur la teneur en humidité. Pour obtenir une teneur en humidité la plus basse possible, le niveau de A et de B doit être 1 (Boulsin-Barattage).

Analyse de l'effet de l'origine et du procédé sur les impuretés Insolubles (selon les Figure 22 et 23) : L'effet du facteur A est descendant et l'effet de B est ascendant. Le facteur A ayant la pente la plus importante est celui qui a le plus d'effet sur les impuretés insolubles. Pour obtenir un taux d'impuretés insolubles le

plus bas possible, le niveau de A doit être de 2 et le niveau de B doit être 1 (Siglé-Barattage).

Analyse de l'effet de l'origine et du procédé sur la valeur de peroxyde (selon les Figure 24 et 25) : L'effet du facteur A est descendant et l'effet de B est ascendant. Le facteur B ayant la pente la plus importante est celui qui a le plus d'effet sur la valeur de peroxyde. Pour obtenir une valeur de peroxyde la plus basse possible, le niveau de A doit être de 2 et le niveau de B doit être 1 (Siglé-Barattage).

Analyse de l'effet de l'origine et du procédé sur le rendement (selon les Figure 26 et 27) : L'effet du facteur A est ascendant et l'effet de B est descendant. Le facteur B ayant la pente la plus importante est celui qui a le plus d'effet sur le rendement. Pour obtenir un rendement le plus haut possible, le niveau de A doit être de 2 et le niveau de B doit être 1 (Siglé-Barattage).

En résumé, l'origine (facteur A) a un effet plus important sur le taux d'acides gras libre et les impuretés insolubles. Pour ce qui est du procédé (facteur B), il a le plus d'effet au niveau de la valeur de peroxyde et du rendement. En ce qui a trait à la teneur en humidité, l'origine et le procédé ont le même effet. On peut aussi dire que Siglé-Barattage est la meilleure combinaison, car elle donne un taux d'impureté et une valeur de peroxyde minimale et un rendement maximal, comme exigé dans les normes d'exportation. Pour le taux d'acides gras libres la meilleure combinaison est Siglé-Pressage et pour la teneur en humidité il s'agit de Boulsin-Barattage.

Le calcul des effets moyens peut se faire facilement à partir du tableau des essais si on utilise la notation de Yates. Avec cette convention de notation, les niveaux 1 et 2 des facteurs s'écrivent respectivement -1 et $+1$, ou plus simplement $-$ et $+$. Le Tableau 20 des essais de notre exemple devient donc :

Tableau 20 : Tableau des essais avec la notation de Yates

Calcul	A	B	AB	Acides gras libres	Teneur humidité	Impuretés	Valeur peroxyde	Rendement
y₁	-1	-1	+1	1,31	0,09	0,13	10,38	33,80
y₂	+1	-1	-1	1,07	0,12	0,02	5,72	37,40
y₃	-1	+1	-1	1,16	0,12	0,20	10,09	31,60
y₄	+1	+1	+1	0,86	0,12	0,03	11,70	33,00

Calcul de l'effet moyen (Synthèse au Tableau 21)

Paramètre : Acides gras libres (%)

- L'effet moyen de l'origine : $1/4(-1.31 + 1.07 - 1.16 + 0.86) = -0.14$
- L'effet moyen du procédé : $1/4(-1.31 - 1.07 + 1.16 + 0.86) = -0.09$
- Combinaison moyenne procédé-origine : $1/4(+1.31 - 1.07 - 1.16 + 0.86) = -0.02$

Paramètre : Teneur en humidité (%)

- L'effet moyen de l'origine : $1/4(-0.09 + 0.12 - 0.12 + 0.12) = +0.01$
- L'effet moyen du procédé : $1/4(-0.09 - 0.12 + 0.12 + 0.12) = +0.01$
- Combinaison moyenne procédé-origine : $1/4(+0.09 - 0.12 - 0.12 + 0.12) = -0.01$

Paramètre : **Impuretés insolubles (%)**

- L'effet moyen de l'origine : $1/4(-0.13 + 0.02 - 0.20 + 0.03) = -0.07$
- L'effet moyen du procédé : $1/4(-0.13 - 0.02 + 0.20 + 0.03) = +0.02$
- Combinaison moyenne procédé-origine : $1/4(+0.13 - 0.02 - 0.20 + 0.03) = -0.02$

Paramètre : **Valeur de peroxyde (meq/kg)**

- L'effet moyen de l'origine : $1/4(-10.38 + 5.72 - 10.09 + 11.70) = -0.76$
- L'effet moyen du procédé : $1/4(-10.38 - 5.72 + 10.09 + 11.70) = +1.42$
- Combinaison moyenne procédé-origine : $1/4(+10.38 - 5.72 - 10.09 + 11.70) = +1.57$

Paramètre : **Rendement (%)**

- L'effet moyen de l'origine : $1/4(-33.80 + 37.40 - 31.60 + 33.00) = +1.25$
- L'effet moyen du procédé : $1/4(-33.80 - 37.40 + 31.60 + 33.00) = -1.65$
- Combinaison moyenne procédé-origine : $1/4(+33.80 - 37.40 - 31.60 + 33.00) = -0.55$

Tableau 21 : Matrice des résultats des effets moyens des facteurs

Calcul	Acides gras libres (%)	Teneur en humidité (%)	Impuretés insolubles (%)	Valeur de peroxyde (meq/kg)	Rendement (%)
Moyenne	1.10	0.11	0.10	9.47	33.95
Effet moyen origine	- 0.14	+ 0.01	- 0.07	- 0.76	+ 1.25
Effet moyen procédé	- 0.09	+ 0.01	+ 0.02	+ 1.42	- 1.65
Combinaison moy Procédé-origine	- 0.02	- 0.01	- 0.02	+ 1.57	- 0.55

4.1.2 Analyse de la variance

Afin de déterminer les sources de variation significatives du plan factoriel, l'analyse de la variance sera utilisée. Les deux sources de variation à l'étude sont :

1. La variation attribuable aux facteurs et à l'interaction (expliquée) et;
2. La variation résiduelle qui est à l'intérieur de chaque échantillon.

Cette technique d'analyse permet donc la comparaison des moyennes de l'échantillon pour chaque combinaison par rapport à la moyenne générale des résultats afin de mettre en évidence les différences par une analyse de la variabilité.

Les hypothèses statistiques que l'on veut vérifier sont les suivantes :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1 : \text{les } \mu_j \text{ ne sont pas toutes égales}$$

Les conditions d'application du test sont les suivantes :

1. Les données proviennent d'échantillons prélevés au hasard et indépendamment;
2. Les k populations échantillonées sont distribuées normalement;
3. Les variances des populations sont identiques.

Voici les formules requises à cette analyse :

La dispersion totale : les réponses obtenues au cours des N essais d'un plan d'expériences présentent une dispersion autour de leur moyenne générale y caractérisée par la **somme des carrés totaux** :

$$QT = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^N y_i^2 - Ny^2$$

Cette dispersion a deux causes principales :

1. Les changements de niveaux des facteurs du plan;
2. Les erreurs aléatoires.

La dispersion expliquée par un facteur : pour le facteur A à p niveaux. La dispersion expliquée par A est appelée somme des carrés de A et est désignée par Q_A . Elle est égale à la dispersion des p moyennes A_i de A autour de la moyenne générale y , multipliée par l'effectif n_a de ces moyennes (n_a est supposé constant et vaut N/p).

$$Q_A = n_a \sum_{i=1}^p (A_i - \bar{y})^2$$

où

$$n_a = N/p$$

$$A_i - \bar{y} = a_i$$

Pour le cas particulier de cette expérience $p=2$

$$a_1^2 = a_2^2 = h_A^2$$

$$Q_A = Nh_A^2 \quad \text{et} \quad Q_B = Nh_B^2$$

La dispersion expliquée par une combinaison : la somme des carrés d'une combinaison AB entre un facteur A à p niveaux et un facteur B à q niveaux s'écrit :

$$Q_{AB} = n_{AB} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (ab_{ij})^2$$

où

ab_{ij} représente le terme combinaison correspondant aux niveaux i de A et j de B.

n_{AB} est le nombre des essais réalisés avec A au niveau i et B au niveau j.

Dans le cas particulier où A et B sont tous les deux à 2 niveaux :

$$Q_{AB} = N h_{AB}^2$$

La dispersion résiduelle (inexpliquée) : dans un plan orthogonal, les contributions Q_A , Q_B et Q_{AB} sont indépendantes et additives. La somme $Q_A + Q_B + Q_{AB}$ représente la dispersion expliquée. En soustrayant la dispersion expliquée de la dispersion totale, il reste la dispersion résiduelle Q_R .

$$Q_T = Q_A + Q_B + Q_{AB} + Q_R$$

Dispersion totale = Dispersion expliquée + Dispersion résiduelle

Pour effectuer le test de l'analyse de la variance, il faut donc calculer les variances $S^2 = Q/v$, aussi appelées les carrés moyens. Les formules sont présentées au Tableau 22.

Analyse de la variance sans estimation de la variance aléatoire

Quand la variance aléatoire n'est pas connue a priori ou quand le plan d'expériences ne comporte pas de répétitions permettant de l'estimer, la variance résiduelle $S_R^2 = Q_R/v_R$ tient lieu de variance aléatoire.

Tableau 22 : Formules utiles pour l'analyse de la variance

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \ v_1=1 \ v_2=16$
Attribuable au facteur A	Q_A	$v_A=p-1$	$S_A^2 = Q_A/v_A$	$F=S_A^2/S_R^2$	4,49
Attribuable au facteur B	Q_B	$v_B=q-1$	$S_B^2 = Q_B/v_B$	$F=S_B^2/S_R^2$	4,49
Attribuable à la combinaison AB	Q_{AB}	$v_{AB}=(p-1)(q-1)$	$S_{AB}^2 = Q_{AB}/v_{AB}$	$F=S_{AB}^2/S_R^2$	4,49
Résiduelle	Q_R	$v_R=v_T-(v_A+v_B+v_{AB})$	$S_R^2 = Q_R/v_R$		
Totale	Q_T	$v_T=N-1$			

où

 $p=2$ $q=2$ $N=20$

Les quatre réponses du plan 2^2 permettent de calculer les effets des 2 facteurs A et B et de la combinaison AB. On retrouve aux Tableaux 23 à 27 les résultats des calculs de l'analyse de la variance :

Tableau 23 : Analyse de la variance des acides gras libres

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \ v_1=1 \ v_2=16$	Conclusion	Interprétation
A	0,07	1	0,07	0,59	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
B	0,03	1	0,03	0,26	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
AB	0,00	1	0,00	0,01	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Combinaison n'influe pas la réponse
Résiduelle	1,98	16	0,12				
Totale	2,08	19					

Tableau 24 : Analyse de la variance de la teneur en humidité

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \nu_1=1 \nu_2=16$	Conclusion	Interprétation
A	0,00	1	0,00	0,12	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
B	0,00	1	0,00	0,12	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
AB	0,00	1	0,00	0,12	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Combinaison n'influe pas la réponse
Résiduelle	0,03	16	0,00				
Totale	0,03	19					

Tableau 25 : Analyse de la variance des impuretés insolubles

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \nu_1=1 \nu_2=16$	Conclusion	Interprétation
A	0,02	1	0,02	2,66	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
B	0,00	1	0,00	0,22	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
AB	0,00	1	0,00	0,12	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Combinaison n'influe pas la réponse
Résiduelle	0,12	16	0,01				
Totale	0,14	19					

Tableau 26 : Analyse de la variance de la valeur de peroxyde

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \ v_1=1 \ v_2=16$	Conclusion	Interprétation
A	2,33	1	2,33	0,08	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
B	8,09	1	8,09	0,27	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
AB	9,83	1	9,83	0,33	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Combinaison n'influe pas la réponse
Résiduelle	472,79	16	29,55				
Totale	493,04	19					

Tableau 27 : Analyse de la variance du rendement

Source de dispersion	Somme de carrés Q	ddl v	Carrés moyens	F	$F_{0,95} \ v_1=1 \ v_2=16$	Conclusion	Interprétation
A	6,25	1	6,25	0,29	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
B	10,89	1	10,89	0,50	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Facteur n'influe pas la réponse
AB	1,21	1	1,21	0,06	4,49	$F_{calculé} < F_{table}$	Combinaison n'influe pas la réponse
Résiduelle	350,10	16	21,88				
Totale	368,45	19					

Interprétation des résultats de l'analyse de la variance

Une action (facteur ou interaction) est déclarée significative si la variance correspondante est supérieure à la variance résiduelle. Le rapport $F = Q_{\text{action}}/v_{\text{action}}$ doit être supérieur à la borne $F_{1-\alpha}$ des tables de Snedecor. Pour cette étude $\alpha = 0.05$, $v_1=1$ et $v_2=16$. On trouve donc dans la table de Snedecor, figurant à l'Annexe 5, la valeur critique de F : $F_{0,95; v_1=1, v_2=16} = 4,49$

Les conclusions des résultats avec un risque d'erreur inférieur à 5% sont que :

1. Les deux facteurs A et B et la combinaison AB ne sont pas significatifs pour les acides gras libres, car $F < F_{\text{critique}}$;
2. Les deux facteurs A et B et la combinaison AB ne sont pas significatifs pour la teneur en humidité, car $F < F_{\text{critique}}$;
3. Les deux facteurs A et B et la combinaison AB ne sont pas significatifs pour les impuretés insolubles, car $F < F_{\text{critique}}$;
4. Les deux facteurs A et B et la combinaison AB ne sont pas significatifs pour la valeur de peroxyde, car $F < F_{\text{critique}}$;
5. Les deux facteurs A et B et la combinaison AB ne sont pas significatifs pour le rendement, car $F < F_{\text{critique}}$.

4.1.3 Classification et analyse selon la norme qualité

Tableau 28 : Classification des résultats selon la norme qualité UEMOA

Échantillons	Procédé		Les paramètres physico-chimiques				Classe qualité Norme UEMOA
	Origine Amandes	Procédé extraction	Acides gras libres (%) x ₁	Teneur en humidité (%) x ₂	Impuretés insolubles (%) x ₃	Valeur de peroxyde (meq/kg)x ₄	
01	Boulsin	Barattage	1.3 (2 ^o)	0.15 (2 ^o)	0.15 (2 ^o)	12.85 (2 ^o)	2 ^o qualité
02	Boulsin	Barattage	0.92 (1 ^o)	0.05 (1 ^o)	0.17 (2 ^o)	19.93 (3 ^o)	3 ^o qualité
03	Boulsin	Barattage	0.98 (1 ^o)	0.07 (2 ^o)	0.17 (2 ^o)	6.37 (1 ^o)	2 ^o qualité
04	Boulsin	Barattage	1.67 (2 ^o)	0.08 (2 ^o)	0.16 (2 ^o)	5.88 (1 ^o)	2 ^o qualité
<u>05</u>	Boulsin	Barattage	<u>1.69</u> (2 ^o)	0.10 (2 ^o)	0.01 (1 ^o)	6.89 (1 ^o)	2 ^o qualité
Moyenne			1.31 (2 ^o)	0.09 (2 ^o)	0.13 (2 ^o)	10.38 (2 ^o)	2^o qualité
11	Siglé	Barattage	1.62 (2 ^o)	0.08 (2 ^o)	0.01 (1 ^o)	4.78 (1 ^o)	2 ^o qualité
12	Siglé	Barattage	0.82 (1 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.00 (1 ^o)	5.77 (1 ^o)	2 ^o qualité
<u>13</u>	Siglé	Barattage	1.26 (2 ^o)	<u>0.20</u> (2 ^o)	0.03 (1 ^o)	6.59 (1 ^o)	2 ^o qualité
14	Siglé	Barattage	0.92 (1 ^o)	0.09 (2 ^o)	0.02 (1 ^o)	5.13 (1 ^o)	2 ^o qualité
15	Siglé	Barattage	0.74 (1 ^o)	0.09 (2 ^o)	0.05 (1 ^o)	6.35 (1 ^o)	2 ^o qualité
Moyenne			1.07 (2 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.02 (1 ^o)	5.72 (1 ^o)	2^o qualité
<u>06</u>	Boulsin	Pressage	1.19 (2 ^o)	0.07 (2 ^o)	0.29 (2 ^o)	17.80 (3 ^o)	3 ^o qualité
07	Boulsin	Pressage	0.81 (1 ^o)	0.11 (2 ^o)	0.17 (2 ^o)	11.17 (2 ^o)	2 ^o qualité
08	Boulsin	Pressage	0.86 (1 ^o)	0.17 (2 ^o)	0.19 (2 ^o)	5.94 (1 ^o)	2 ^o qualité
09	Boulsin	Pressage	1.54 (2 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.17 (2 ^o)	9.37 (1 ^o)	2 ^o qualité
10	Boulsin	Pressage	1.41 (2 ^o)	0.14 (2 ^o)	0.19 (2 ^o)	6.17 (1 ^o)	2 ^o qualité
Moyenne			1.16 (2 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.20 (2 ^o)	10.09 (2 ^o)	2^o qualité
<u>16</u>	Siglé	Pressage	1.03 (2 ^o)	0.08 (2 ^o)	0.01 (1 ^o)	21.77 (3 ^o)	3 ^o qualité
17	Siglé	Pressage	0.96 (1 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.03 (1 ^o)	8.38 (1 ^o)	2 ^o qualité
18	Siglé	Pressage	0.83 (1 ^o)	0.11 (2 ^o)	0.02 (1 ^o)	9.66 (1 ^o)	2 ^o qualité
19	Siglé	Pressage	0.75 (1 ^o)	0.11 (2 ^o)	0.03 (1 ^o)	9.72 (1 ^o)	2 ^o qualité
20	Siglé	Pressage	0.75 (1 ^o)	0.16 (2 ^o)	0.08 (2 ^o)	8.99 (1 ^o)	2 ^o qualité
Moyenne			0.86 (1 ^o)	0.12 (2 ^o)	0.03 (1 ^o)	11.70 (2 ^o)	2^o qualité

N.B. En soulignées, les valeurs critiques par paramètre (valeurs les plus élevées de tous les échantillons). En caractère italique, les valeurs les plus élevées par expérience et par paramètre. Les valeurs entre () dans le tableau sont les classes qualité par paramètre. La dernière colonne définit la classe finale de la qualité de l'échantillon selon l'ensemble des valeurs obtenues pour les quatre paramètres. C'est la moins bonne qualité qui l'emporte sur l'ensemble des données.

Analyse du Tableau 28

Boulsin : Acidité : Plus élevé par barattage (0,15) que pressage.

Siglé : Acidité : Plus élevé par barattage (0.21) que par pressage.

Boulsin : Humidité : Plus élevée (0.03) par pressage que par barattage

Siglé : Humidité : Le même taux par pressage que par barattage.

Boulsin : Impureté : Plus élevé par pressage (0.07) que par barattage.

Siglé : Impureté : Plus élevé par pressage (0.01) que par barattage.

Boulsin : Indice de peroxyde : Plus élevé par barattage (0.29) que par pressage.

Siglé : Indice de peroxyde : Plus élevé par pressage (5.98) que par barattage.

Les échantillons critiques

Échantillon 5 : Boulsin-barattage : acides gras libres les plus élevées : 1.69 %

Échantillon 06 : Boulsin-pressage : impuretés insolubles les plus élevées : 0.29 %

Échantillon 13 : Siglé-barattage : teneur en humidité la plus élevée : 0.20 %

Échantillon 16 : Siglé-pressage : valeur de peroxyde la plus élevée : 21.77 meq/kg

Les opérations critiques

1) **Ébouillantage** : traitement thermique très élevé (au dessus de 150°C). Cette étape n'est pas contrôlée au niveau de la température et de la durée du traitement. Est-ce que le surchauffage du beurre de karité influence les paramètres physico-chimiques? On arrête l'ébouillantage lorsqu'il n'y a plus d'eau qui s'évapore. Il s'agit d'un contrôle visuel qui revient au jugement de la productrice, donc sujet à des variations. De plus l'ébouillantage se fait dans une marmite en fonte sur feu de bois. La chaleur n'est donc pas répartie uniformément. Le tout se fait à air ouvert, donc pas à l'abri des résidus (poussière, vent, cendre).

2) **Filtration** : la qualité de la filtration dépend de la qualité du filtre (le micronage), de son entretien et de la température de filtration. On n'a remarqué lors des expériences que la température idéale est de 60°C pour la qualité et la rapidité de filtration. Le filtre idéal doit être en nylon (facile d'entretien), de grade alimentaire et de 50 microns. Les filtres standards pour l'huile de cuisson ne sont pas suffisants pour enlever les impuretés microscopiques. Ils ne font qu'enlever grossièrement les impuretés visuelles. Les filtres en polystyrène sont difficiles d'entretien. La **filtration idéale** devrait être sous vide (sans perte de beurre) avec un filtre de 50 microns en nylon à 60°C en système fermé à l'abri de la poussière.

Tableau 29 : Synthèse de la moyenne des résultats

Désignation	Acides gras libres (%)	Teneur en humidité (%)	Impuretés insolubles (%)	Valeur de peroxyde (meq/kg)
Moyenne totale barattage	1.19	0.11	0.08 (répond à la norme)	8.05 (répond à la norme)
Moyenne totale pressage	1.01 (près de la norme)	0.12	0.12	10.90
Moyenne totale Boulsin	1.24	0.11	0.17	10.24
Moyenne totale Siglé	0.97 (répond à la norme)	0.12	0.03 (répond à la norme)	8.71 (répond à la norme)
Normes de 1^{re} qualité selon l'UEMOA	< 1	< 0.05	< 0.09	< 10

Analyse du Tableau 29

- Les acides gras libres sont plus élevés (0.18%) par barattage que par pressage. Les acides gras libres sont plus élevés (0.27%) pour Boulsin que pour Siglé.
- La teneur en humidité est approximativement égale par barattage que par pressage. Il y a seulement une différence de 0.1% de plus par pressage. La teneur en humidité de Boulsin est le même soit 0.12%.
- Les impuretés insolubles sont plus élevées (0.04%) par pressage que par barattage. Les impuretés insolubles sont plus élevées (0.14%) à Boulsin que Siglé.
- La valeur de peroxyde est plus élevée (2.85%) pour le pressage que pour le barattage. La valeur de peroxyde est plus élevée (1.53) à Boulsin que Siglé.

Tableau 30 : Nombre de paramètres de 1^{re} qualité par échantillon

Échantillon	Nombre de paramètre de 1^{re} qualité sur 4
01	0
02	2
03	2
04	1
05	2
Total Essai 1	7
11	2
12	3
13	2
14	3
15	3
Total Essai 2	13
06	0
07	1
08	2
09	1
10	1
Total Essai 3	5
16	1
17	3
18	3
19	3
20	2
Total Essai 4	12

Analyse du 30

Expérience 1 : Boulsin-barattage : 7 paramètres sur 20 de 1^{re} qualité

→ Expérience 2 : Siglé-barattage : 13 paramètres sur 20 de 1^{re} qualité (meilleure qualité)

Expérience 3 : Boulsin-pressage : 5 paramètres sur 20 de 1^{re} qualité

Expérience 4 : Siglé-pressage : 12 paramètres sur 20 de 1^{re} qualité

La meilleure qualité se situe au niveau des amandes de Siglé. Le procédé par barattage donne une meilleure qualité que celui par pressage. La technologie n'est peut-être pas assez bien adaptée au beurre de karité ou mal utilisée. La meilleure combinaison est donc Siglé-barattage.



Figure 28 : Photo des 20 échantillons de beurre de karité

Échantillons 1 à 5 : Boulsin-barattage, Échantillons 6 à 10 : Boulsin-pressage, Échantillons 11 à 15 : Siglé-barattage, Échantillons 16 à 20 : Siglé-pressage

Analyse de la Figure 28

La couleur du beurre par barattage est plus jaune. Celui de Siglé est plus jaune que celui de Boulzin. Le beurre obtenue par pressage est plus blanc. Souvent le beurre qui est blanc est ranci, donc oxydé. Les échantillons 6 et 16 par exemple sont complètement blanc et sont classés en 3^e qualité avec une valeur de peroxyde très élevée (respectivement 17.80 et 21.77), seulement après 2 semaines de production par pressage. Le beurre par pressage se conserve moins longtemps que celui par barattage. La texture par barattage est plus granuleuse. La texture par pressage est plus lisse et translucide, donc mieux apprécié du consommateur.

Nombre d'échantillon de 1^e qualité par paramètre selon la norme de l'UEMOA

1. Acides gras libres (%) : 11/20
2. Teneur en humidité (%) : 1/20 : norme trop sévère pour du non raffiné
3. Impuretés insolubles (%) : 10/20
4. Valeur de peroxyde (%) : 15/20

Aucun échantillon de 1^e qualité (0%), 17 échantillons sur 20 de 2^e qualité (85%) et 3 échantillons sur 20 sont de 3^e qualité (15%).

4.2 *Discussion*

Les objectifs de la recherche sont de connaître le niveau de qualité du beurre de karité biologique (BKB) de l'ASY selon les normes internationales, d'évaluer l'influence de l'origine de la matière première et du type de procédé d'extraction sur la variabilité des paramètres physico-chimiques de qualité du BKB, de connaître le rendement selon les différents essais, d'évaluer et de comprendre les combinaisons entre les paramètres physico-chimiques sur la qualité et la conservation ou la dégradation du BKB.

Cette recherche aura pour conséquence d'aider les responsables à se doter d'outil de mesure et de contrôle de la qualité et de la production. En uniformisant les techniques de travail, en respectant l'hygiène et les bonnes pratiques de fabrication on augmente les chances d'obtenir un produit stable et de meilleure qualité. Les prérequis sont des employés bien formés et responsables, des installations, des équipements et du matériel de production conformes aux normes biologiques et surtout le respect des procédures opératoires normalisées. En appliquant cette démarche et surtout en l'intégrant à la production, les productrices verront la qualité de leur beurre de karité augmenter. Il est essentiel de le faire, car la qualité moyenne de l'ASY par rapport à la norme internationale est la 2^e qualité, alors que la qualité visée est la première pour un usage cosmétique. Les meilleures résultats au niveau de la qualité, de la conservation et du rendement est le beurre provenant des amandes de Siglé et extrait par barattage. Cette analyse et classification doit se faire pour chaque lot afin de cibler à chaque année les meilleures conditions opératoires par village. La force de ce projet et la simplicité d'application du guide

des bonnes pratiques et la classification des analyses qualité selon la norme internationale. Ainsi, tous les responsables du Centre KARIBIO ont la possibilité de comprendre et d'utiliser les outils. La faiblesse est que l'analyse statistique aurait pu être plus poussée avec l'utilisation d'un logiciel statistique, mais n'aurait pas été facile d'utilisation pour les responsables qui n'ont pas le niveau de formation adéquat et surtout pas accès à ce genre de logiciel au Burkina Faso.

CHAPITRE 5

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 Récapitulation

Grâce à ce projet de maîtrise, il a été possible de caractériser la qualité du beurre de karité biologique de l'ASY au Burkina Faso. Après analyse et classification des résultats, le beurre du village de Siglé répond davantage à la 1^{re} classe qualité que celui de Boulzin, révélant ainsi que les amandes de Siglé sont de meilleure qualité. Le rendement par barattage (35.5%) est plus élevé que par pressage (32.3%). Cela s'explique par les pertes de beurre dans les sacs de la presse, car le procédé n'est pas sous vide et que cette modification est coûteuse. Les paramètres critiques par barattage sont les acides gras libres et l'humidité tandis que pour le pressage il s'agit de la valeur de peroxyde et des impuretés. Le beurre obtenu par pressage ayant une valeur de peroxyde plus élevée se dégrade plus rapidement que celui par barattage. Il faut donc produire avec des amandes provenant du même territoire biologique (même variété de karité) et favoriser le barattage pour une meilleure conservation, un rendement d'extraction plus élevé, un meilleur taux d'impuretés et une valeur de peroxyde plus basse ou le pressage pour un meilleur taux acidité et d'humidité.

Même si les résultats ne sont pas concluants à cause de l'erreur trop grande, il serait trop coûteux et prenant de faire d'autres expériences, surtout en Afrique. L'analyse graphique et l'analyse qualitative sont suffisantes pour en tirer des conclusions. Il n'y a pas d'interactions, il y a plutôt combinaison de facteurs: Les facteurs les plus influents sont :

- Le facteur A pour taux d'acides gras libres et les impuretés insolubles ;
- Aucun facteur pour la teneur en humidité ;
- Le facteur B pour la valeur de peroxyde et le rendement.

Les meilleures combinaisons selon les résultats recherchés sont pour :

- Acides gras libres : Siglé Pressage ;
- Teneur en humidité : Boulsin-Barattage ;
- Impuretés insolubles, valeur de peroxyde et rendement : Siglé-Barattage

5.2 Conclusion

L'originalité du projet se trouve au niveau du développement du Guide des bonnes pratiques, une première pour le traitement des noix et l'extraction du BKB qui est adapté au contexte de production du Burkina Faso tout en respectant les exigences de Ecocert. De plus, les recommandations sont ciblées selon les opérations et paramètres critiques et les besoins urgents des collectrices et productrices de karité, facilitant ainsi l'application des propositions. La valeur du mémoire est de sensibiliser et d'améliorer les conditions de travail de la femme en Afrique.

Afin d'améliorer la qualité des amandes, il est proposé aux collectrices d'alléger leurs tâches au niveau de l'agriculture pour leur donner plus de temps à consacrer au traitement adéquat des noix de karité. Cette activité étant individuelle, on tente de la rendre collective à travers les cases à karité par famille pour faciliter le travail et améliorer la qualité des amandes. Pour l'entreposage prolongé au Centre KARIBIO, il est conseillé de construire et d'aménager un entrepôt de stockage des amandes de karité. De plus, il faut changer les sacs de stockage en plastique rigide par des emballages adéquats qui n'augmentent pas le taux d'humidité des amandes. Un déshumidificateur est requis en saison des pluies pour enlever l'humidité de l'air ambiant et préserver la qualité des amandes. Des zones de stockage aérée et identifiée par village sont aussi essentiel pour la conservation et le repérage des amandes.

Afin de permettre aux productrices du Burkina Faso de mieux contrôler leur environnement de travail et ainsi d'obtenir des produits conformes aux normes de qualité, un guide des bonnes pratiques de fabrication incluant des procédures opératoires normalisées a été élaboré pour le traitement des amandes et l'extraction du beurre de karité biologique. La qualité du beurre de karité non raffiné est grandement influencée par la provenance et le type de procédé d'extraction. La définition des critères de qualité passe par les paramètres physico-chimiques et organoleptiques. La mise en fonction d'un laboratoire qualité pour le contrôle interne des lots est aussi une des solutions proposées à l'ASY pour mesurer, contrôler et classifier le beurre par grade qualité. Toutes ces recommandations ont

pour but d'améliorer la production de beurre de karité de qualité tout en développant les connaissances dans ce domaine pour aider les recherches à venir.

En espérant que les conclusions et les recommandations de cette recherche permettront d'améliorer de façon significative la qualité du beurre de karité biologique pour que les femmes obtiennent une crédibilité sur les marchés internationaux et des revenus dignes de leurs efforts. Bonne continuité à l'Association Songtaab-Yalgré et que le karité biologique, cet Or Vert continue d'être une richesse naturelle qui aide les femmes dans leur savoir-faire et leur savoir-être!

5.3 Recommandations

Voici les recommandations pour améliorer la qualité du beurre de karité biologique, le procédé de production et la logistique des opérations :

1. Mise en place d'un laboratoire d'analyse qualité pour le contrôle interne des lots de production au niveau des quatre paramètres physico-chimiques exigés selon la norme internationale en vigueur au Burkina Faso. Classification de la qualité du beurre selon les 3 catégories de qualité (1^{re}, 2^e et 3^e classe qualité) et fixation des prix du beurre en fonction de cette qualité. Ajout d'un système de récompense pour inciter les collectrices et les productrices de karité à s'améliorer au niveau de la qualité des amandes et du beurre de karité.
2. Construction et aménagement d'un entrepôt conforme au stockage des amandes (réception) et du beurre de karité (expédition). D'après la « matrice de à » du tableau 2 et de l'aménagement actuel du Centre KARIBIO de la figure 10, il est proposé à la Figure 29 ce réaménagement des lieux afin d'optimiser les déplacements et d'éviter la contamination du beurre avec l'environnement extérieur. Il est donc avantageux de ce point de vue de déménager l'unité de filtration et de conditionnement dans la zone de production et d'agrandir cette zone pour les aires d'entreposage des matières premières et des produits finis.
3. Réaliser le projet d'allègement des tâches des collectrices en saison des pluies, par l'achat d'équipement agricoles et de traitement des noix. Ainsi les collectrices pourront effectuer plus rapidement les activités aux champs et accorder plus de temps au traitement des noix pour éviter une détérioration

prématurée. Cette activité étant individuelle, on tente d'implanter dans les villages des cases à karité (site de traitement par famille polygame) pour rendre cette étape collective (5 collectrices en moyenne par case).

4. Implanter à travers un plan d'action, le guide des bonnes pratiques et des procédures opératoires normalisées pour assurer le contrôle à chaque étape du procédé. Voici le plan d'action pour la mise en place du Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique qui est présenté en Annexe 4 de ce rapport :

- Description de tâche par secteur d'activités (Octobre 2006);
- Déterminer un responsable compétent par secteur et bien définir son rôle et ses responsabilités (Octobre 2006);
- Formation sur l'utilisation des différentes procédures opératoires normalisées (Novembre 2006);
- Mise en place du système de registres (Novembre 2006);
- Compilation informatique des données de production, d'inventaire et d'analyse qualité (Novembre et Décembre 2006);
- Formation d'un comité de contrôle des opérations et de la qualité pour la résolution des problèmes du Centre KARIBIO (Novembre 2006);
- Déterminer un chef de production interne qualifié pour bien coordonner l'implantation et le suivi des bonnes pratiques de fabrication (Novembre 2006);
- Formation en communication organisationnelle pour assurer le suivi entre chaque département (Décembre 2006).

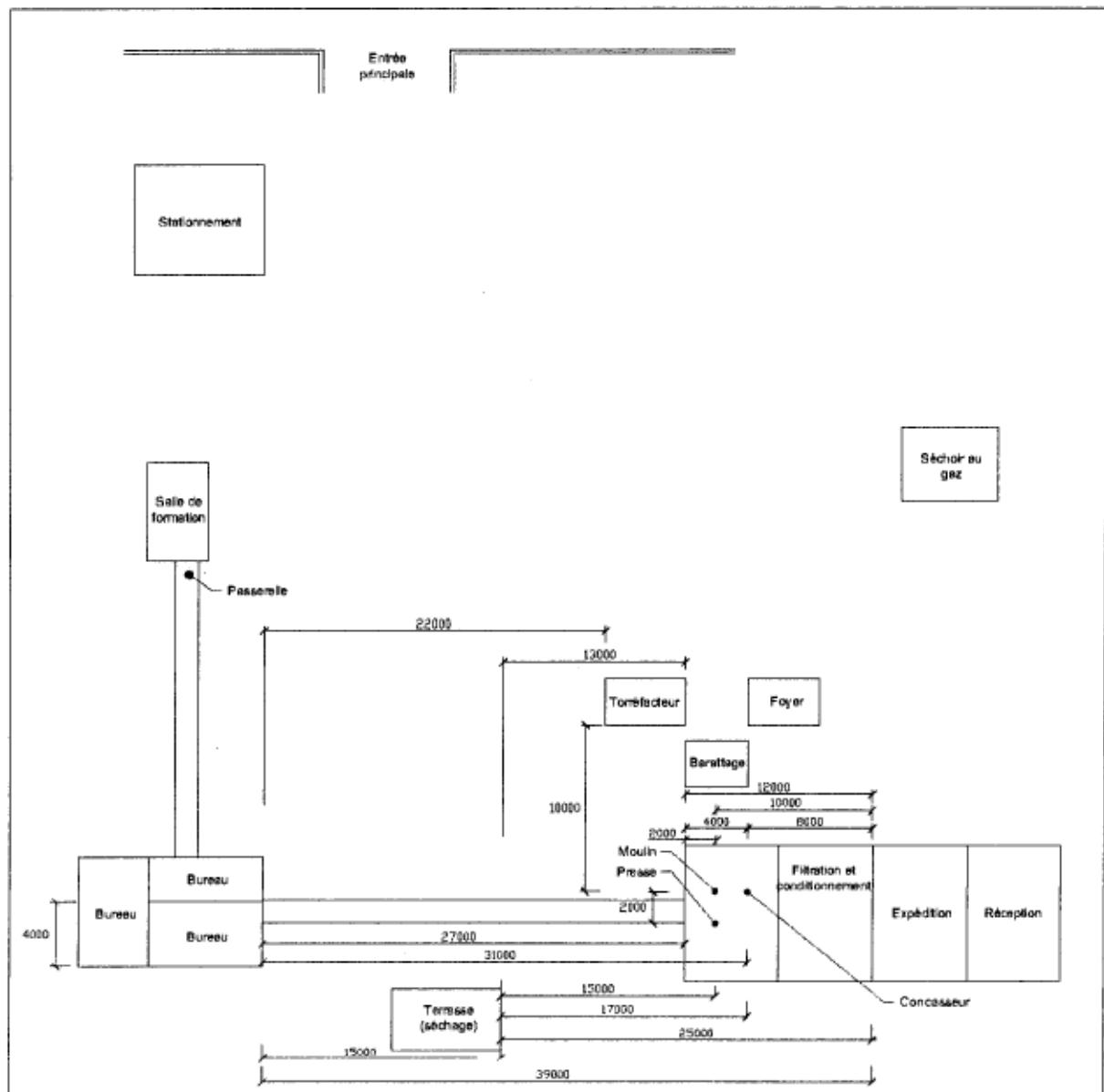


Figure 29 : Aménagement proposé du Centre KARIBIO

RÉFÉRENCES

1. BAILLARGEON Gérald, Probabilités et statistique, Les Éditions SMG, Trois-Rivières, 2002.
2. CISSÉ Zénabou, Chimie des amandes et du beurre de karité, Burkina Faso, 1992.
3. Institut de l'environnement et de recherches agricoles (bilan de 10 années de recherche: 1988-1998), Programme oléo-protagineux, CNRST, 1998.
4. KAPSEU César, Étude des processus de transformation et de conservation des amandes de karité et de palmiste selon les méthodes traditionnelles et impact des procédés modernes sur ces denrées, ENSAI (Ecole nationale supérieure des sciences agro-industrielles), Département de génie des procédés, Cameroun, 2006.
5. KAPSEU César, WOMENI Hilaire Macaire, NDJOUENKEU Robert, TCHOUANGUEP MBIAPO Félicité et PARMENTIER Michel, Influence des méthodes de traitements des amandes sur la qualité du beurre de karité : traitements des amandes de karité, Ce document est extrait du site PBA : Procédés Biologiques et Alimentaires : <http://spip.cm.refer.org/pba1/article52.html>, © 2005 PBA : Procédés Biologiques et Alimentaires , 30 mai 2005.
6. LOVETT Peter, MILLER Emily, MENSAH Philip, ADAMS Vanessa et KANNENBERG Catherine, Guide à l'exportation du beurre de karité, USAID et WATH, septembre 2005.
7. MARANZ, Steve, Base de données VITELLARIA, CFC-PROKARITÉ, 2004.
8. Notes techniques, Rencontre de partenariat interentreprise EU – UEMOA pour la promotion du secteur des oléagineux, Résumé de la filière des oléagineux du Mali, Niger et Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso, janvier 2006.
9. Notes techniques, Atelier sur la transformation et le commerce du karité, CSE (Centre de suivi écologique), Dakar, Sénégal, mars 2002.
10. Notes techniques, Atelier de consultation régionale pour l'établissement et l'harmonisation des normes régionales de l'Afrique pour l'amande et le beurre de karité, UEMOA et ICRAF et Prokarité, Accra, Ghana, juin 2006.
11. MUNGO Park, Travels in the interior districts of Africa, 1771-1806.
12. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Données statistiques sur le karité, Secrétariat de la CNUCED, 2003.
13. OUÉDRAOGO Souleymane, Analyse des contraintes à l'amélioration de la qualité des noix de karité, PAF-CECI-PFK-ACDI, Burkina Faso, octobre 1997.

14. SADO Gilles et Marie-Christine, Les plans d'expériences – De l'expérimentation à l'assurance qualité, 2^e édition, Afnor, Paris, 2006.
15. Société Fintrac Inc., Market and technical survey : shea nuts, mai 1999.
16. TOE Ella Innocente, Analyse des paramètres physico-chimiques du beurre de karité : comparaison des procédés d'extraction traditionnels et de laboratoire, Burkina Faso, juillet 2004.
17. TRAORE Alfred S., ISP / Université de Ouagadougou, BARRO Adama, Citec-Huilerie Bobo-Dioulasso, Évolution des paramètres physico-chimiques du beurre de karité en fonction des traitements et du stockage, Burkina Faso, 1991.
18. ZAYA Pierre, Les moyens d'améliorer le traitement et le nettoyage du karité, Centre de Recherches pour le Développement International, Ottawa, 1999.

NOTE DE L'AUTEURE

Pour l'appui financier de ces travaux, je souligne l'implication particulière de l'École d'ingénierie et la Direction de la Coopération Internationale par l'entremise de M. Jacques Brisoux et Mme Rachelle Touchette de l'UQTR, avec le programme de bourse de formation pratique de l'AUF (Agence Universitaire de la Francophonie) et du MEQ (Ministère de l'Éducation du Québec). De plus, grâce au programme de coopération volontaire Uniterra-CECI (Centre canadien d'Étude et de Coopération International) de Montréal et de Ouagadougou, j'ai pu prolonger mon expérience terrain au Burkina Faso et mettre en application certaines recommandations de mon projet.

ANNEXE 1 : INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LE KARITÉ BIOLOGIQUE

Les propriétés du beurre de karité biologique

Insaponifiables

De nombreuses huiles végétales entrent dans la composition de préparations pharmacologiques, diététiques et surtout cosmétologiques. Leur sélection s'effectue en fonction de la qualité de leur fraction insaponifiable ou de l'importance de leur teneur en acides gras essentiels (AGE). Le karité est celle qui contient une des plus forte teneur en insaponifiable (5 a 15 %). Le soja et l'avocat contiennent également une fraction importante insaponifiable. La teneur exceptionnelle du karité en insaponifiables, à l'action émolliente et anti-inflammatoire, favorise la pénétration des principes actifs: les graisses insaturées, le latex, et les vitamines présentes à l'état naturel.

Vitamines

Vitamine A2

Anti-infectieuse, du fait de son action protectrice sur les tissus défensifs qui revêtent toutes les surfaces du corps, stimule la formation de nouvelles cellules, élimine les peaux mortes, augmente le nombre des récepteurs pour l'hormone de croissance

de l'épiderme, accélère le processus de cicatrisation. Elle contribue à assurer une peau élastique et lisse, améliore son apparence, protège contre le dessèchement, s'oppose à l'apparition des rides et favorise sa régénération.

Vitamine D

La vitamine D facilite l'absorption du calcium et contribue à maintenir une minéralisation osseuse normale. En vieillissant, certaines personnes peuvent avoir des difficultés à consommer ces nutriments en quantités suffisantes. Leur capacité d'absorption des nutriments diminue et la synthèse de vitamine D au niveau de la peau, principale source corporelle de cette vitamine, devient moins efficace.

Vitamine E

Synthétisée dans la peau sous l'effet de la lumière solaire, la vitamine E augmente l'absorption du calcium, favorise sa rétention et son utilisation par l'organisme et ainsi exerce une action calmante. La vitamine E est un antioxydant naturel. L'oxydation du corps est perçue comme un processus de vieillissement ; elle peut toutefois entraîner l'apparition de maladies dégénératives. L'oxydation dans le corps est habituellement produite par les radicaux libres naturels.

Vitamine F

La vitamine F ou « acides gras essentiels », dont l'acide linoléique, hydrate les couches superficielles de la peau en empêchant l'eau de ses cellules de s'évaporer et reconstitue la membrane cellulaire agressée par les radicaux libres. Les huiles et graisses végétales sont principalement constituées d'acides gras, longtemps désignés sous le nom de vitamine F.

Les acides gras insaturés, qui assurent l'état liquide du corps gras à température ambiante, ont des fonctions de défense, de préservation et de réparation, vitales pour l'organisme. De plus, une membrane cellulaire riche en acides gras insaturés possède des propriétés de fluidité primordiales pour la tenue de la peau.

Latex

Cette substance redonne élasticité et souplesse à la peau.

Formation théorique sur la production de beurre de karité biologique

Les 12 exigences minimales de contrôle et les mesures de précaution prévues dans le cadre du règlement de contrôle

1. Garantir la traçabilité des produits (amandes et beurre de karité) tout au long de la chaîne de production

2. Le contrôle initial :

Avoir la description complète des territoires biologiques (carte) et de l'unité de production (plan de KARIBIO). Établir des mesures concrètes pour le respect du règlement de l'agriculture biologique avec signature d'un contrat d'engagement auprès d'ECOCERT.

3. Les visites de contrôle :

Contrôle interne qui est fait par l'A.S.Y. (3 fois par année) et un contrôle externe ECOCERT (une fois par année). Contrôle physique complet par une visite annoncée ou imprévue. Contrôle par sondage auprès des collectrices pour vérifier si la démarche biologique est bien appliquée et que les fiches remplies correspondent à la réalité terrain.

4. Analyses :

ECOCERT peut prélever des échantillons d'amandes ou de beurre de karité bio pour faire des analyses et vérifié si le produit n'a pas de traces de produits chimiques ou autres produits non autorisés.

5. Documents comptables :

Les documents comptables doivent apparaître avec un équilibre entre les entrées et les sorties pour une gestion transparente et juste des ressources biologiques.

6. Emballage et stockage des produits :

Les collectrices, responsables et productrices doivent assurer le transport des produits dans de bonnes conditions d'hygiène avec des emballages appropriés, sécuritaires, propres et bien fermés. Ne pas utiliser les sacs des amandes bio pour stocker d'autres produits, c'est interdits et augmente les risques de contamination. Les zones de stockage des produits doivent être gérées pour assurer l'identification des lots (traçabilité) et éviter tout mélange ou toute contamination par des produits interdits.

7. Mesures de précautions :

Pour les produits suspectés non-conformes, il y aura un retrait des collectrices ou des sacs qui sont suspects face au bio.

8. Accès aux installations :

Permettre aux responsables de l'A.S.Y. et d'ECOCERT d'accéder à toutes les zones de contrôle lors de l'inspection. Il est donc essentiel d'avoir la collaboration des collectrices pour effectuer ce travail plus facilement. Pas de secret : il faut la transparence et l'honnêteté. Limiter l'accès des installations aux responsables bio et aux collectrices uniquement (pas enfants et étrangers car risque de contamination).

9. Échanges d'informations :

Favoriser les échanges d'informations entre les collectrices, les productrices, les responsables du bio de l'A.S.Y. et ECOCERT pour faciliter la gestion du bio.

10. Les dispositions particulières :

Identification et séparation des espaces de travail (aire de séchage, production et stockage) et dédier les installations et les équipements uniquement pour le karité biologique.

11. La production croisée :

Il est interdit de mélanger le karité bio au karité conventionnel et de faire toutes autres activités avec le matériels bio afin d'éviter la contamination.

12. Les différents documents de gestion de la gestion biologique :

Toutes les opérations de collecte et de production doivent être documentées et archivées.

- La description complète de l'unité de production
- Le rapport de contrôle interne
- La fiche parcelle avec la liste des collectrices, historique des parcelles, positionnement GPS des zones de collecte des noix de karité bio
- La fiche de collecte et de traitement des noix de karité bio
- La fiche de stockage des noix et des amandes de karité bio
- Les bordereaux d'enlèvement et d'expédition
- Les reçus de vente
- Bordereaux de livraison et de réception

Informations complémentaires :

Nouvelles exigences pour le bio : sac neuf pour entreposage à KARIBIO

Nouveauté BIO : NOP amande et le beurre

Certification ECOCERT Sésame et le fruit de karité

Suivi rapport inspection ECOCERT : points faibles : problème code productrice et absence d'un règlement interne formalisé définissant les règles de production et de contrôle et d'inspection du beurre de karité biologique. Celui-ci serait verbal.

Contrôle interne et inspection ECOCERT

Mise à jour d'un règlement interne formalisé définissant les règles de production et de contrôle et d'inspection du beurre de karité biologique. Les informations sont détaillées à travers :

- Les étapes détaillée de production;
- Les conditions de réalisation ;
- Les éléments problématiques où à surveiller ;
- Les solutions proposées et les responsables associés pour la mise en œuvre.

ANNEXE 2 : PROCÉDURE POUR LE TRAITEMENT DE L'ODEUR DU BEURRE DE KARITÉ

Procédure pour le traitement de l'odeur du beurre de karité

Lavage du beurre de karité qui a une mauvaise odeur

1. Peser 20 kg de beurre fondu et mettre dans un chaudron pour chauffer
2. Peser 10 kg d'eau et l'ajouter au beurre de karité fondu
3. Ne pas remuer et laisser bouillir le beurre pendant une heure. On observe une mousse blanche qui va diminuer au cours de la cuisson.
4. Enlever les résidus qui flottent.
5. Laisser refroidir 15 minutes et enlever le beurre qui est au dessus et laisser l'eau au fond.
6. Reprendre la même procédure 2 autres fois. Il faut donc réajouter 10 kg d'eau au beurre recueilli et refaire bouillir une heure.
7. Lors du troisième lavage le beurre sera prêt quand il bouillera en faisant des éclaboussures. Attention au déversement de beurre. Prévoir une casserole assez grande que l'on rempli jusqu'à la moitié seulement.
8. Filtrer et conditionner le beurre.

Commentaires et suggestions :

On devrait remarquer une bonne diminution de l'odeur du beurre. L'ajout d'huiles essentielles biologiques pour parfumer le beurre peut-être une autre solution envisageable pour camoufler la mauvaise odeur. Ainsi on peut satisfaire les clients qui n'aiment pas l'odeur caractéristique de noix du karité. On obtient ainsi un baume de karité parfumé selon la fragrance désiré et on règle aussi le problème de texture granuleuse du beurre, car l'huile essentielle mélangée au beurre le rend lisse et crémeux, donc plus facile à appliquer sur la peau. Pour rester dans le domaine biologique, on peut acheter des huiles essentielles certifiées biologiques et ainsi obtenir des baumes de karité biologique en respectant les normes au niveau de la production.

Tableau 1 : Résultats analyse qualité (traitement de l'odeur)

Résultats IRSAT/CNRST	Acides gras libres (%)	Valeur de peroxyde (meq/kg)	Impuretés insolubles (%)	Teneur en humidité (%)
Beurre non traité	5.640	8.581	0.099	0.040
Beurre traité	3.311	5.342	0.081	0.016
Normes UEMOA 1 ^{re} qualité	<1	<10	<0,09	<0,05

Analyse des résultats :

On remarque que les propriétés du beurre traité se sont tous améliorés. Le taux d'acides gras libres a diminué de 2.3 %, la valeur de peroxyde a diminué de

3.2 meq/kg, les impuretés insolubles ont descendu de 0.018 % et la teneur en humidité a baissé de 0.024 %. L'odeur est devenue moins forte, la texture plus lisse et la couleur plus pâle (jaune clair). On peut donc conclure que cette procédure améliore grandement la qualité du beurre au niveau de ses propriétés physico-chimiques. Il serait donc recommandé d'insérer directement cette procédure dans les étapes de production du beurre de karité et ainsi éviter de refaire cette étape après la transformation complète. Il faut créer de la valeur ajoutée et non le contraire. Il serait donc pertinent de refaire une formation sur ce traitement chez l'ensemble des productrices pour assurer une uniformité dans la façon d'extraire le beurre de karité.

ANNEXE 3 : TEST DE SÉCHAGE DES AMANDES DE KARITÉ BIOLOGIQUES

Test de séchage des amandes de karité biologiques

Date : 03/08/2005

Lieu : KARIOBIO

Durée du test : 3 heures - début : 12h45 - fin : 15h45

Équipement à l'étude : Séchoir à karité

Origine des amandes : Région de Siglé au village de Boucou, code ECOCERT :
SSB N°57

Équipe de travail :

1. Clarisse Nonguierma
2. Chantal Bernatchez
3. Awa Sawadogo
4. Awa Ouedraogo
5. Sophie Ouedraogo
6. Agnéra Tougré
7. Laurentine Ouedraogo
8. Agnès Kaboré
9. Zénabou Kiemtoré
10. Clarisse Ouedraogo

11. Honorine Ilboudo
12. Élizabeth Nacorma
13. Zanata Kiemtoré
14. Marthe Ilboudo
15. Solange Kaboré
16. Émilienne Kafando

Description et fonctionnement du séchoir :

Système de séchage des amandes de karité chauffé au gaz. Il y a deux zones de séchage (côté droit, côté gauche). Chaque zone de séchage comprend son système de chauffage au gaz et compte 10 clés à deux carreaux pour un total de 20 clés pour le séchoir. Une clé correspond à un plateau de séchage (cadre en bois avec support tressé et carrelé à la ficelle). On met un filtre en plastique propre sur chaque clé pour déposer ensuite les amandes. La capacité totale de séchage est de 60 plats yorba soit 150 kg d'amandes de karité. Il y a deux contrôles de température par zone de séchage soit en haut et en bas, pour un total de quatre thermomètres dans le séchoir. La température maximale que peuvent atteindre les thermomètres est de 120°C. On retrouve en haut du séchoir une sortie d'air sous forme de cheminée pour évacuer l'humidité.

Description du test :

On met 1.5 plat yorba par carreau donc 3 plats yorba par clé. Un plat yorba d'amande de karité pèse 2.5 kg. On a mis 6 clés pleines à gauche avec alternance de planches et 6 clés pleines à droite sans planche. On a mis 1 plat yorba

d'amande de karité de chaque côté du séchoir en haut complètement pour voir si la chaleur atteint les amandes.

Voici le tableau de l'évolution de la température dans le séchoir en fonction du temps de séchage :

Tableau 1 : Évolution de la température de séchage en fonction du temps

Zone de séchage Temps	0 min	5 min	30 min	75 min	150 min	180 min
Gauche en bas	30°C	50°C	85°C	105°C	95°C	100°C
Différence de température	0°C	25°C	10°C	5°C	5°C	0°C
Droite en bas	30°C	75°C	95°C	100°C	100°C	100°C
Gauche en haut	30°C	30°C	45°C	50°C	65°C	70°C
Différence de température	0°C	0°C	5°C	5°C	10°C	10°C
Droite en haut	30°C	30°C	50°C	55°C	75°C	80°C

Analyse du séchage au gaz :

Il est à noter, que le système de chauffage a été utilisé à sa puissance maximale tout au long du processus de séchage. Après 75 minutes de séchage on a fait la rotation des clés. Celles d'en haut en bas et on les a aussi pivotées pour mettre le carreau avant vers l'arrière, car les amandes étaient toujours humides. Cette technique accélère le séchage et permet aussi de l'équilibrer. Le côté gauche était disposé en escalier avec une alternance de planches aux trois clés. Cette

façon de disposer les clés permet à l'air de circuler en serpentin à travers tout le séchoir. Pour le côté droit, la disposition était aussi en escalier, mais sans planche.

On peut remarquer dans le tableau 1 que la température est plus élevée de 5 à 10°C en haut et en bas pour le côté droit. Ce qui permet de dire que les planches coupent la chaleur au lieu de la distribuer uniformément de l'avant vers l'arrière et de haut en bas. Le séchoir est donc plus efficace en disposition escalier sans planche avec la rotation des clés à la moitié du séchage d'une durée totale de 3 heures pour 40 plats yorba. Peut-être aussi que le brûleur du côté droit à capacité maximale est plus fort que le côté gauche car les températures sont plus élevées dans cette zone de séchage. Cette observation est importante car elle peut avoir une grande influence sur les résultats.

Avantages et inconvénients :

Voici les avantages et les inconvénients de l'utilisation du séchoir au gaz par rapport au séchage solaire sur terrasse :

Tableau 2 : Avantages et inconvénients selon le mode de séchage des amandes de karité

Désignation	Séchage au gaz	Séchage solaire (sur terrasse)
Avantages	<ol style="list-style-type: none"> 1. Séchage en milieu fermé et à l'abri de la poussière 2. Permet la circulation d'air 	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'énergie est gratuite (soleil et vent) 2. Grande capacité de séchage soit 1000 kg d'amande de karité ou 10 sacs.
Inconvénients	<ol style="list-style-type: none"> 1. Durée de séchage : trop long (3 heures donc aussi long que sur la terrasse) 2. Coûte cher en consommation d'énergie (gaz) 3. Faible capacité de séchage soit 60 plats yorba = 150 kg d'amandes de karité maximum ou 1.5 sac. 4. La distribution de la chaleur n'est pas uniforme et constante 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pas de circulation d'air et l'humidité reste sur la terrasse 2. Il faut brasser les amandes pour les faire sécher des deux côtés 3. Accumulation de poussière 4. Séchage dépend des conditions climatiques

Observations et recommandations

Observations :

- La chaleur est plus élevée sans les planches partout dans la zone de séchage.
- La distribution de la chaleur n'est pas uniforme et constante dans le séchoir.

- L'humidité reste en haut et au fond du séchoir.
- La période de séchage est aussi longue (3 hres) que le séchage solaire sur la terrasse et la capacité de stockage maximale n'est que de 150 kg d'amandes de karité (même pas deux sacs) comparativement à 1000 kg sur la terrasse correspondant à 10 sacs d'amande de karité.
- La préparation du séchoir et la rotation des clés sont des opérations longues à effectuer.
- Il n'y a pas de schéma de disposition des clés de disponible pour utiliser le séchoir de manière optimal.
- Les concepteurs du séchoir n'ont pas donné aux femmes une formation sur l'utilisation optimale du séchoir, le mode d'entretien et les règles de sécurité pour l'utilisation du gaz.

Recommandations :

- Faire la rotation des clés après 1.5 heures de séchage (mettre les clés d'en haut en bas et tourner les clés de l'avant vers l'arrière), car les amandes au fond et en haut du séchoir reste humides. Cette procédure permet d'accélérer et d'uniformiser le séchage.
- Avoir un schéma de disposition en escalier avec alternance de planches au trois clés pour un séchage optimal en fonction de l'identification des clés (numéroter de 1 à 20 et identifier avant et arrière sur le cadre de chaque clé). Ainsi on évite les erreurs de disposition et le travail est plus simple et rapide

pour les femmes. Mettre aussi dans le séchoir des points de repère ou des butés guides pour l'insertion des clés dans le séchoir.

Conclusion :

Pour des raisons d'économie d'énergie et de temps il est proposé de faire sécher les amandes de karité au soleil et au vent sur des grandes clés suspendues pour permettre la circulation d'air et éliminer rapidement l'humidité. Ainsi on peut faire sécher une plus grande quantité d'amande à la fois et ce gratuitement. Pour éviter le contact avec la poussière on peut construire un abri autour des clés suspendues. Il est à noter que le séchoir au gaz fera augmenter le prix de revient du beurre de karité biologique par sa consommation en gaz et en temps de séchage. Alors que l'objectif est d'alléger le travail des femmes et de diminuer les coûts de production pour vendre le beurre à un prix abordable et équitable. Il faut assurer la qualité du produit, mais avec des coûts raisonnables de production pour rendre le beurre de karité accessible à différents marchés. Le séchoir au gaz s'avère utile en saison des pluies lors de l'hivernage de juin à septembre, car les conditions climatiques ne favorisent pas le séchage solaire. Donc, il est bien pour les femmes d'avoir cette équipement comme alternative pour le séchage lors de la saison pluvieuse. Il serait important d'évaluer si le type de séchage (solaire ou au gaz) a une influence sur la qualité du beurre.

**ANNEXE 4 : GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE
TRAITEMENT DES NOIX ET DE L'EXTRACTION DU BEURRE
DE KARITÉ BIOLOGIQUE**

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

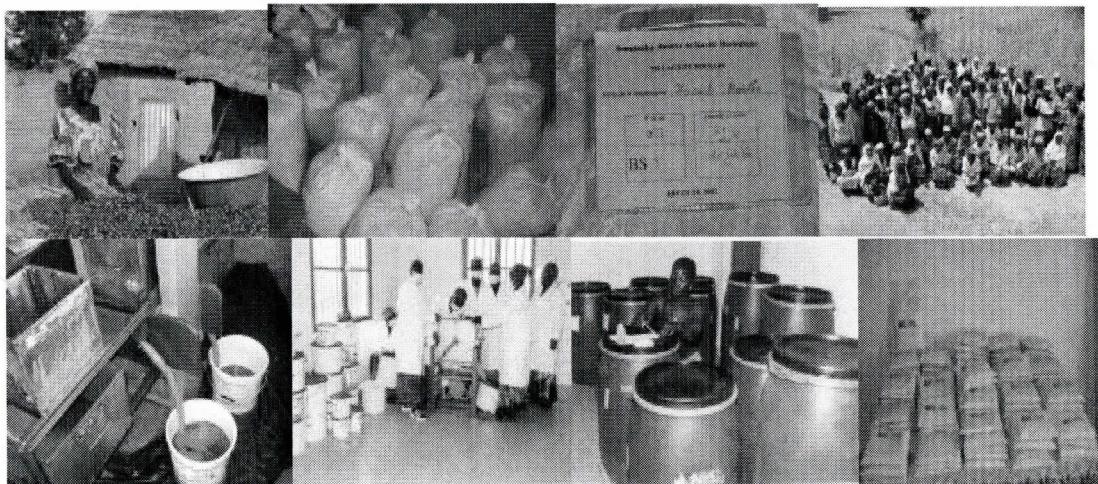
E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

GUIDE DES BONNES PRATIQUES

DE TRAITEMENT DES NOIX ET DE

L'EXTRACTION DU BEURRE DE KARITÉ BIOLOGIQUE



SEPTEMBRE 2006

Ce guide a été conçu par Chantal Bernatchez, coopérante volontaire UNITERRA-CECI et étudiante à la maîtrise en génie industriel concentration productique de l'Université du Québec à Trois-Rivières

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	134
1. Le Karité dans la filière biologique	136
1.1 Certification biologique et traçabilité.....	138
2. Les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF)	141
2.1 Les données scientifiques.....	143
2.2 Le contrôle des locaux	143
2.3 Le contrôle du matériel.....	144
2.4 Le contrôle du personnel.....	144
2.5 Le contrôle des matières premières	144
2.6 Le contrôle de la production	145
2.7 Le contrôle des produits entreposés et des ventes	145
2.8 Les informations techniques	146
2.9 Le document de fabrication par lot.....	146
2.10 Le laboratoire de contrôle qualité	147
3. Procédures opératoires normalisées (PON).....	147
Bibliographie.....	149
Annexe 1 – Registres des Procédures Opératoires Normalisées.....	150

INTRODUCTION

Ce guide des bonnes pratiques a été conçu à l'intention des collectrices, des productrices et des responsables du projet de karité biologique : KARIBIO au Burkina Faso. Il a pour but de les aider à améliorer la qualité des amandes et du beurre de karité par des techniques adéquates de travail et des contrôles rigoureux tout au long de la chaîne de production. Ce guide présente donc en première partie le contexte de la filière karité biologique, les exigences de la certification biologique et la technique de traçabilité de l'arbre au client. La deuxième section énonce les lignes directrices des bonnes pratiques de fabrication (BPF). On y explique les différents contrôles à effectuer pour assurer l'atteinte de l'objectif de la qualité au niveau des locaux, du matériel, du personnel, des matières premières, de la production, des produits entreposés ou vendus, de la qualité et des emballages. La troisième section concerne l'élaboration et l'utilisation de procédures opératoires normalisées pour le traitement des noix de karité biologique et l'extraction du beurre de karité biologique.

Les responsables du Centre KARIBIO de Ouagadougou au Burkina Faso doivent veiller à ce que la fabrication, l'emballage, l'étiquetage, la distribution, les analyses de la qualité et les ventes en gros du beurre de karité biologique répondent aux exigences des clients et des certificateurs afin que la mise en marché n'entraîne aucun risque pour le consommateur. L'atteinte de l'objectif «*Uniformiser et contrôler la qualité du beurre de karité*» exige la participation et l'engagement de tout le personnel du Centre KARIBIO en passant par la direction, les responsables, les collectrices et les productrices. Pour atteindre un tel objectif, un système

d'assurance qualité complet, faisant appel à de bonnes pratiques de fabrication et, par conséquent, au contrôle de la qualité, doit être conçu et mis en oeuvre. Ce système doit être bien documenté à tous les niveaux pour en contrôler l'efficacité. Cette démarche doit être mise en œuvre par du personnel qualifié, du matériel adéquat, des installations et des locaux conformes. Il est à noter que les directives du présent guide sont harmonisées avec les normes internationales régissant les BPF. Elles font références aux exigences réglementaires de Santé Canada, de ECOCERT International, de l'UEMOA et du projet PROKARITÉ pour les produits suivants : amandes et beurre de karité biologique non raffiné.

1. Le Karité dans la filière biologique

Dans le cadre de l'amélioration de la qualité du beurre de karité et du respect de l'environnement, le projet KARIBIO permet aux collectrices et aux productrices de karité d'obtenir une meilleure rémunération pour leur travail. C'est à cause de cette valeur ajoutée qu'engendre le procédé de production biologique que l'Association Songtaab-Yalgré (ASY) de Ouagadougou au Burkina Faso a décidé de donner une nouvelle orientation à l'activité principale de ses membres; à savoir produire du beurre de karité biologique. L'expérience et le savoir-faire accumulés de ses productrices permet à l'ASY d'envisager cette innovation avec optimisme.

Les territoires biologiques ont été identifiés par un système de codification de l'arbre jusqu'au client pour garantir la traçabilité tout au long de la chaîne de production. Des formations de sensibilisation sur la non-utilisation de pesticides ou d'engrais chimiques ont été mises de l'avant auprès des populations rurales. Des alternatives sont proposées aux villageois pour l'entretien des zones biologiques par la confection d'engrais vert à partir des déchets ménagers et du fumier, la formation de diguette pour contrôler l'écoulement des eaux, la rotation des cultures pour l'enrichissement des sols et l'utilisation de matériel de production conforme. Depuis 2002, l'ASY est certifiée biologique pour ses amandes et son beurre de karité par ECOCERT international, l'une des premières accréditations obtenue dans ce domaine. Depuis 2005, l'ASY est certifiée bio NOP-USDA pour le marché biologique aux États-Unis.

Le projet KARIBIO est donc une façon pour les femmes d'obtenir une crédibilité sur les marchés par le respect des exigences qualité des clients. Depuis que ce projet existe, les productrices ont maintenant presque toutes des vélos et les responsables ont des motocyclettes améliorant ainsi leurs conditions de vie et de travail. Leur salaire a triplé par rapport à la moyenne du pays leur permettant ainsi de subvenir aux besoins de la famille pour se soigner, s'instruire et se vêtir. Le projet KARIBIO visant la lutte contre la pauvreté des femmes à la base, surtout en zone rurale, continue aujourd'hui de contribuer à leur émancipation par la responsabilisation et l'amélioration de leur savoir être et de leur savoir faire.

Pour obtenir du beurre de karité biologique, il faut tout d'abord faire la cueillette des amandes. Les zones de collecte où pousse à l'état sauvage l'arbre à karité ne doivent pas être contaminées par des produits chimiques utilisés sur des cultures adjacentes. De plus, afin d'assurer une complète traçabilité, une comptabilité exacte est tenue qui associe un sac d'amandes avec une collectrice et une parcelle de terrain qui aura été auparavant délimitée par GPS et certifiée par un organisme de contrôle. À la fin de la saison des pluies, vers octobre-novembre, les amandes sont achetées par l'ASY aux collectrices membres à un juste prix dans les territoires biologiques. Elles sont ensuite transportées au Centre KARIBIO pour être stockées et traitées. Le processus de production biologique comprend :

Des zones de collecte répondant aux normes bio

En effet aucun fertilisant ou pesticide chimique n'est utilisé sur les territoires de collecte et de traitement des noix bio concernant 6 villages dans le projet KARIBIO.

Une formation et une responsabilisation

Tous les acteurs de la chaîne de production sont formés aux techniques de production biologique et à chaque étape un responsable répond de la qualité du produit.

Un étiquetage rigoureux

À chaque étape de la production : collecte et traitement des noix, transformation des amandes en beurre, filtrage et conditionnement du beurre bio, une identification rigoureuse est faite sur chaque emballage. Ce qui évite les risques de contaminations ou permet d'en déterminer l'origine par le respect de la traçabilité de l'arbre jusqu'au client.

1.1 Certification biologique et traçabilité

Le mode de production et d'étiquetage du beurre de karité biologique fait appel au Règlement CEE N°2092/91 sur la production végétale et l'inspection. Les exigences minimales requises par ECOCERT International doivent être respectées à travers

un engagement de tous les acteurs de la filière karité biologique (collectrice, productrice, transformatrice et importateur). Voici les principales règles à suivre pour le beurre de karité biologique selon ECOCERT :

1. Interdiction d'utiliser des organismes génétiquement modifiés (OGM) et leurs dérivés à tous les niveaux de la production;
2. Respect de la période de conversion vers l'agriculture biologique (3 ans);
3. Maintien de la fertilisation des sols par des engrains verts et du fumier dans le cadre d'un système de rotation approprié des cultures;
4. Protection de l'arbre à karité par une lutte contre les parasites, les maladies et les mauvaises herbes en utilisant les produits autorisés;
5. Respect des exigences de contrôle de la production et description détaillée de l'unité de production;
6. Respect de la traçabilité par une comptabilité rigoureuse et bien documentée pour retracer l'origine, la nature et la quantité d'amandes de karité achetées. La nature, les quantités et les destinataires de tout le beurre de karité vendu doivent être également documentés;
7. L'emballage du beurre de karité doit être scellé de manière à empêcher la substitution du contenu. L'étiquette du beurre doit indiquer clairement le nom du producteur, du produit et de l'organisme de contrôle;
8. Contrôle interne et externe effectués une fois par année pour garantir le respect des règles de production biologique.

Les différents documents de gestion de la production biologique du karité :

Toutes les opérations de collecte et de production doivent être documentées et archivées. On y retrouve :

- La description complète de l'unité de production;
- Le rapport de contrôle interne;
- La fiche parcelle avec la liste des collectrices, historique des parcelles, positionnement GPS des zones de collecte des noix de karité bio;
- La fiche de collecte et de traitement des noix de karité bio;
- La fiche de stockage des noix et des amandes de karité bio;
- Les bordereaux d'enlèvement et d'expédition;
- Les reçus de vente;
- Bordereaux de livraison et de réception.

2. Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF)

Les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) sont un aspect de l'assurance de la qualité qui garantit que le produit est fabriqué et contrôlé conformément aux normes de qualité applicables pour l'utilisation prévue comme exigence pour la mise en marché. Les BPF visent la production et le contrôle de la qualité et les exigences de base sont que :

1. Les méthodes de fabrication sont clairement définies et contrôlées. Tous les procédés critiques sont validés et conformes aux spécifications;
2. Tous les éléments clés nécessaires aux BPF sont fournis, notamment :
 - du personnel compétent et bien formé;
 - des locaux et un espace adéquats;
 - des installations et des fournitures appropriées;
 - des matières, emballage et étiquettes conformes;
 - des méthodes et instructions approuvées;
 - un entreposage et un transport appropriés.
3. Durant la fabrication on tient, manuellement ou à l'aide d'instrument, des registres démontrant que toutes les étapes requises sont effectuées et que la quantité et la qualité répondent aux attentes et que les écarts sont enregistrés et enquêtés;
4. Des registres concernant la matière première, la production et la distribution existent pour retracer toutes les étapes de la fabrication du lot (traçabilité);

5. La distribution réduit au minimum tout risque pouvant affecter la qualité;
6. Un système est disponible pour rappeler tout lot mis en vente ou entreposé;
7. Toute plainte concernant le produit mis en marché est examinée, les causes de toutes les lacunes sont identifiées sur le plan de la qualité par une enquête et des mesures sont mises en place pour prévenir la répétition de l'incident.

Les BPF passent par un contrôle de la qualité qui concerne les procédures relatives à l'échantillonnage, aux spécifications, aux analyses, à la documentation et à la mise en circulation. On s'assure ainsi que le produit n'est pas vendu ou entreposé tant que la qualité n'est pas jugée satisfaisante.

Afin de mieux comprendre le procédé de production du beurre de karité, on retrouve respectivement en Annexe 1 et 2 les diagrammes des opérations pour le traitement des noix de karité biologique et l'extraction du Beurre de Karité Biologique (BKB). De plus, les Points Critiques de Contrôle (PCC) y sont identifiés à chaque étape où la perte de contrôle peut entraîner des risques inacceptables pour la santé du consommateur. Pour ce qui est de l'Annexe 3, elle présente la situation du marché du karité au Burkina Faso et la chaîne de valeur du BKB selon les activités principales et de soutien.

2.1 Données scientifiques

- Contrôle des caractéristiques physico-chimiques (acidité, humidité, impureté et valeur de peroxyde) des amandes et du beurre de karité biologiques
- Contrôle de la qualité microbienne
 - Recherche par numérotation des germes
 - Stabilité microbiologique (on contamine volontairement le produit pour vérifier la résistance du beurre de karité)
- Études pharmacologiques (si exigées)
 - Innocuité
 - Test de tolérance cutanée
 - Évaluation de la perméabilité cutanée

2.2 Contrôle des locaux

- Éviter les fabrications différentes dans un même local;
- Éviter tout risque de confusion de produits ou d'éléments de conditionnement;
- Avoir des locaux spéciaux pour la mise en quarantaine des matières premières et des produits finis;
- L'entretien des locaux, doit faire l'objet d'instructions écrites précisant la fréquence et les méthodes de nettoyage, les fournitures à utiliser.

2.3 Contrôle du matériel

- Toutes les surfaces en contact avec les produits employés ne doivent pas contaminer le produit ni lui faire perdre ses propriétés. Le nettoyage avant et après utilisation est impératif particulièrement dans un contexte où les risques de contaminations sont élevés;
- Les pièces en contact avec les produits doivent être démontables afin d'être nettoyées et désinfectées;
- Aucun produit nécessaire à l'entretien du matériel ne doit souiller le beurre de karité.

2.4 Contrôle du personnel

- Utilisation de vêtements de travail spécifiques;
- Les personnes atteintes de maladies transmissibles, porteuses de germes pathogènes doivent être exclues de la production;
- Les bijoux doivent être enlevés car ils peuvent oxider le produit et sont une source de contamination.

2.5 Contrôle des matières premières

- Chaque matière première est inventoriée et inscrite sur des documents indiquant le fournisseur, la date de réception, d'analyse, d'acceptation par le responsable du contrôle de la qualité;

- Elle doit être affectée d'un numéro de code distinctif permettant l'identification et la gestion des stocks;
- Matières premières (amandes de karité) - étiquette en vert si acceptées et en rouge si refusées; les matières premières rejetées ne doivent pas être entreposées au même endroit que celles acceptées.

2.6 Contrôle de la production

- Physico-chimique (acides gras libres, teneur en humidité, impuretés insolubles et valeur de peroxyde);
- Contrôle microbiologique doit être effectué sur les matières premières, la chaîne de fabrication, les locaux de fabrication et chaque lot de produits finis. Ils visent à s'assurer de l'absence d'agents pathogènes ou germes banaux.

2.7 Contrôle des produits entreposés et des ventes

- Les produits finis qui sont entreposés et ceux qui se retrouvent sur les tablettes des magasins doivent faire l'objet d'un suivi;
- On doit connaître le nombre d'emballages produits, ceux vendus ou en dépôts, ceux en stock les écarts entre la production et la vente;
- On doit tenir des cahiers sur le nom des clients, les produits déposés, la date d'expiration et le numéro de lot des produits afin de faire le ramassage des produits périmés; il faut aussi inscrire les échantillons qu'on a produits ou offerts.

2.8 Informations techniques

- Le nom, la forme, le type de procédé d'extraction;
- La description des récipients définitifs, des matériaux d'emballages, des étiquettes;
- Identité, qualité et quantité du beurre de karité;
- Instruction et précaution à prendre lors de la fabrication ou du stockage.

2.9 Document de fabrication par lot

- Le nom, la forme et la date de fabrication;
- Le numéro d'identification du lot;
- Le rendement effectif/théorique;
- Le relevé dûment signé de toutes les opérations effectuées, précautions prises, observations particulières faites au cours de la fabrication du lot;
- Le relevé de tous les contrôles en cours de fabrication et des résultats obtenus;
- La définition des matières, emballages, récipients;
- Spécimen de l'étiquette;
- La signature datée du responsable de fabrication;
- Un compte-rendu d'analyse indiquant si le lot est conforme aux spécifications établies pour le produit, daté et signé par le responsable du laboratoire de contrôle;

- La décision d'acceptation ou de refus par le responsable du laboratoire de contrôle.

2.10 Laboratoire de contrôle qualité

- Le dossier comprenant le contrôle interne et externe est conservé pendant une période égale ou supérieure à la durée de validité du lot concerné.

Notes

Certaines particularités ne s'appliquent pas au Burkina Faso car les exigences en matière de réglementation diffèrent d'un pays à l'autre. Toutefois, les exigences des pays industrialisés sont données non seulement à titre d'information mais aussi en préparation d'une éventuelle exportation de produits finis. Dans ce guide, les informations en matière d'étiquetage sont basées sur les exigences minimales pour la santé de tout consommateur quelque soit la réglementation du pays.

3. Procédures opératoires normalisées (PON)

Il est primordial de recourir à des bonnes pratiques de fabrication pour la production du beurre de karité biologique (BKB) dont l'innocuité, la qualité et l'efficacité ne font aucun doute. Il s'agit pour le projet KARIBIO d'atteindre l'excellence à travers la qualité, la haute valeur ajoutée pour obtenir et conserver la confiance des clients. Un élément essentiel pour garantir le respect des BPF réside dans l'élaboration et l'utilisation de procédures opératoires normalisées (PON) pour les nombreuses

activités liées à la collecte et au traitement des noix, à l'extraction du beurre, au conditionnement, à l'étiquetage et à l'entreposage.

On entend par PON une procédure autorisée par écrit donnant les consignes nécessaires pour l'exécution d'une série d'activités. Ces procédures sont donc très utiles pour la formation du personnel et pour la création d'une méthode uniforme de travail. Voici les avantages d'utiliser les PON :

- Standardisation du procédé de fabrication;
- Assurer la constance des résultats;
- Conformité aux BPF en tout temps;
- Normalisation des activités quotidiennes;
- Assurance de la qualité et de l'intégrité des produits;
- Description des responsabilités des employés.

Le BKB est fabriqué, emballé, étiqueté et entreposé en conformité avec des méthodes opératoires normalisées, qui sont conçues de façon à ce que ces activités soient exercées conformément aux exigences prévues dans le domaine biologique. On retrouve dans les prochaines sections, les activités (réception, inventaire, équipement, production, qualité, hygiène et personnel) où l'on doit intégrer les PON pour garantir la qualité du BKB. On retrouve en Annexe 1, la liste des principaux registres proposés à l'ASY pour l'application des PON par secteur d'activités.

Bibliographie

1. Santé Canada (2003), Direction générale des produits de santé et des aliments, Lignes directrices sur les bonnes pratiques de fabrication, Édition 2002, version 2
2. Santé Canada (2004), Direction générale des produits de santé et des aliments, Document de référence des procédures opératoires normalisées
3. Peter Lovett, Emily Miller, Philip Mensah, Vanessa Adams et Catherine Kannenberg au Centre pour le Commerce en Afrique de l'Ouest (2005), Guide à l'exportation du beurre de karité
4. Ginette Primi (2006), Cahier de formation en cosmétique de l'ASY, Ouagadougou, Burkina Faso
5. ECOCERT International, Mode de production et d'étiquetage de produits biologiques – Règlement CEE N°2092/91 : Production végétale et inspection, site Internet : www.ecocert.com
6. Ministère de la Santé et des Services Sociaux (1990), Gouvernement du Québec, Guide de gestion des services alimentaires
7. Société d'habitation du Québec (2000), Système d'entretien préventif des immeubles, Guide de base

ANNEXE 1 : REGISTRES DES PROCÉDURES OPÉATOIRES

Liste des registres présentés :

Registre 1 : Réception des amandes de karité biologiques : PON-RECP-001

Registre 2 : Inventaire du beurre de karité biologique : PON-INV-001

Registre 3 : Entretien préventif des équipements : PON-ÉQU-001

Registre 4 : Production par lot de beurre de karité biologique : PON-PROD-001

Registre 5 : Contrôle de la qualité et des rappels du beurre de karité bio : PON-QUA-001

Registre 6 : Hygiène des installations : PON-HYG-001

Registre 7 : Formation du personnel : PERS-001

Voici la signification des codes par activité :

Activités	Code
Réception	RECP
Inventaire	INV
Équipement	ÉQU
Production	PROD
Qualité	QUA
Hygiène	HYG
Personnel	PERS

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 1

**Titre : Réception des amandes de karité
biologiques**

Numéro de PON : RECP-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARIBIO-ASY
Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par

Chantal Bernatchez, ing. jr

1.0 Objet

Décrire la procédure de réception des amandes de karité biologique.

2.0 Portée

La gestion de la réception des amandes de karité biologiques permet de mieux planifier la production et de connaître la capacité de la production sur toute l'année.

À chaque production de beurre de karité biologique, on doit refaire la mise à jour de l'inventaire des amandes.

3.0 Matériel / Équipement

- Balance électronique
- Calculatrice
- Registre de réception et de traçabilité

4.0 Procédure

À la réception des amandes de karité biologique :

- Peser et enregistrer chaque sac d'amande de karité biologique
- Dans le registre, inscrire les informations figurant dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Exemple : Réception des amandes de karité biologiques

Matières premières	Fournisseur	Quantité (yorba)	Quantité (kg)	Date d'achat	Numéro lot (traçabilité)
AMANDES DE KARITÉ BIO	SAPONÉ	10 Y	25	10 septembre 05	AKSa100905
*N.B. 1 Y = 2.5 Kg	Boussé	20 Y	50	21 septembre 05	AKBe210905
	Siglé	45 Y	112.5	19 octobre 05	AKSi191005
	Kombissiri	15 Y	37.5	21 octobre 05	AKK211005
	Gampéla	20 Y	50	22 novembre 05	AKG221105
	Boulsin	50 Y	125	2 décembre 05	AKBn021205

- Entreposer le sac dans la zone attitrée du magasin de stockage (classé par nom du territoire biologique) pour faciliter la traçabilité, la recherche et la gestion.

APPROVISIONNEMENT

Tableau 2 : Exemple pour la planification des achats

APPROVISIONNEMENT

Tableau 3 : Exemple pour le relevé de prix

Appelé le : _____ par : _____
 semaine : _____ Confirmé le : _____

					Prix des Fournisseurs (FCFA) 1\$CAN = 460 FCFA		
Matériel	Format	Quantité			Nom : Saponé Personne contact : Sita Kafando Tél. : 70-21-25-78	Nom : Siglé Personne contact : Marie Ouédraogo Tél. : 76-08-23-45	Nom : Bousin Personne contact : Alizéta Simporé Tél. : 78-08-22-34
		Inventaire	Standard	À commander			
Amandes de karité	Sac 5 kg	50 kg ou 10 sacs	2000 kg ou 400 sacs	1950 ou 390 sacs	500 FCFA/kg	450 FCFA/kg	550 FCFA/kg
N° du bon de commande :					Si-001		
					Nom : Faso Plast Personne contact : Jacques Ilboudo Tél. : 76-52-23-98	Nom : Soprodal Personne contact : Marcel Kaboré Tél. : 76-67-45-54	Nom : _____ Personne contact : _____ Tél. : _____
Fût	60 kg	5 u	20 u	15 u	20 000 FCFA/u	25 000 FCFA/u	
N° du bon de commande :					FP-002		

APPROVISIONNEMENT

Tableau 4 : Exemple de réquisition

CENTRE KARIBIO : Ouagadougou, BF

Date

06/09/06 FOURNISSEUR : Faso Plast

SERVICE : Emballage

APPROVISIONNEMENT

Tableau 5 : Exemple pour la commande d'achat

Commandé par Balguisa Kafando	Réquisitionné par Awa Sawadogo	Délivrez à Ouagadougou, BF	Endroit Centre KARIBIO
----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------

N° Commande FP-002
N° Réquisition R-005

Date de commande : 30/08/06
Expédié à : Faso Plast

Matériel	Quantité	Description	Montant
Fût 60 kg	15	Fût bleu en plastique	305 000 FCFA (incluant le transport)
Marchandise reçue en bon état Par : Awa Sawadogo Date : 06/09/06			

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 2

Titre : Inventaire de beurre de karité biologique

Numéro de PON : INV-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARI BIO-ASY
Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par
Chantal Bernatchez, ing. jr

1.0 Objet

Décrire la procédure de gestion de l'inventaire du beurre de karité biologique.

2.0 Portée

La gestion de l'inventaire de production du beurre de karité biologiques permet de mieux planifier la production et de connaître la quantité de beurre produit et restant sur toute l'année. Ainsi, on a un aperçu global de la distribution des ventes pour chaque mois. On peut aussi cibler les meilleurs clients.

3.0 Matériel / Équipement

- Balance électronique
- Calculatrice
- Bons de commande et de livraison au client
- Certificat d'analyse qualité du laboratoire (contrôle externe)
- Registre 3 d'inventaire du beurre de karité biologique

4.0 Procédure

À la fin de la production du beurre de karité biologique :

- Peser et enregistrer chaque lot de beurre
- Dans le registre, inscrire les informations figurant à la page suivante :

INVENTAIRE

Tableau 1 : Exemple d'inventaire du beurre de karité biologique

Année 2006

INVENTAIRE

Tableau 2 : Exemple de fiche d'inventaire permanent

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 3

Titre : Entretien préventif des équipements

Numéro de PON : ÉQU-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARIBIO-ASY
Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par
Chantal Bernatchez

1.0 Objet

Décrire la procédure d'entretien préventif des équipements de production de beurre de karité.

2.0 Portée

Permet de connaître le fonctionnement de tous les équipements disponibles pour faire la production du beurre de karité biologique. Connaître l'inventaire et les procédures de maintenance afin d'éviter une dégradation prématuée des machines.

3.0 Matériel / Équipement

- Coffre à outil de maintenance
- Guide d'instructions du fabricant
- Registre d'entretien préventif

4.0 Procédure

Selon le calendrier d'entretien préventif :

- Faire les contrôles internes et externes de l'appareil
- Après démontage, faire le nettoyage interne de l'appareil, ensuite remettre les pièces en place

ÉQUIPEMENT

Tableau 1 : Exemple de fiche d'entretien pour l'équipement lourd

Équipement : Presse à karité	Modèle : semi-automatique
Localisation : Salle de production KARIBIO	N° de série : PSA334-01
Manufacturier : IRSAT	N° d'inventaire : IELD-009
Date de l'achat : 02/12/2000	Date de l'installation : 04/12/2000
Coût à l'achat : Neuf : 300 000 FCFA (choix de KARIBIO) Usagé : 175 000 FCFA	Source d'énergie : Électricité : x Gaz : Manuel :
Durée de la garantie : 1 an	Date d'échéance : 02/12/2001
Période d'entretien gratuit : 6 mois	Entretien par : Rigobert Yaméogo Tél. : (226) 76-56-64-07
Distributeur : IRSAT Adresse : B.P. 445, Ouagadougou 05, Burkina Faso Tél. : (226) 50-34-18-76	

ÉQUIPEMENT

Tableau 2 : Exemple de calendrier d'entretien préventif

N° réparation : RP-011201		Responsable : Rigobert Yaméogo	
Date	Identification de l'équipement	Description du travail	Coût
01/12/2001	Nom : Presse à karité Modèle : semi-automatique N° de série : PSA334-01 N° d'inventaire : IELD-009	- Changer les sacs de la presse - Nettoyage du système d'écoulement et vérification des fuites (réparer les fissures)	30 000 FCFA
N° réparation :		Responsable :	
N° réparation :		Responsable :	
N° réparation :		Responsable :	

ÉQUIPEMENT

Tableau 3 : Exemple de fiche descriptive pour l'équipement lourd

Équipement : Presse à karité	N° d'inventaire : IELD-009
Modèle : semi-automatique	Localisation : Salle de production KARIBIO
N° de série : PSA334-01	Manufacturier : IRSAT
Utilité : Extraire le beurre de karité	
Mode de fonctionnement : Installer les sacs avec la pâte de karité liquide dans la presse, Insérer les plaques et mettre la presse en fonctionnement après calibrage. À la fin de l'extraction, fermer l'interrupteur.	
Capacité ou rendement : 33%	
Nettoyage : - sacs - tuyau d'échappement - plaques	
Utilisateurs : Asséto Ouédraogo, Balguisa Kafando, Awa Ouédraogo	
Responsable de la réparation : Rigobert Yaméogo Tél. : (226) 76-56-64-07	Responsabilité de l'entretien : Asséto Ouédraogo Tél. : (226) 50-34-19-74

ÉQUIPEMENT

Tableau 4 : Exemple d'inventaire pour l'équipement lourd

ÉQUIPEMENT

Tableau 5 : Exemple d'inventaire pour l'équipement léger

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 4

**Titre : Production par lot du beurre de karité
biologique**

Numéro de PON : PROD-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARI BIO-ASY
Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par
Chantal Bernatchez

1.0 Objet

Décrire la procédure de production par lot du beurre de karité biologique.

2.0 Portée

La production par lot permet une meilleure planification, le respect de la traçabilité d'un bout à l'autre de la chaîne de production et la gestion des données techniques pour un suivi rigoureux lors du lancement de la commande dans le Centre KARIBIO.

3.0 Matériel / Équipement

- Détails des exigences du clients (quantité, catégorie de beurre : bio ou conventionnel, mode d'extraction, les paramètres physico-chimiques à respecter, type d'emballage, le mode de conditionnement, date de livraison et mode d'expédition)
- Équipements de production du Centre KARIBIO
- Registre de production par lot
- Rapport d'analyse qualité : contrôle interne

4.0 Procédure

À la réception de la commande du client :

- Informer et organiser l'équipe de production pour respecter toutes les exigences.
- Dans le registre 2, inscrire les informations pertinentes au lancement de la production, figurant à la page suivante :

Exemple : PRODUCTION PAR LOT DE BEURRE DE KARITÉ BIO**Produit :** Beurre de karité biologique
KARIBIO**Producteur :** ASY-**Date de fabrication :** 23 mars 2006
BKB230306**Numéro du lot :****Nom du client :** Cosmo Beauté, A/S de M. Trudeau Marc**Code client :** CB02**Adresse d'expédition :** 1005 des érables, bureau 210, Montréal, Qc, H1N 2Z2**Commande :** 40 kg de beurre de karité biologique de grade cosmétique (1^{re} qualité)**Mode d'expédition :** par avion**Mode d'extraction :** par barattage

Matières premières	Quantité	Numéro lot
Amande de karité bio	50 Y ou 125 kg	AKBn021205

N.B. 1 YORBA D'AMANDE = 2,5 KG D'AMANDE

Rendement effectif	Quantité prévue	Quantité effective
33%	41.25 kg	40 kg

Matières, emballages, récipients :**Conditionnement :** En sachet plastique de grade alimentaire de 1 Kg,**Expédition :** 4 boîtes de 10 sachets de 1 kg**Fabriquant :** Faso Plast**Scellé:** oui, doublementBKB230306-CB02
Quantité totale: 40kg

PRODUCTION

Tableau 1 : Exemple de feuille de production

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 5

**Titre : Contrôle de la qualité et des rappels du
beurre de karité bio**

Numéro de PON : QUA-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARIBIO-ASY
Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par
Chantal Bernatchez

1.0 Objet

Décrire la procédure de contrôle de la qualité et de retrait d'un lot du beurre de karité biologique.

2.0 Portée

Le contrôle interne de la qualité du beurre de karité permet le classement par catégorie (1^{re}, 2^e et 3^e qualité). Ainsi, on peut orienter l'usage (cosmétique, alimentaire ou savonnerie) et le prix. On gagne ainsi une crédibilité sur les marchés par un meilleur contrôle du produit. On évite aussi de mélanger des lots de qualité différente évitant la dégradation prématurée du beurre.

On traite aussi de la gestion du retrait d'un produit (décision de l'entreprise de retirer ou corriger le beurre de karité non conforme ou pouvant compromettre la santé du consommateur) doit être traité de manière uniforme et l'information doit être transmise au client le plus tôt possible, afin d'éviter tout risque de contamination avec l'environnement extérieur.

3.0 Matériel / Équipement

- Détails des exigences qualité des clients
- Normes internationales de qualité du beurre de karité non raffiné
- Registre de contrôle de la qualité
- Rapport d'analyse qualité : contrôle interne et externe

- Registre des lots de production de beurre de karité
- Formulaire du retrait du beurre de karité
- Plan de rappel

4.0 Procédure

Pour la qualité

- Prélever un échantillon par lot de production pour analyse des paramètres physico-chimiques;
- Classer les résultats selon les normes pour obtenir le grade qualité;
- Orienter l'usage et le prix en fonction de la qualité et des clients.

Pour le retrait :

- Lorsque le retrait volontaire ou obligatoire du beurre de karité est enclenché, la fabrication, l'emballage, l'expédition et la distribution du beurre doivent s'interrompre sans tarder.
- Le responsable à l'assurance qualité doit remplir le formulaire de retrait du beurre correspondant en y inscrivant toutes les informations requises.

QUALITÉ**REGISTRE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ****Assurance de la qualité, noter :**

- Responsabilités du préposé à l'assurance Qualité (AQ)
- Inspection AQ des activités de transformation
- Vérification AQ des échantillons

Spécifications à évaluer :

- Évaluation de la conformité des matières premières, des matériaux d'emballage en fonction des spécifications
- Évaluation des produits finis en fonction des spécifications
- Examen du certificat d'analyse
- Échantillonnage des matières premières en cours de fabrication et des matériaux d'emballage
- Échantillonnage des produits finis
- Affectation d'un numéro de contrôle pour l'expédition de plusieurs lots de matières premières
- Vérification de l'identité des expéditions
- Procédures d'identification et de contrôle pour le rejet des matières premières et des matériaux d'emballage
- Spécifications relatives à la manutention des matières premières

Stabilité

- Programme de stabilité courant
- Détermination de la date limite d'utilisation
- Détermination des conditions d'entreposage requises (température, humidité)

Tableau 1 : Exemple d'informations requises pour le retrait d'un lot

Informations requises pour le retrait d'un lot	Informations à compléter
1. Nom scientifique et nom commun du produit	Ex. <i>Butyrospermum parkii</i> ou Beurre de karité
2. Nom de la marque sous laquelle le produit est commercialisé	KARIBIO
3. Numéro du produit	BKB030906
4. Numéro de chacun des lots retirés	BKB030906, BKB100906 et BKB280906
5. Nom et adresse de chacun des fabricant, importateur et distributeur	<ul style="list-style-type: none"> - Centre KARIBIO, B.P. 6696, Ouagadougou, Burkina Faso, Tél. : (226) 50.34.19.74 - Cosmebio, B.P. 343, Montréal, Canada, Tél. : (514) 255-2704
6. Motif du retrait	Taux d'impuretés trop élevé
7. Quantité fabriquée ou importés au Canada	60 kg
8. Quantité distribuée au Canada	500 kg

9. Quantité de beurre qui demeure en possession des divers fabricants, importateurs et distributeur	200 kg
10. Description de toutes autres mesures que le fabricant, l'importateur ou le distributeur doit adopter dans le contexte du retrait	Le Centre KARIBIO doit refiltrer le beurre pour éliminer toutes les impuretés et respectés les exigences avant la remise en marché

Le responsable à l'assurance qualité communique avec le Centre opérationnel qui convient et le formulaire de retrait du beurre est transmis par télécopieur au gestionnaire de l'exploitation qui en gardera une copie dans les dossiers.

Tableau 2 : **Exemple de formulaire de retrait du beurre de karité biologique**

Partie A. Repérage à l'interne		Dossier n° :
Retrait du beurre amorcé par		Date :
Retrait du beurre conclu par		Date :
Gestionnaire à l'exploitation contacté par		Date :
Personne ressource du Centre opérationnel		Date :
Dossier revu par		Date :
Partie B. Information relative au beurre de karité		
Nom du produit		

Nom de la marque			
Numéro de lot			
Quantité totale importée			
Zone de distribution et quantité distribuée			
Valeur			
Adresse du fabricant	Rue/Province/Code Postal	Tél. ()	Fax. ()
Adresse de l'entreprise effectuant le retrait	Rue/Province/Code Postal	Tél. ()	Fax. ()
Partie C. Autres renseignements			
MOTIF (S) DU RETRAIT			
Mesures prises par le Centre KARIBIO			
Conclusion			

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 6

Titre : Hygiène des installations

Numéro de PON : HYG-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARIBIO-ASY

Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par

Chantal Bernatchez

1.0 Objet

Décrire la procédure d'entretien des installations (fréquence, méthodologie et responsable).

2.0 Portée

Tous locaux et équipements du Centre KARIBIO doivent être surveillés de manière à :

- être tenu en état de propreté par les procédures de nettoyage conçu à cet effet;
- prévenir la contamination des amandes et du beurre;
- prévenir la présence de corps étrangers dans les amandes et le beurre;
- prévenir l'entrée d'insectes et d'autres animaux ou ravageurs;
- faciliter la gestion des déchets;
- prévenir la contamination croisée par le mélange des amandes avec les matériaux d'emballage et le beurre (avoir des zones de séparation).

3.0 Matériel / Équipement

- Armoire de rangement des fiches d'entretien du bâtiment;
- Liste de contrôle et des responsables des activités de nettoyage quotidiennes, mensuelles ou annuelles des installations du Centre KARIBIO;

4.0 Procédure

La mise en pratique des procédures d'hygiène revient à la responsable du Centre KARIBIO. Elle doit vérifier et contrôler que le responsable sanitaire a bien effectué son travail et prendre toute action corrective qui s'impose. Le personnel de production doit signaler toute défectuosité exigeant des mesures d'entretien particulières en lui présentant une demande de maintenance dûment remplie. Le responsable contactera la personne ressource pouvant remédier au problème technique le plus tôt possible afin de ne pas retarder la production.

Règlement sur l'hygiène pour le Centre KARIBIO

- Se laver les mains, les avant-bras et les pieds avec du savon après être allé à la salle de bain.
- Se laver les mains, les avant-bras et les pieds avec du savon après avoir mangé.
- Ne pas cracher dans les locaux.
- Ne pas jeter de déchet par terre, les mettre à la poubelle.
- Garder les locaux et le terrain propre en tout temps.
- Ne pas manger, boire, mastiquer les cure-dent, mâcher la cola, chiquer le tabac et fumer dans les locaux de production.
- Nettoyer adéquatement les outils de travail avant et après leurs utilisations.
- Ranger les outils de travail à leurs places après leurs utilisations.

- Ne pas utiliser les locaux de production pour d'autre activité que la production de beurre biologique.
- Ne pas laisser les enfants jouer avec les outils de travail. Idée de développer : avoir une garderie pour les enfants.

Suggestion pour l'hygiène : Mettre nettoyeuse en place (organiser et former)

Tableau 1 : Feuille d'entretien ménager des locaux de production de KARIBIO

Consigne : se rendre sur chaque poste de travail avec le responsable et demander les points forts et les points faibles par rapport à l'hygiène (entretien du local, des produits, ordre et disposition des outils de travail) et compléter l'évaluation en groupe. Suite à cet exercice, établir la feuille d'entretien.

Tâche/fréquence	Outil / produit	Effectuée Oui ou Non	Cause	Date	Responsable
1. Laver les fenêtre/volets Fréquence : 2 fois par semaine	Torchon Sceau Eau Eau javel Savon				
2. Laver plafond et murs Fréquence : 1 fois semaine	Torchon Sceau Eau Eau javel Savon				
3. Balayer/nettoyer le plancher Fréquence : avant la production	Balai Sceau Serpière Eau Eau javel Savon				
4. Laver les tables et le matériel de travail Fréquence : avant la production	Torchon Sceau Eau Eau javel Savon				

Tableau 2 : Grille de vérification des mesures d'hygiène et de salubrité

Consigne : Incrire un X dans la colonne appropriée :

S : Satisfaisant

AN : Amélioration Nécessaire

C : à Corriger

Date : _____ Heure : _____

S	AN	C	ACTIVITÉS	REMARQUES
			1. Les amandes de karité sont entreposée dans le magasin de stockage dans des sacs neufs, identifiés par zone et sur des palettes pour éviter le contact au sol.	
			2. Le magasin de stockage, la salle de production, filtration, conditionnement et d'entreposage sont bien lavés et désinfectés.	
			3. Les planchers sont dégagés, lavés et désinfectés.	
			4. Les ventilateurs, les murs, les fenêtres et les volets sont propres et sans toile d'araignées.	
			5. Le réfrigérateur est propre et à la température appropriée.	
			6. L'équipements lourds et légers sont propres et en bon état.	
			1. Les amandes et le beurre de karité sont entreposés à la température appropriée et à l'abris de l'humidité, de la poussière et de la lumières.	

S	AN	C	ACTIVITÉS	REMARQUES
			8. Les amandes et le beurre de karité sont protégés contre la contamination physique, chimique ou microbiologique lors : <ul style="list-style-type: none"> a) Production b) Manutention c) Entreposage d) Transport 	
			9. Les chariots et marmites de transport du beurre sont bien lavés et désinfectés.	
			10. L'équipement de production est dédié uniquement à la production de beurre de karité biologique.	
			11. Mains lavées et nettoyées après l'utilisation des toilettes et avant la production.	
			12. Lavabos munis de : <ul style="list-style-type: none"> a) Distributeurs de savons désinfectant b) Serviettes et corbeil de papier 	
			13. Toilettes en bon état, propres et exemptes d'odeurs.	
			14. Propreté des vêtements des employés.	
			15. Utilisation de filet ou bonnet, cache-nez et gants si nécessaire.	
			16. Surfaces de travail propre au toucher et désinfectées.	
			17. L'éclairage suffisant pour voir les saletés.	
			18. Absence de déchets, de rongeurs et d'insectes.	

Tableau 3 : Liste de contrôle des mesures d'hygiène quotidienne

Titre du registre	Liste de contrôle des activités de nettoyage QUOTIDIENNES
Département	Hygiène
Inspection effectuée par	
Date/heure de la dernière inspection	
Date/heure de la présente inspection	

Tableau 4 : Exemple de la liste du matériel et des agents de nettoyage

Nom du produit	Fabricant	Usage
Vinaigre	Marina Market	Désinfecter pot ou surface de travail
Alcool	Coprochim	Désinfecter surface de travail
Balai	Home Market	Retirer la poussière et les toiles d'araignée (plafond, mur, fenêtre et plancher)

Tableau 5 : Liste des activités de nettoyage du Centre KARIBIO

Liste des activités de nettoyage du Centre KARIBIO	Fréquence	Date du nettoyage	Signature du responsable à l'entretien
1. Nettoyer (enlever la poussière et désinfecter à l'eau savonneuse) le plafond, les murs, les fenêtres et les planchers	Avant la production		
2. Faire la maintenance des équipement (nettoyage et calibrage)	Avant la production		
3. Nettoyer le matériel de production (désinfecter avec eau savonneuse)	Avant et après la production		
4. Nettoyer la cafétéria, le vestiaire et les installation sanitaire	Deux fois par semaine ou au besoins		
5. Changer les filtres de l'eau	1 fois par mois		
6. Vérifier la qualité de l'eau	1 fois par an		
7. Changer les pièges de vermine	Au besoin		
8. Retirer les déchets des locaux de production	Après la production		

Liste de contrôle de la lutte antiparasitaire	Oui/Non	Mesures correctives
1. Les fenêtres et les portes sont-elles bien scellées pour éviter l'entrée de ravageurs (reptiles, serpent, souris, scorpion, abeilles,etc.)?		
2. Les moustiquaires des fenêtres sont-elles en bon état afin d'éviter l'entrée d'insectes?		
3. A-t-on constaté des ouvertures de 1/4" ou plus, permettant l'entrée de rongeurs?		
4. Les drains sont-ils adéquatement nettoyés et débarrassés de toute matière accumulée qui risque d'attirer les ravageurs?		
5. A-t-on prévu l'espace nécessaire (ex. 1/2 pied au moins entre les murs et l'équipement) pour dissuader les ravageurs de se faufiler dans des espaces trop étroits?		
6. Les couvercles des drains sont-ils en bon état et solidement installés?		
7. Les poubelles, les débris et autres corps étrangers ont-ils été éliminés afin d'éviter d'attirer les ravageurs?		
8. A-t-on constaté des fuites d'eau qui risque d'attirer les ravageurs?		
9. Les vestiaire et la cuisine destinés au personnel sont-ils		

bien désinfectés pour éviter d'attirer les ravageurs?		
10. A-t-on constater des indices de la présence de ravageur? (ex. surfaces rongées, excréments, odeurs,etc.)		
11. Y a-t-il suffisamment de pièges et sont-ils maintenus en bon état?		
12. Ces déchets sont-ils adéquatement éliminés afin d'éviter d'attirer les ravageurs?		
13. Les poubelles sont-elles adéquatement nettoyées pour éviter d'attirer les ravageurs?		
14. A-t-on pris des mesures pour corriger la présence de ravageurs?		

Tableau 6 : Agents approuvés pour la lutte antiparasitaire

Type de ravageur	Agent (s) employés	Piège employé
RONGEUR/VERMINE		
Reptiles		
Insectes		
Oiseaux		

Septembre 2006

ASSOCIATION SONGTAAB-YALGRE (A.S.Y)

01 BP 6696 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

Tél./Fax : 50-34-19-74,

E-mail : songtab@fasonet.bf

Site web : www.songtaaba.net

REGISTRE 7

Titre : Formation du personnel

Numéro de PON : PERS-001

Date d'entrée en vigueur : le 1^{er} septembre 2006

Révision numéro : 0



Centre de production de beurre de karité biologique KARIBIO-ASY

Guide des bonnes pratiques de traitement des noix et de l'extraction du beurre de karité biologique rédigé par

Chantal Bernatchez

1.0 Objet

Décrire la procédure de mise à jour du dossier de formation d'un employé.

2.0 Portée

L'évaluation des compétences du personnel est un processus continu, les employés devant être évalués au moment où ils sont embauchés ainsi que chaque fois que les compétences ou la description de travail subissent des modifications. Il incombe au Centre KARIBIO d'évaluer si le personnel possède le niveau d'éducation, de formation et/ou d'expérience qu'il faut pour s'acquitter des tâches qui lui sont confiées.

3.0 Matériel / Équipement

- Meuble classeur des fiches du personnel
- Description de travail
- Registre de formation

4.0 Procédure

- Consigner les compétences (ex. éducation, formation, expérience) des employés au moment de l'embauche.
Distribuer des exemplaires de la description de travail aux employés et aux autres candidats.
- Évaluer les employés chaque fois que les compétences ou la description de travail subissent des modifications.

- Mettre à jour les registres afin d'y consigner tout changement et évaluer les employés touchés, ou déléguer cette tâche à une personne compétente.
- Demander à une personne autorisée de signer et de dater ces registres pour en confirmer la mise à jour.

Tableau 1 : Registre pour la description du travail

Numéro de PON : PERS-001

Révision numéro : 0

Partie A. Information	
Nom de l'employé	Titre de l'emploi :
Poste n° :	Département :
Partie B. Nature du travail	
Partie C. Rôles et responsabilités	
Partie D. Qualifications requises	

Partie E. Attestation

JE COMPRENDS LES RÔLES ET LES RESPONSABILITÉS QUI ME SERONT ATTRIBUÉS DANS LE POSTE DE _____, TEL QUE DÉCRIT CI-DESSUS. JE CONSENS À M'ACQUITTER DE CES RESPONSABILITÉS ET JE M'ENGAGE À RESPECTER LES CONSIGNES, DE MANIÈRE À NE PAS COMPROMETTRE LA SÉCURITÉ.

SIGNATURE**DATE**

Tableau 2 : Registre de formation

Numéro de PON : PERS-002

Révision numéro : 0

Nom de l'employé : _____

Poste : _____

N° d'identification de l'employé : _____

Tableau 14.5 Table de la loi de Snedecor pour $p = 0,95$.

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	20	40	60	100	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	242	244	248	251	252	253	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,79	8,74	8,66	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	5,96	5,91	5,80	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,74	4,68	4,56	4,46	4,43	4,41	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,06	4,00	3,87	3,77	3,74	3,71	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,64	3,57	3,44	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,35	3,28	3,15	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,14	3,07	2,94	2,83	2,79	2,76	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	2,98	2,91	2,77	2,66	2,62	2,59	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,85	2,79	2,65	2,53	2,49	2,46	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,75	2,69	2,54	2,43	2,38	2,35	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,67	2,60	2,46	2,34	2,30	2,26	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,60	2,53	2,39	2,27	2,22	2,19	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,54	2,48	2,33	2,20	2,16	2,12	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,49	2,42	2,28	2,15	2,11	2,07	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,45	2,38	2,23	2,10	2,06	2,02	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,41	2,34	2,19	2,06	2,02	1,98	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,38	2,31	2,16	2,03	1,98	1,94	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,35	2,28	2,12	1,99	1,95	1,91	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,32	2,25	2,10	1,96	1,92	1,88	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,30	2,23	2,07	1,94	1,89	1,85	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,27	2,20	2,05	1,91	1,86	1,82	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,28	2,18	2,03	1,89	1,84	1,80	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,24	2,16	2,01	1,87	1,82	1,78	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,22	2,15	1,99	1,85	1,80	1,76	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,20	2,13	1,97	1,84	1,79	1,74	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,19	2,12	1,96	1,82	1,77	1,73	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,18	2,10	1,94	1,81	1,75	1,71	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,16	2,09	1,93	1,79	1,74	1,70	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,08	2,00	1,84	1,69	1,64	1,59	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	1,99	1,92	1,75	1,59	1,53	1,48	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,91	1,83	1,65	1,49	1,42	1,36	1,25
180	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,83	1,75	1,62	1,49	1,42	1,34	1,00

ANNEXE 5 : TABLE POUR ANALYSE STATISTIQUE

Table de la loi de Snedecor pour $p = 0,95$ $v_1 = 16$ $v_2 = 4,49$