

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE ET SUPÉRIEUR (MESS)

SECRETARIAT GÉNÉRAL

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE
DE BOBO DIIOULASSO (UPB)



Institut des Sciences de la
Nature et de la Vie (ISNV)

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

SECRETARIAT GÉNÉRAL

LABORATOIRE NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE (LNSP)



Direction de Contrôle des
Aliments et de la Nutrition
Appliquée (DCANA)

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Filière : Génie Biologique

Option : Agroalimentaire

Soutenu en vue de l'obtention de la licence professionnelle en Agroalimentaire

**THEME : CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA
MANGUE SÉCHÉE BIOLOGIQUE (VARIÉTÉ AMÉLIE)**

Présenté et soutenu par : MILLOGO Dè Pierre Damien

Maître de stage :

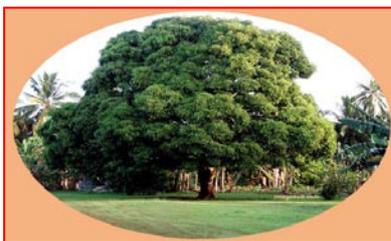
Mr. Karim KOUDOUGOU
(LNSP/Ouaga)

Présidente de jury :

Dr Saran TRAORE
(ISNV /UPB)

Directeur de mémoire :

Dr Younoussa MILLOGO
(ISNV /UPB)

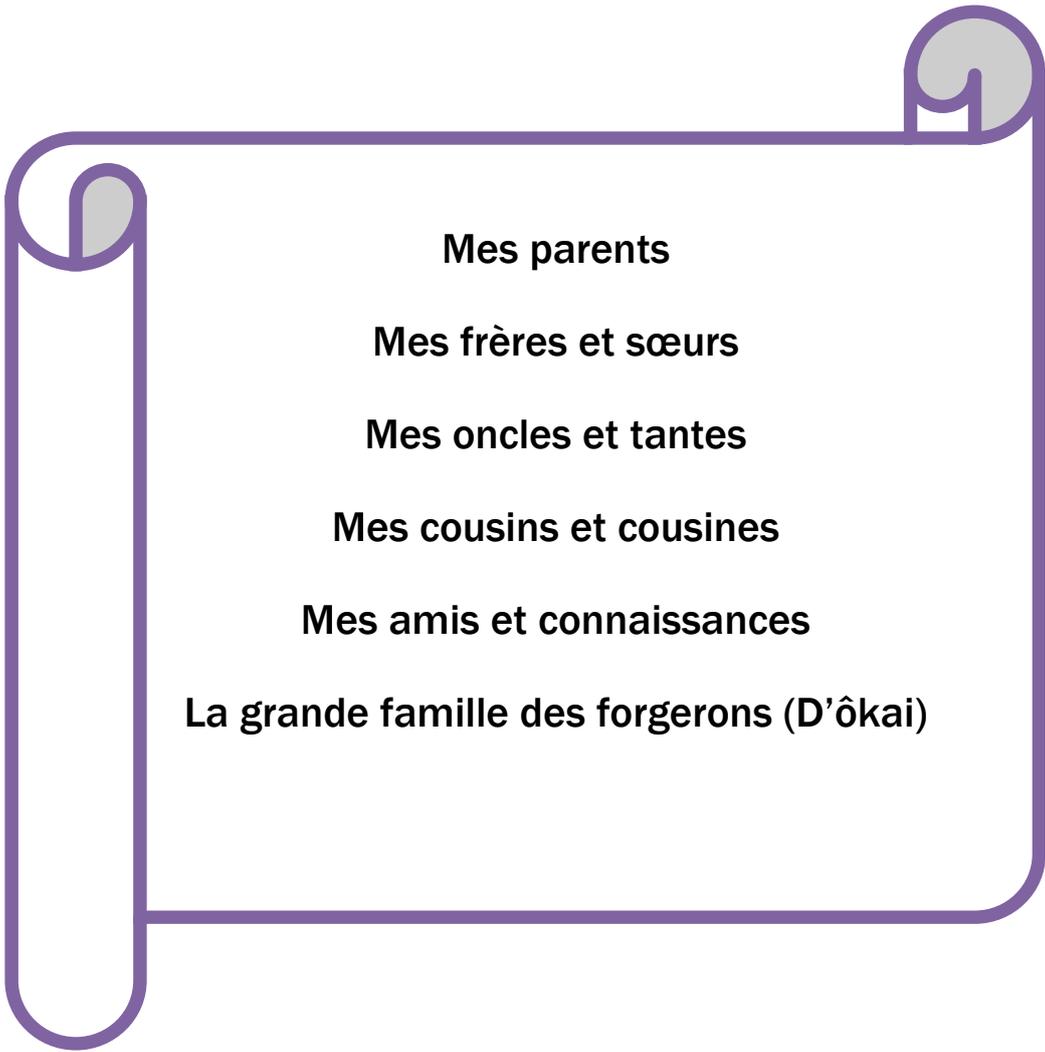


Année académique 2010-2011

Soutenu en juin 2012

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :



Mes parents

Mes frères et sœurs

Mes oncles et tantes

Mes cousins et cousines

Mes amis et connaissances

La grande famille des forgerons (D'ôkai)

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre profonde gratitude à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire. Nos remerciements s'adressent :

- au **Docteur Younoussa MILLOGO**, notre Directeur de mémoire, Directeur Adjoint de l'ISNV pour sa rigueur, patience, compréhension dans le suivi du travail et aussi pour ses soutiens nobles et multiples ;
- à **Monsieur Karim KOUDOUGOU**, Biochimiste, Directeur de la DCANA, notre maître de stage, pour ses soutiens nobles, multiples et inoubliables ;
- au **Docteur Lassina Ouattara** pour son soutien et conseil pour la réalisation des travaux de ce mémoire ;
- au **Docteur K. Maxime DRABO Directeur** Général du LNSP, pour avoir m'accepté dans son institution.

Nous avons été accueillis à la **DCANA** en particulier au **SPCA** pour la réalisation des travaux de ce mémoire. Nous saisissons cette opportunité pour remercier :

- **Monsieur Ouiné POUAN**, Ingénieur chimiste, chef du SPCA ;
- **Monsieur Mamadou Lamine OUEDRAOGO**, Ingénieur chimiste à la section céréale du SPCA pour son soutien et ses conseils multiformes ;
- Les Techniciens supérieurs de laboratoire de la section boissons : **Messieurs W. Florentin COMPAORE** et **Souleymane KABORE** pour leur franche collaboration inoubliable et inestimable ;
- **Monsieur Barthélemy KABORE**, Assistant de laboratoire à la section corps gras du SPCA pour ses soutiens et conseils ;
- **Monsieur Ibrahim SANOU**, Technicien supérieur de laboratoire à la section céréale pour son soutien et ses conseils;
- **Monsieur S. B. Raoul BAZIE**, Technicien supérieur de laboratoire au STA de la DCANA, pour son soutien et ses conseils inestimables ;

Nous remercions l'ensemble du personnel du LNSP, notre structure d'accueil.

Nous remercions très sincèrement le Directeur de l'ISNV, le **Docteur Jean Baptiste Marie Hubert ILBOUDO** pour son attachement sans faille à la qualité des enseignements dans son institut,

Nous remercions très sincèrement le **Docteur Juliette DIALLO/TRANCHOT**, Responsable de la filière Génie Biologique. Nous remercions le corps professoral de l'UPB et en particulier celui de l'ISNV.

Nous remercions également :

- les parents, frères et sœurs, cousins et cousines, amis et connaissances ;
- les étudiants de la filière **Génie Biologique** ;
- les camarades de classe **Adjaratou SORO** et **Oussény ROAMBA**, les stagiaires **Souleymane SANKARA**, **Sékou OUEDRAOGO**, **BAYILLI Serge**, **Acetou MONNÉ** et **Marina KABORE**.

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL : Laboratoire National de Santé Publique (LNSP)

Le Laboratoire National de Santé Publique (L.N.S.P) est un Établissement Public de Santé créée par décret n°99 /377/PRESS/PM/MS du 28 /10/1999 et modifié par celui N°2003/478/PRESS/PM/MS du 30 Juillet 2003. C'est un Établissement Public de Santé (EPS) doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. Le LNSP a été inauguré le 15 Novembre 2002.

Il a pour objet de servir le laboratoire central de référence pour les analyses, contrôles et expertises relatifs à la santé publique et la sécurité sanitaire.

1.Missions

Le LNSP a pour mission de :

- contrôler la qualité des aliments, médicaments, vaccins, sérums, réactifs, produits biologiques , cosmétiques, désinfectants et antiseptiques, tabac, pesticides, engrais, air, eau, sols, milieux professionnels, carburants, gaz, lubrifiants... ;
- vérifier la conformité de tout produit, matériaux ou matériels susceptible de présenter des risques pour la santé et le bien être de individu et de la collectivité ;
- assurer la surveillance dosimétrique des personnes exposées aux rayons X et tout autre activité de radioprotection ;
- effectuer les recherches et exécuter ou appuyer des programmes de santé publique en rapport avec ses activités.

2. Les services rattachés à la direction générale

Ce sont :

- le secrétariat de direction ;
- le service de marketing et de communication ;
- le service des études et de planification ;
- le service juridique ;
- le service de contrôle interne ;
- la personne responsable des marchés publics.

3. Les structures composant la direction générale du LNSP

Ce sont :

- la Direction de l'administration financière ;
- la Direction de la coordination technique et de l'assurance qualité ;
- la Direction des ressources humaines ;
- la Direction de contrôle des aliments et de la nutrition appliquée ;
- la Direction de la toxicologie, du contrôle de l'environnement et de l'hygiène publique
- la Direction des services généraux ;
- la Direction de contrôle des médicaments et des produits non alimentaires ;
- la Direction de la biologie médicale ;
- la Direction de la recherche et de la formation ;
- les Directions régionales ;
- l'agence comptable ;
- le Contrôle financier.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AT : Acidité totale/titrable
BF : Burkina Faso
CT : Cendres Totales
DCANA : Direction de Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée
ET : Éléments Traces
HPLC : Chromatographie en Phase Liquide Haute Performance
ISNV : Institut des Sciences de la Nature et de la Vie
LNSP : Laboratoire National de Santé Publique
Moy. : Moyenne
LT : Lipides Totaux
RT : Temps de Rétention
SPCA : Service de Physico-chimie alimentaire
TG : Glucides Totaux
UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Brunissement enzymatique.....	10
Figure 2 : Schéma simplifié de la réaction de Maillard.....	12

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Mangifera indica.....	4
Photo 2 : Variété Keitt	5
Photo 3 : Variété Amélie.....	5
Photo 4 : Variété Kent.....	5
Photo 5 : Dix mangues Amélie 4 kg/carton.....	5
Photo 6 : Six mangue Kent 4 kg/carton.....	5
Photo 7 : Mangue séchée bio burkinabè dans le supermarché Tesco en Angleterre.....	16
Photo 8 : Comparaison entre mangue séchée conventionnelle sud-africaine et bio burkinabè dans le même magasin en Angleterre.....	16
Photo 9 : Echantillon 22/ Bobo-Dioulasso.....	20
Photo 10 : Echantillon 16/Orodara.....	20
Photo 11 : Echantillon 07/Toussiana.....	20

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION EN FONCTION DES DIFFERENTES VARIETES DE MANGUES FRAICHES AU BF..	7
.....	7
TABLEAU II : REPARTITION DES MARCHES EN 2009 (EN TONNE).....	7
TABLEAU III : ÉVOLUTION DES EXPORTATIONS DE MANGUES FRAICHES (EN TONNE).....	7
TABLEAU IV : REPARTITION DES EXPORTATIONS (EN TONNES).	8
TABLEAU V : COMPOSITION NUTRITIONNELLE DE LA MANGUE	8
TABLEAU VI : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION EN FONCTION DES DIFFERENTES VARIETES DE MANGUE SECHEE AU BF.	13
.....	13
TABLEAU VII : TONNAGE DE MANGUE SECHEE DE QUELQUES UNITES(2007)	13
TABLEAU VIII : CRACTERISTIQUES DES TYPES DE MANGUE SECHEE.....	18
TABLEAU IX : RESULTATS DE L'ANALYSE ORGANOLEPTIQUE	32
TABLEAU X: SPECIFICATIONS PHYSICO-MORPHOLOGIQUES.....	33
TABLEAU XI: VALEURS EN AT & PH	34
TABLEAU XII : TENEURS EN ST ET HR.....	35
TABLEAU XIII : VALEURS EN CT.....	35
TABLEAU XIV : VALEURS EN LT.....	36
TABLEAU XV : TENEURS EN VITA C (MG/ 100 ML).....	36
TABLEAU XVI : RESULTATS DU DOSAGE DES GLUCIDES OU SUCRES	37

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I. GENERALITES SUR LA MANGUE FRAICHE	4
I.1. DESCRIPTION DE LA MANGUE	4
I.2. HISTORIQUE DE LA MANGUE	4
I.3. QUELQUES VARIETES	5
I.4. PRODUCTION ET TRANSPORT DE LA MATIERE PREMIERE AU BURKINA FASO	6
I.5. PRODUCTION ET EXPORTATION	6
I.5.1. ZONE DE PRODUCTION AU BURKINA FASO.....	6
I.5.2. PRINCIPALES PERIODES DE PRODUCTION AU BURKINA FASO.....	6
I.5.3. MARCHÉ LOCAL ET MARCHÉ D'EXPORTATION.....	7
II. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA MANGUE FRAICHE	8
III. REACTIONS ET MECANISMES D'ALTERATIONS DE LA MANGUE	9
III.1. ALTERATIONS.....	9
III.1.1. ALTERATIONS BIOLOGIQUES.....	9
III.1.2. ALTERATIONS MECANIQUES.....	11
III.1.3. ALTERATIONS PHYSICO-CHIMIQUES.....	11
IV. MANGUE SECHEE	13
IV. 1. ACTIVITE DE SECHAGE AU BURKINA FASO	13
IV. 2. MARCHÉ EUROPEEN.....	14
IV. 3. COMMERCIALISATION DE LA MANGUE SECHEE	17
IV. 4. CRITERES D'ACHAT DES CLIENTS.....	17
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES EXPERIMENTALES	19
I. MATERIEL VEGETAL	20
II. ANALYSES SENSORIELLES	20
II.1. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES	20
II.2. SPECIFICATIONS PHYSIQUES OU PHYSICO-MORPHOLOGIQUES	21
III. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	22
III.1. DOSAGE DE L'ACIDITE TITRABLE OU TOTALE ET PH	22
III.2. HUMIDITE RELATIVE ET TAUX DE SOLIDES TOTAUX	23
III.3. DOSAGE DES CENDRES TOTALES	24
III.4. DETERMINATION DE LA TENEUR EN LIPIDES TOTAUX	24
III.5. DOSAGE DE LA VITAMINE C.....	26
III.6. DOSAGE DES GLUCIDES PAR HPLC (GLUCOSE, SACCHAROSE ET FRUCTOSE)	27
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	31
I. ANALYSES SENSORIELLES	32
I.1. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES.....	32
I.2. SPECIFICATIONS PHYSIQUES OU PHYSICO-MORPHOLOGIQUES.....	33
II. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	34
II.1. ACIDITE TITRABLE (% EN ACIDE CITRIQUE) ET PH	34
II.2. TAUX D'HUMIDITE RELATIVE ET DE SOLIDES TOTAUX	35
II.3. TAUX DE CENDRES TOTALES.....	35
II.4.VALEURS EN LIPIDES TOTAUX OBTENUES	36
II.5. TENEURS EN VITAMINE C	36
II.6. TENEURS EN GLUCIDE	37
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	39
ANNEXES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

RÉSUMÉ

Dans cette étude différents paramètres de la mangue Amélie séchée biologique provenant de Bobo-Dioulasso, Toussiana et Orodara ont été déterminés. L'humidité relative des tranches de mangue séchée varie de 11,36 à 8,16 %. Ce qui lui confère un aspect peu sec, mais de qualité stable. Son aspect acidulé est confirmé par le taux d'acidité titrable variant entre 2,89 et 5,09 % et de pH compris entre 3,17 et 3,60. Le caractère non lipidique a été confirmé par des taux lipidiques compris entre 0,10 et 0,19 %. Les teneurs en cendres totales et en vitamine C sont comprises entre 2,04 et 2,54 % et 16,60 et 24,76 mg respectivement. Les glucides totaux responsables du goût sucré de la mangue Amélie séchée bio varient entre 713,71 et 332,62 mg. Les solides totaux qui constituent la matière sèche totale varient de 91,53 à 88,63 %. Les analyses sensorielles ont noté la coexistence de couleur jaune-brun ou brun-jaune dans les sachets. Les échantillons ont été exempts d'odeurs étrangères et d'impuretés. Le goût acidulé et sucré est assez disparate d'une baguette de mangue séchée à une autre dans le même emballage. Il en est de même pour la texture, forme, épaisseur et taille.

INTRODUCTION GENERALE

En Afrique Subsaharienne, les fruits séchés font partie des produits alimentaires courants des marchés.

Le Burkina Faso est couvert par un important verger de manguiers à l'Ouest et au Sud Ouest du pays. La production de mangues est très importante au Burkina Faso. Pendant longtemps la mangue a été exportée en "frais" sans subir de transformation au début des années 1980 [1].

Toute fois le produit est très périssable et il y a des difficultés réelles de conservation à l'état frais pendant la période de production. Les pertes post-récoltes sont alors importantes, soit 2/3 de la production [2].

Avec l'évolution de la technologie alimentaire, les matières premières en majeure partie subissent des transformations pour des raisons de conservation et de valorisation. Le séchage constitue l'une des technologies pratiques et contribue à limiter les pertes, à préserver la qualité du produit et à accroître la disponibilité des mangues au cours de l'année. A cet effet se sont installées des unités de séchage de mangue pour assurer la transformation des surplus de production avec le soutien des pouvoirs publics et des ONG. Cette technologie de conservation a particulièrement pris de l'ampleur au cours de ces dix dernières années, compte tenu du coût de production relativement faible.

La variété Amélie est la plus abondante sur notre territoire et le coût de production (séchage) est assez moins élevé. Il y a environ 61 unités de séchage au Burkina Faso dont la majorité est artisanale ou semi-artisanale. Les techniques de transformation ne sont pas assez maîtrisées. Ce qui fait de la mangue séchée bio burkinabé un produit dont la qualité est critiquable et a souvent rencontré des problèmes sur le marché européen. Comparativement à la mangue séchée conventionnelle sud africaine et celle confite Thaïlandaise dont les qualités sont stables, la mangue séchée bio du Burkina Faso est reconnue pour sa qualité bio et équitable.

Le secteur agroalimentaire étant en plein essor au Burkina Faso, cependant la majeure partie des unités de transformation sont semi artisanales ou artisanales. Ce qui met en doute le plus souvent les facteurs de qualité des produits transformés.

C'est dans l'optique de répondre à cette problématique que nous avons mené notre étude sur le thème « **caractérisation physico-chimique de la mangue séchée Biologique (variété Amélie)** ». Les analyses ont été réalisées dans le but de déterminer la valeur nutritionnelle et organoleptique de la mangue séchée bio. En d'autres termes la composition en nutriments de la mangue séchée. Puisque certains composants (glucose, protéines, matières grasses, acides,

enzymes, vitamines, minéraux...) de la mangue fraîche sont sensibles à la chaleur (température de séchage) et aux conditions environnementales du local (l'oxygène de l'air).

L'objectif de notre étude vise à spécifier la qualité organoleptique et nutritionnelle et les spécifications physiques de la mangue séchée afin d'informer et de convaincre les acteurs du secteur sur la qualité de la mangue séchée et d'assurer le client ou consommateur sur la qualité du produit à consommer. Une fois qu'il y a satisfaction sur la composition du produit, l'accès aux marchés extérieurs sera plus facile que ce que les acteurs de la chaîne rencontrent aujourd'hui.

Notre travail a consisté de faire d'abord une étude bibliographique sur la mangue fraîche, ensuite nous avons exposé la méthodologie utilisée pour la détermination des différents paramètres, puis nous avons donné les différents résultats qui ont été discutés et enfin nous avons dégagé une conclusion, des perspectives et des recommandations.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur la mangue fraîche

La mangue est le fruit tropical du manguier, grand arbre de la famille des *anacardiaceés*, originaire des forêts du Pakistan et de la Birmanie où il pousse toujours à l'état sauvage [3]. Le manguier (*Mangifera indica*) est un grand et bel arbre pouvant atteindre 25 à 30 mètres de hauteur, au feuillage persistant, dense et vert foncé.



Photo 1 : *Mangifera indica*

La forme de son fruit est la base du motif de la variété et du milieu de culture. Son nom vient du portugais manga [3].

I.1. Description de la mangue

La mangue est un fruit charnu dont la masse varie de 300 g à 2 kg [4]. C'est une drupe dont chair adhère à un noyau large et plat. Elle peut être ronde, ovale ou réniforme et présente une écorce pouvant être de couleur jaune, verte ou orange qu'il est nécessaire d'enlever car elle contient des substances irritantes et n'est donc pas comestible [3], d'où le pelage avant séchage. Sa chair est jaune foncé (à l'état frais) onctueuse et sucrée avec un goût de pêche et de fleur, parfois légèrement poivrée. Selon les variétés ou lorsque le fruit est trop mûr, la chair devient parfois filandreuse [3].

I.2. Historique de la mangue

Nul ne sait quand le manguier, originaire d'Asie, est arrivé en Afrique. Au Burkina, c'est en 1928 qu'il fait sa première apparition [3, 5]. C'est un Père Blanc qui apporta les premières pousses du Mali, les manguiers ont trouvé au Burkina Faso des sols et des conditions climatiques propices ; ils s'enracinent dans plusieurs régions du pays et finissent par être si nombreux et bien portants que la majorité de leurs fruits restent non utilisés [6]. Aujourd'hui, on estime que le Burkina produit quelques 150.000 tonnes de mangues par an, dont 2/3 ne sont pas valorisés par manque d'industries agro alimentaires [2].

Dès le XVI^{ème} siècle, la mangue fut introduite en Afrique d'abord, puis en Amérique centrale et en Amérique du sud [3].

Aujourd'hui, la mangue est cultivée dans tous les pays tropicaux et subtropicaux du globe, et on en connaît plusieurs centaines d'espèces différentes, dont quelques-unes seulement sont commercialisées.

I.3. Quelques variétés

Il existe de par le monde, de très nombreuses variétés de mangues ; un botaniste en a recensé pas moins de 500 variétés cultivées au Pakistan et en Inde.

On recense aujourd'hui 20 à 40 variétés différentes de manguiers cultivés au Burkina Faso. Mais on compte 6 variétés dominantes dans les vergers : Amélie, Kent, Keitt, Lippens, Springfiel et Brooks [3].



Photo 2 : Keitt



Photo 3 : Amélie



Photo 4 : Kent



Photo 5 : Dix mangues Amélie 4kg/carton



Photo 6 : Six mangues Kent 4kg/carton

Le Burkina Faso est connu traditionnellement pour ces mangues Amélie, variété qui s'était particulièrement bien adaptée à l'Afrique de l'Ouest. Depuis une dizaine d'années, le marché européen s'est tourné vers les variétés dites colorées ou encore Floridienne : les variétés Kent et Keitt. Le Burkina Faso s'adapte à cette nouvelle demande par la mise en place de nouvelles plantations et sur-greffage des plantations existantes [2].

D'autres variétés : Alphonso, Zill, Julie, Sensation, Arrondie, Irwin, Tommy Atkins.

I.4. Production et transport de la matière première au Burkina Faso

La production de la mangue au Burkina Faso et au Mali est réalisée dans des vergers traditionnels assez hétérogènes pour ce qui est des variétés cultivées. Bien que le goût soit très bon, l'hétérogénéité de la récolte est assez grande. La plus grande partie des mangues récoltées est transportée en vrac. Ceci cause facilement des dégâts selon le degré de mûrissement et la variété des fruits. Les variétés Kent et Amélie utilisées par les unités de séchage sont particulièrement sensibles aux conditions de transport [2, 4].

I.5. Production et exportation

I.5.1. Zones de production de mangue au Burkina Faso

L'Ouest du Burkina Faso est la zone de production de mangue. Cette partie du pays correspond à la zone où la pluviométrie est la plus importante (1 200 mm/an, contre 300 mm au Nord du pays) [2]. On trouve également des vergers de manguiers au tour des villes de Koudougou et Réo, dans le Centre-Ouest [2].

L'offre de mangue burkinabé d'exportation se présente comme suite [2]:

- dès la fin février débutent les productions au niveau des vergers de Koudougou et Réo (Province du Boulkiemdé et du Sanguié) ;
- à partir du mois de mars, c'est le tour des mangues de Banfora et Toussiana (Province de la Comoé et le sud de la province du Houet) ;
- à compter de mi-avril arrivent les mangues du reste de la province du Houet dans la zone de Bobo-Dioulasso et la production se termine par la récolte des mangues de la région d'Orodara et Koloko (Province du Kéné Dougou).

On peut diviser les vergers du Burkina en 2 groupes [2]:

- les vergers certifiés dont les itinéraires techniques sont connus et maîtrisés ;
- les vergers conventionnels non certifiés où les pratiques sont plus traditionnelles.

I.5.2. Principales périodes de production au Burkina Faso

L'évolution de la production en fonction des différentes variétés de mangues fraîches au Burkina Faso est présentée dans le **tableau I** [2]:

Tableau I : Evolution de la production des différentes variétés au Burkina Faso

Variété	Mois de production
Amélie	février, mars, avril, mai
Kent	mars, avril, mai, juin, juillet
Keitt	avril, mai, juin, juillet
Brooks	juin, juillet, août
Springfiel	avril, mai, juin, juillet

I.5.3. Marché local et marché d'exportation

La production de mangue au Burkina Faso est pluviale et tributaire des aléas climatiques. Les estimations de production annuelle varient entre 120.000 et 150.000 tonnes sur 12.250 ha plantés (chiffres en cours d'actualisation) [2]. La production totale de fruits commercialisés est un peu plus de 25.000 tonnes/an (chiffres de 2009) [2].

La plus grande partie des fruits (> 90 %) est destinée au marché local et sous-régional. La répartition des marchés est indiquée dans le **tableau II** et l'évolution des exportations de mangue fraîche dans le **tableau III**.

Tableau II : Répartition des marchés en 2009 (en tonnes) [2]

Provenance	Marché national	Marché sous-régional		Total
		Niger	Ghana	
Bobo-Dioulasso marché de fruits	8 534,0	1 385,0	-	9 919,0
Banfara	1 385,3	3 126,5	-	4 511,8
Orodara	2 094	991	-	3 085,0
Ouagadougou	5 380	PM	PM	5 380,0
Total	17 393,3	5 502,5	-	22 895,5

PM = Pas de Marché

Tableau III : Évolution des exportations de mangues fraîches (en tonne) [2]

Année	Quantité exportée en international	Expédition en Avion		Expédition en bateau	
		Quantité	%	Quantité	%
2008	2.660,753	581,863	21,87	2.078,89	78,13
2009	2.432,905	667,579	27,44	1.765,326	72,56

Le Burkina Faso exporte la mangue vers plusieurs destinations parmi lesquelles on peut citer :
 - l'Union Européenne (France, Pays-Bas, Belgique, Espagne, Allemagne) ;
 - l'Afrique du Nord (Maroc, Lybie) ;

- le Moyen Orient (Arabie Saoudite, Liban) ;
- la sous région (Niger, Ghana).

Les exportations vers l'Union européenne représente plus de 90% du volume total exporté [2].

Les répartitions des exportations sont consignées dans le **tableau IV**.

Tableau IV : Répartition des exportations (en tonnes) [2].

Année	Quantité exportée en international	Union Européenne		Moyen Orient/ Maghreb	
		Quantité	%	Quantité	%
2008	2.660,753	2.294,364	86,23	366,389	13,77
2009	2.432,905	1.975,755	81,21	457,15	18,79

La mangue certifiée représente 80% des exportations(Global-GAP, Agriculture Biologique, Commerce équitable, TESCO Nature Choice). Plusieurs entreprises du Burkina sont actuellement certifiées (Burkinature, Fruiteq, UFMB, Wouolsaulé, ...) [2].

II. Composition biochimique de la mangue fraîche

La composition Biochimique de la mangue fraîche est donnée par le **tableau V** suivant :

Tableau V : Composition nutritionnelle de la mangue [3, 7]

Mangue (valeur nutritive pour 100g)	
Eau : 82 à 83,5 %	Valeur énergétique : 56 à 65 Kcals
Matières azotées : indisponible	Protéines : 0,5 à 0,6 g
Matières hydrocarbonés : indisponible	Lipides : 0,1 à 0,3 g
Cendres totales : indisponible	Glucides : 13,4 à 17 g
Fibres : 1 à 2,3 g	Sucres simples : indisponible
Sels minéraux & Oligo-éléments	
Potassium : 145 à 150 mg	Sodium : indisponible
Phosphore : 22 à 25 mg	Fer : 1 à 1,2 mg
Calcium : 20 à 22 mg	Zinc : 100 µg
Magnésium : 8 à 9 mg	Cuivre : 100 µg
Manganèse : 160 µg	
Vitamines	
Vitamine C : 22 à 100 mg	Vitamine B9 : 40 à 51 µg
Vitamine B1 : 100 à 120 µg	Vitamine B12 : indisponible
Vitamine B2 : 100 à 400 µg	β-Carotène : 3000 à 4130 µg

Vitamine B3 : 400 à 500 µg	Rétinol : indisponible
Vitamine B5 : 130 µg	Vitamine E : 1800 µg
Vitamine B6 : 50 µg	Vitamine K : indisponible
Acides Gras	
Saturés : indisponible	Polyinsaturés : indisponible
Mono-insaturés : indisponible	Cholestérol : indisponible
Composés phénoliques et Antioxydants	
Phénoliques : indisponible	Antioxydants : indisponible

III. Réactions et Mécanisme d'altérations de la mangue

III.1. Altérations

Tout corps vivant naît, se développe, se dégrade et meurt. Les aliments naturels, agricoles et alimentaires transformés ou non (mangue fraîche, séchée etc.) ainsi que les vitamines n'échappent à cette règle du monde vivant actif. La problématique qui se dégage consiste à consommer les aliments pendant leur période optimale de qualité que ceux-ci soient naturels ou obtenus par des procédés de fabrication et/ou de conservation.

Dans les pays tropicaux dont le Burkina Faso 40 à 50% [2] de mangues récoltées peuvent être perdues par dégradation naturelle et/ou par l'action de divers prédateurs sauf éventuellement en cas de l'action de protection.

Les principales causes de l'altération des substances alimentaires de la mangue sont : les altérations biologiques, physico-chimiques et mécaniques.

III. 1.1. Altérations biologiques

➤ **Les phénomènes d'autolyse (altération enzymatique)** : il s'agit des diverses destructions des tissus végétaux vivants par leurs propres enzymes sans agents ou agressions extérieures. C'est le cas des mangues en poste maturité, cas des fleurs et légumes fanés. Ce sont des enzymes endocellulaires du tissu végétal. Les enzymes particulièrement importantes dans la dégradation des fruits sont :

- **les enzymes oxydatives** (catalases, peroxydase oxydoréductases) ;
- **les enzymes associées** à la dégradation de la couleur (poly-phénoloxydases, lipooxydases, enzymes amylolytiques...);
- **les enzymes hydrolytiques** (amylases, invertases, polygalacturonidases, cellulases etc.).

L'aspect le plus important de la détérioration enzymatique des fruits est le brunissement enzymatique : c'est la transformation enzymatique dans ses premières étapes de composés phénoliques en polymères colorés appelés mélanines, le plus souvent bruns ou noirs dont voici le mécanisme réactionnel:

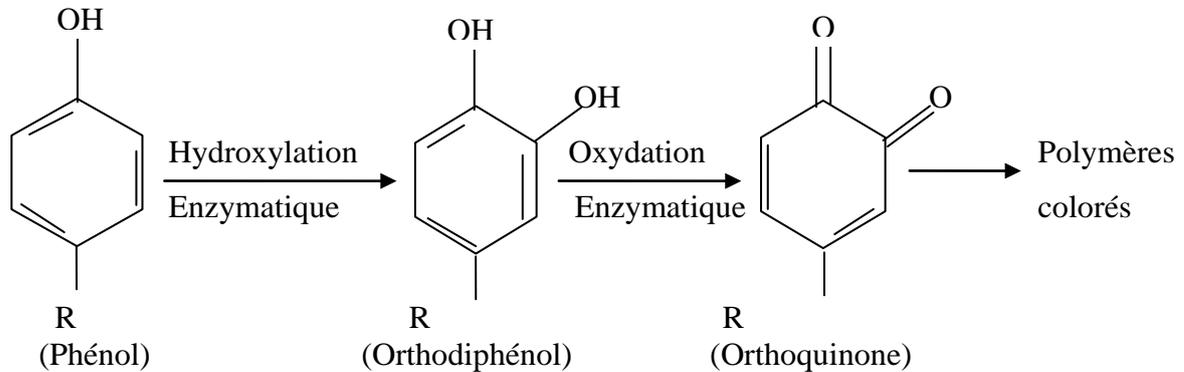


Figure 1 : Brunissement enzymatique [8]

Le brunissement enzymatique s'observe surtout chez certains fruits lors des traitements (pelage, découpage, broyage, congélation, déshydratation etc.). Dans un fruit susceptible de brunir, il n'y a pratiquement pas de brunissement tant que le tissu reste sain et intact.

➤ **Les fermentations microbiennes** : les altérations microbiennes représentent le plus souvent l'altération la plus fréquente si des précautions ne sont pas prises pendant l'entreposage. L'altération microbienne des fruits se caractérise par des phénomènes de fermentation et de putréfaction et résulte des actions combinées de divers microorganismes (bactéries, levures, moisissures) [8]. Il s'agit de la transformation de la substance en produits gazeux, acides avec émanation plus ou moins toxiques. Ces fermentations exigent un milieu très aqueux (cas de la mangue fraîche). Ce qui expose les produits alimentaires et agricoles, substances agricoles ou animale à très forte teneur en eau.

Les phénomènes d'autolyses et fermentations présentent un caractère interne (intrinsèque) propre à la substance c'est-à-dire que dans bien des cas le processus de détérioration physiologique se poursuit voire s'accélère dans des conditions atmosphériques normales et encore plus vite dans les pays tropicaux.

III. 1.2. Altérations mécaniques

Entre la cueillette ou la récolte et la consommation, les actions d'entreposage, de transport, de conditionnement, de stockage et la distribution entraînent des agressions mécaniques à savoir choc, écrasement, tassement qui provoquent des lésions et accélèrent ainsi les processus d'altération biologique.

III. 1.3. Altérations physico-chimiques

Les facteurs physico-chimiques de l'environnement naturel tels que la température, l'oxygène de l'air, la lumière et ses rayonnements perturbent l'état des aliments. Ainsi la déshydratation superficielle ou profonde dans certains cas selon le temps d'exposition au contact de l'air est un facteur d'altération.

L'altération physico-chimique la plus importante est le brunissement **non enzymatique** appelé **réaction de MAILLARD**. Il s'agit d'un ensemble de réactions complexes aboutissant à la formation de pigments bruns ou noirs appelés **mélanoïdines**, conduisant à des modifications d'odeur et de saveur, à des pertes de valeurs nutritionnelles. Des composés carbonylés, des acides aminés et des protéines participent à ces réactions. Ce type d'altération se manifeste lors des traitements technologiques tels que le séchage de mangue et lors de l'entreposage. La **figure 2** résume les réactions du brunissement non enzymatique.

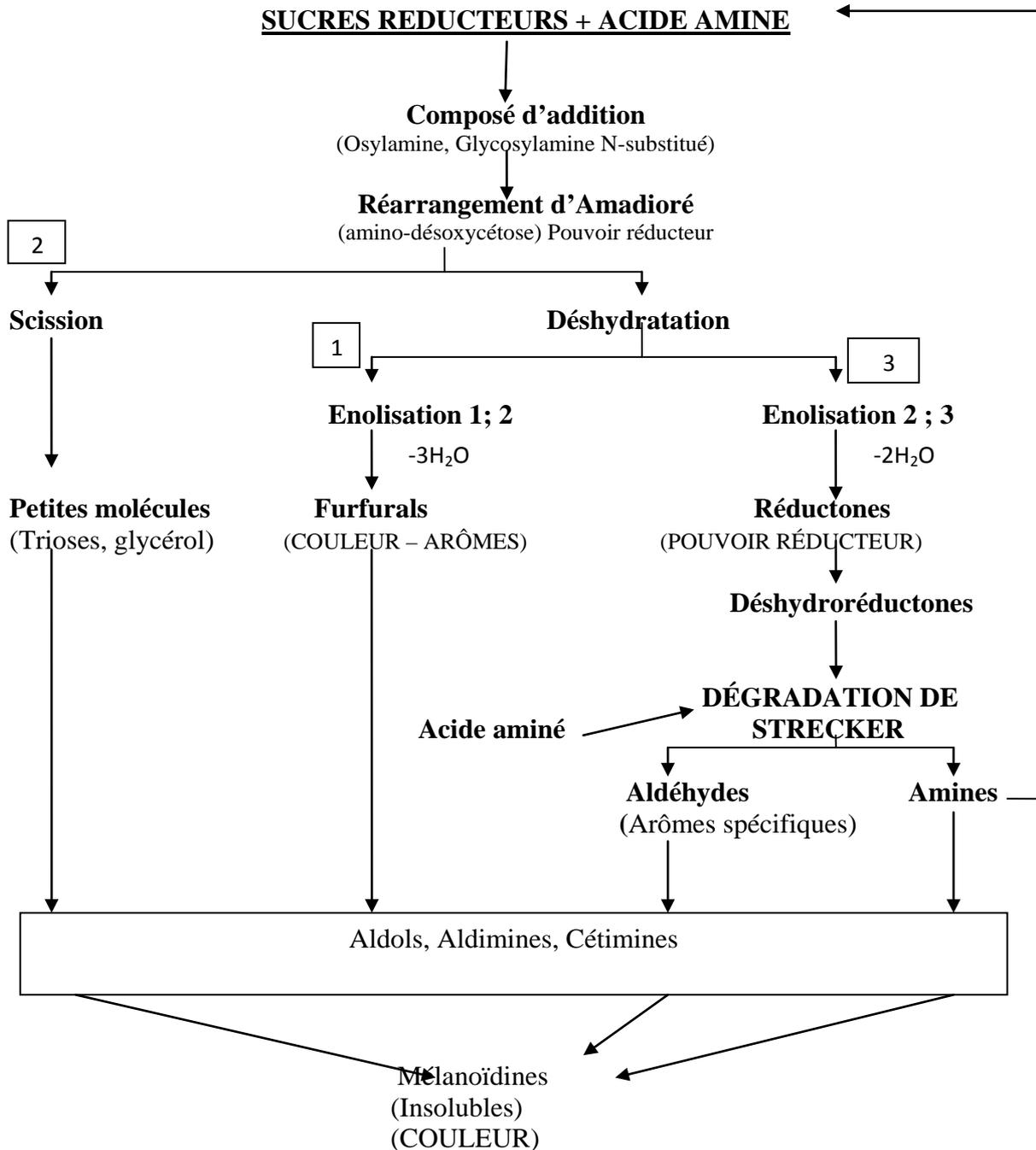


Figure 2 : Schéma simplifié de la réaction de Maillard

La déshydratation peut être souhaitée (séchage des fruits et légumes) ou non souhaitée (conservation de certains fruits et légumes tout frais). Les réactions entre sucre et acide aminé forment des composés de couleurs brunes caractéristiques de la réaction dite Maillard.

IV. Mangue séchée

IV. 1. Activité de séchage au Burkina Faso

Les principales variétés séchées au Burkina Faso sont : l'**Amélie**, le **Brooks** et le **Lippens**. D'autres variétés charnues comme la Kent et la Keitt ne sont pas séchées du fait de leur coût de production élevé [2].

L'activité de **séchage** commence en Avril et se termine au mois d'Août. Cette activité est répartie géographiquement, par ordre d'importance, dans les régions des Hauts Bassins, des Cascades, du Kéné Dougou, du Centre, du Centre-Ouest, et du Yatenga. Cette répartition est basée principalement sur celle des principaux bassins de production de la mangue fraîche mais aussi sur la localisation des sites d'exportation (**tableau VI**) [2].

Tableau VI : Évolution de la production en fonction des différentes variétés de mangue séchées au Burkina Faso:

Variété	Mois de séchage
Amélie	avril, mai, juin
Brooks	mai, juin, juillet, août
Lippens	avril, mai, juin, juillet

La mangue séchée est surtout destinée aux marchés européens et les volumes commercialisés sur le marché national concernent avant tout le deuxième choix. Pour l'année **2008** les tonnages exportés étaient **300 tonnes** et **600 tonnes** en **2007**. La totalité de la production de mangues séchées du Burkina est produite en « **Agriculture Biologique** » [2]. Le tonnage de quelques unités de séchage est donné par le **tableau VII**.

Tableau VII : Tonnage de mangue séchée de quelques unités (2007)

Provenance	Mangues séchées : quantité en tonnes
Burkinature	60,0
GIE CDS	46,8
Zone Orodara	18,9
Zone Banfora	14,2
Zone Bobo-Dioulasso	5,4
Total	145,3

IV. 2. Marché européen

Environ **61 usines** au Burkina Faso et **26** au Mali ont une capacité de production commune de 746 tonnes [4].

Le marché européen est estimé entre 1630 et 2845 tonnes par an, dont 10 à 20% sont biologiques [4]. La mangue séchée est surtout consommée comme amuse gueule. Moins de **0,5%** des fruits séchés vendus en Europe sont constitués de mangue séchée.

Environ 6 gros importateurs (**plus de 100 tonnes**), situés au Royaume-Uni, en Suisse, aux Pays-Bas et en Allemagne et 10 autres plus petits, importent des mangues et les vendent aux détaillants, aux grossistes ou à l'industrie alimentaire [4]. Les principaux marchés sont le Royaume-Uni et la Suisse, où tous les grands supermarchés vendent une ou plusieurs variétés de mangues séchées, emballées de façon attrayante et professionnelle. En outre, la mangue séchée est vendue dans des petits magasins avec des aliments sains et naturels. Dans les autres pays européens ces petits magasins sont dominants sur la vente.

La mangue séchée **d'Afrique du Sud** prend **50%** du marché. Les commerçants la considèrent comme un produit de haute qualité. La mangue séchée sud africaine contient entre **14** et **18%** d'eau (**22%** pour « extratendre »), ce qui donne un produit plus tendre et plus facile à manger que les produits burkinabé et malien qui contiennent seulement **10 à 14%** d'eau [4].

Fabriquée à partir des variétés Keitt ou Kent, la mangue séchée sud africaine a une belle couleur jaune orange, ne colle pas, n'est pas très difficile à manger et est très savoureuse. Prétraitée avec le dioxyde de soufre et stockée à 3 °C, elle a une durée de conservation excellente [4]. En outre, sa bonne qualité est constante.

La **mangue confite** en provenance des **Philippines** et de la **Thaïlande** compte environ **35%** du marché [4]. Baignée dans du sucre pour en extraire l'humidité avant le séchage, sa texture et son goût sont différents. Elle est beaucoup plus douce et plus souple (donc plus facile à manger), mais a perdu beaucoup de la saveur typique de mangue et contient trop de sucre pour être considérée comme alternative saine, comme la mangue séchée l'est.

Le Mali et le Burkina Faso ont environ **15%** du marché avec leur mangue **séchée biologique** [4]. Le manque de fiabilité de la qualité des produits d'Afrique de l'Ouest est le plus gros problème : au moment où elle atteint l'importateur ou le consommateur, la mangue

séchée est souvent trop brune, sèche (et donc difficile à mâcher), a perdu de sa saveur ou est trop collante [4]. Cette dernière caractéristique la rend difficile à manger mais aussi difficile à mélanger avec d'autres noix et fruits. Les divers échantillons achetés aux Pays-Bas, en Suisse et au Royaume-Uni contenaient des produits savoureux de bonne qualité, légèrement secs, bruns et tendres, mais aussi des échantillons non comestibles, gris et asséchés [4].

Depuis **2007**, l'exportation de mangue séchée biologique et équitable du Burkina Faso, et de celle du Mali qui passe par le Burkina Faso, connaît des problèmes. Les acteurs ont enregistré une baisse des commandes et souffrent par ailleurs de l'absence de label, de stratégie commerciale, de la mauvaise qualité et de l'hétérogénéité des mangues séchées ainsi que du manque de conditionnement adapté, permettant la mise en valeur du produit [4].

En outre, plusieurs importateurs traditionnels ont souligné le prix de moins en moins compétitif de la mangue séchée du Burkina Faso. Cette baisse de compétitivité, due en partie à la surévaluation de l'euro (auquel est lié le FCFA) par rapport au dollar, semble avoir profité à la concurrence asiatique qui s'est emparée d'une partie du marché traditionnel des produits origine «Burkina Faso » [4].

La baisse récente des exportations semble principalement être causée par une surestimation de la demande par les importateurs, la forte concurrence de l'Afrique du Sud et la crise financière. **En 2009**, il y avait encore des stocks importants des années précédentes avec les importateurs, ce qui avait un effet négatif sur les prix [4]. Apparemment la mangue séchée biologique n'a pas pu profiter de l'augmentation des ventes des produits biologiques dans les supermarchés où la mangue séchée du Burkina Faso concurrence de front la mangue sud africaine. Les supermarchés comparent les types de mangue et décident ce qu'ils veulent mettre sur les étagères, et les consommateurs comparent la couleur, le prix, la texture et la saveur. Finalement seulement **1-3%** des consommateurs achèteront un produit biologique par principe [4].

❖ **Mangue séchée biologique sur le marché extérieur**

Le secteur de marché important qu'on peut distinguer est celui de la mangue biologique. On estime que la mangue séchée biologique représente entre **10 et 20%** du marché total [4].

Comme pour le marché conventionnel, un seul pays est responsable pour plus de 90% de la production: le Burkina Faso. Le Mali est inconnu comme producteur car toute sa production est vendue au Burkina Faso. Le marché considère ce produit comme plus sain parce qu'il ne

contient ni conservateur chimique, ni pesticide. L'opinion sur le goût et l'arôme est prononcée. Au Burkina Faso notamment, on utilise les variétés Amélie et Brooks, qui donnent un goût différent, notamment l'Amélie qui est plus acidulée et rafraîchissante. Certains consommateurs pensent que ce goût est vraiment unique, plus prononcé et meilleur que les autres variétés. Mais de plus en plus, les consommateurs et importateurs trouvent l'Amélie trop acidulée et préfèrent la Brooks.

Pourtant, tous les commerçants mentionnent un problème avec ce produit ; tous ont eu au moins quelques mauvaises expériences avec un produit brun (voir **photo 7** et **8**), fade, sans arôme, collant, trop sec, en outre dur à manger et de qualité irrégulière [4]. En effet, c'est le manque constant de touche de tous les aspects de qualité qui pose le plus grave problème. Souvent il est possible de trouver de bons et de mauvais morceaux dans le même sachet. Il arrive qu'un conteneur entier soit de mauvaise qualité et que l'importateur ne puisse rien faire avec la marchandise.

Pour le moment ce n'est pas encore possible de considérer la mangue séchée bio comme un marché séparé. Tout d'abord, la plupart des gens qui achètent les produits biologiques le font occasionnellement, mais achètent encore majoritairement des produits conventionnels. Seuls 1 à 3% des consommateurs essaient de n'acheter que des produits biologiques par pure conviction idéologique [4]. Aux Pays-Bas par exemple, un pays dont la moyenne de dépenses par habitant de produits biologiques est élevée comparativement à d'autres pays européens [4], plus de la moitié des consommateurs néerlandais achète des produits biologiques, mais seulement 21% achètent des produits biologiques au moins une fois par semaine [4].



Photo 7



Photo 8

La **photo 7** représente la mangue séchée biologique burkinabé achetée dans le supermarché Tesco en Angleterre [4].

La **photo 8** correspond à une comparaison entre mangue séchée sud-africaine conventionnelle (à gauche) et Burkinabé bio (à droite), achetée dans le même magasin en Angleterre [4].

D'autres achètent le même genre de produits parfois comme produits biologiques, et parfois comme produits classiques [4].

IV. 3. Commercialisation de la mangue séchée

Les contraintes liées à la commercialisation sont:

- Le produit est mal stocké et mal transporté à 14% humidité [4], le produit est dans un environnement ambiant stable de 20-25°C, tandis que pendant le stockage et le transport, les températures atteignent facilement 40-60°C une fois dans un conteneur de transport ;
- Il manque une bonne connaissance des matériaux d'emballage ou de prétraitement pouvant améliorer la durée de conservation du produit ;
- L'organisation de la commercialisation est faible et la durée totale de la chaîne de production et de commercialisation est très longue. Le produit est stocké pour beaucoup de temps ;
- Entre les producteurs, il y a de grandes différences de propreté et de mesures d'hygiène.

IV. 4. Les critères d'achat des clients

En dehors du prix, les critères pour le marché industriel sont :

1. La couleur : jaune intense ou orange clair. Psychologiquement la couleur est très importante pour le consommateur : la mangue brune ne paraît pas délicieuse. La couleur est déterminée par le type de mangue, sa maturité au moment du traitement, la technologie de traitement, l'emballage et les conditions de stockage.

2. Le goût : un fort goût et un arôme prononcé de mangue sont importants. Un produit trop acide ou trop sucré sans arôme n'est pas apprécié. L'arôme est déterminé par les mêmes facteurs que la couleur.

3. La texture : tendre, facile à croquer, et un peu molle à l'intérieur, mais pas collante à l'extérieur. La mangue collante est difficile à emballer et impossible à mélanger mécaniquement avec d'autres fruits séchés ou des noisettes. L'humidité dans le produit final

et le processus de séchage ont une grande influence, mais aussi la coupe et l'épaisseur des morceaux.

4. La coupe : les consommateurs et les détaillants ont des préférences différentes (coupe en galette, en frite).

5. L'homogénéité : tous les aspects mentionnés ci-dessus doivent rester constants sur le contenu d'un conteneur, et ceci pendant toute l'année. Les clients et les consommateurs doivent avoir confiance à la qualité avant l'achat.

6. L'argument nature et santé : pour la plupart des consommateurs, le fruit séché est sain, et on le mange parce qu'on pense que c'est mieux pour la santé que, par exemple, le chocolat. C'est pourquoi le sucre et les conservateurs ajoutés donnent une image négative au produit final.

7. L'argument environnemental et social : pour certains consommateurs ceci joue un rôle, mais notamment si la qualité du produit et le prix sont comparables avec le produit conventionnel.

Le **tableau VIII** comporte certaines caractéristiques comparatives des types de mangue séchée.

Tableau VIII : Caractéristiques des types de mangue séchée [4]

Type de mangue séchée	Points forts	Points faibles
Conventionnelle, (Afrique du Sud)	Belle couleur, goût prononcé, texture, prix limité et aspect collant faible	Toujours un peu dur, contient du dioxyde de soufre
Biologique (Burkina Faso)	Goût unique et puissant, bonne image pour la santé, l'environnement et les producteurs	Qualité irrégulière (couleur brune, trop sèche, dure, manque de goût, collante) ; goût trop acidulé (Amélie)
Confite (Philippines, Thaïlande)	Tendre et facile à manger, belle couleur, pas collante	Manque de goût de mangue, trop sucrée

CHAPITRE II : MATRIEL ET METHODES EXPERIMENTALES

I. Matériel végétal

L'étude a porté sur une variété de mangue d'appellation "Amélie". Le choix de cette variété se justifie surtout par sa plus grande fréquence observée sur les marchés nationaux et extérieurs. Douze échantillons issus de différentes unités de séchage (Orodara, Toussiana, Bobo) ont été analysés. Les échantillons ont été codifiés selon les unités de séchage et en fonction de la localité (voir **annexe 1**, référence d'étiquetage). Les photos 9, 10 et 11 représentent respectivement un échantillon de Bobo-Dioulasso, Orodara et Toussiana.



Photo 9 : Echantillon 22



Photo 10 : Echantillon 16



Photo 11 : Echantillon 07

L'échantillonnage a été aléatoire et a porté sur des lots destinés à l'exportation. Des échantillons de 1 kg conditionnés dans des emballages en plastiques ont été prélevés dans des cartons destinés à l'exportation.

Les échantillons ont été fournis par GEBANA Afrique, un des opérateurs dans l'exportation de la mangue séchée bio du Burkina Faso.

II. Analyse sensorielle

Les paramètres organoleptiques ont une importance pour la plupart des consommateurs. Ces facteurs organoleptiques concernent l'odeur et le goût qu'on peut percevoir par sapidité (saveur), la couleur, l'aspect, la forme, la texture (fibreuse, molle, craquante). Leur reconnaissance y est plus ou moins développée d'une manière très variable chez les individus dont certains font de leur sensibilité olfactive, gustative de profession bien rétribuée.

Les facteurs organoleptiques jouent un rôle très important dans la formation et la fabrication des produits agroalimentaires pour leur réalisation.

II.1. Paramètres organoleptiques

Les tranches de mangue séchées ont été soumises à l'appréciation de deux ingénieurs chimistes conformément à une fiche (**annexe 2**) sur laquelle sont inscrites les annotations suivantes : odeur, goût et couleur.

La couleur est appréciée par rapport à la couleur originale de la mangue fraîche (appréciation visuelle de l'état de brunissement), il s'agit d'un examen de contrôle visuel.

Le goût a été caractérisé par un test de dégustation mettant ainsi en œuvre le caractère acidulé et sucré de la variété Amélie et l'odeur par test de sensation olfactive pour caractériser la présence d'arômes de mangue Amélie et autres odeurs étrangères.

II.2. Spécifications physico-morphologiques

Les spécifications physiques sont entre autre les impuretés, la texture, la forme, le croûtage.

Les tranches de mangue ont été également soumises à l'appréciation de deux ingénieurs chimistes conformément à une fiche (**annexe 2**) sur laquelle sont inscrites les annotations suivantes : texture, forme, impuretés, croûtage.

La texture des tranches de mangue séchée est appréciée par rapport à leur consistance à la mastication, à la perception mécanique pendant la mastication (plasticité, adhésivité), à la pression des bouts des doigts.

Les croûtes sont des creux contenant de l'air à l'intérieur des tranches de mangue (tranches de mangue gonflées sous la pression de l'air de séchage). L'examen se fait par pression au bout des doigts suivi d'une coupure des tranches de mangue.

Quant à la forme, les tranches de mangue ont été étalées sur paillasse et par comparaison en taille et en épaisseur les échantillons sont qualifiés d'uniformité ou d'homogénéité.

L'examen des impuretés se fait par contrôle visuel des tranches de mangue étalées sur paillasse.

III. Analyses physico-chimiques

III.1. Dosage de l'acidité totale et pH

La teneur en acide titrable correspond à la quantité d'acide (faible et fort) présente dans un produit.

Principe de la détermination

Pour l'acidité titrable, l'aliment est d'abord dilué si la concentration d'acides organiques est importante. Une portion de la solution diluée est ensuite titrée par une solution standardisée de NaOH 0,1N, en présence d'un indicateur (Phénolphtaléine).

En général le pH est déterminé par potentiométrie à l'aide d'un pH mètre.

Mode opératoire

Cinq grammes de broyat de mangue séchée ont été introduits dans 50 mL d'eau distillée chaude (50-60°C) contenue dans une fiole de 100 mL. Après homogénéisation du contenu, la fiole est chauffée à reflux au bain-marie pendant 15 à 30 mn. Après refroidissement le contenu est filtré, le résidu est rincé avec de l'eau distillée et le volume est complété à 100 mL avec de l'eau distillée. Une prise d'essai de 25 mL est diluée avec 25 mL d'eau distillée, puis titrée avec NaOH 0,1N.

Le titrage se fait à l'aide d'un appareil de marque Metrohm (**voir annexe 3**), couplé avec une électrode de pH et une électrode pour NaOH. Ce dispositif aussi doté d'un agitateur, donne en même temps le pH initial, le volume de NaOH versé dans la prise d'essai et le pH final à la neutralisation. La lecture de ces valeurs est obtenue par simple lecture sur l'écran du Metrohm.

Expression du calcul des résultats

$$\% \text{Acidité Totale} = \frac{(N \times V \times V_t \times M_{\text{eq}}) \times 100}{V_P \times P_E}$$

N = 0,1N (normalité du NaOH)

V = volume (en mL) de NaOH versé dans l'échantillon

PE = Prise d'essai de l'échantillon (05 g)

M_{éq} = Milliéquivalent de l'acide citrique (0,070)

V_t = Volume (en mL) total de la solution mère de l'échantillon

V_P = Volume (en mL) prélevé pour la titration

III.2. Humidité relative et taux des solides totaux

Les solides totaux sont définis comme étant le résidu d'un aliment après élimination de l'eau, dans des conditions expérimentales données. A l'exception des aliments contenant des substances volatiles (Alcool, huile essentielle) la somme de la teneur en eau et en solides totaux représente la totalité de l'aliment.

Principe

L'eau est éliminée par chauffage dans une étuve ventilée (**annexe 3**) jusqu'à ce que la masse de l'échantillon demeure constante [9].

Mode opératoire

La détermination des solides totaux se fait avec des creusets en aluminium ou en quarts. Les creusets ont été séchés à l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 30 mn, ensuite refroidis dans un dessiccateur pendant 20 à 30 mn puis pesés. Cinq grammes de mangue séchée sont mis dans les creusets, ensuite l'ensemble est placé à l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 3h. Les creusets sont refroidis dans un dessiccateur pendant 20 à 30 mn puis pesés. Les échantillons sont remis à l'étuve pour 1h, refroidis et pesés. Les replacer 30 mn dans l'étuve, refroidis et pesés jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Expression du calcul des résultats

$$\% \text{ ST} =$$

M' = masse (en g) de l'échantillon séché

M = masse (en g) de la prise d'essai

ST = Solides Totaux

$$\% \text{ HR} = 100 - \% \text{ ST} \quad \text{ou} \quad \% \text{ HR} =$$

Pv = poids du creuset à vide

PE = prise d'essai

Pf = poids du creuset plus échantillon séché

HR = humidité relative

III.3. Dosage des cendres totales

On appelle cendres, le résidu minéral incombustible après incinération du produit dans des conditions déterminées et à une température comprise entre 550 et 900°C [9].

Principe

Elle consiste en un passage au four à une température de 400 à 600°C jusqu'à la destruction de toute particule carbonneuse.

Mode opératoire

Dix grammes de l'échantillon sont placés dans un creuset en porcelaine propre et sec. L'échantillon est ensuite soumis à une incinération au four à muflé à 600°C pendant 3 heures. A la fin de l'incinération, le creuset est retiré, refroidi au dessiccateur pendant 30 minutes avant d'être pesé. Il est ensuite remis au four pendant une heure et pesé après refroidissement au dessiccateur. L'opération est ainsi recommencée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Le pourcentage de cendres est donné par la relation suivante (à base humide) :

$$\% \text{ CT} = \frac{M(\text{cendres})}{M(\text{éch. humide})} * 100 \text{ ou } \% \text{ CT} = \frac{P_f - P_v}{P_E} * 100$$

M = masse en gramme

P_v = poids du creuset à vide

P_f = poids du creuset plus masse de cendre

III.4. Détermination de la teneur en lipides totaux

La teneur en lipides totaux correspond conventionnellement à la masse en pourcentage des substances dosées selon la méthode ci-après :

Principe

Le produit est attaqué à chaud par une solution d'acide chlorhydrique. L'insoluble séparé par filtration et séché, est extrait par l'hexane ou l'éther de pétrole au moyen du Soxhlet. L'extrait est pesé après évaporation du solvant.

Mode opératoire

Prélèvement

Peser à 1 mg près dans une fiole conique une prise d'essai au moins égale à 2 g du produit. Dans le cas des produits renfermant plus de 40 % de lipides, ajouter une quantité suffisante d'adjuvant de filtration.

Hydrolyse

Pour les opérations décrites ci-dessous, il est recommandé d'utiliser de l'eau ordinaire de canalisation :

- pour les solides, ajouter en agitant 50 mL de la solution d'acide chlorhydrique diluée (2 volume HCl / 1 volume d'eau distillée) ;
- pour les produits liquides, ajouter en agitant 20 mL de HCl (C = 1,19 g/mL) ;
- obturer la fiole conique à l'aide d'une boule pédiculée ou par un petit entonnoir et la porter sur l'orifice du bain d'eau à 100°C ; l'y maintenir pendant 1 heure environ en agitant deux ou trois fois pendant l'attaque acide ;
- disposer l'un sur l'autre deux papiers filtre plats, les plisser, les mouiller avec de l'eau chaude et les laisser s'égoutter sommairement ;
- verser sur les filtres le contenu chaud de la fiole après avoir rincé avec un peu d'eau chaude le col de la fiole et son obturateur ;
- rincer la fiole à l'eau bouillante à plusieurs reprises en versant l'eau de rinçage sur les filtres. Essuyer l'intérieur de la fiole conique avec un morceau de papier filtre sans graisse en s'aidant d'une baguette de verre. Ce morceau de papier est placé dans les filtres ;
- laver à l'eau bouillante les filtres et leur contenu jusqu'à ce que le filtrat soit sensiblement neutre. On ne doit pas utiliser au total plus de 600 mL d'eau. Il importe de laisser les filtres s'égoutter après chaque lavage ;
- faire sécher les filtres et leur contenu une nuit à la température ambiante (au moins douze heures).

Extraction :

- peser la fiole de l'extracteur à 0.5 mg près après l'avoir séchée à l'étuve ;
- envelopper le double filtre dans une cartouche d'extraction dégraissée et l'introduire dans l'appareil d'extraction appelé Soxhlet (**annexe 3**) ;
- rincer la fiole utilisée pour l'hydrolyse après l'avoir séchée, ainsi que l'entonnoir avec le solvant d'extraction que l'on introduit dans l'appareil. Ajouter la quantité de solvant qu'il faut et procéder à l'extraction pendant un temps suffisant (deux à six heures) ;
- chasser (récupérer) le solvant de la fiole ou du ballon au moyen du rotavapor. Quand toute odeur du solvant aurait disparue, placer la fiole ou ballon en position inclinée dans l'étuve et l'y maintenir pendant un temps suffisant.

Pesée

Mettre la fiole ou ballon dans le dessiccateur et la laisser refroidir, puis la peser à 0,5 mg près. Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon pour laboratoire.

Expression des résultats

Mode de calcul et formule

La teneur en lipides totaux, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$\% \text{ LT} = \frac{P_b - P_a}{PE} * 100$$

Avec : **Pa** = poids du ballon + pastilles ou billes de verre.

Pb = poids du ballon + pastilles ou billes de verre + matière grasse.

PE = prise d'essai de l'échantillon.

LT = lipides totaux.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des déterminations si les conditions de répétabilité indiquées sont remplies. Dans le cas contraire recommencer les déterminations.

III.5. Dosage de la vitamine C

La vitamine est un nutriment naturel essentiel aux besoins nutritionnels de l'organisme humains. Cependant l'organisme humain ne pas la synthétiser d'où la nécessité de consommation des aliments riches en vitamine C tels que la mangue, citron etc.

Principe

La teneur en vitamine C peut être mesurée par titration du jus avec le 2,6-dichlorophénolindophénol (DIP) de sodium. La réaction est non spécifique, c'est pour cette raison que nous ajoutons l'acétone pour piéger les SO₂ éventuellement présents.

Mode opératoire

Introduire 5 g de broyat de mangue séchée dans 100 mL d'eau distillée contenue dans un bécher. Agiter pendant un temps suffisant pour en extraire le maximum de vitamine C.

Laisser reposé puis :

- prendre 50 mL de jus (à la pipette) dans une fiole de 100 mL, et compléter le volume à 100 mL avec l'acide oxalique 1%. Mélanger très bien le contenu ;
- mettre dans un flacon d'Erlenmeyer de 50 mL, 10 mL (à l'aide d'une pipette) du jus de fruit dilué, puis ajouter 2,5 mL d'acétone. Placer le ensuite à l'obscurité pendant 10 mn ;

- titrer la solution avec le 2,6- dichlorophénolindophénol (DIP) 0,05% jusqu'à ce que la solution devienne rouge ;
- faire un blanc et le titrer ;
- le titre de la solution de DIP peut être déterminé en titrant 10 mL de la solution standard de vitamine C.

Expression des calculs

La teneur en vitamine C du jus est déterminée par la relation :

$$\text{Vita C} = \frac{40(V_e - V_b)}{V_s} \text{ en mg/100 mL de jus}$$

V_e = Volume (mL) de DIP utilisé pour la titration de l'échantillon (du jus) ;

V_b = Volume (mL) de DIP utilisé pour la titration du blanc ;

V_s = Volume (mL) de DIP utilisé pour titration de 10 mL de solution standard de vitamine C

III.6. Dosage des glucides par HPLC (Glucose, Saccharose et Fructose)

Les glucides constituent un ensemble de substances dont les unités de base sont les sucres simples appelés oses ou monosaccharides. Les oses ont été définis comme des aldéhydes ou des cétones poly-hydroxylées. Ce sont des composés hydrosolubles et réducteurs. La plus grande part des glucides amassés provient de la photosynthèse, processus qui incorpore le CO₂ dans les glucides.

Le glucose et le fructose sont des monosaccharides tandis que le saccharose est un disaccharide.

Principe

Les différents sucres sont séparés sur une colonne de gel de silice Amino-modifiée. La mesure est effectuée au moyen d'un détecteur d'indice de réfraction et l'évaluation au moyen d'un intégrateur.

La chromatographie est une méthode de séparation des constituants d'un mélange même complexe (**annexe 3** le chromatographe).

Mode opératoire

Préparation des réactifs et solutions :

– **solution standard** : dissoudre les sucres concernés dans une fiole contenant un mélange d'eau et d'acetonitrile (50 + 50) et remplir jusqu'au repère. Choisir des concentrations aussi basses que possibles, et tenir compte de l'eau de cristallisation et de la pureté. Conserver les solutions à 0 °C. Les solutions peu concentrées se conservent moins longtemps.

– **phase mobile** : on utilise des mélanges d'Acétonitrile/eau : à l'aide d'une éprouvette graduée à pied de 1 litre verser 800 mL d'Acétonitrile dans un flacon de 1L puis 200 mL d'eau. Dégazer en permanence. Dans le cas où le système fonctionne en circuit fermé (retour de l'éluant dans le flacon), le mélange est renouvelé toutes les semaines. Pour éviter ce problème, il convient, après avoir effectué les analyses, de rincer la colonne avec du méthanol.

Il importe d'opérer un dégazage soigné de la phase mobile par traitement à ultra-son. Pendant l'analyse, éviter la formation de gaz en purgeant en continu.

Préparation des échantillons

Introduire une prise d'essai de 0,5 g de broyat de mangue séchée dans un bécher de 100 mL. Ajouter 50 mL d'eau distillée et agiter fortement (au moins 30 mn), puis filtrer à l'aide de filtre 0,45µm. Disposer d'au moins trois Viaux par échantillon et y introduire l'échantillon à des différentes concentrations obtenues par dilution.

Conditions de séparation

- Quantité injectée 20 µL détecteur d'indice de réfraction thermostatisé 25 – 40 °C, $\pm 0,025$ °C, colonne de séparation thermostatisée, mais pas au-dessus de 30 °C
- Vitesse d'élution 1,00 mL/mn
- Colonne de séparation : Spherisorb-Amino 5 µm
- Phase mobile : Acétonitrile/eau (80 + 20)
- Quantité injectée : 20 µL
- Température : Température ambiante constante ou thermostatée

Détecteur: réfractomètre

Calcul et indication des résultats

Deux méthodes de calcul peuvent être employées : un étalonnage externe et une méthode par calibration avec une série de standard et traçage de la courbe de calibration. Le choix de la méthode de calcul doit être fait avant le début de l'analyse afin de tenir compte des exigences.

Étalonnage externe

Mélange étalon synthétique composé de :

- fructose $10 \pm 0,01$ g/L ;
- glucose $10 \pm 0,01$ g/L ;
- saccharose $10 \pm 0,01$ g/L ;

– glycérol et les autres sucres si on souhaite les quantifier ($10 \pm 0,01$ g/L).

Les teneurs des différentes sortes de sucre sont calculées à partir des surfaces ou des hauteurs des pics, au moyen d'un chromatogramme de référence (standard externe).

Calcul des facteurs de réponse

$$RF_i = \frac{\text{surface}_i}{C_i}$$

Où surface_i = surface du pic de la solution de calibration

C_i = quantité du produit (substance) présent dans la solution de calibration

Calcul des concentrations

$$C_e = \frac{\text{surface}_e}{RF_i}$$

surface_e = surface du pic de la solution de l'échantillon.

Les résultats sont exprimés en **mg/L ou mg/g**.

Tenir compte des dilutions éventuelles.

Courbes de calibration

Mélange étalon synthétique composé de : fructose, glucose, saccharose à des concentrations différentes obtenues par dilution, exemple : 1 ; 2,5 ; et 5 mg/mL

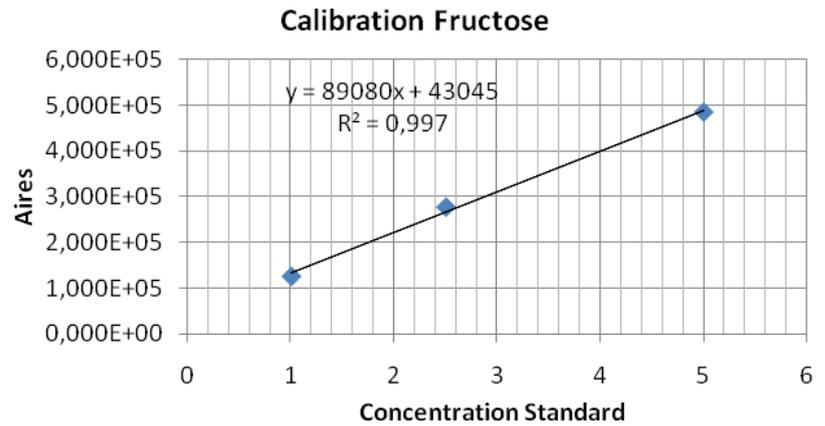
Injecter et tracer une courbe de calibration de chaque sucre. En déduire l'équation de la droite de régression ainsi que la corrélation qui doit être le plus proche possible de 1.

$y = ax + b$. D'où $x = \frac{y-b}{a}$ et tenir compte des dilutions éventuelles. Y correspond à l'aire

ou la surface du pic du chromatogramme concerné et x la concentration de l'élément ou composé recherché.

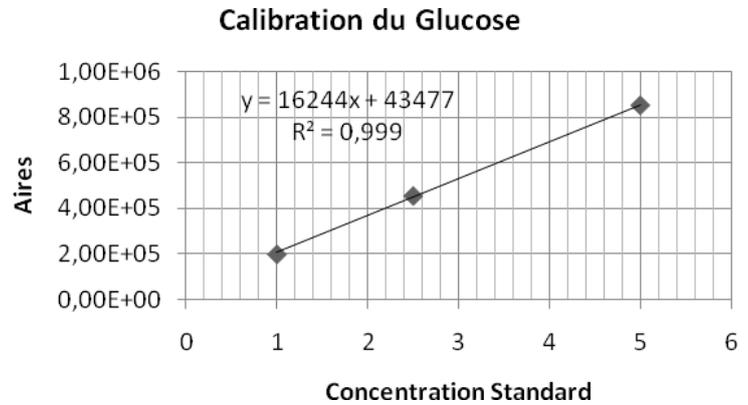
A-Courbe d'étalonnage du Fructose

RT	8,2
Fructose	
Standard (mg/ml)	Aire du pic
1	1,252E+05
2,5	2,767E+05
5	4,843E+05



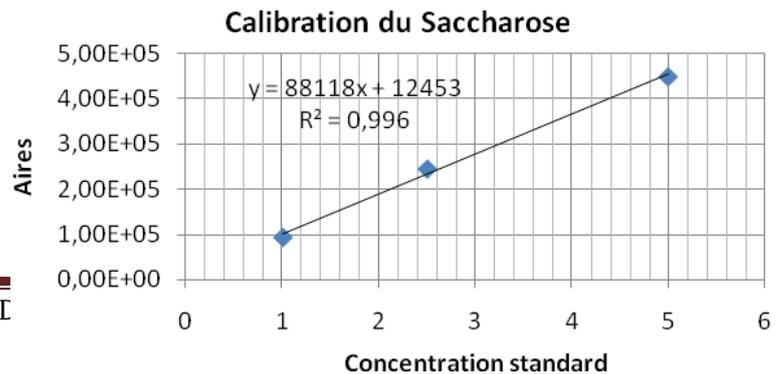
B-Courbe d'étalonnage du Glucose

RT	5,9
Glucose	
Standard (mg/ml)	Aire du pic
1	2,014E+05
2,5	4,567E+05
5	8,530E+05



C-Courbe d'étalonnage du saccharose

RT	5,2
Saccharose	
Standard (mg/ml)	Aire du pic
1	9,32E+04



2,5	2,45E+05
5	4,49E+05

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. Analyses sensorielles

I.1. Paramètres organoleptiques

Les résultats des analyses organoleptiques sont consignés dans le tableau IX.

Tableau IX: Résultats de l'analyse organoleptique

Code échantillon	Odeur	Goût	Couleur
05	Caractéristique du produit (présence d'arôme de mangue, exempte d'odeurs étrangères).	Sucré-acidulé (acidité persistante)	Jaune-brun
07	Caractéristique du produit	Sucré-acidulé	Jaune-brun
12	Caractéristique du produit	Peu sucré, assez aigre, acide persistant	Jaune
13	Présence d'arôme de mangue, pas d'odeur étrangère.	Sucré-acidulé	Jaune-brun
15	Caractéristique du produit	Sucré-acidulé, assez aigre	Jaune-brun
16	Arôme de mangue, absence d'odeur étrangère	Acide-doux	Brun-jaune
22	Caractéristique du produit, présence d'arôme	Sucré-acidulé	Jaune-brun
23	Caractéristique de la mangue	Acidulé-sucré	Brun-jaune
25	Caractéristique de mangue	Assez sucré, peu acidulé	Jaune-brun
37	Caractéristique de mangue	Sucré-acidulé	Brun
38	Caractéristique de goût de mangue	Sucré-acidulé	Jaune-brun
40	Caractéristique de mangue	Sucré-acidulé	Brun

Jaune-brun : signifie que dans l'emballage il y a plus de lamelles jaunes que brunes.

Brun-jaune : contraire de jaune-brun.

Sucré-acidulé : on perçoit plus le goût sucré que le goût acide.

Acide-doux ou acidulé-sucré : goût acide domine sucre.

Les tranches de mangue séchée sont caractérisées par leur goût acidulé et sucré. Ces résultats d'analyse sensorielle sont confirmés par le pH acide, l'acidité totale et taux de glucide. Il est ressorti de cette analyse la disparité du goût acide et sucré des baguettes de mangue d'un même sachet. L'acidité persistante dans certaines tranches se justifierait par le degré de mûrissement de la mangue avant la cueillette. L'acidité diminuerait avec le mûrissement en faveur des sucres dont le taux augmente. Il s'est révélé que sous l'effet des conditions de

séchage (temps et température), les tranches de mangue ont subi un brunissement, ce qui justifie la coexistence de la couleur jaune-brun ou brun-jaune de tous les échantillons sauf l'échantillon 12 où la couleur jaune reste persistante. Dans l'ensemble, la couleur des échantillons n'est pas homogène. Les facteurs du brunissement sont entre autre le degré de mûrissement, la technologie du séchage, le temps des traitements, la fumée des gaz brûlés. En ce qui concerne l'odeur, les tranches de mangue ont été exemptes d'odeurs étrangères. L'odeur est caractéristique de la mangue (présence d'arôme de mangue).

I.2. Spécifications physico-morphologiques

Les résultats sont consignés dans le **tableau X**.

Tableau X: Résultat des spécifications physico-morphologiques

Code échantillon	Impuretés	Texture ou aspect	Forme	Croûtage
05	Ab. d'impureté	Maniable, flexible	Lamelles peu Homogènes (taille, épaisseur)	Ab. de croûtage
07	Ab. d'impureté	Maniable, flexible peu collant	Lamelles assez Uniformes	Ab. de croûtage
12	Ab. d'impureté	Peu collant, assez sec	Non uniforme en Taille et épaisseur	Ab. de croûtage
13	Ab. d'impureté	Maniable, flexible	Peu homogène en Epaisseur	Ab. de croûtage
15	Ab. d'impureté	Maniable, consistant, collant	Non uniforme en Taille et épaisseur	Ab. de croûtage
16	Ab. d'impureté	Maniable, flexible peut collant	Demi-coupes assez Uniforme	Ab. de croûtage
22	Ab. d'impureté	Maniable, flexible Peu consistant	Assez homogène (en taille et épaisseur)	Ab. de croûtage
23	Ab. d'impureté	Maniable, flexible Collant	Non uniforme (taille, Grosseur et épaisseur)	Ab. de croûtage
25	Ab. d'impureté	Maniable, flexible	Plus ou moins Uniforme	Croûtage observé
37	Ab. d'impureté	Maniable, flexible Peu collant	Assez homogène	Ab. de croûtage
38	Ab. d'impureté	Maniable, flexible peu collant	Non homogène	Ab. de croûtage
40	Ab. d'impureté	Peu consistant, flexible	Uniforme (taille et épaisseur)	Ab. de croûtage

Ab : absence

Les échantillons ont été exempts d'impuretés étrangères (impuretés solides). Les formes (épaisseurs et tailles) des tranches sont peu disparates. Les tranches sont relativement sèches, maniables flexibles et peu adhésives (collantes) et consistant à la mastication. Cet aspect de la mangue séchée bio a été confirmé par la littérature [3].

Le phénomène de croûtage a été constaté dans quelques tranches de mangue de l'échantillon 25. Il serait plus périssable que les autres échantillons du fait des creux contenant de l'air, favorisant ainsi l'oxydation de la vitamine C. Rappelons que la vitamine C est sensible à l'oxygène de l'air.

II. Analyses physico-chimiques

II.1. Acidité titrable (% en acide citrique) et pH

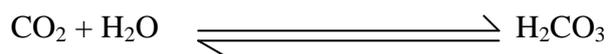
Les valeurs de l'acidité titrable et pH sont consignés dans le **tableau XI**.

Tableau XI: Valeurs en AT et pH

Code échant.	05	07	12	13	15	16	22	23	25	37	38	40
%AT	4,01	4,17	3,43	2,89	3,23	4,44	3,07	5,24	3,75	5,09	4,66	4,21
pH	3,46	3,60	3,19	3,28	3,28	3,17	3,32	3,27	3,17	3,30	3,48	3,55

Le caractère acidulé de la variété Amélie est révélé par les résultats obtenus. Les échantillons analysés ont donné une moyenne de pH variant presque dans le même ordre **3,17 et 3,60**. De tels pH limitent des contaminations et développement de nombreux microorganismes. Néanmoins le milieu serait favorable aux acidophiles. Ces résultats sont très proches de la norme nationale qui se situe entre **3,40 et 3,75** [2]. Cette différence serait due au degré de maturité des mangues fraîches et aux conditions de traitements tels le temps et la température).

L'acidité totale (% en acide citrique) des échantillons varie entre **5,097 et 2,896**. Cette variation de l'acidité s'expliquerait par le degré de murissement des mangues cueillies. La disparité des résultats de l'acidité se justifierait par la présence de CO₂ dans l'eau de dilution. En effet, le CO₂ dissout dans l'eau est en équilibre avec l'acide carbonique selon la réaction :



Les mangues immatures flétrissent en mûrissant avec une acidité faible. L'acidité totale diminue progressivement durant la croissance et la maturation de la mangue. La perte d'acidité se poursuit pendant l'entreposage.

II.2. Taux d'humidité relative et de solides totaux

Les taux d'humidité relative et de solides totaux sont présentés dans le tableau XII.

Tableau XII : Teneurs en ST et en HR

Code	05	07	12	13	15	16	22	23	25	37	38	40
%ST	91,56	91,83	88,79	89,78	89,25	88,63	90,40	90,01	90,88	91,56	89,52	90,16
%HR	8,43	8,16	11,21	10,21	10,74	11,36	9,59	9,98	9,11	8,43	10,47	9,83

Les taux d'humidité de l'ensemble des échantillons varient en moyenne entre **11,36 et 8,16%** comme l'indique le tableau ci-dessus. Le seuil fixé par la norme nationale est **de 12 à 18%** [3]. Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux de la norme nationale. Ces résultats s'expliquent principalement par la variabilité des conditions de séchage (type de séchoir utilisé en particulier, temps, température). En effet le séchage implique des conditions naturelles (température, humidité relative de l'air, vitesse de l'air etc.) variant énormément en fonction des localités et sont difficiles à contrôler et à maîtriser.

Les résultats notent que les échantillons ont une bonne stabilité, puisque plus l'humidité du produit est faible, moins il est exposé aux réactions de dégradation et aux contaminations microbiennes.

ST représentent la matière sèche totale après élimination de l'eau du produit. Cette matière est constituée essentiellement de composés organiques et minéraux. Les valeurs des résultats obtenus sont assez importantes et se situent entre **91, 83 et 88,63%**. Ceux-ci confirment la richesse de la mangue en composés organiques et minéraux.

II.3. Taux de cendres totales

Les taux de cendres totales sont présentés dans le **tableau XIII**.

Tableau XIII : Valeurs en CT

Code	05	07	12	13	15	16	22	23	25	37	38	40
%CT	2,42	2,50	2,50	2,30	2,23	2,04	2,54	2,49	2,25	2,54	2,50	2,32

Les cendres totales caractérisent les sels minéraux de l'aliment. Les résultats consignés dans le tableau XIII se rapprochent relativement et varient entre **2,04 et 2,54%**. Les résultats obtenus en CT notent la présence assez représentative de sels minéraux dans les tranches de mangue séchée.

Au vu des résultats des teneurs en cendres totales, la mangue serait un aliment de qualité nutritionnelle certaine pour tous les consommateurs.

II.4. Teneur en lipides totaux

Les teneurs en lipides totaux sont présentées dans le **tableau XIV**

Tableau XIV : Valeurs en LT

Code éch.	05	07	12	13	15	16	22	23	25	37	38	40
%LT	0,14	0,17	0,16	0,18	0,15	0,13	0,17	0,17	0,15	0,19	0,10	0,18

Les résultats du dosage des matières grasses consignés dans le **tableau XIV** donne une moyenne variant entre **0,106 et 0,198 %**. Les proportions de matières grasses des échantillons se situent dans le même ordre. Ces résultats révèlent que la mangue n'est pas une source lipidique. La mangue séchée n'est donc pas recommandée pour la couverture des besoins lipidiques de l'organisme.

II.5. Teneur en vitamine C

La teneur en vitamine C des mangues est présentée dans le **tableau XV**.

Tableau XV : Teneurs en Vitamine C (mg/ 100 mL)

Code éch.	05	07	12	13	15	16	22	23	25	37	38	40
Vita C	20,61	16,61	24,76	22,46	21,07	20,30	23,69	22,61	21,53	17,53	18,61	19,69

La mangue fraîche est reconnue pour sa richesse en acide ascorbique (vitamine C), elle contient environ 44 mg pour 100 g. Cependant les résultats obtenus sur la mangue séchée nous donnent de valeurs moyennes de **24,76 à 16,61 mg**. En effet la vitamine C est une substance très instable. Les pertes sont dues aux conditions de séchage, stockage et conservation (l'oxydation aérobie et température de séchage sont les principales voies de dégradation de la vitamine C).

Pour minimiser les pertes de la vitamine C au cours du séchage, certaines dispositions doivent être prises dont la réduction de la durée de préparation du produit frais afin de limiter le contact avec l'oxygène de l'air. La stabilité de la vitamine C est tributaire des conditions de stockage et de conservation (emballages étanches, garder à l'abri de l'air, éviter des températures élevées etc.)

II.6. Teneurs en Glucides

Les valeurs des teneurs en sucres sont exprimées en mg/g. et en pourcentage, sont présentées dans le **tableau XVI**.

Tableau XVI : Résultats du dosage des glucides ou sucres

Code Ech	TG (mg/g)	Total Sacch%	Total Fruct%	Total Glu%
5	713,717	44,225	35,987	19,788
7	332,622	72,569	19,665	7,766
12	625,296	46,818	30,399	22,783
13	519,483	50,749	24,805	24,445
15	581,062	47,158	32,347	20,495
16	607,620	54,303	20,703	24,994
22	534,358	49,473	39,208	11,318
23	615,646	40,597	43,994	15,409
25	446,822	56,613	22,189	21,198
37	487,954	52,878	26,037	21,084
38	459,279	53,112	25,848	21,040
40	509,713	57,597	22,784	19,619

Les résultats du dosage des sucres montrent que la mangue séchée constitue un aliment glucidique avec des teneurs en glucide de **713,717 à 332,622 mg/g**. Le séchage en tant que technologie de transformation et conservation, constitue également un procédé de concentration de certaines substances telles que les sucres ; ce qui pourrait expliquer les teneurs en Saccharose, Fructose et Glucose qui caractérisent le goût sucré des tranches de mangue séchée.

Une perte relative des sucres peut être observée au cours de l'opération de séchage sous l'action de la chaleur par condensation de la fonction aldéhydique ou cétonique des sucres et la fonction amine libre des acides aminés lors du phénomènes de brunissement non enzymatique, ce qui pourrait expliquer la différence de taux des sucres dans les tranches de mangues séchées.

Le taux de glucides totaux fait de la mangue séchée un aliment à apport énergétique non négligeable.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La présente étude qui a porté sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques de la mangue séchée a permis d'évaluer la qualité nutritionnelle de cet aliment.

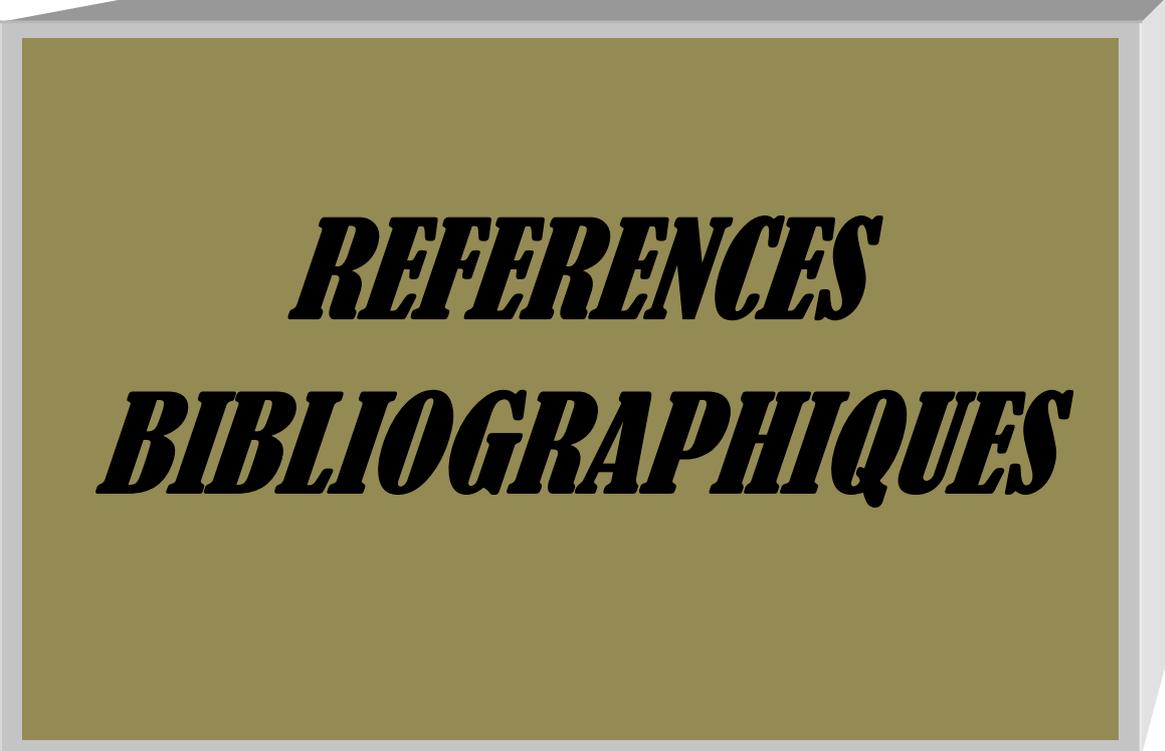
Au vu des résultats obtenus, la mangue séchée présente un intérêt nutritionnel certain et peut être indiquée comme un aliment nécessaire pour les consommateurs dits vulnérables tels que les enfants, femmes enceintes ou allaitantes, personnes âgées.

La technologie de séchage en temps que traitement thermique représente un facteur de destruction de certains éléments nutritifs tels que les vitamines et aussi un catalyseur de certaines réactions de dégradation comme le brunissement non enzymatique, mais constitue aussi un procédé de concentration de certains nutriments, ce qui confère à la mangue séchée une forte teneur en glucide faisant ainsi d'elle un aliment hautement énergétique.

D'une part la maîtrise des paramètres de séchage tels que le temps et la température, le traitement des produits frais par des conservateurs chimiques tels que l'acide citrique, le dioxyde de soufre et d'autre part la conservation des produits séchés à l'abri de la lumière et l'oxygène de l'air, peuvent contribuer à obtenir des tranches de mangue séchée d'une qualité nutritionnelle stable et meilleure.

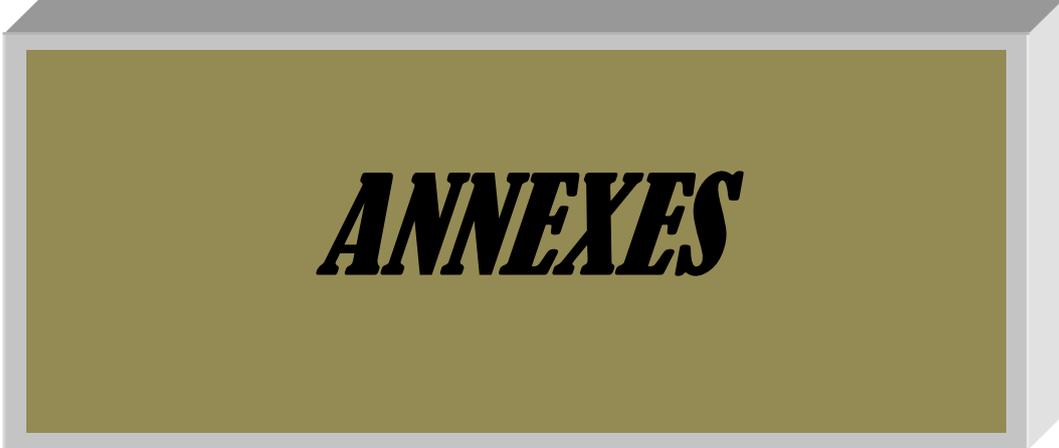
Pour mieux améliorer la stabilité de la mangue séchée burkinabè afin d'être un concurrent potentiel face à l'Afrique du Sud, à la Philippines et à la Thaïlande, les producteurs-sécheurs privés avec l'appui du gouvernement pourraient intégrer ou impliquer l'utilisation des conservateurs chimiques dans les procédés de séchage. Les séchoirs utilisés ne sont pas bien adaptés pour la maîtrise de l'humidité, du fait que les claies sont superposées et la température est plus élevée en bas du séchoir qu'en haut. Il serait souhaitable de mettre en place des séchoirs en tunnel comme l'Afrique du Sud.

Les échantillons 05 ; 07 ; 38 et 40 ont leur pH qui correspond au seuil de la norme nationale. En ce qui concerne l'humidité relative aucun des échantillons n'a un taux d'humidité répondant à la norme nationale. Il n'y a pas de normes pour les autres paramètres que nous avons analysés.



***REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES***

- [1] **Michel R, 2005.** AMELIORATION DES OUTILS ET TECHNIQUE DE PRODUCTION DE LA MANGUE SECHEE AU BURKINA FASO Rapport d'atelier, 8-11 novembre, 22p.
- [2] **APROMA B,2009.**GUIDE DU SYSTÈME D'AUTOCONTRÔLE POUR LA PRODUCTION DE MANGUE, Burkina Faso, 122p.
- [3] fr.wikipedia.org/wiki/mangue (22/09/11)
- [4] **Michiel A. Floris V. 2009 :** L'AMELIORATION DES PERFORMANCES DE LA FILIERE DES PRODUITS TRANSFORMES DE LA MANGUE AU BURKINA FASO ET AU MALI. 116p.
- [5] <http://www.servicevie.com/bien-manger/guide-des-aliments/fruits/fruits-tropicaux/mangue/a/1282/2> (28/11/11)
- [6] http://www.export-forum.com/africa/bio-fruits/images/burkina_Faso-dried_mangoes.jpg (17/07/11)
- [7] <http://www.toobusiness.com/portail/conseil/nutrition/mangue.htm> (05/01/12)
- [8] **SAWADOGO H.** 1993. VALORISATION TECHNOLOGIQUE DE LA VARIETE AMELIE DE MANGUE DU BURKINA FASO : Maîtrise des paramètres physico-chimiques pour une meilleure stabilisation des produits de transformation. Thèse de Doctorat Université de Ouagadougou 286p.
- [9] **AOAC, 1990.** Official method 925, 10. Official Methods of Analysis, 16 éd. Association of Official Analytical Chemist International, Gaithersburg, MD.
- [10] <http://www.burkina-agro.com/images/amelie-mangoes.jpg> (17/07/11)
- [11] **BAZIE B. 2004.** QUALITE NUTRITIONNELLE ET QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE DE LA MANGUE SECHEE ; Rapport de Stage Université de Ouagadougou/UFR/SVT, 38p.
- [12] <http://www.codexalimentarius.net> (08/11/11)
- [13] cuisine.journaldesfemmes.com/magazine/saisons/produits/mangue.shtml(23/08/11)
- [14] <http://www.passeportsante.net>>- - > Nutrition (mangue) (09/12/11)
- [15] <http://www.pytomania.com> (mangue) (18/09/11)
- [16] News Agroalimentaire (Des progrès en matière d'analyses de fibres alimentaires) ; <http://www.eurofins.fr> (11/09/11).



ANNEXES

Annexe 1 : Référence d'étiquetage des échantillons analysés

Code unité de séchage	Localisation de l'unité	Variété	Zone de collecte	Année de récolte
05	Toussiana	Amélie	Toussiana	2011
07	Toussiana	Amélie	Toussiana	2011
12	Bobo-Dss	Amélie	Orodara	2011
13	Orodara	Amélie	Orodara	2011
15	Bobo-Dss	Amélie	Orodara	2011
16	Orodara	Amélie	Orodara	2011
22	Bobo-Dss	Amélie	Toussiana	2011
23	Bobo-Dss	Amélie	Orodara	2011
25	Bobo-Dss	Amélie	Toussiana	2011
37	Bobo-Dss	Amélie	Toussiana	2011
38	Toussiana	Amélie	Toussiana	2011
40	Orodara	Amélie	Orodara	2011

Annexe 2 : Fiche d'analyse sensorielle

Paramètres organoleptiques	Appréciations de l'opérateur
Couleur	----- -----
Odeur	----- -----
Goût	----- -----
Spécifications physiques	Appréciations de l'opérateur
Impuretés solides	----- -----
Texture	----- -----
Forme	----- -----
Crouûtage	----- -----

Annexe 3 : Appareillage



1. Dispositif du Soxhlet (Détermination LT)



2. Metrohm (Dosage AT)



3. Chromatographe couplé à l'ordinateur (Dosage TG)



4. Chromatographe vu de face (idem)



5. Etuve ventilée (Détermination HR et ST)