

SOMMAIRE

DEDICACES-----	i
REMERCIEMENTS -----	ii
SOMMAIRE -----	iii
LISTE DES TABLEAUX-----	iv
LISTE DES FIGURES-----	vi
LISTE DES PARTIES EXPERIMENTALES -----	viii
LISTE DES ANNEXES -----	ix
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS -----	x
GLOSSAIRE-----	xi
INTRODUCTION-----	1
PARTIE I : CONTEXTE ET CADRAGE DE L’ETUDE-----	1
1. CADRAGE DE L’ETUDE-----	2
2. L’INSTITUT HOMEOPHARMA -----	4
3. CONTEXTE-----	5
4. LA MANGUE -----	7
5. LE BEURRE DE MANGUE -----	13
6. LA COSMETIQUE -----	16
7. CONCLUSION PARTIELLE -----	16
PARTIE II : BEURRE DE MANGUE -----	2
1. MATERIELS ET METHODES -----	17
2. RESULTATS ET DISCUSSIONS-----	37
3. CONCLUSION PARTIELLE -----	54
PARTIES III : CONCEPTION DES PRODUITS COSMETIQUES A PARTIR DU BEURRE DE MANGUE-----	55
1. MATERIELS ET METHODES -----	56
2. RESULTATS ET DISCUSSIONS-----	63
3. CONCLUSION PARTIELLE -----	79
CONCLUSION GENERALE -----	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES-----	81
PARTIES EXPERIMENTALES: -----	89
ANNEXES -----	97

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Raisons du choix du thème.-----	2
Tableau 2 : Valeur nutritionnelle de la chair de mangue pour 100g.-----	11
Tableau 3 : Concentration de la partie insaponifiable du beurre de mangue en fonction de la densité optique pour la variété Mixte. -----	34
Tableau 4 : Concentration de la partie insaponifiable du beurre de mangue en fonction de la densité optique pour la variété Hiesy. -----	35
Tableau 5 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction de la densité optique. -----	36
Tableau 6 : Teneur en eau et matières volatiles de l'amande de mangue. -----	38
Tableau 7 : Résultats de l'extraction par solvant. -----	40
Tableau 8 : Rendement de l'extraction par solvant du procédé associé à la congélation. -----	41
Tableau 9 : Aspects physiques du beurre de mangue.-----	43
Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques du beurre de mangue.-----	44
Tableau 11 : Composition en acide gras du beurre de mangue. -----	46
Tableau 12 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Hiesy en fonction du pourcentage d'inhibition. -----	49
Tableau 13 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Mixte en fonction du pourcentage d'inhibition. -----	50
Tableau 14 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction du pourcentage d'inhibition. --	51
Tableau 15 : Résultat du CE 50 de chaque échantillon.-----	52
Tableau 16 : Résistance à l'oxydation du beurre de mangue. -----	53
Tableau 21 : Formules des essais de base parfumante.-----	57
Tableau 22 : Résultats de classement des bases parfumantes. -----	63
Tableau 23 : Choix des bases parfumantes pour la crème antiâge et soin capillaire. -----	64
Tableau 24 : Formulation du lait nutritif. -----	65
Tableau 25 : Formulation de la crème antiride. -----	66
Tableau 26 : Résultats d'analyses microbiologiques des deux produits cosmétiques. -----	67
Tableau 27 : Test de stabilité du soin capillaire. -----	69
Tableau 28 : Test de stabilité de la crème antiâge.-----	70
Tableau 29 : Motivation des consommateurs à acheter les nouveaux produits. -----	73
Tableau 17 : Dépenses sommaires de l'extraction du beurre de mangue. -----	75
Tableau 18 : Quantité de beurre de mangue obtenue pour 200kg de noyaux. -----	76
Tableau 19 : Prix de revient sommaire du beurre de mangue. -----	76

Tableau 20 : Comparaison de prix avec les autres beurres végétaux. -----	76
Tableau 30 : Prix de revient pour soin capillaire. -----	77
Tableau 31 : Prix de revient pour crème antiâge. -----	78
Tableau 32 : Démarche de travail de mémoire. -----	97
Tableau 33 : Les objectifs de la recherche de mémoire. -----	99
Tableau 34 : Diagramme de Gantt de recherche. -----	101
Tableau 35 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme. -----	112
Tableau 36 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en Ariary. -----	112
Tableau 37 : Importation des mangues fraîches ou séchées. -----	113
Tableau 38 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	113
Tableau 39 : Exportation des produits cosmétiques en Ariary. -----	114
Tableau 40 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	115
Tableau 41 : Importation des produits cosmétiques en Ariary. -----	116
Tableau 42 : Formules chimiques des molécules des insaponifiables du beurre de mangue.	128

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Production mondiale de mangue par continent. -----	6
Figure 2 : Production mondiale de mangue par pays en 2010.-----	6
Figure 3 : Mangues sur un manguier.-----	8
Figure 4 : Séchage solaire des amandes de mangues. -----	17
Figure 5 : Préparation des noyaux de mangue. -----	18
Figure 6 : Diagramme de fabrication des beurres de mangue. -----	20
Figure 7 : Soxhlet. -----	21
Figure 8 : Plaque chauffante.-----	22
Figure 9 : Rotavapor.-----	23
Figure 10 : Formation de gros cristaux de glace dans les tissus cellulaires. -----	25
Figure 11 : Diagramme d'extraction des beurres de mangue avec congélation lente. -----	26
Figure 12 : Presse hydraulique. -----	27
Figure 13 : Saponification d'un triglycéride. -----	28
Figure 14 : Méthylation d'un triglycéride. -----	28
Figure 15 : Formule du DPPH. -----	32
Figure 16 : Décorticage d'un noyau de mangue. -----	37
Figure 17 : Rendement d'extraction avec congélation lente du noyau de mangue. -----	41
Figure 18 : Mise en évidence d'activité antioxydante sur une CCM. -----	48
Figure 19 : Concentration de l'insaponifiable de la variété <i>Hiesy</i> en fonction du pourcentage d'inhibition. -----	49
Figure 20 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Mixte en fonction du pourcentage d'inhibition. -----	50
Figure 21 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction du pourcentage d'inhibition. ----	51
Figure 22 : Les catégories de notes de parfum. -----	56
Figure 23 : Schéma d'une émulsion.-----	59
Figure 24 : Diagramme de fabrication du soin capillaire. -----	60
Figure 25 : Diagramme de fabrication de la crème antiâge.-----	61
Figure 26 : Profil sensoriel du soin capillaire.-----	68
Figure 27 : Profil sensoriel du crème antiâge. -----	68
Figure 28 : Etiquette de la crème antiâge.-----	71
Figure 29 : Etiquette du soin capillaire. -----	71
Figure 30 : Critères d'achat des consommateurs. -----	72
Figure 31 : Exportation de mangues fraîches ou séchées en kilogramme. -----	73

Figure 32 : Importation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme. -----	74
Figure 33 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	74
Figure 34 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	75
Figure 35 : Flow sheet de recherche. -----	107
Figure 36 : Chromatographe de la variété Mixte.-----	109
Figure 37 : Chromatographe de la variété <i>Hiesy</i> .-----	109
Figure 38 : Charançon du noyau de la mangue.-----	117
Figure 39 : Résidu de l'extraction par pression.-----	117
Figure 40 : Produits dérivés de la mangue. -----	118

LISTE DES PARTIES EXPERIMENTALES

Partie expérimentale 1 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET MATIERES VOLATILES. -----	89
Partie expérimentale 2 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE. -----	90
Partie expérimentale 3 : DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION. -----	91
Partie expérimentale 4 : DETERMINATION DE L'INDICE DE SAPONIFICATION. -----	92
Partie expérimentale 5 : DETERMINATION DE L'INDICE D'ACIDE. -----	93
Partie expérimentale 6 : DETERMINATION DE LA DENSITE. -----	94
Partie expérimentale 7 : PREPARATION DES ESTERS METHYLIQUES, METHODE A LA POTASSE ETHANOLIQUE. -----	95
Partie expérimentale 8 : DETERMINATION DU POINT DE FUSION EN TUBE CAPILLAIRE OUVERT. -----	96

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Etapes de réalisation du travail. -----	97
ANNEXE 2 : Analyse des objectifs de la recherche. -----	99
ANNEXE 3 : Chronogramme de réalisation (Diagramme de Gantt).-----	101
ANNEXE 4 : Flow sheet de recherche. -----	104
ANNEXE 5 : Critères de qualité d'une amande de mangue. -----	108
ANNEXE 6 : Chromatographe de la variété Mixte. -----	109
ANNEXE 7 : Chromatographe de la variété <i>Hiesy</i> . -----	109
ANNEXE 8 : Résultat d'analyse microbiologique du soin capillaire. -----	110
ANNEXE 9 : Résultat d'analyse microbiologique de la crème anti-âge. -----	111
ANNEXE 10 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme. -----	112
ANNEXE 11 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en Ariary. -----	112
ANNEXE 12 : Importation des mangues fraîches ou séchées. -----	113
ANNEXE 13 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	113
ANNEXE 14 : Exportation des produits cosmétiques en Ariary. -----	114
ANNEXE 15 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme. -----	115
ANNEXE 16 : Importation des produits cosmétiques en Ariary. -----	116
ANNEXE 17 : Charançon du noyau de la mangue (<i>Chryptorhynchus mangiferae</i>). -----	117
ANNEXE 18 : Le résidu de l'extraction par pression, appelé « gâteau ou tourteau». -----	117
ANNEXE 19 : Produits dérivés de la mangue. -----	118
ANNEXE 20 : Questionnaire de l'enquête en ligne. -----	119
ANNEXE 21 : Questionnaire d'analyse hédonique de la base parfumante premier tour. ----	124
ANNEXE 22 : Analyse hédonique de la base parfumante deuxième tour. -----	125
ANNEXE 23 : Analyse descriptive du crème antiâge pour peau standard. -----	126
ANNEXE 24 : Analyse descriptive du soin capillaire réparateur et nutritif. -----	127
ANNEXE 25 : Quelques formules chimiques des antioxydants des insaponifiables du beurre de mangue. -----	128

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- Ac. Stéarique** : Acide stéarique
- Amb.** : Température ambiante
- BP** : Base parfumant
- BM** : Beurre de mangue
- CCM** : Chromatographie en Couche Mince
- CPG** : Chromatographie en Phase Gazeuse.
- DO** : Densité optique
- Dp** : Déphasage
- DPPH** : 1, 1' - DiPhényl - 2 - PicrylHydrazyle
- EC** : Concentration Effective
- E/H** : Eau dans l'huile
- ESSA** : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
- H** : Hypothèse
- H/E** : Huile dans l'eau
- HVT**: huile végétale de tournesol
- IA** : indice d'acide
- IAA** : Industries Agricoles et Alimentaires
- Id.** : Identique au témoin
- INSTAT** : Institut National de la Statistique
- IR** : Indice de réfraction
- IS** : Indice de saponification
- M curcuma** : Macéra huileuse de curcuma
- OS** : Objectif Spécifique
- TM** : teinture mère
- TM Aloès** : teinture mère d'Aloès
- TM Masonjoany** : teinture mère de Masonjoany
- UE** : Union Européenne
- VANA** : Valorisation Non Alimentaire

GLOSSAIRE

Acceptabilité : Etat d'un produit reçu favorablement par un individu déterminé ou une population déterminée en fonction de ses propriétés organoleptiques, à un moment donné et dans un contexte déterminé.

Adjuvant: Composant constitué d'une substance destinée à améliorer, à renforcer ou à modifier certaines propriétés du produit auquel il a été incorporé.

Allergène : Agent qui va provoquer une allergie. Il peut être contenu dans un aliment, provenir de végétaux ou d'un matériau. L'allergène peut causer une réaction allergique par voie orale, respiratoire ou au contact de la peau ou des muqueuses.

Conservateurs : Toutes substances qui s'opposent à la dégradation chimique ou biologique d'un produit.

Descripteur : Terme renvoyant le sujet à un élément de la perception du produit. Le descripteur doit avoir des propriétés telles qu'il puisse en être fait une évaluation sur une échelle d'intensité.

Echantillon : Unité de produit préparée, présentée et évaluée au cours de l'essai.

Emollient : Propriété d'une substance qui relâche et amollit les tissus enflammés.

Emulsion : Mélange constitué par un liquide se trouvant dispersé sous forme de fines gouttelettes (phase dispersée) dans un autre liquide (milieu dispersant). Il existe deux types d'émulsion suivant la nature des phases (H/E = huile dans eau et E/H = eau dans huile).

Etude hédonique : Etude visant à mesurer le caractère plus ou moins plaisant d'un produit. Elle est centrée sur la réaction de type affectif (plaisir, déplaisir, préférence...) d'un groupe de consommateur vis-à-vis d'un ou plusieurs échantillons de produit.

Evaluation sensorielle : Mise en œuvre de techniques qui utilisent les sens humains (audition, goût, olfaction, vision, somesthésie) pour mesurer la qualité sensorielle ou la qualité hédonique d'un produit.

Excipient : Substance associée au principe actif d'un médicament et dont la fonction est de faciliter l'administration, la conservation et le transport de ce principe actif jusqu'à son site d'absorption.

Formulation : Association d'un ou plusieurs principes actifs avec divers constituants en vue de mettre au point un nouveau produit ou modifier une formule préexistante.

Galénique : La forme galénique d'un produit cosmétique correspond à l'aspect physique final du produit tel qu'il sera présenté au consommateur lors de son utilisation. Il en existe de multiples parmi lesquelles : baume, crème, gel, pâte, poudre, lait, lotion, mousse, hydrolat, stick, etc.

Humectant : Se dit d'une substance cosmétique qui absorbe l'eau ou aide une autre substance à retenir l'humidité au niveau cutané.

Insaponifiables : Substances non volatiles, obtenues par extraction, avec un solvant organique, d'une solution de la substance à examiner après saponification d'une huile végétale ou animale.

Moyenne : Somme de tous les résultats divisée par le nombre de résultats.

Organoleptique : Adjectif qualifiant toute propriété d'un produit perceptible par les organes des sens.

Produit de synthèse : Produit obtenu par réaction chimique de corps qui peuvent être eux-mêmes issus d'essences naturelles ou d'autres matières sans rapport apparent.

Produit naturel : Produit existant dans la nature, d'origine végétale ou animale.

Profil sensoriel : Description à l'aide de descripteurs des propriétés sensorielles d'un échantillon dans leur ordre de perception avec attribution d'une valeur d'intensité pour chaque propriété.

Qualité sensorielle ou organoleptique : Ensemble des propriétés d'un produit perçues par les organes de sens, liées à la fois au produit et à la perception sensorielle qu'en ont les sujets.

Quarantaine : C'est l'isolement sanitaire de marchandise, d'animaux ou d'êtres humains provenant de lieux où existent des risques de pathologies contagieuses.

Radical libre : Molécule ou atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui le rend extrêmement réactif.

Référence : Substance différente du produit soumis à l'essai, utilisée pour définir une caractéristique ou un niveau spécifique d'une caractéristique donnée.

Sujet naïf : Personne ne répondant à aucun critère particulier, synonyme de consommateur.

Sujet : Toute personne participant à l'épreuve sensorielle.

Synergie : Addition d'effet ou potentialisation de l'action d'une ou plusieurs substances chimiques ou médicamenteuses par association de différents principes actifs.

Taux d'extraction en huile : Rapport de la quantité de l'huile collectée sur la quantité de l'huile disponible dans la matière.

Témoïn : Echantillon du produit soumis à l'essai, choisi comme élément de référence, auquel les autres échantillons sont comparés.

Tensioactif : Substance qui stabilise les émulsions (liquides non miscibles entre eux, par exemple eau et huile) ou disperse les corps gras dans l'eau.

Test descriptif : Test dont la finalité est de qualifier ou quantifier une ou plusieurs caractéristiques perçues sur un ou plusieurs produits.

Texture : Ensemble des caractéristiques de l'état solide ou rhéologique d'un produit capable de stimuler les mécanorécepteurs.

INTRODUCTION

Actuellement, l'usage des produits cosmétiques devient de plus en plus indispensable dans notre société. En effet, l'application des crèmes hydratantes, des parfums, des lotions, etc. devient un rituel quotidien. Les utilisateurs de produits cosmétiques rejettent progressivement les produits de synthèse et tendent à utiliser les produits d'origine naturelle. En effet, de nombreuses études ont constaté des problèmes sur l'usage des conservateurs, des antioxydants, des parfums et des colorants de synthèse. Aussi, les effets secondaires que pourraient occasionner les produits de synthèse augmentent leurs craintes et leurs doutes.

C'est dans cette pensée que le Laboratoire HOMEOPHARMA ne cesse de chercher de nouveaux ingrédients naturels afin d'innover pour des nouveaux produits plus efficaces, de haute qualité et qui répondent aux besoins des utilisateurs.

La mangue est un fruit saisonnier à Madagascar, les fruits sont consommés directement ou transformés par les industries agro-alimentaires locales, mais certains sous-produits comme leurs noyaux sont directement rejetés. Cependant, plusieurs études ont rapporté la richesse en constituants bénéfiques pour l'amande de mangue. Nous nous proposons donc à exploiter ces noyaux de mangue comme un ingrédient naturel dans les produits cosmétiques.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes donc posé la question suivante : « Comment valoriser l'amande des noyaux de mangue comme matière première de divers produits cosmétiques ? ».

Afin d'élucider cette problématique, l'étude se divisera en trois grandes parties. La première partie se consacrera au contexte et cadrage de l'étude. Nous allons y trouver la considération des études déjà effectuées sur le sujet ainsi que les généralités sur la mangue, le beurre de mangue et les produits cosmétiques. La deuxième partie qui s'intitule « le beurre de mangue », concernera des études sur ce beurre de mangue : les extractions, les analyses physico-chimiques, la composition et les tests antioxydant. La troisième partie sera axée sur conception des produits cosmétiques à partir du beurre de mangue. Elle concernera donc la partie formulation des produits cosmétiques, les différentes analyses physico-chimiques et sensorielles et évaluation des coûts sommaires de ces produits.

**PARTIE I : CONTEXTE ET CADRAGE
DE L'ETUDE**

1. CADRAGE DE L'ETUDE

La valorisation de l'amande de la mangue dans le domaine de la cosmétique revêt un double intérêt d'abord parce qu'elle permet de valoriser les déchets industriels en tant que valorisation non alimentaire (VANA), mais aussi d'obtenir un nouvel ingrédient naturel pour les produits cosmétiques.

1.1. Raisons du choix du thème

La prise de conscience de la grande quantité des déchets de mangue non valorisée, de la présence d'acide gras aux propriétés nutritives exceptionnelles dans l'amande de mangue et de la culture abondante de mangue à Madagascar nous incitent à choisir le thème suivant : « Caractérisation des beurres de mangue « *Mangifera indica* (Linn.) » en vue de leur utilisation dans les produits cosmétiques au sein de l'entreprise HOMEOPHARMA ». Le tableau ci-après résume les raisons du choix du thème du mémoire.

Tableau 1 : Raisons du choix du thème.

Raisons	Références
23 000 à 27 000 tonnes par an de déchets de mangue sont la plupart non valorisés, y compris le noyau de la mangue.	[RASOANAIVO, 2015]
Les parties Nord et Nord –Ouest (Boeny et Anosy) de l'Ile sont les principales zones productrices de « manga » à Madagascar, suivies des zones du Sud et du Moyen -Ouest.	[RASOANAIVO, 2015]
Le noyau et la pulpe de mangue sont utilisés pour leur richesse en acides gras aux propriétés nutritives exceptionnelles, capables de nourrir profondément la peau et les cheveux secs et abîmés.	[FELICITE-ZULMA et al., 2013]

1.2. Problématique :

Face à la recherche d'une autre alternative des produits de synthèses, nous nous posons la question suivante : « Comment valoriser l'amande des noyaux de mangue comme matière première de divers produits cosmétiques ? ».

1.3. But :

Cette étude a pour but de valoriser le noyau de mangue en beurre en vue de recherche d'autres fractions lipidiques naturelles dans les produits cosmétiques au sein du Laboratoire HOMEOPHARMA.

1.4. Objectif global

L'objectif global consiste à extraire les beurres des mangues pour leur caractérisation en vue de leur utilisation comme ingrédient dans les produits cosmétiques.

1.5. Objectifs spécifiques

OS1 : Evaluer la situation actuelle des mangues et du beurre de mangue.

OS2 : Mettre au point les types d'extraction adéquate au beurre de mangue.

OS3 : Caractériser les produits de l'extraction : du point de vue physico-chimique, composition et stabilité.

OS4 : Formuler des nouveaux produits et évaluer son coût sommaire de production.

OS5 : Diffuser les résultats.

1.6. Hypothèses

Compte tenu de la problématique, des hypothèses ont été avancées :

H1 : Les sous-produits de la mangue sont encore sous exploités à Madagascar.

H2 : Le rendement de l'extraction par solvant est en croissance logarithmique avec une meilleure quantité par rapport aux autres types d'extraction. Par contre, l'extraction par pressage est la plus appropriée pour les produits cosmétiques.

H3 : La qualité du beurre de mangue de chaque type d'extraction est différente les unes des autres.

H4 : La formulation est efficace, stable et rentable pour la production.

H5 : Le produit est acceptable par les consommateurs.

2. L'INSTITUT HOMEOPHARMA

2.1. *Présentation*

HOMEOPHARMA est une entreprise pharmaceutique agréée par l'Etat, fondée en 1992 par Mr Jean Claude RATSIMIVONY. La société se spécialise dans la production de produits de santé, de beauté et de bien-être. Pluridisciplinaire, le personnel est constitué de pharmaciens, médecins, chimistes, médecins biologistes, ingénieurs agronomes, polytechniciens, psychologues, informaticiens, masseuses, etc. [HOMEOPHARMA, 2017].

2.2. *Plantation*

Répartie dans plusieurs endroits de l'Ile, HOMEOPHARMA plante, cueille et récolte 600 ha dans le district de Brickaville, 10 ha dans le district de Moramanga et 10 ha autour d'Antananarivo. Elle encadre les paysans dans un endroit participatif au développement des localités, à la protection et au renouvellement des ressources végétales aidant ainsi à préserver l'environnement et sa biodiversité [HOMEOPHARMA, 2017].

2.3. *Les produits*

Elle utilise déjà actuellement plus de 1500 plantes dans ses produits. Des recherches et des innovations se poursuivent chaque année sur les autres plantes. Les produits HOMEOPHARMA sont constitués de :

- ✚ Médicaments homéopathiques ;
- ✚ Huiles essentielles ;
- ✚ Thés médicinaux pour infusions ;
- ✚ Baumes à essence de plantes ;
- ✚ Huiles corporelles et de massages ;
- ✚ Compléments nutritionnels ;
- ✚ Savons végétaux ;
- ✚ Bains aromatiques ;
- ✚ Parfums d'ambiances.

2.4. Garanties de l'HOMEOPHARMA

L'entreprise possède deux laboratoires agréés par le Ministère de la Santé Publique, en l'occurrence [HOMEOPHARMA, 2017] :

- Laboratoire pharmaceutique ;
- laboratoire d'analyses biologiques et de diagnostic médical.

La société est également :

- Certifiée BIO par ECOCERT international ;
- Certifiée LABEL NATIORA par l'Université Rutgers de l'Etat de New Jersey.

HOMEOPHARMA s'engage que ses produits soient :

- D'origine biologique.
- Produits ayant reçu un contrôle qualité pharmaceutique.
- 100% naturels.
- Huiles essentielles 100% pures.

3. CONTEXTE

3.1. Mondial

En 2010, la production mondiale de mangues atteint 30,7 millions de tonnes, ce qui représente près de 50 pour cent de la production mondiale de fruits tropicaux. Un peu plus de 77% de la production mondiale est localisée en Asie et dans le Pacifique, 13% en Amérique latine et aux Caraïbes et 9% en Afrique.

L'Inde est actuellement le plus grand pays producteur mondial de mangue, représentant 40% de la production mondiale totale, avec une production prévue de 12,3 millions de tonnes [FAO, 2017].

Le graphe suivant nous informe sur la production de mangue par rapport au continent.

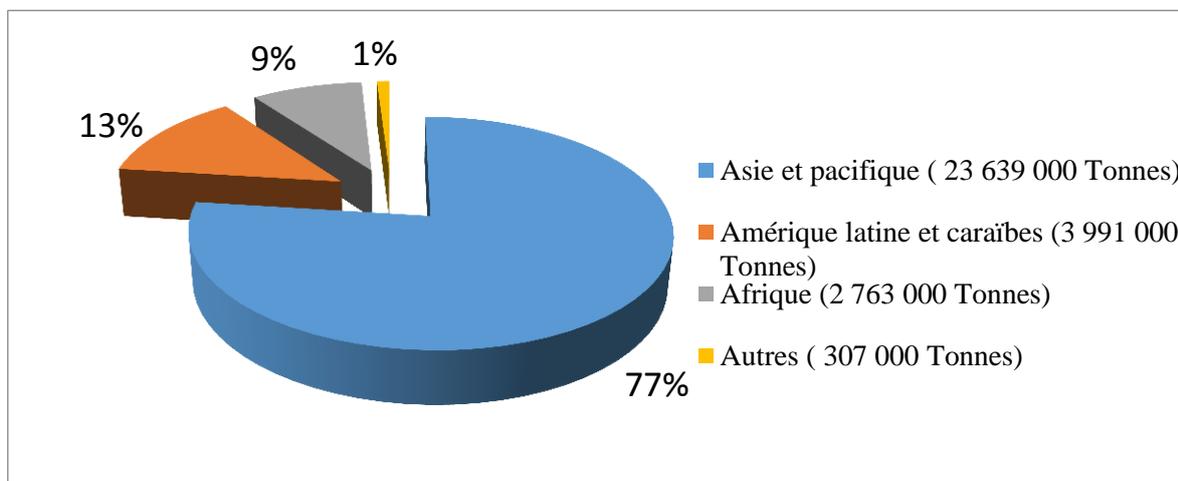


Figure 1 : Production mondiale de mangue par continent [FAO, 2017].

L'augmentation la plus significative de la production de mangue pour les régions Asie et Pacifique est prévue pour la Chine, avec près de 8 pour cent prévoyant une croissance composée et une production prévue de 2,8 millions de tonnes à près de 6,3 millions en 2010. La production au Mexique, en Amérique latine et dans les Caraïbes, devrait atteindre 1,9 million de tonnes. Dans l'ensemble, la production devrait atteindre 23,7 millions de tonnes en Asie et dans le Pacifique, 4,1 millions en Amérique latine et dans les Caraïbes et 2,8 millions en Afrique. L'Asie et le Pacifique devraient continuer d'être les régions les plus importantes pour la production mondiale de mangues, soutenue par une forte croissance prévue en Chine, en Thaïlande, aux Philippines et en Inde [FAO, 2017].

Le graphe ci-dessous représente la production de mangue en fonction des pays.

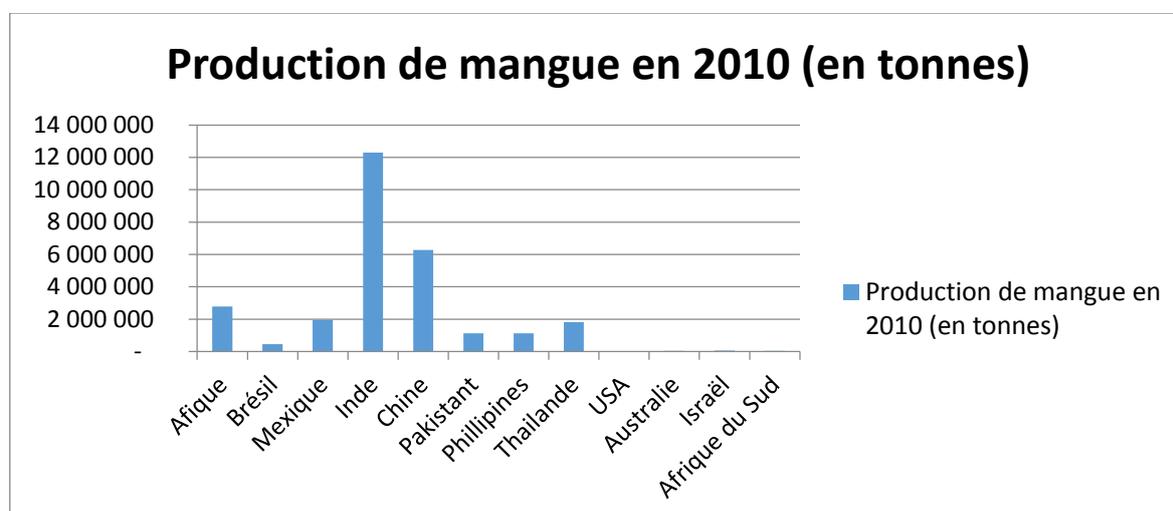


Figure 2 : Production mondiale de mangue par pays en 2010 [FAO, 2017].

Les importations de mangue, à 1,5 millions de tonnes prévues pour 2010, devraient continuer à afficher la plus forte croissance de la demande d'importations. L'UE (à l'exclusion du commerce intra-UE) devrait importer 514 000 tonnes de mangue d'ici 2010, avec une croissance prévue de 15,7%. Le marché européen connaît une saisonnalité prononcée, avec de grandes quantités importées au cours des deuxième (avril-juin) et quatrième (octobre-décembre) trimestres. Bien que la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni continuent d'être les principaux marchés d'importation, l'Espagne peut devenir un acteur du marché des importations plus important. Les importations de mangue aux États-Unis devraient croître de près de 7% en moyenne, pour atteindre 450 000 tonnes en 2010 [FAO, 2017].

3.2. National

Aucun chiffre officiel n'a été publié sur les fruits et légumes de Madagascar depuis 1990, mais le Ministère de l'Agriculture a estimé que la production annuelle de mangues est de 115 000 tonnes par an [MAEP, 1990]. Ce chiffre est confirmé par RASOANAIVO en 2015.

4. LA MANGUE

Environ 500 variétés de mangue ont été recensées dont 46 à Madagascar [ZENAIVO, 2003].

4.1. Historique

Le manguier est un arbre originaire de Malaisie, de la région indo-birmane. Sa culture s'est rapidement propagée de façon intensive dans le Sud-Est Asiatique dès le IV^{ème} ou V^{ème} siècle avant Jésus Christ. En Afrique, les Arabes auraient introduit le manguier sur la côte Est, à Madagascar et dans les ports de l'Océan Indien, puis l'auraient propagé vers l'intérieur des terres. Il fut introduit en Afrique occidentale et en Amérique du sud dès le XVI^{ème} siècle par les Portugais. Il n'a été introduit en Australie qu'au cours du XIX^{ème} siècle. Des essais d'implantations ont été effectués en Europe au XVII^{ème} au XIX^{ème} siècle, mais ce fut un échec [GERBAUD et *al.*, 2016 ; BECCARO, 2013].

4.2. Systématique

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Eudicotylédones
Ordre :	Sapindales
Famille :	Anacardiaceae
Genre :	<i>Mangifera</i>
Espèce :	<i>indica</i>



Figure 3 : Manges sur un manguier
[L'ENTREPRENARIAT, 2016].

[GERBAUD *et al.*, 2016 ; DE LAROUSSILHE, 1980].

Nom vernaculaire de la mangue à Madagascar : Borabe (Tsimihety), Embe (Sakalava), Kitamoamoa (betsileo), Manga (Merina, Betsimisaraka) [PIERRIER et HUMBERT, 1952].

4.3. Caractéristique botanique

Le manguier est un arbre à longue durée de vie, pouvant atteindre plusieurs centaines d'années. Sa longueur pouvant atteindre jusqu'à 40 mètres de haut [AROMA ZONE, 2016 ; MOAMBE, 2007 ; BECCARO, 2013].

4.3.1. Racine

Sa racine est pivotante, très profonde et très étendue. Ces atouts permettent l'absorption d'eau dans les couches inférieures et d'éléments nutritifs dans les couches supérieures du sol. C'est pour cela que le manguier résiste mieux durant les saisons sèches [BECCARO, 2013].

4.3.2. Tige

Le tronc cylindrique peut faire 1 mètre de diamètre et le bois est assez cassant [GERBAUD *et al.*, 2016].

4.3.3. Feuille

Ses feuilles sont persistantes, minces, vert foncées, coriaces, pendants, brillants et alternés. Elles peuvent atteindre 15 à 40 centimètres de longueur. Ces feuilles sont également aromatiques à odeur de térébenthine [MOAMBE, 2007 ; H. VANNIERE et *al.*, 2013 ; GERBAUD et *al.*, 2016].

4.3.4. Fleurs et floraison

Les fleurs sont hermaphrodites à cinq pétales. Elles apparaissent à partir du mois de décembre, Les inflorescences, en forme de grappe, apparaissent à l'extrémité des rameaux [MOAMBE., 2007].

4.3.5. Fruits

La mangue est une drupe à peau cireuse, lisse, à gros noyau central. Elle peut avoir différents aspects suivant la variété notamment : en forme dissymétrique, ronde, ovoïde ou réniforme, aux côtés plus ou moins aplatis, avec ou sans bec. La couleur de la peau à maturation varie entre vert, jaune, orange, ou rouge suivant la variété.

Sa grosseur varie énormément de 50 g à plus de 1,5 kg. La chair (pulpe) est très juteuse. Elle peut être fondante ou peu ferme. Sa chair est jaune foncée, onctueuse et sucrée, avec un goût de pêche et de fleur, parfois légèrement poivrée et acidulée selon la variété. Les mangues de bonne variété dégagent à maturité une odeur agréable.

Les fruits sont mûrs au mois de mars à avril excepté des espèces greffées qui sont tardives. Elles ne produisent de fruits qu'à partir de la 6ème année. Ces fruits peuvent rester plusieurs mois sur le manguier, mais ne mûrissent qu'une fois cueillis [GERBAUD et *al.*, 2016 ; BECCARO, 2013 ; RASOANAIVO, 2015 ; MOAMBE, 2007].

4.4. *Conditions physiologiques*

4.4.1. Reproduction

Le manguier se reproduit par pollinisation, greffage, marcottage et bouturage. Toutefois, le marcottage et le bouturage sont peu employés compte tenu de leur difficulté de mise en œuvre, du temps qu'ils nécessitent et de résultats plus aléatoires que le greffage [GERBAUD et *al.*, 2016].

4.4.2. Sol

Le manguiier nécessite des terrains d'altitude maximale de 1 250 à 1300 mètres, bien drainés car il n'endure pas à la stagnation des eaux. Il préfère des sols sableux ou sablo-argileux avec un pH entre 6–7 [BECCARO, 2013 ; GERBAUD *et al.*, 2016].

4.4.3. Climat

Pour se développer et fructifier correctement, le manguiier préfère un climat tropical avec une saison fraîche et/ou sèche bien marquée. On estime entre 700 et 800 mm par an le volume d'eau nécessaire pour assurer une production destinée à la commercialisation. Des abaissements de température et des déficits d'alimentation hydrique sont nécessaires pour induire une floraison et donc une fructification. Le manguiier ne supporte pas le gel et sa température de développement optimale se situe entre 23 et 27°C. D'autre part, une bonne fécondation des fleurs nécessite que la température ne descende pas en dessous de 14°C lors de la floraison [VANNIERE *et al.*, 2013 ; GERBAUD *et al.*, 2016].

4.4.4. Récolte

La récolte intervient 120 à 130 jours après la floraison. La mangue est un fruit climactérique (dont la maturité est atteinte après la récolte) qui doit être cueilli à son stade de maturité physiologique. Ce stade de maturité est entre le mois d'Octobre à Décembre [GERBAUD *et al.*, 2016 ; BRICOUT, 2008].

4.5. Caractéristiques nutritionnelles

La valeur énergétique pour 100g de chair de mange varie entre 52 à 65 Kcal avec un pH entre 4 à 4,5 et de taux de cendre de 0,4%.

Le tableau suivant indique la valeur nutritionnelle pour 100g de la chair de mangue :

Tableau 2 : Valeur nutritionnelle de la chair de mangue pour 100g [MOAMBE, 2007 ; LINGANI et al., 2001].

Catégories	Dénominations	Valeurs
Valeur nutritive	Eau	82 à 84g
	Fibres	1 à 3g
	Glucides	13,4 à 17g
	Lipides	0,1 à 0,3g
	Protéines	0,5 à 0,7g
Sels minéraux et oligo-éléments	Potassium	145 à 150 mg
	Phosphore	22 à 25 mg
	Calcium	20 à 22 mg
	Magnésium	8 à 9 mg
	Fer	1 à 1,2 mg
	Manganèse	160µg
	Zinc	100µg
	Cuivre	100µg
Vitamines	Vitamine C	22 à 100 mg
	Vitamine B1	100 à 320 µg
	Vitamine B2	100 à 400 µg
	Vitamine B3	400 à 500 µg
	Vitamine B5	130 µg
	Vitamine B6	50 µg
	Vitamine B9	40 à 51 µg
	Vitamine B12	Traces
	Vitamine A	3000 à 4130 µg
	Vitamine E	1800 µg
	Vitamine K	Traces

4.6. Localisations

Les parties Nord et Nord –Ouest de l’île sont les principales zones productrices de mangue à Madagascar, suivies des zones du Sud et du Moyen-Ouest [RASOANAIVO, 2015].

4.7. Utilisations

4.7.1. En alimentation

La mangue est principalement transformée en jus et nectars, conserves de joues, segments ou morceaux avec adjonction de sirop pour la conservation. Les purées ou pulpes congelées, marché en croissance, sont utilisées dans la fabrication de produits lactés (yaourts, etc.), de crèmes glacées et dans la biscuiterie (barres chocolatées, muesli, etc.). Les mangues séchées ou confits entrent dans la composition d’assortiments apéritifs ou en snacking. On trouve aussi des confitures, pâtes de fruits et sauces [GERBAUD et *al.*, 2016 ; AROMA ZONE, 2016].

Elle est aussi utilisée pour les boissons gazeuses. Grace à ses fortes teneurs en sucres, on peut également les utiliser pour la fabrication des boissons distillées, des whiskies et des liqueurs par fermentation alcoolique [MOAMBE, 2007 ; AWONO et MANIRAKIZA, 2007].

4.7.2. En cosmétique

Une étude réalisée par WUR (Unité de Recherche de l’Université de Wageningen aux Pays-Bas) démontre que le noyau et la pulpe de mangue sont utilisés pour leur richesse en acides gras aux propriétés nutritives exceptionnelles, capables de nourrir profondément la peau et les cheveux secs et abîmés [FELICITE-ZULMA et *al.*, 2013].

La mangue, également concentrée en caroténoïdes, contient des agents antioxydants naturels capables de réduire les dommages causés par les radicaux libres, responsables du vieillissement cutané [FELICITE-ZULMA et *al.*, 2013].

La pulpe de mangue contient des stérols, il faudrait les transformer en leurs dérivés comme les stérols éthoxylés afin de les incorporer dans de nombreux produits cosmétiques. Aussi, les stérols interviennent dans de nombreux produits présentant des activités anti-inflammatoires, ou réparatrices de dommages cutanés et dans des shampooings [WACHTER R. et *al.*, 1995].

4.7.3. En thérapie

L'écorce est utilisée en décoction comme bain de bouche contre les infections de la bouche. L'écorce et les feuilles sont bouillies pour la préparation des remèdes traditionnels, notamment contre la diarrhée et la dysenterie. Les feuilles séchées en infusion sont utilisées pour lutter contre les caries dentaires [MOAMBE, 2007].

4.7.4. En industrie

Les peaux, les coques, et les amandes dégraissées sont riches en composés phénoliques notamment les acides galliques et les tanins galliques. Les tanins galliques ont des propriétés de former de complexe avec les protéines et les métaux d'où leur utilisation dans différentes industries pour les tannages des peaux, la production de colorants naturels, d'adhésifs, et d'antirouilles [RASOANAIVO, 2015].

5. LE BEURRE DE MANGUE

5.1. Définition

Le beurre de mangue est une matière grasse de consistance solide à la température ambiante, obtenue à partir de l'amande de noyau de mangue. Le beurre de mangue est extrait soit par pressage mécanique des amandes, soit par solvants organiques, soit par séparation en milieu aqueux [BAN KOFFI et *al.*, 2014 ; POUPINEL, 2007].

5.2. Caractéristiques

Le beurre de mangue est sous forme semi-solide, tendre, fondant à température ambiante de couleur blanc crème ou jaune pâle [YOUSSEF, 2003 ; RASOANAIVO, 2015].

5.3. Composition

Le beurre de mangue contient de nombreux principes actifs qui lui permettent d'être considéré comme un excellent agent d'hydratation de la peau et des cheveux. On compte ainsi parmi ses composants [POUPINEL, 2007 ; AROMA ZONE, 2016] :

- **Des acides gras essentiels** comme l'acide oléique ou stéarique aux forts pouvoirs hydratants.
- **Les insaponifiables (2 à 5% de la composition globale) dont :**
 - **Des antioxydants** qui combattent le vieillissement prématuré de la peau et de l'organisme tout en stimulant la production de collagène.

- **Du squalène**, un composé organique naturellement présent dans l'épiderme et l'organisme, qui stimule également naturellement la production de collagène. Il aide à régénérer le ciment lipidique de la couche cornée.
- **Des polyphénols** (dont catéchine, épicatechine, benzoate de propyle), efficaces face aux radicaux libres responsables du vieillissement cutané, ils aident à restructurer la peau en stimulant la synthèse de collagène.
- **Des phytostérols (dont bêta-sitostérol, campestérol, avenastérol)** aux vertus anti-inflammatoires et qui aident la peau face au vieillissement cutané et face à l'action des rayons ultraviolets du soleil : améliorent la fonction barrière de la peau et la microcirculation, freinent le vieillissement cutané, protègent contre l'action des UV.
- **Alcool oléique** : émulsifiant et émoullit.

5.4. Propriétés du beurre de mangue

Le beurre de mangue est reconnu pour ses propriétés [YOUSSEF, 2003 ; RATIANARIVO, 2013 ; FELICITE-ZULMA et *al.*, 2013 ; AROMA ZONE, 2016 ; POUPINEL, 2007] :

- ✓ Emolliente et assouplissante

Elle permet de maintenir et de favoriser l'hydratation de la peau. Pour les cheveux, plus ils sont hydratés plus ils gagnent en souplesse. Un apport intense en nutriments par l'intermédiaire de bains d'huile, de masques, et de crèmes hydratantes appliquées au quotidien, reste un moyen de détendre les frisures très serrées.

- ✓ Nourrissante

Le beurre de mangue est extrêmement nourrissant non seulement pour la peau mais également pour les cheveux, du fait qu'il est riche en acide iso-stéarique. Recommandé pour les soins capillaires, il permet de restaurer les cheveux endommagés, rêches ou crépus.

- ✓ Réparatrice

Le beurre de mangue gaine les écailles, apporte éclat et brillance aux cheveux et prévient ainsi la formation des fourches.

- ✓ Adoucissante

Il est idéal pour soigner les peaux sèches et déshydratées.

- ✓ Régénérante, anti-âge.

Le beurre de mangue contribue à régénérer les tissus et rend la peau élastique. Il est réputé aider à atténuer les vieilles cicatrices.

5.5. Utilisation

Le beurre de mangue est utilisé comme beurre corporel, crème hydratante du corps et des cheveux, produit de soins solaires et pour après-soleil, baume de massage doux et tendre, lait de toilette, soins des lèvres et des mains, soins raffermissant, comme ingrédient actif de surgraissage pour la confection de savons "surgras", etc. [RATIANARIVO, 2013].

Le beurre de mangue est particulièrement recommandé en cas de [POUPINEL, 2007 ; YOUSSEF, 2003] :

- peau déshydratée, tiraillant, sèche et sensible ;
- peau relâchée, sujette aux rides prématurées ;
- cheveux cassants, secs ou abimés par le froid, la chaleur ou l'eau de mer ;
- cheveux longs aux fourches déshydratées.

5.6. Conditionnement

Le beurre de mangue pur doit être conservé à l'abri de la lumière comme de la chaleur, de préférence dans un endroit sec [POUPINEL, 2007 ; AROMA ZONE, 2016].

5.7. Produits à base de beurre de mangue

Le beurre de mangue peut être appliqué sur les cheveux et la peau tel quel ou entrant dans la composition de certains produits cosmétiques comme [POUPINEL, 2007] :

- Des soins solaires ou après-soleil ;
- Des laits, beurres et crèmes corporels hydratants ;
- Des laits, beurres ou crèmes destinés au soin du visage ;
- Des baumes à lèvres ou des crèmes pour les mains ;
- Des shampoings, masques et baumes capillaires.

6. LA COSMETIQUE

6.1. *Cosmétique*

Se dit de toute préparation non médicamenteuse destinée aux soins du corps, à la toilette, à la beauté [LAROUSSE, 2017].

6.2. *Produit cosmétique*

Un produit cosmétique est une substance ou un mélange destiné à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles [LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE, 2009].

7. CONCLUSION PARTIELLE

Le climat tropical, chaud et humide de Madagascar correspond aux conditions de développement des manguiers. Ces derniers sont devenus des arbres naturalisés dans les régions Nord-Ouest de la grande île. Malheureusement, leurs sous-produits au niveau mondial ou national, y compris l'amande de la mangue sont la plupart non valorisés alors qu'ils sont riches en éléments profitables dans plusieurs domaines.

Le laboratoire HOMEOPHARMA cherche de nouveaux ingrédients naturels pour plusieurs types de produits, y compris la cosmétique. C'est dans ce contexte que vient la genèse de l'idée de la contribution à la caractérisation de la matière grasse de l'amande de mangue, afin de l'utiliser en cosmétique.

Cette première partie nous incite à étudier dans les parties suivantes : l'extraction, la caractérisation du beurre de mangue et l'étude du pouvoir antioxydant.

PARTIE II : BEURRE DE MANGUE

Par définition, les beurres sont des corps gras solides à température ambiante, qui fondent à des températures proches de celle de la peau. On distinguera les beurres natifs (généralement extraits de noyaux ou de graines, et dont les constituants principaux sont des triglycérides) des beurres « fabriqués », obtenus par divers procédés physiques ou chimiques, et dont les textures sont proches de celles des beurres natifs [ROSSOW, 2008].

Le beurre de mangue est un corps gras composé de triglycérides et de fractions insaponifiables extrait à partir du noyau de mangue sous forme solide à température ambiante.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Dans cette partie, nous développerons les matériels utilisés pour les extractions, les diverses analyses et la formulation des produits cosmétiques.

1.1. *Matériels végétal*

Les noyaux de mangue sont collectés au même jour de leur épluchage, le 16 décembre 2016 à l'Entreprise Food and Beverage Antananarivo. Ces noyaux sont issus de plusieurs variétés de mangue. Les noyaux sont séchés pendant 3 jours au soleil avant d'être stockés dans un endroit frais et sec.



Figure 4 : Séchage solaire des amandes de mangues.

1.2. *Détermination de la teneur en eau*

La teneur en eau est la quantité en masse d'eau et des matières volatiles par évaporation de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage de la masse de l'échantillon initiale.

La détermination de la teneur en eau s'effectue par dessiccation des broyats d'amandes à une température de 103°C dans une étuve isotherme à circulation d'air, à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une valeur massique pratiquement constante (Cf. *Partie expérimentale 1*).

1.3. *Prétraitement de la matière première*

Les noyaux de mangue récoltés sont d'abord séchés au soleil pendant deux jours afin, d'une part, d'augmenter la durée de stockage et la conservation et d'autre part de faciliter le décorticage [RATIANARIVO, 2013]. Le diagramme suivant représente les étapes de prétraitement des noyaux de mangues.

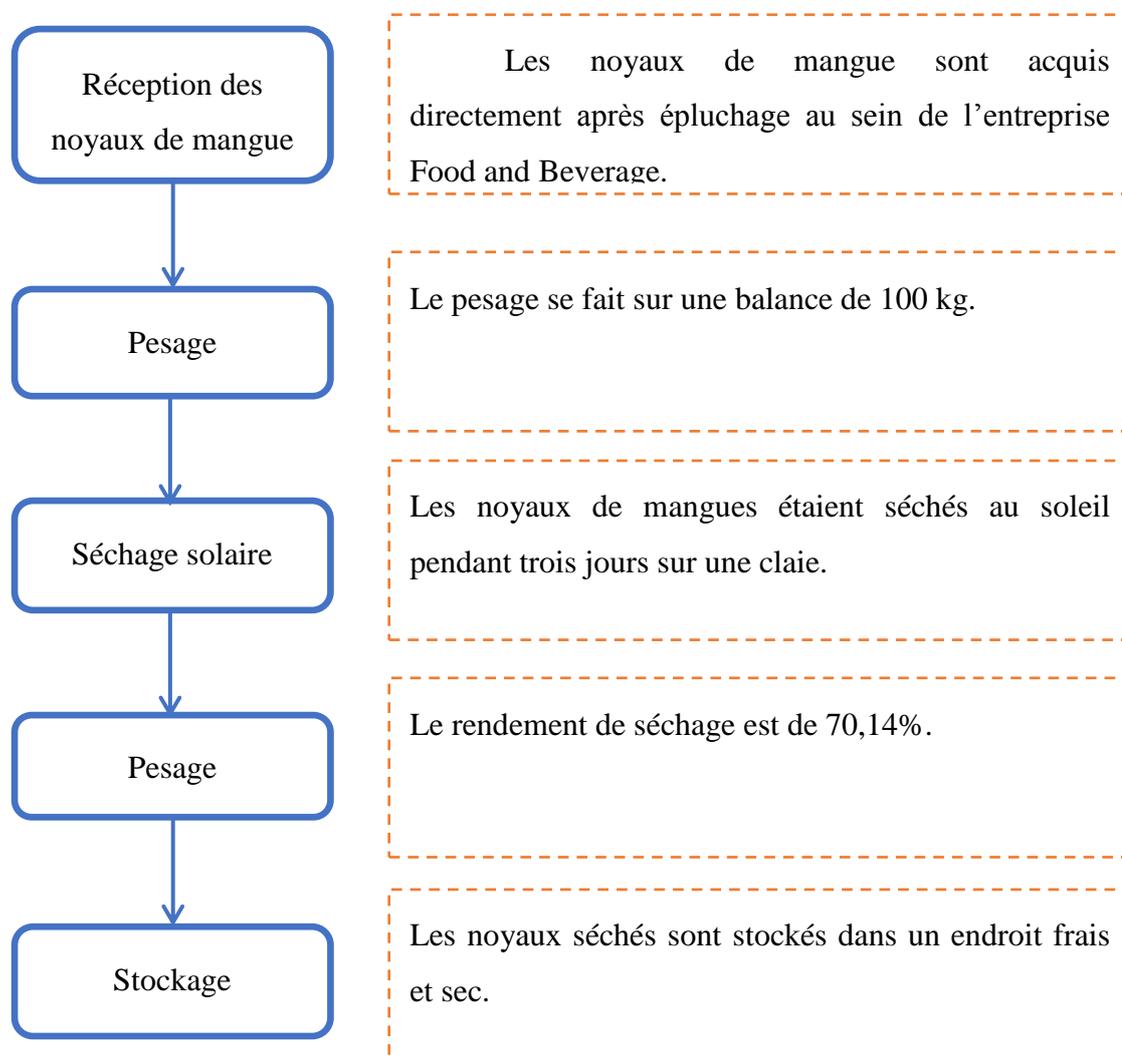


Figure 5 : Préparation des noyaux de mangue.

L'extraction du beurre de mangue exige plusieurs traitements préliminaires sur la matière première. La phase de préparation consiste à extirper l'amande des noyaux, la nettoyer, la sécher, la broyer et la peser.

1.3.1. Extirpation de l'amande du noyau

L'amande des noyaux de la mangue est enfermée dans une coque dure et épaisse. Afin d'extirper l'amande, nous avons utilisé des couteaux. En même temps, une préface de triage s'associe avec le décorticage, pour enlever les matières premières défectueuses.

1.3.2. Triage

Le triage est visuel. Il consiste à enlever les débris de la coque du noyau et débarrasser les parties défectueuses de l'amande.

1.3.3. Séchage

Les amandes sont séchées dans une étuve isotherme à circulation d'air à 65°C jusqu'à ce que la teneur en eau de l'amande soit à 10% [KAPHUEAKNGAM et al., 2009 ; AFNOR, 1993].

1.3.4. Broyage

Les huiles et les matières grasses sont des réserves énergétiques d'une plante, sous forme de gouttelettes ; elles sont généralement stockées dans des cellules oléifères. Pour faciliter l'extraction, on a recours au broyage pour libérer ses huiles et d'augmenter la surface de contact des noyaux au solvant. Le broyage a été effectué à partir d'un broyeur mécanique ou mixer [RATIANARIVO, 2013 ; RASOLOFOMANANA, 2016].

1.3.5. Pesage

Le broyat est ensuite pesé afin de déterminer le rendement du prétraitement de la matière première. L'appareillage utilisé est une balance analytique avec une précision de 0,01g.

1.4. *Extraction du beurre de mangue*

1.4.1. Diagramme d'extraction du beurre de mangue

L'extraction des beurres de mangue effectuée était soit par pression soit par solvant. Notons que la granulométrie du broyat de l'amande de mangue est bien traitée afin d'obtenir une granulométrie très fine permettant une augmentation de la surface de contact avec les solvants et facilite l'extraction [SIEDOUBA et al., 2015].

Le diagramme d'extraction du beurre de mangue sans congélation est représenté ci-dessous :

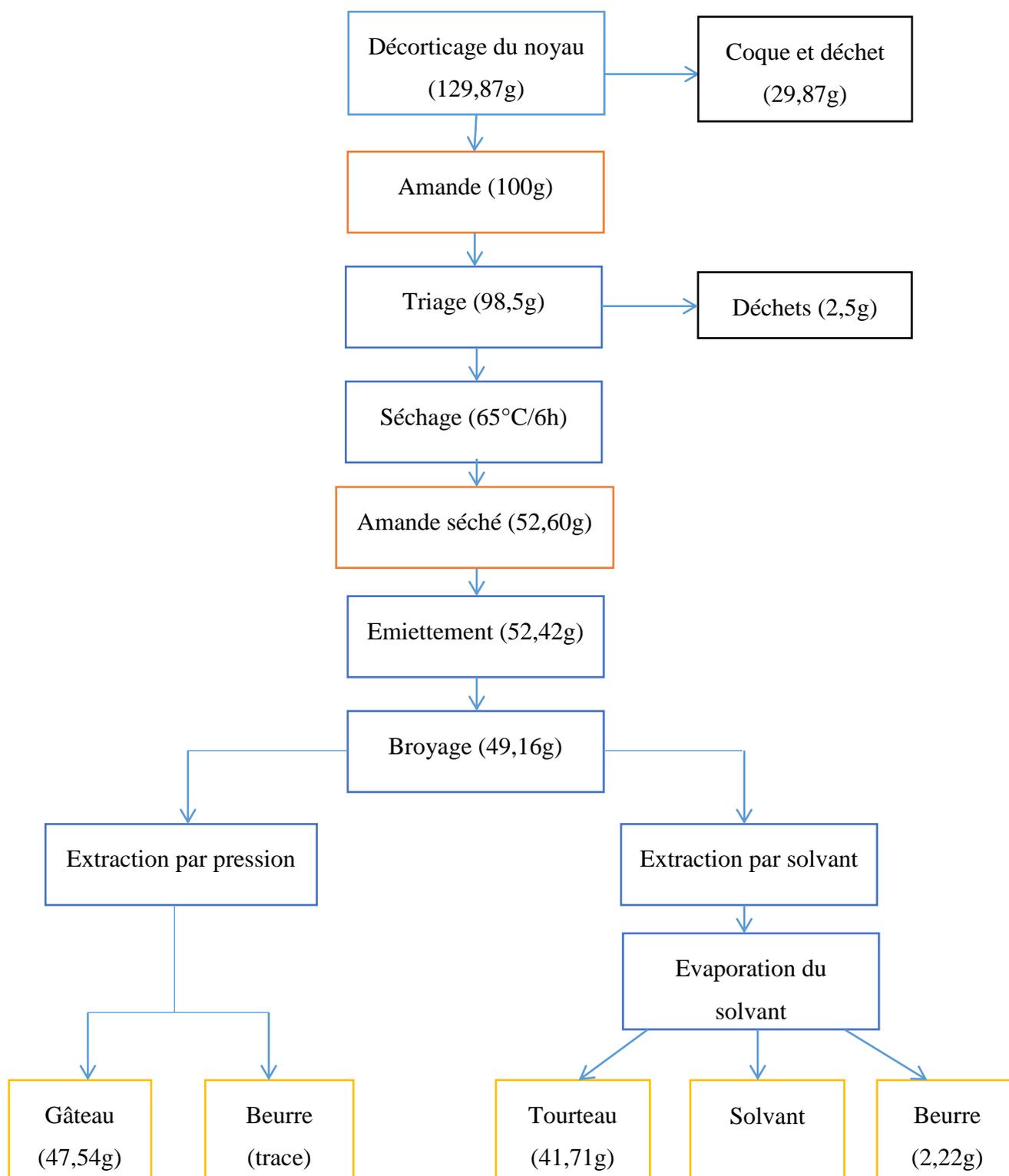


Figure 6 : Diagramme de fabrication des beurres de mangue [BAN KOFFI et al., 2014 ; RATIANARIVO, 2013 ; RASOANAIVO, 2015 ; KARUNANITHI, 2015].

1.4.2. Extraction par solvant

1.4.2.1. *Matériels*

a) Soxhlet

Un extracteur de Soxhlet est un morceau d'appareil de laboratoire inventé en 1879 par Franz Von Soxhlet. C'est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide-liquide avec une grande efficacité.

L'extracteur est divisé en trois parties à savoir [KARUNANITHI *et al.*, 2015] :

- ❖ Un ballon mono-col contenant un réservoir de solvant ;
- ❖ Un extracteur proprement dit qui permet le contact entre le solvant et la matière première (dans une cartouche poreuse) et l'évacuation de la solution vers le ballon par un siphon ;
- ❖ Un condenseur, pour condenser le solvant évaporé.

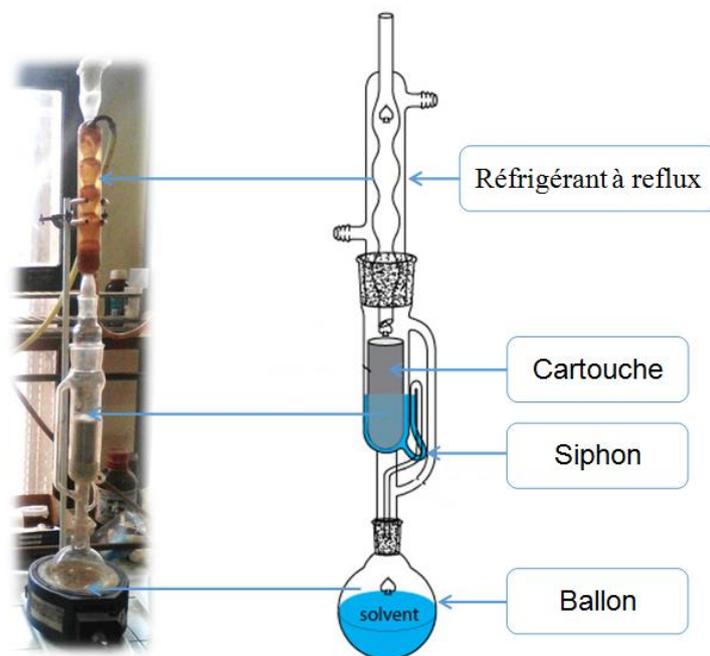


Figure 7 : Soxhlet.

b) Solvant

L'hexane a été sélectionné pour ses propriétés apolaires qui lui confèrent une grande affinité pour les lipides. En outre, il présente l'avantage d'être très sélectif vis-à-vis des huiles et d'avoir une chaleur latente de vaporisation assez faible (330 kJ/kg) ce qui permet de l'évaporer facilement le solvant [FINE et *al.*, 2013].

c) Chauffe ballon

La chauffe ballon est un appareil électrique sous la forme de demi-sphère qui permet de chauffer le ballon du Soxhlet. La résistance est enveloppée dans un corps en soie de verre conçu pour résister à des températures élevées et qui est intégré dans un boîtier métallique [RAONIZAFINIMANANA, 2015].



Figure 8 : Plaque chauffante.

d) Rotavapor

Le rotavapor est un équipement permettant d'évaporer le composé le plus volatil d'un mélange. Dans notre cas, l'hexane est évaporé, tandis que l'huile reste dans le ballon.

Le rotavapor est constitué de différentes parties :

- ❖ Une cuvette contenant de l'eau chaude pour évaporer le solvant dans le ballon ;
- ❖ Un ballon contenant le mélange de solvant et du substrat ;
- ❖ Un réfrigérant qui condense les vapeurs du solvant ;
- ❖ Un autre ballon pour récupérer le solvant condensé ;
- ❖ Un rotor qui fait tourner le ballon du mélange, afin d'homogénéiser l'évaporation du solvant.



Figure 9 : Rotavapor.

e) Congélateur

Le congélateur est un appareil qui permet de givrer des produits. Il comprend un circuit fermé d'un fluide frigorigène appelé « cycle frigorifique », utilisant les propriétés physiques d'un fluide pour assurer un transfert de chaleur ou d'énergie. Ce fluide à basse température d'ébullition absorbe la chaleur dans le congélateur pour abaisser la température [RASOARAHONA, 2016 ; BAKAR II, 2016].

Dans notre cas, cet équipement sert à givrer l'amande de la mangue pour sa conservation, et pour une amélioration de procédé d'extraction.

1.4.2.2. Méthodes d'extraction

b) Extraction de l'huile

L'extraction du beurre de mangue a été effectuée en utilisant un extracteur Soxhlet et du n-hexane comme solvant. Avant d'extraire le beurre, le broyat d'amande est pesé et mis dans la cartouche du Soxhlet. L'extraction du Soxhlet est la combinaison de la percolation et de la macération [RAONIZAFINIMANANA, 2016].

On introduit 300 ml d'hexane dans le ballon à fond rond de l'appareil Soxhlet. Par la suite, 100 g de graine de mangue écrasée ont été chargés dans le cartouche et introduits dans l'extracteur Soxhlet. Assemblé le tout sur un réfrigérant à reflux et allumer la plaque chauffante.

L'échantillon est percolé par le solvant chaud puis macéré par le solvant condensé accumulé dans le soxhlet. La vapeur de l'hexane est condensée par le réfrigérant à reflux puis tombe goutte à goutte dans l'extracteur, jusqu'à ce que l'extracteur atteigne le sommet du siphon. Lorsque le sommet du siphon est atteint, le mélange de solvant et l'huile se verse dans le ballon, puis le cycle se répète. L'extraction se déroule à 80°C pendant 8h [RASOANAIVO, 2015 ; KARUNANITHI *et al.*, 2015 ; KAPHUEAKNGAM *et al.*, 2009].

Dans notre cas, l'extraction doit être effectuée le plus rapidement possible après le broyage pour éviter le brunissement enzymatique du broyat, car ce dernier colore fortement le beurre de mangue obtenu.

c) Distillation/désolvantisation

La distillation consiste à séparer les constituants d'un mélange en évaporant la partie la plus volatile à l'aide d'un évaporateur rotatif ou « rotavapor » associé avec une pompe à vide. Dans notre cas, l'hexane, le plus volatil est évaporé par le rotavapor et le reste est constitué de matières grasses à l'état brut [RAONIZAFINIMANANA, 2016].

L'odeur du solvant n'est pas complètement éliminée après la distillation, le beurre est donc désodorisé dans l'étuve à 45°C jusqu'à ce que l'odeur soit disparue. Cette désodorisation varie entre deux à cinq jours suivant le reste de solvant dans le produit.

d) Amélioration de l'extraction par solvant

Dans le but de fracasser la paroi cellulaire des cellules oléifères, nous avons recours au refroidissement lent de l'amande de la mangue après décorticage à l'aide d'un congélateur réglé à - 18°C. L'amande sera utilisée au moins après 12 heures de congélation, pour être sûr que la glace atteigne toutes les cellules oléifères.

Pour éviter le brunissement enzymatique, qui risquerait de colorer fortement le beurre de mangue, nous avons décidé que la congélation soit avant le broyage. En effet, ce dernier abime les parois cellulaires et libère les enzymes responsables du brunissement enzymatique [FAWBUSH, 2016].

L'extraction a été effectuée 3 fois pour valider le résultat. La valeur est calculée à partir de la moyenne des résultats obtenus.

✚ Principe de la glace.

Ce principe est l'inverse de la technique de conservation à froid des viandes et produits carnés. En effet, si la congélation est rapide (surgélation), les liquides dans la vacuole des cellules, vont se givrer sans avoir abimé les parois cellulaires. Par contre, pendant la congélation lente, les eaux des tissus cellulaires vont augmenter anarchiquement de volume [RAONIZAFINIMANANA, 2016 ; RASOARAHONA, 2016 ; BAKAR II, 2016].

Dans notre cas, on va adopter la congélation lente de l'amande afin de déchirer les parois cellulaires, y compris les cellules oléifères pour libérer la matière grasse.

Cette technique a un double avantage :

- ✓ Elle n'a pas recours à l'utilisation des produits de synthèse et avantageux pour la production de « produits Bio » ;
- ✓ La technique est moins onéreuse, facile à appliquer et accessible à tous.

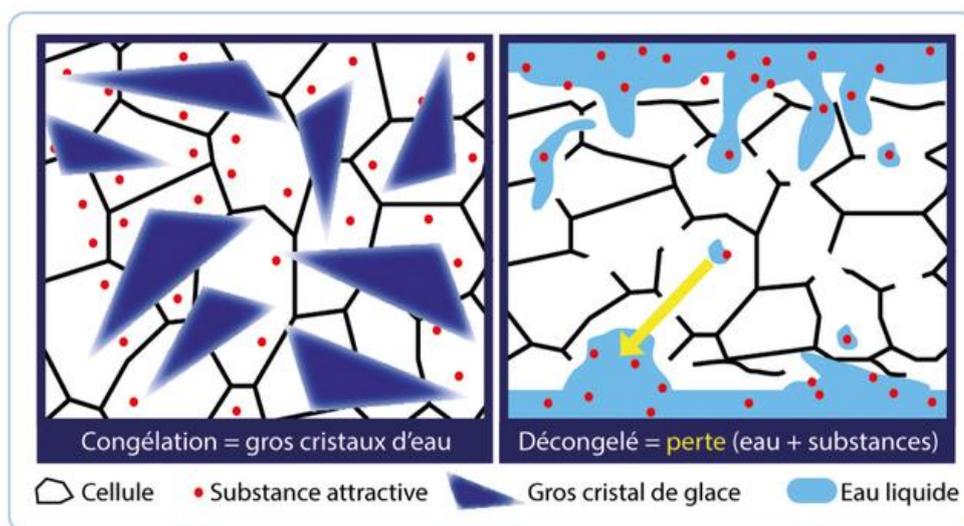


Figure 10 : Formation de gros cristaux de glace dans les tissus cellulaires [CANO, 2015].

✚ Diagramme d'extraction avec congélation

Le diagramme d'extraction du beurre de mangue associé avec la congélation est le suivant:

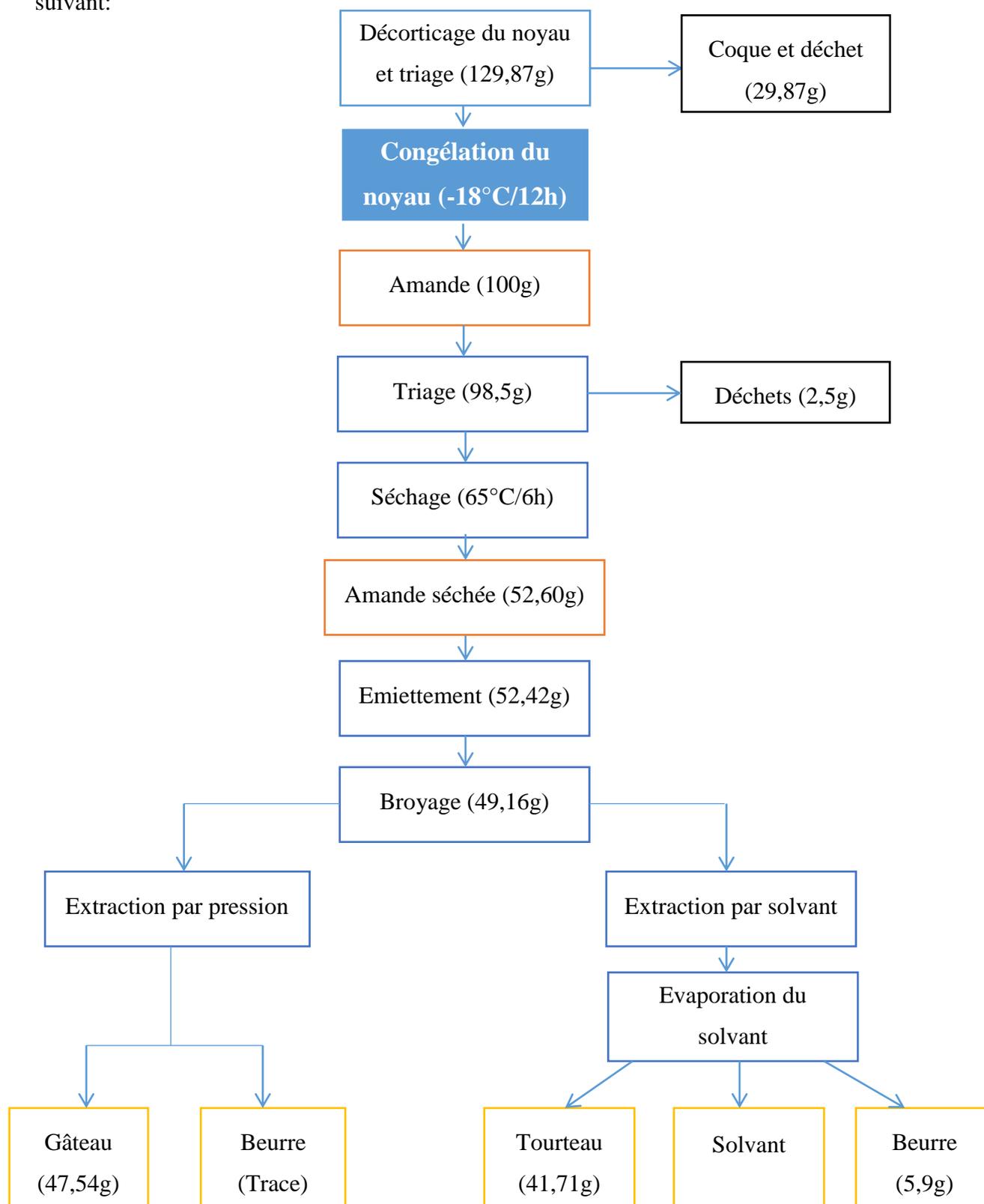


Figure 11 : Diagramme d'extraction des beurres de mangue avec congélation lente.

1.4.3. Extraction par pression

L'extraction par pression est le mode d'extraction le plus largement utilisé pour la production des huiles et matières grasses.

1.4.3.1. *La presse*

La presse utilisée pour l'extraction des matières grasses de l'amande de mangue est de la marque « CARVER C23100-110 » qui peut atteindre jusqu'à 7 Bar. Il est classé parmi les presses hydrauliques.



Figure 12 : Presse hydraulique.

1.4.3.2. *Mode de fonctionnement*

D'après le théorème de Pascal « Un liquide en équilibre transmet intégralement et en tous ses points toute variation de pression produite en un point quelconque de ce liquide ». Un liquide permet donc de multiplier ou de diviser une force pressante qui s'exerce sur lui.

1.4.3.3. *Condition d'extraction*

Trois types d'essai d'extraction par pression seront effectués à une pression de 7 Bar, en occurrence :

- ✓ L'extraction du beurre de mangue par pressage à froid [MELNYCHUK et HUNTER, 2016].
- ✓ Chauffer le broyat à 65°C (à Coeur) pour fluidifier les matières grasses, puis pressage.
- ✓ Ajouter de l'eau bouillante (100°C) dans le broyat, puis pressage, et récupérer la phase supérieure du liquide qui contient la matière grasse [BAN KOFFI et *al.*, 2014].

1.5. Analyse de la composition des matières grasses

La composition du beurre de mangue de la variété « Mixte » a été analysée par Colonne Chromatographique en Phase Gazeuse (CPG). On a également analysé la matière grasse de la variété « Hiesy » dans la même condition d'extraction et d'identification, pour servir de référence.

1.5.1. Préparation des esters méthyliques

La préparation des esters méthyliques consiste à séparer les acides gras du beurre de mangue avec les insaponifiables, puis à transformer ces acides gras en ester méthyliques, par réaction chimique. Cette transformation permet aux acides gras de se vaporiser dans le CPG pour être identifiés. La préparation se fait en deux phases : Phase de saponification et phase de méthylation. (Cf. *Partie expérimentale 4*).

✓ Phase de saponification

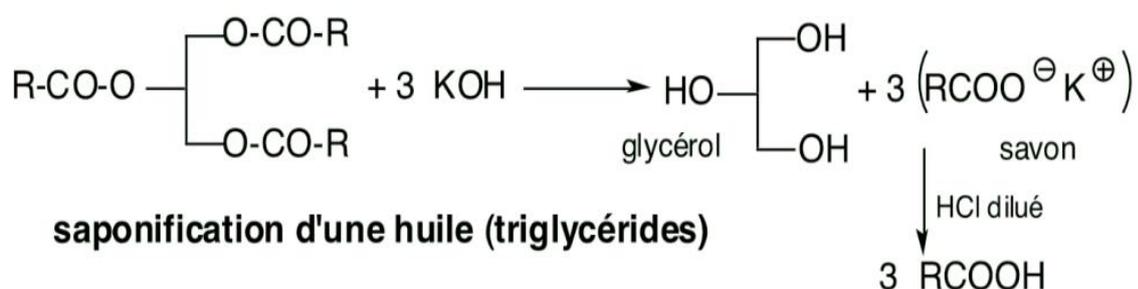


Figure 13 : Saponification d'un triglycéride [ROBSOMANITRANDRASANA, 2014].

✓ Phase de méthylation

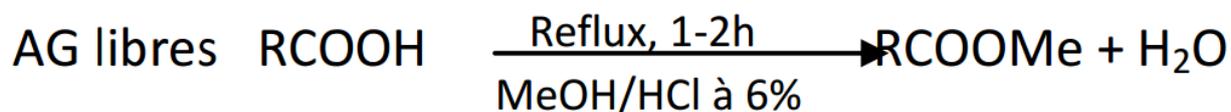


Figure 14 : Méthylation d'un triglycéride [ROBSOMANITRANDRASANA, 2014].

1.5.2. Identification par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)

Le CPG ou colonne chromatographie en phase gazeuse utilisée est de marque SHIMADZU GC-14A. Nous avons utilisé la colonne capillaire polaire CARBOWAX, dont la dimension est 30m*0,32mm*0,25µm. La température de la colonne est réglée à 190°C isotherme avec une pression de 0,4kg/cm². L'injecteur est en mode split réglé à 250°C, la quantité d'échantillon injecté est 0,5µl à chaque échantillon. Le détecteur à ionisation à flamme (FID) est réglé à 280°C, brûlé par l'hydrogène. Le gaz vecteur utilisé est l'azote. L'intégration est calculée par pourcentage d'aire avec un seuil de 0,01%.

L'identification des acides gras s'effectue par la détermination de leurs Longueur de Chaîne Equivalente (LCE). Par définition, la Longueur de Chaîne Equivalente est le nombre d'atome de carbone d'un acide gras saturé, linéaire, fictif qui aurait la même rétention que l'acide gras considéré. Elle est calculée par extrapolation linéaire à partir de deux acide gras saturés paires successifs de référence, généralement C16:0 et C18 :0 [ROBSOMANITRANDRASANA, 2014].

L'expression de la LCE est donnée par la relation suivante [ROBSOMANITRANDRASANA, 2014] :

$$LCE = n - a \frac{\log \frac{t'_{Ri}}{t'_{Rn}}}{\log \frac{t'_{R(n-a)}}{t'_{Rn}}}$$

n : le nombre d'atome de carbone de l'acide gras saturé linéaire pris comme référence.

a : la différence entre les LCE des deux acides gras de référence.

t'_{Ri} : le temps de rétention, corrigé du temps mort de l'acide gras à déterminer.

t'_{Rn} : le temps de rétention, corrigé du temps mort de l'acide gras saturé linéaire à n atomes de carbone.

$t'_{R(n-a)}$: le temps de rétention, corrigé du temps mort de l'acide gras saturé linéaire à $(n-a)$ atomes de carbone.

1.6. Analyses physico-chimiques

1.6.1. Densité relative

La densité d'une matière grasse est la masse volumique de cette dernière par rapport à la masse volumique de l'eau, à une température de référence. Les matériels utilisés sont :

- ✓ Un pycnomètre ;
- ✓ Une balance de précision ;
- ✓ Un thermomètre.

Les matières grasses liquides à la température ambiante sont mesurées à 20°C. Par contre, les beurres sont d'abord chauffés à une température supérieure à 10°C environ de sa température de fusion pour faciliter le remplissage du pycnomètre ensuite, versés ces beurres dans ce dernier après, on les laisse se refroidir et enfin prendre son poids exacte sur une balance de précision. C'est le cas du beurre de mangue (*Cf. Partie expérimentale 6*).

1.6.2. Indice d'acide

Indice d'acide est une grandeur qui permet d'évaluer la condition de stockage, la fragilité à la dégradation, l'état de détérioration de la matière grasse. L'indice d'acide est proportionnel à la quantité de KOH fixée à l'acide gras libre. La détermination ce fait à froid (*Cf. Partie expérimentale 5*).

1.6.3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est d'une part, une grandeur évaluant le ralentissement de la lumière suite à l'interaction avec les électrons de la matière et d'autre part, le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde définie dans le vide à sa vitesse dans la substance. Le matériel utilisé est un réfractomètre de type ABBE qui donne directement la valeur de l'IR et le Degré Brix de l'huile (*Cf. Partie expérimentale 3*).

L'indice de réfraction est un paramètre pour déterminer si le produit est falsifié quand sa valeur ne correspond pas à la fourchette de la norme. Elle peut également donner une idée de la siccativité de l'huile en se référant aux fourchettes de valeurs citées ci-dessous [ANDRIAMHAZO, 1988 ; RASOLOFOMANANA, 2016] :

1,4800 < indice de réfraction (à 20°C) <1,5230 : l'huile est siccative.

1,4700 < indice de réfraction (à 20°C) <1,4760 : l'huile est demi-siccative.

1,4680 < indice de réfraction (à 20°C) <1,4700 : l'huile est non siccative.

1.6.4. Indice de saponification

L'Indice de Saponification (IS) est la masse de potasse (mg) KOH nécessaire pour neutraliser les acides gras libres et pour saponifier les acides gras combinés dans 1g de corps gras [AFNOR, 1993 ; RAONIZAFINIMANANA, 2016] (*Cf. Partie expérimentale 4*).

1.6.5. Insaponifiable

L'insaponifiable, comme son nom l'indique est la partie insoluble dans l'eau après saponification mais soluble dans les solvants organiques. Sa détermination est importante dans notre étude du fait que les antioxydants et la plupart des actifs sont des insaponifiables [RASOANAIVO, 2015].

Pour l'obtenir, il faut saponifier à l'aide de KOH éthanolique les acides gras, puis additionner de l'eau et de l'hexane. Agiter les deux phases et récupérer la phase supérieure qui contient les insaponifiables dissout dans l'hexane. Son procédé d'extraction est inclus dans le protocole de la préparation des esters méthyliques (*Cf. Partie expérimentale 7*).

1.6.6. Point de fusion

Le point de fusion est la température à laquelle la substance est complètement fondue, indiquée par la disparition du solide. Le point de fusion est déterminé dans un tube capillaire, associé avec un appareil de chauffage et un thermomètre. La manipulation est effectuée dans le laboratoire de recherche et développement de l'HOMEOPHARMA [AFNOR, 1993] (*Cf. Partie expérimentale 8*).

1.7. Test antioxydant

Dans les deux tests qui suivent, le réactif utilisé est toujours le DPPH ou 1, 1' - DiPhényl - 2 - PicrylHydrazyle.

Le DPPH ou 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl est un radical libre stable. Sous forme libre, il est de couleur violette mais une fois réduit par un donneur d'hydrogène, sa coloration devient jaune.

La figure suivante montre la formule du DPPH sous forme réduit et sous forme libre :

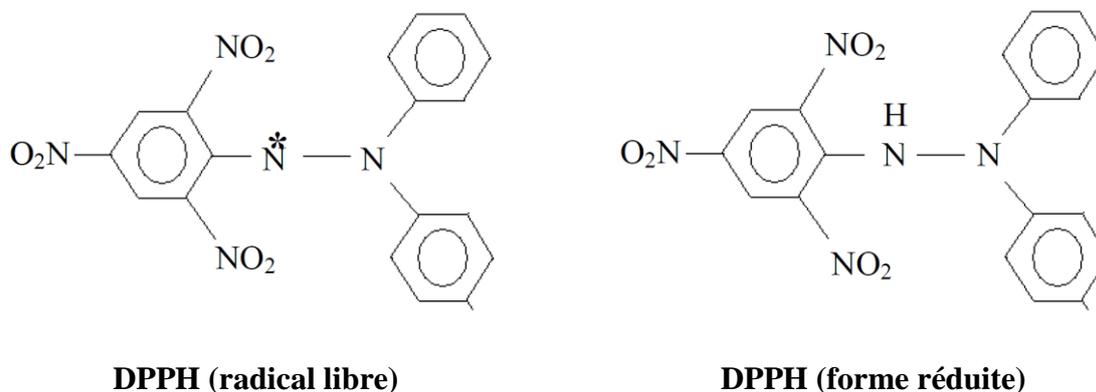


Figure 15 : Formule du DPPH [RAZAFINDRAKOTO, 2010].

Analyse qualitative

L'analyse qualitative des antioxydants consiste à identifier la présence d'activité de ces derniers dans le beurre de mangue, avant d'envisager à déterminer la concentration efficace du produit.

❖ Préparation du DPPH :

La concentration de DPPH est de 25mg dans 100ml de méthanol 98° DPPH [POPOVICI et *al.*, 2010].

Cette solution doit être préparée en avance pour que la poudre de DPPH soit complètement dissous dans le méthanol. La solution de DPPH est stockée à l'abri de la lumière en attendant les manipulations.

❖ Mode opératoire :

Les beurres de mangue à analyser et les témoins sont placés tout simplement sur la plaque CCM, puis sécher la plaque. Ensuite, la plaque est tout de suite plongée dans un plateau contenant la solution de DPPH préalablement préparée en avance. Après, il faut sécher la plaque CCM à l'air libre mais à l'abri de la lumière. S'il y a présence d'antioxydant, la couleur violette de la substance après avoir été plongée et séchée vire au jaune.

Analyse quantitative : détermination de la concentration effective

Il est intéressant de déterminer les différentes molécules dans les insaponifiables, malheureusement par faute de disponibilité de matériel et de temps, on va se contenter de déterminer la Concentration Effective (EC 50) des insaponifiables.

L'activité antioxydante d'un extrait est exprimée en EC50 (concentration effective à 50 %) qui est la concentration de l'échantillon causant la perte de 50 % de l'absorbance de la solution méthanolique de DPPH à une concentration et longueur d'onde donnée. L'intensité de la coloration étant proportionnelle au nombre de radicaux libres réduits, il est possible de calculer un pourcentage d'inhibition suite à des comparaisons de densité optique (DO) [RAZAFINDRAKOTO, 2010].

Comme témoin de l'analyse de la variété « Mixte », on a choisi l'acide ascorbique et l'insaponifiable du beurre de mangue de la variété « *Hiesy* ». La variété « *Hiesy* » puisque c'est la variété la plus abondante à Madagascar et également la plus étudiée parmi les mangues. L'acide ascorbique, du fait que ce dernier était déjà un produit purifié et donc fiable comme référence.

➤ Mode opératoire [RAZAFINDRAKOTO, 2010 ; BASIRI, 2015].

La longueur d'onde de la spectrophotométrie de marque « SECOMAM » doit être réglée à 517nm UV visible, et le DO contrôle doit être compris entre 0,2 et 0,6. Pour obtenir ce DO contrôle, le DPPH qu'on utilise est de 250µg pour 1ml de Méthanol 98° soit 0,004% de DPPH.

Concernant les produits à analyser, il faut préparer une solution mère (8mg d'insaponifiable pour un millilitre de MethOH pour le « *Hiesy* » et « Mixte », et également 8mg/ml pour l'acide ascorbique). Puis effectuer la dilution en cascade de la concentration mère, jusqu'à obtenir six concentrations décroissantes pour les insaponifiables, 20 dilutions en cascade au moins pour l'acide ascorbique.

1ml de chaque concentration obtenue sera mélangé dans 2ml de DPPH méthanolique 0,004%, puis laisser se reposer pendant 30 min dans l'obscurité et enfin analyser par la spectrophotométrie. La valeur de la DO sera enregistrée.

Les résultats sont exprimés en activité antioxydante. Celle-ci exprime les capacités à piéger le radical libre et est estimée par le pourcentage de décoloration du DPPH. Elle est donnée par la formule suivante.

Le mode de calcul du pourcentage d'inhibition est le suivant:

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = \frac{DO(\text{contrôle}) - DO(\text{test})}{DO(\text{contrôle})} \times 100$$

Le tableau suivant représente la concentration de la partie insaponifiable de la matière grasse de la variété « Mixte » diluée dans le méthanol, en fonction de la densité optique.

Tableau 3 : Concentration de la partie insaponifiable du beurre de mangue en fonction de la densité optique pour la variété Mixte.

Concentration (µg/ml)	DO (Mixte)
7,8	0,36
15,6	0,32
31,2	0,291
62,5	0,266
125	0,241
250	0,233
500	0,231
1000	0,221
2000	0,206
4000	0,191
8000	0,165

Le tableau suivant nous informe sur la concentration de la partie insaponifiable de la matière grasse de la variété « *Hiesy* » diluée dans le méthanol, en fonction de la densité optique.

Tableau 4 : Concentration de la partie insaponifiable du beurre de mangue en fonction de la densité optique pour la variété Hiesy.

Concentration (µg/ml)	DO (<i>Hiesy</i>)
7,8	0,315
15,6	0,291
31,2	0,262
62,5	0,236
125	0,214
250	0,196
500	0,184
1000	0,178
2000	0,15
4000	0,145
8000	0,114

Le tableau suivant indique la concentration de l'acide ascorbique dilué dans le méthanol, en fonction de la densité optique.

Pour l'acide ascorbique :

Tableau 5 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction de la densité optique.

Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	DO (acide ascorbique)
0,0078	0,32
0,0156	0,29
0,0312	0,275
0,0625	0,27
0,125	0,25
0,25	0,235
0,5	0,229
1	0,224
2	0,218
4	0,217
8	0,184

Test de résistance à l'oxydation

L'objectif est de déterminer la durée de résistance à l'oxydation du beurre de mangue pour pouvoir décider s'il fallait ajouter d'autre antioxydant pendant la formulation des nouveaux produits.

Il consiste à placer un échantillon pendant 6 semaines dans l'étuve réglé à 45°C et à la température ambiante (pratiquement 25°C) de beurre de mangue (BM), un huile de tournesol (HVT), une huile de tournesol avec 0,5% de vitamine E (HVT 0,5%) et un huile de tournesol avec 0,1% de vitamine E (HVT 0,1%) ; puis détecter l'apparition d'odeur de rance pour chaque produit.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. Rendement du prétraitement

2.1.1. Les produits de décorticage

Le noyau de la mangue constitue 9 à 23% en masse de la mangue entière [KITTIPHOOM, 2012].

La figure suivante représente le rendement en pourcentage du décorticage du noyau de la mangue, pour un noyau sans défaut.

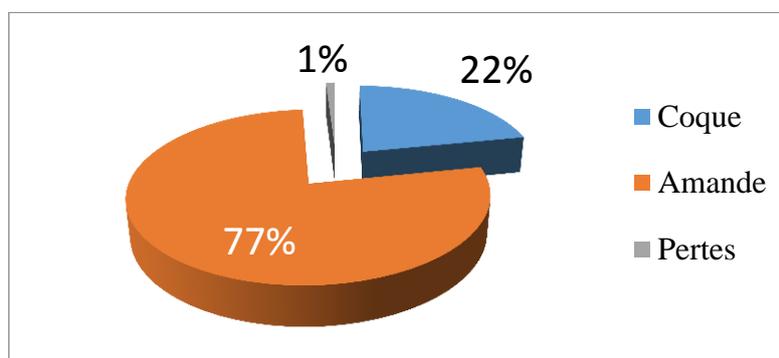


Figure 16 : Décorticage d'un noyau de mangue.

D'après cette figure, l'amande de la mangue de nos échantillons constitue 77% du noyau. D'après KITTIPHOOM en 2012, l'amande constitue entre 45,7 à 72,8% du noyau. En 2015, RASOANAIVO a estimé qu'il y a 62,2% d'amande dans le noyau. On peut dire que l'amande utilisée dans notre étude est beaucoup plus pesante par rapport à la littérature. Le poids de l'amande de mangue varie surtout en fonction de la variété en question [KITTIPHOOM, 2012].

Il y a un autre paramètre qui peut être la cause de cette variation. Puisque le noyau de la mangue est séché au soleil avant d'être décortiqué, il est possible que la coque du noyau ait perdu beaucoup d'eau par rapport à l'amande, puisque ce dernier était protégé par la coque. Néanmoins, cette hypothèse nécessite encore une étude ultérieure.

2.1.2. Teneur en eau et produits volatiles

Le suivant s'agit d'un tableau comparatif sur les résultats de la teneur en eau et matières volatiles de l'amande de mangue :

Tableau 6 : Teneur en eau et matières volatiles de l'amande de mangue.

	Auteur	NZIKOU et al., 2010	DHINGRA et KAPOOR, 1985
Teneur en eau et matières volatiles de l'amande	46,66%	45,2%	38,55% à 50,98%

La teneur en eau de l'amande de mangue est proche de la littérature indiquée ci-dessus. Avec cette teneur en eau, l'activité de l'eau du produit est donc très élevée (proche de 1). On peut dire que l'amande de mangue est un produit facilement pourrissable et fragile, puisque plus l'activité de l'eau est proche de 1, plus le produit est pourrissable [RAZAFIMAMONJISON, 2016]. Dans ce cas, après décorticage, l'amande doit être utilisée immédiatement ou conservée par des diverses techniques comme la congélation, séchage, etc.

Un jour après ouverture de la coque du noyau de la mangue, sans avoir recours à une technique de conservation, il y a apparition de moisissure ou de pourriture sur l'amande.

2.1.3. Limites du prétraitement de la matière première

2.1.3.1. *Charançon des noyaux*

On a estimé une perte de 75% d'amandes, ravagées par des charançons de noyau de mangue (*Chryptorhynchus mangiferae F.*), lors du décorticage du noyau. Ces insectes sont déjà présents dans le noyau bien avant même que le fruit soit épluché.

En effet, les charançons femelles pondent au hasard leurs œufs dans des dépressions sur la surface de fruits en cours de maturation. Après éclosion, les larves se fraient un chemin à travers la chair jusqu'au noyau en formation. Généralement, une seule larve parvient au stade adulte par fruit.

Le développement larvaire se déroule habituellement à l'intérieur du noyau et les amandes sont leurs nourritures. Ces ravageurs sont classés comme insectes de quarantaine pour l'Union Européenne [VANNIEREH, 2013 ; HERZOG et ROFFIGNAC, 2008]. (Cf. *Annexe 17*). Une étude ultérieure serait alors nécessaire pour lutter contre l'attaque de ce charançon.

2.1.3.2. Brunissement enzymatique :

Après broyage, il y a apparition de brunissement enzymatique. Ce phénomène colore fortement le beurre de mangue obtenu après extraction. Cette réaction est le résultat de la transformation par l'intermédiaire de système spécifique des composés phénoliques en polymères colorés, le plus souvent en brun ou noir sous l'action d'une enzyme : le polyphénol oxydase (PPO). La cause est simple, le broyage endommage les tissus des végétaux de l'amande de mangue, et libère les composés phénoliques susceptibles de faire une réaction avec le PPO [BOUCENNA et *al.*, 2017].

Il est donc préférable d'extraire immédiatement la matière grasse après broyage de l'amande. Mais on peut également ralentir la réaction par la conservation par le froid.

On n'a pas tenté d'effectuer le blanchiment par diminution du pH à partir des acides puisque les acides synthétiques (acide citrique, acide ascorbique, etc.) sont à éviter pour obtenir un ingrédient BIO et que les acides naturels (citrons, etc.) sont onéreux. Les anti-oxygènes, et la conservation sous vide sont également refusés pour des raisons économiques.

Le brunissement enzymatique provoqué par l'oxydation de ces composés phénoliques pourrait diminuer fortement l'activité antioxydante du beurre de mangue obtenu. Puisque les antioxydants sont des composés phénoliques [RASOANAIVO, 2015].

2.2. Extraction par solvant

Le procédé chimique par percolation a été choisi pour extraire l'huile d'amande en utilisant l'extracteur de Soxhlet.

2.2.1. Le rendement d'extraction par solvant sans congélation

Le résultat de l'extraction par solvant des matières grasses de l'amande de mangue est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats de l'extraction par solvant.

	Auteur, 2017 Sans congélation	RASOANAIVO, 2015	RATIANARIVO , 2013	KAPHUEAKNGAM et al., 2009
Variété	Mixte	<i>Hiesy</i>	<i>Hiesy</i>	Mixte
Rendement	4,52%	6,1%	12%	11,26%
Nombre de siphonages	850	17	-	-
Couleur	Brun	Jaune	Jaune pâle	Jaune
Amande dégraissée	89,49%	92,2%	87,27%	-

D'après ce résultat, le rendement d'extraction du beurre de mangue est inférieur comparé aux valeurs de la littérature. Cette différence est probablement due à la diversité des espèces étudiées puisque la teneur en matière grasse de l'amande varie avec l'espèce en question [RASOANAIVO, 2015]. Dans notre cas, il s'agit d'un mélange de plusieurs variétés de mangue.

Cette variation peut être également causée par la qualité du broyage. En effet, plus la granulométrie du broyat est réduite, plus la surface de contact du solvant est élevée et plus on aura un meilleur rendement [RASOLOFOMANANA, 2016].

2.2.2. Résultats du nouveau procédé

On a observé que le rendement d'extraction par solvant effectué pendant 6h et pendant 8h sont pratiquement les mêmes. Donc on considère que l'extraction effectuée est à épuisement total des matières grasses de l'amande de mangue. Le tableau suivant représente les valeurs de l'extraction du nouveau procédé calculées à partir de la moyenne des résultats de plusieurs extractions.

Tableau 8 : Rendement de l'extraction par solvant du procédé associé à la congélation.

	Auteur, 2017 Sans congélation	Auteur, 2017 Avec congélation	Auteur, 2017 Avec congélation	RASOANAIVO, 2015	RATIANARIVO , 2013	KAPHUEA KNGAM et al., 2009
Variété	Mixte	Mixte	Hiesy	Hiesy	Hiesy	Mixte
Rendement	4,52%	11,59%	12,86%	6,1%	12%	11,26%
Nombres de siphonages	850	845	792	17	-	-
Couleur	Brun	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune pâle	Jaune

Ces valeurs sont confirmées par le graphe suivant :

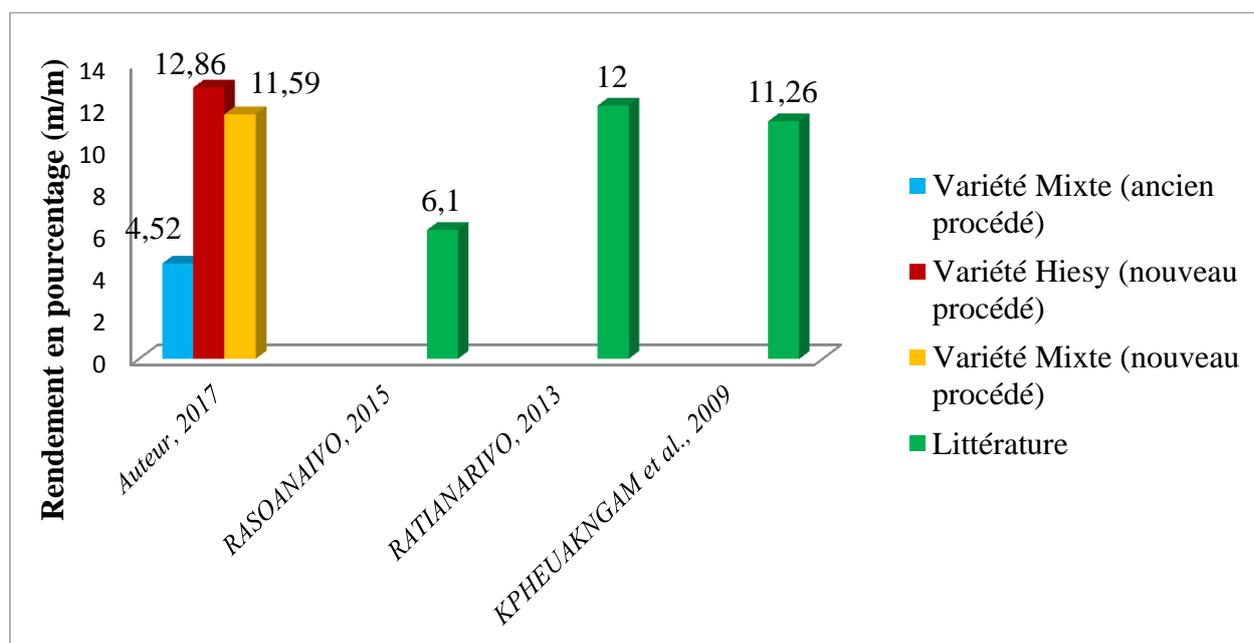


Figure 17 : Rendement d'extraction avec congélation lente du noyau de mangue.

Comparé au procédé sans congélation et à la littérature, le rendement d'extraction du nouveau procédé est légèrement supérieur aux autres écrits. Il est nettement supérieur par rapport à l'ancien procédé. On peut en déduire que l'ajout de la congélation lente de l'amande associé avec un broyage a permis d'augmenter près de trois fois le rendement d'extraction de la matière grasse.

On peut observer sur ce graphique que le rendement d'extraction de la variété mixte est inférieur à la variété *Hiesy*, dans une même condition d'extraction. La seule explication est qu'il s'agit d'une variété différente [RASOANAIVO, 2015].

2.3. Extraction par pression

L'extraction du beurre de mangue, par pressage à froid et par pressage à 65°C à cœur du broyat de mangue avec une pression de 7 Bar n'a pas permis d'obtenir de l'huile. Par contre, l'ajout de l'eau bouillante (100°C) dans le broyat avant pressage nous a permis de trouver sur la surface de l'eau des traces d'huiles, mais en de très faible quantité. Par faute de moyen, on n'a pas pu quantifier ces traces d'huile. Le résidu de l'extraction par pression, appelé « gâteau ou tourteau » constitue 97% du broyat initiale (Cf. *Annexe 18*).

Concernant l'extraction par pressage à froid, la raison pour laquelle on n'obtient pas d'huile est que le beurre reste figé dans les cellules oléifères et que la pression exercée par la machine (7 bar) ne permet pas de libérer ces huiles. Pour les autres beurres comme le beurre de karité, la pression exercée atteint 200 Bar [SIEDOUBA *et al.*, 2015].

Même si on chauffe le broyat afin que le beurre devienne fluide, la quantité de matière grasse contenue dans le broyat est insuffisante pour pouvoir être extraite par pression. En effet, dans la plupart des cas d'extraction de matières grasses, 10% de ces dernières ne sont pas extraites sauf par solvant, même avec une forte pression et une température élevée [HADJADJ, 2008].

On peut dire que l'ajout d'eau bouillante comme conducteur de chaleur dans le broyat a eu effet puisque qu'on a pu observer des traces d'huile. En effet, l'objectif de l'eau bouillante est de diffuser la température chaude dans le broyat, pour que cette chaleur rompe l'émulsion des protéines et des lipides, ainsi sont libérées les matières grasses lors de l'extraction [HADJADJ, 2008]. L'idéal est de vaporiser le produit avec de la vapeur d'eau, mais par faute de temps et de matériel, on n'a pas pu pratiquer cette technique.

Comme perspectives d'avenir, nous suggérons de :

- Réduire au maximum la granulométrie du broyat, puisque plus le broyat est fin, plus le rendement d'extraction est meilleur [HADJADJ, 2008].
- Utiliser de la presse avec une forte capacité de pression, puisque le rendement dépend également de la pression exercée par la machine en question [HADJADJ, 2008].
- Utiliser une presse avec un chauffage interne pour que la température soit uniforme, pour ainsi faciliter l'extraction par pression à chaud.
- Déterminer la température la plus basse pour extraire la matière grasse de l'amande de mangue afin de réduire au maximum la destruction thermique des molécules actives du beurre de mangue.
- Utiliser l'ultrason comme prétraitement. Puisque l'ultrason permet la rupture des parois cellulaires des cellules oléifères, qui va faciliter l'extraction après. Une étude de faisabilité de cette technique est sollicitée [HIELSCHER, 2017].
- Des prétraitements comme un traitement à la vapeur ou chauffage pour rompre l'émulsion des protéines et des lipides sont également suggérés [HADJADJ, 2008].

2.4. Résultats de l'analyse physico-chimique

2.4.1. Aspects physiques

Le tableau suivant représente les aspects physiques du beurre de mangue :

Tableau 9 : Aspects physiques du beurre de mangue.

Aspects physiques	Auteur, 2017	CENTIFLOR, 2015	AROMA ZONE, 2016
Consistance	Ferme	Semi-solide	Ferme
Couleur	Jaune	Jaune pâle	Jaune pâle
Odeur	Léger, végétale caractéristique	Discrète	Douce, végétale caractéristique
Toucher	fondant	-	Riche et fondant

L'aspect physique du beurre de mangue est comparable à ceux trouvés dans la littérature.

2.4.2. Caractéristiques physico-chimiques du beurre de mangue

Les caractéristiques physico-chimiques du beurre de mangue sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques du beurre de mangue.

Références	Auteur, 2017	RATIANARIVO, 2013	AROMA ZONE, 2016	KITTIPHOOM, 2012	GUEYE, 2015
Densité	0,8987 (20°C)	0,9993 (20°C)	0,90 (20°C) / 0,87 (40°C)	-	-
Indice d'acide	10,67	28,5	-	3,93	8,5
Indice de saponification	228,64	122,43	178-200	206	170
Indice de réfraction	1,4625	1,4765	-	-	-
Teneur en matière sèche	68,78 °Brix	74,5 °Brix	-	-	-
Point de fusion	31,5°C	35°C	35°C	-	-
Insaponifiable	2,73%	-	2 à 5%	4,35%	-

La densité à 20°C de 0,8987 est légèrement inférieure à celle obtenue dans la littérature. Ce résultat est dû au reste de solvant non évaporé par le rotavapor dans le beurre de mangue, puisque le solvant est léger. La composition en triglycéride influence également la densité. En effet, plus la longueur de la chaîne carbonée est longue, plus la densité sera élevée [RAONIZAFINIMANANA, 2016].

Normalement, la légère infériorité du point de fusion du beurre de mangue par rapport à la bibliographie (31,5°C) est due à la quantité importante d'acide gras insaturé et/ou de chaîne carbonée courte par rapport à celle de la littérature. Puisque, plus la chaîne carbonée d'une molécule est longue et plus les interactions de Van der Waals sont fortes entre les molécules. Cela signifie qu'il faut apporter plus d'énergie thermique pour vaincre ces interactions et provoquer un changement d'état [YANN, 2017].

La diminution du point de fusion peut être également influencée par les restes de solvant dans le beurre de mangue ou des autres impuretés, puisque la présence d'impureté diminue le point de fusion d'une matière grasse [AFNOR, 1993].

Concernant l'indice d'acide, on a enregistré 10,67. Cette valeur nous indique qu'il y a une dégradation partielle des triglycérides qui a libéré les acides gras libres (NF T 60-204 1985). La légère diminution de l'indice de réfraction affermit l'hypothèse qu'il y avait une libération d'acide gras libre. Il est à noter que la présence d'acide gras libre diminue la valeur de l'indice de réfraction [AFNOR, 1993].

D'après le tableau précédent, l'indice de réfraction obtenu était de 1,4625, c'est-à-dire classé dans la catégorie des huiles non siccatives. Pourtant, RASOANAIVO en 2015 a trouvé une valeur de 1,4735, ce qui permet de classer l'huile comme demi-siccative. Cet abaissement de l'indice de réfraction par rapport à la littérature nous informe que le beurre de mangue présente une impureté. Il s'agit sans doute de résidus d'hexane utilisé comme solvant lors de l'extraction par solvant [ANDRIAMAHAZO, 1988 ; RASOLOFOMANANA, 2016].

La valeur trouvée de l'indice de saponification était supérieure à 200mg de KOH/g, cette valeur est élevée par rapport à la littérature. L'indice de saponification élevé prédit que ces huiles contiennent plutôt des acides gras à courtes chaînes ou des acides gras de faible densité moléculaire car l'indice de saponification est d'autant plus grand lorsque les chaînes sont plus courtes. Elle signifie également que la quantité d'insaponifiable est moindre. En effet, si la matière grasse contient en quantité notable de constituants insaponifiables, leur présence se traduit par une diminution significative de potasse nécessaire à la saponification [AFNOR, 1993].

On peut observer sur ce tableau que la composition d'acide gras de la variété *Hiesy* et la variété Mixte sont très proches, donc l'amande de mangue de la variété Mixte est composée majoritairement des amandes de la variété *Hiesy*.

D'après ce tableau, l'acide oléique et l'acide stéarique sont les constituants majoritaires avec respectivement 42,94% et 19,17% pour la variété Mixte et 43,90% et 23,40% pour la variété *Hiesy*. La valeur de l'acide oléique est proche des valeurs trouvées dans la littérature pour la variété Mixte et *Hiesy*. Par contre, la quantité d'acide stéarique que nous avons trouvé pour les deux espèces est faible par rapport aux autres variétés mais élevée par rapport à la variété *Hiesy* trouvée par RASOANAIVO en 2015. Concernant les autres variétés, cette variation de composition est due à la différence de variété utilisée [RASOANAIVO, 2015].

A propos de l'acide stéarique de la variété *Hiesy*, il est possible que le procédé associé avec la congélation lente de l'amande a permis une extraction totale des acides gras lourds figés dans les cellules oléifères, notamment l'acide stéarique dans notre composition.

On a observé la présence d'acide linoléique dans notre composition, qui est normalement absent dans la composition du beurre de mangue trouvée dans la littérature. Sa présence nous indique qu'il y a également un paramètre de terroir et de climat qui influencera la composition de l'acide gras du beurre de mangue [GHARBY et *al.*, 2011].

L'augmentation du nombre d'acides gras insaturés dans notre composition par rapport à la bibliographie notamment l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide linoléique, explique la diminution du point de fusion du beurre de mangue énoncé précédemment. Puisque, plus l'acide gras est insaturé moins la valeur du point de fusion diminue. Et plus la longueur de la chaîne carbonée augmente, plus le point de fusion augmente [RAONIZAFINIMANANA, 2016]. Néanmoins, l'association de ces acides gras dans le beurre de mangue avec une proportion précise confère au beurre de mangue son aspect solide à la température ambiante [RASOANAIVO, 2015].

2.6. Résultats du test antioxydant

2.6.1. Qualitative :

L'image suivante montre la présence d'activité antioxydante sur une plaque CCM.

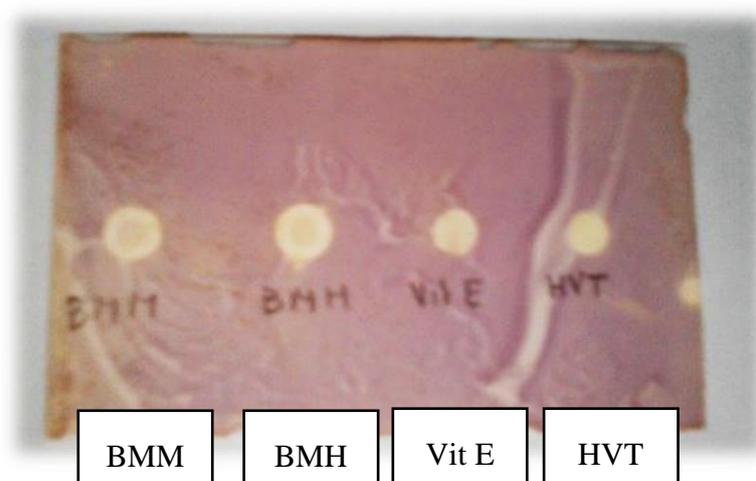


Figure 18 : Mise en évidence d'activité antioxydante sur une CCM.

La présence des tâches jaunes sur le CCM pour chaque produit nous indique qu'il y a une présence d'activité antioxydante sur les quatre échantillons [RASOLOFOMANANA, 2016]. Ce résultat nous permet d'effectuer la quantification des activités antioxydantes du beurre de mangue pour pouvoir l'exploiter plus tard.

2.6.2. Quantitative :

Le mode de calcul de la concentration effective EC 50 se fait par interpolation des deux valeurs de concentration dont son pourcentage d'inhibition soit proche de 0,50.

$$\frac{C_{av} - X}{C_{av} - C_{ap}} = \frac{EC_{ap} - 0,50}{EC_{ap} - EC_{av}}$$

X = valeur de la concentration correspondant à EC 50.

C_{av} = La concentration de la solution correspondant à la valeur inférieure au EC 50.

C_{ap} = La concentration de la solution correspondant à la valeur supérieure au EC 50.

EC_{av} = La valeur du EC supérieur à EC 50 correspondant à C_{av}.

EC_{ap} = La valeur du EC inférieur à EC 50 correspondant à C_{av}.

Remarque : Plus la valeur de EC 50 est minime, plus le pouvoir antioxydant est grand.

2.6.2.1. Pour la variété « *Hiesy* » :

Le tableau suivant illustré avec une courbe de la concentration de la partie insaponifiable par rapport au pourcentage d'inhibition est représenté ci-dessous :

Tableau 12 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Hiesy en fonction du pourcentage d'inhibition.

Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Pourcentage d'inhibition
7,8	0,32
15,6	0,37
31,2	0,44
62,5	0,49
125	0,54
250	0,58
500	0,60
1000	0,68
2000	0,62
4000	0,69
8000	0,75

Pour la variété *Hiesy* $EC_{50} = 75 \mu\text{g/ml}$.

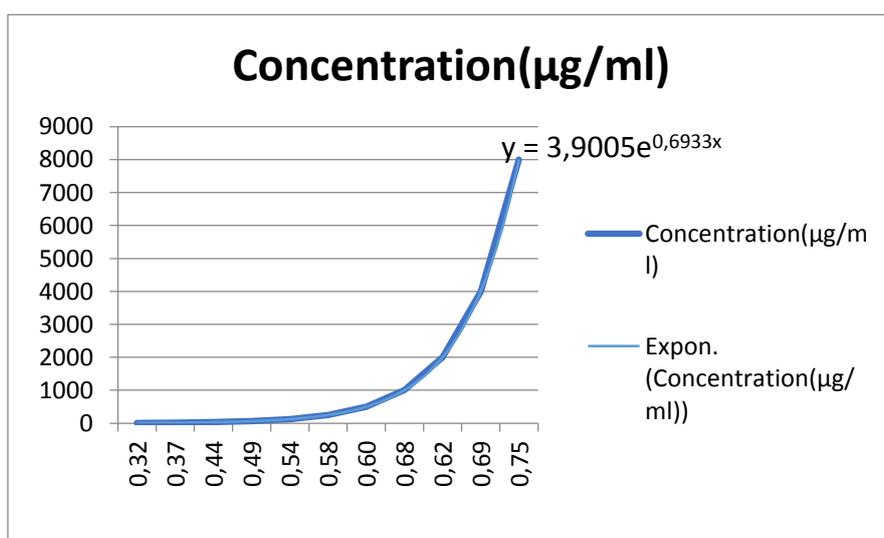


Figure 19 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Hiesy en fonction du pourcentage d'inhibition.

2.6.2.2. Pour la variété « Mixte »

La concentration des extraits insaponifiables du beurre de mangue est indiquée sur le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Mixte en fonction du pourcentage d'inhibition.

Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Pourcentage d'inhibition
7,8	0,22
15,6	0,31
31,2	0,37
62,5	0,43
125	0,48
250	0,50
500	0,50
1000	0,52
2000	0,56
4000	0,59
8000	0,64

Pour la variété « Mixte » $EC_{50} = 250\mu\text{g/ml}$.

Ces valeurs sont représentés dans le graphe suivant :

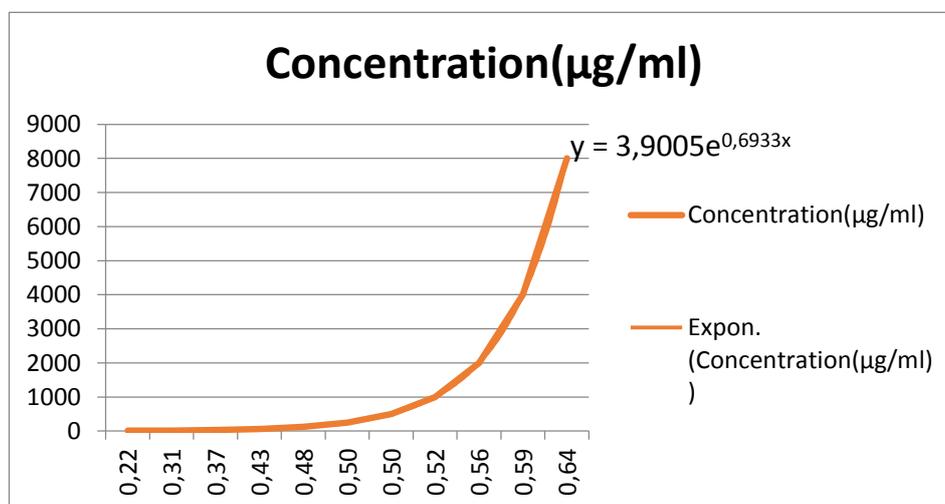


Figure 20 : Concentration de l'insaponifiable de la variété Mixte en fonction du pourcentage d'inhibition.

2.6.2.3. Pour l'acide ascorbique

Le tableau suivant représente la concentration de l'acide ascorbique en fonction du pourcentage d'inhibition.

Tableau 14 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction du pourcentage d'inhibition.

Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Pourcentage d'inhibition
0,0078	0,31
0,0156	0,38
0,0312	0,41
0,0625	0,42
0,125	0,46
0,25	0,49
0,5	0,51
1	0,52
2	0,53
4	0,53
8	0,60

Pour l'acide ascorbique, le EC 50 est $0,375\mu\text{g/ml}$.

Ce graphe illustre le tableau précédent :

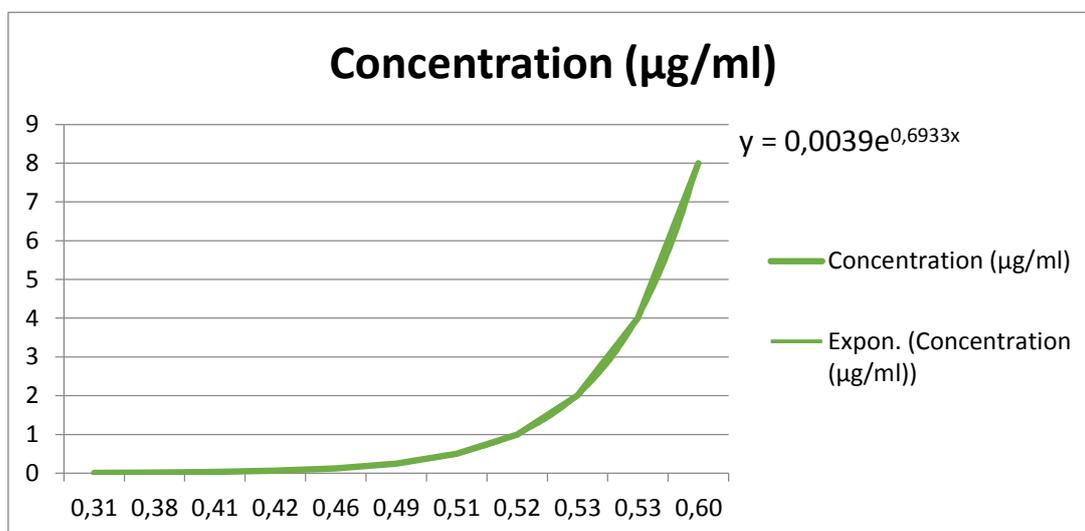


Figure 21 : Concentration de l'acide ascorbique en fonction du pourcentage d'inhibition.

2.6.2.4. Discussion

La valeur de l'EC 50 de chaque échantillon est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Résultat du CE 50 de chaque échantillon.

	Var. <i>Hiesy</i> [Auteur, 2017]	Var. Mixte [Auteur, 2017]	Acide ascorbique [Auteur, 2017]	Acide ascorbique [RATOMPOMALALA, 2007]	Extrait de grain de grenade désolé [BASIRI, 2015]	Extrait de grain de grenade désolé [BASIRI, 2015]
EC 50	75 µg/ml	250 µg/ml	0,375µg/ml	2,39 µg/ml.	0,19µg/ml	0,14µg/ml

Rappelons qu'une valeur inférieure de EC 50 indique une activité antioxydante supérieure [BASIRI, 2015].

D'après ce tableau, si on compare le EC 50 de l'insaponifiable de la variété *Hiesy* et de la variété Mixte, la variété *Hiesy* possède une activité antioxydante plus élevée. Ce résultat peut être causé par la différence de quantité et de catégorie de composés phénoliques présents dans chaque produit. [BASIRI, 2015]. Il est à noter que les extraits les plus riches en composés phénoliques peuvent être également considérés comme les plus antioxydants [RASOANAIVO, 2015].

La différence d'activité antioxydante des deux extraits de beurre de mangue, et l'important décalage de EC 50 par rapport à la littérature sont causées soit :

- par la diversité de la variété en question, stade physiologique de récolte, condition climatique [POPOVICI et *al.*, 2010].
- Par le brunissement enzymatique de quelques composés phénoliques, responsable des activités antioxydantes, durant le décorticage et le broyage [RASOANAIVO, 2015].

En tout cas, les activités antioxydantes des insaponifiables des deux types de beurre de mangue sont minimales par rapport à la littérature. L'apport d'antioxydant extrinsèque est alors nécessaire dans la formulation des produits à base de beurre de mangue. En effet RATOMPOMALALA en 2007 a mentionné que les substances considérées comme étant de bons antioxydants ont des EC50 inférieures à 10 µg/ml.

2.6.3. Test de résistance à l'oxydation :

Le tableau suivant représente la mise en évidence d'odeur de rance pour chaque matière grasse :

Tableau 16 : Résistance à l'oxydation du beurre de mangue.

Semaine de l'apparition d'odeur de rance	BM		HVT		HVT 0,5%		HVT 0,1%	
	45°C	Ambiante (témoin)	45°C	Ambiante (témoin)	45°C	Ambiante (témoin)	45°C	Ambiante (témoin)
Semaine 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Semaine 2	-	-	-	-	-	-	-	-
Semaine 3	+	-	+	-	-	-	+	-
Semaine 3	+	-	+	-	+	-	+	-
Semaine 4	+	-	+	-	+	-	+	-
Semaine 5	+	-	+	-	+	-	+	-
Semaine 6	+	-	+	-	+	-	+	-

+ : Apparition d'odeur de rance.

- : Aucune odeur de rance.

Tous les témoins n'ont pas changé de caractéristique. Par contre, le beurre de mangue, l'huile de tournesol sans vitamine E et huile de tournesol avec 0,1% de vitamine E placée à 45°C dans l'étuve ont ranci à partir de la troisième semaine. Ce n'est qu'à la quatrième semaine que l'odeur de rance est observée chez l'huile de tournesol avec 0,5% de vitamine E. On peut dire que les activités antioxydantes quantifiées précédemment ne sont pas suffisantes pour protéger les produits à formuler plus tard. En d'autres termes, les formulations nécessiteront un ajout supplémentaire d'antioxydant.

3. CONCLUSION PARTIELLE

La deuxième partie de l'étude nous révèle que l'amande de mangue est un produit pourrissable qui nécessite un système de conservation. La congélation lente est le système de conservation le plus adéquat pour l'amande de mangue car elle permet de conserver cette amande, mais également d'augmenter près de 3 fois le rendement d'extraction par solvant. Malheureusement, l'extraction par pression n'a pas obtenu du beurre de mangue.

Le beurre de mangue reste ferme grâce à la composition de l'acide gras avec un point de fusion faible par rapport à la littérature. Une apparition d'activités antioxydantes a été observée dans le beurre de mangue, mais l'analyse spectrophotométrie UV associée au test de résistance à l'oxydation du beurre de mangue nous révèle que ces antioxydants ne sont pas suffisants pour la formulation des produits cosmétiques. En d'autre terme, un ajout d'antioxydant extrinsèque est nécessaire dans les produits à formuler.

Dans la troisième partie, nous allons exploiter les résultats obtenus pour la formulation de produits cosmétiques. En effectuant la formulation, l'analyse descriptive, l'analyse microbiologique et le calcul du coût sommaire de production.

**PARTIES III : CONCEPTION DES
PRODUITS COSMETIQUES A PARTIR DU
BEURRE DE MANGUE**

1. MATERIELS ET METHODES

Pour obtenir une bonne qualité microbiologique des produits cosmétiques, il est impératif de nettoyer le local de laboratoire, enfiler des gants, se revêtir d'une blouse blanche, nettoyer les équipements et les ustensiles utilisés.

1.1. Préparation de la base parfumante et analyse sensorielle

Les parfums jouent un rôle important dans l'amélioration de la qualité du produit final. Ils servent à attirer le consommateur pour l'achat du produit, et rendre le produit plus agréable à l'emploi. Certains parfums comme les huiles essentielles sont également utilisées comme actifs.

La structure traditionnelle d'un parfum se partage en 3 groupes qui correspondent aux différentes senteurs que les parfums exhalent dans le temps :

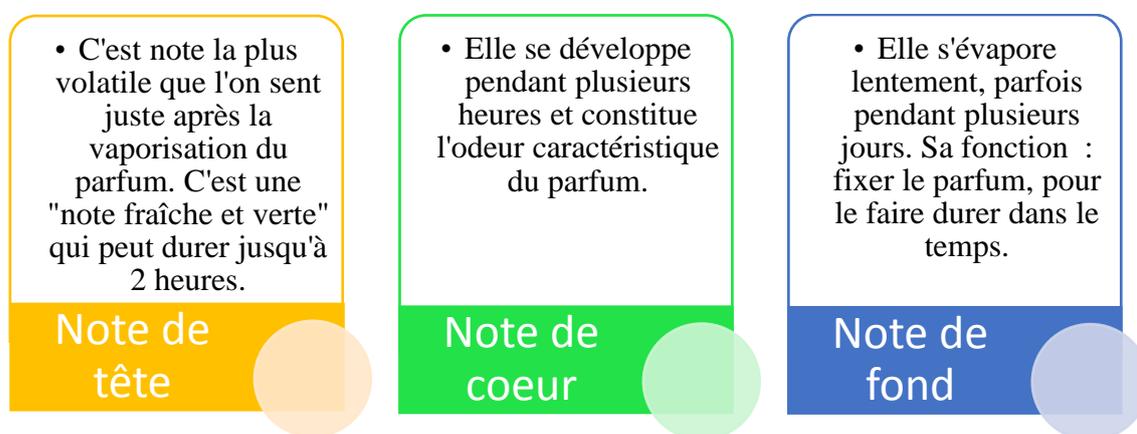


Figure 22 : Les catégories de notes de parfum.

La préparation de base parfumante consiste à assembler suivant un pourcentage déterminé de plusieurs parfums. Chaque parfum possède une pipette graduée pour éviter la contamination avec les autres ingrédients. Notre formule s'est appuyée essentiellement sur celle dont la proportion en note de tête est très importante. En effet, l'objectif est d'impressionner le consommateur dès sa première senteur et de créer une odeur nouvelle et agréable caractérisant le produit cosmétique. La proportion, de la note de tête, de la note de cœur et de la note de fond de chaque essai de base parfumante sont respectivement 57%, 28% et 15% [RASOARAHONA, 2009].

Le tableau suivant indique la composition générale de chaque base parfumante :

Tableau 17 : Formules des essais de base parfumante.

Code	Note de tête (57%)	Note de cœur (28%)	Note de fond (15%)
A1	10% Parfum orchidée + 47% parfum mangue	28% Parfum Lotus	15% essence de vanille
A2	10% Parfum pêche blanche + 47% parfum mangue	28% Parfum Lotus	15% essence de vanille
A3	10% HE citron + 47% parfum mangue	28% Parfum Lotus	15% essence de vanille
B1	10% parfum pêche abricot + 47% parfum mangue	28% Parfum Lotus	7,5% essence de vanille + 7,5% HE cannelle
B2	10% HE combava + 47% parfum mangue	28% Parfum Lotus	7,5% essence de vanille + 7,5% HE cannelle
B3	10% parfum orchidée + 47% parfum mangue	8% pêche blanche + 20% Parfum lotus	7,5% essence de vanille + 7,5% HE cannelle
C1	10% parfum orchidée + 47% parfum mangue	8% pêche blanche + 20% Parfum lotus	15% HE cannelle
C2	10% HE citron + 47% parfum mangue	8% pêche blanche + 20% Parfum lotus	15% HE cannelle
C3	10% HE combava + 47% parfum mangue	8% pêche blanche + 20% Parfum lotus	15% HE cannelle

L'analyse hédonique figure dans la catégorie des analyses sensorielles. Elle vise à évaluer des préférences ou aversions sur le produit. L'épreuve de classement a été choisie pour effectuer l'analyse hédonique, car l'épreuve est aisément, accessible aux sujets si ces derniers n'ont pas été initiés à l'analyse sensorielle. La tâche des sujets est de classer les échantillons sur la base de leur caractère agréable en fonction de leur préférence. Le nombre minimum de participants doit être 59 individus [RANDRIATIANA, 2015].

Le nombre des sujets ayant participé à l'épreuve de classement de la base parfumante est de 77 personnes dont 42 femmes et 35 hommes. Le test se déroule en deux temps. Dans le premier temps, 9 échantillons répartis en trois groupes seront présentés à des sujets (Cf. *Annexe 21*). Dans le second temps, le plus choisi dans chaque groupe va figurer parmi les trois finalistes. Par la suite, une de ces trois finalistes va être sélectionnée comme base parfumante du soin capillaire et une autre comme celle de la crème antiâge (Cf. *Annexe 22*).

Les locaux d'analyses utilisés sont la salle de classe de l'ESSA, des bureaux et des lieux de travail. Le but du choix des locaux est que les sujets se sentent à l'aise dans leur environnement habituel. On a seulement assuré que chaque local soit bien éclairé, dans un endroit calme et inodore pour ne pas fausser les résultats.

1.2. Formulations des deux produits

La préparation de la crème antiâge et le lait capillaire nutritif sont quasiment identiques du point de vue de la préparation et des ingrédients utilisés. Mais ils se différencient par le type d'émulsion, les actifs et les proportions des ingrédients. Ces trois derniers paramètres vont modifier la forme de la texture du produit. Le produit de soin capillaire est une émulsion de type « eau dans l'huile » (E/H) tandis que la crème antiâge est une émulsion de type « huile dans l'eau » (H/E).

Notons que durant la formulation, tous les matériels utilisés sont nettoyés puis désinfectés avec de l'alcool. Le port de blouse blanche et gants est obligatoire pour toute manipulation pour obtenir un résultat microbiologique satisfaisant.

Les matériels utilisés sont :

- ✓ Une balance analytique : avec une précision de 0,01 g ;
- ✓ Un thermomètre à mercure, avec une graduation de 0°C à 100°C ;
- ✓ Une casserole pour bain marie ;
- ✓ Un agitateur pour le mélange d'émulsion.

Les matières premières sont composées de :

Eau

L'eau est le constituant majoritaire du lait et de la crème, elle représente 60 à 90% en fonction du produit à préparer, il joue le rôle principal d'excipient. Il est particulièrement sélectionné grâce à son absence de toxicité, ses propriétés solvantes et diluantes. Sa dénomination dans la nomenclature internationale des ingrédients cosmétiques (INCI) est « *Aqua* » [RASOARAHONA, 2016].

Glycérine

La glycérine ou glycérol est un agent humectant pour la peau et les cheveux. La glycérine est le propane-1,2,3-triol, alcool de formule $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$.

Le glycérol se présente sous la forme d'un liquide transparent, visqueux, incolore, inodore, non toxique et au goût sucré. Le glycérol peut se dissoudre dans les solvants polaires grâce à ses 3 groupes hydroxyle (OH). Il est soluble dans l'eau et l'éthanol [AROMA ZONE, 2017 ; DI COSTANZO, 2017].

✚ Agent de texture.

Les agents de texture ont pour rôle d'améliorer la présentation et la tenue du produit pour le rendre plus attractif. On distingue les gélifiants, les stabilisants, les épaississants et les émulsifiants. Il joue un rôle important dans la viscosité du produit fini [AROMA ZONE, 2017].

✚ Huile

Les huiles constituent la phase lipophile de l'émulsion. Elles sont utilisées comme excipient dans les produits actifs. Ces huiles peuvent contenir des acides gras insaturés qui confèrent aux huiles les propriétés adoucissantes, mais également, peuvent contenir des actifs dans la fraction insaponifiable comme des antioxydants, du squalène. On les utilise également pour dissoudre des substances liposolubles (parfums, pigments, vitamine, actifs, etc...) dans la formulation. [POUPINEL, 2007].

✚ Antioxydant

Les antioxydants dans notre formulation ont pour rôle principal de protéger les acides gras contre l'oxydation, qui pourrait engendrer l'odeur de rancissement.

Malgré la présence d'antioxydant dans les fractions insaponifiables des huiles dans notre formulation, leur quantité ne pourront pas permettre de faire tenir le produit jusqu'à 6 mois. C'est pourquoi l'ajout d'antioxydant externe est nécessaire durant la formulation.

✚ Emulsifiant

Un émulsifiant est une substance qui par définition permet d'obtenir une émulsion, c'est-à-dire le mélange homogène de deux substances qui sont normalement non miscibles, comme l'eau et l'huile. Cette molécule joue un rôle d'interface entre deux liquides non miscibles car elle comporte une tête hydrophile qui pourrait se fixer sur la phase polaire et une queue lipophile qui a une affinité avec la phase apolaire [DARIOUCH, 2015]. La figure suivant présente le schéma d'une émulsion.

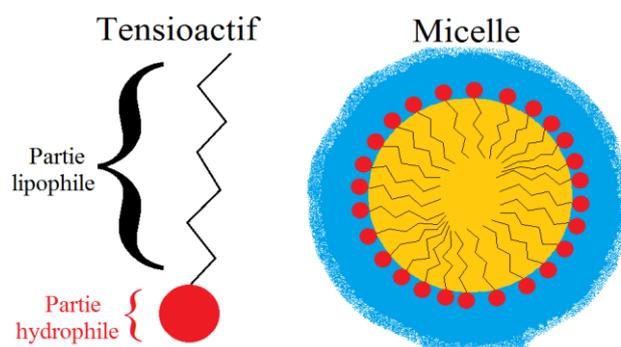


Figure 23 : Schéma d'une émulsion [FATAELIS, 2013].

✚ Conservateurs

Les conservateurs sont des substances d'origine naturelle ou synthétique qui permettent à un produit de soin de se conserver dans le temps défini. Les conservateurs sont en effet indispensables à toute préparation pour éviter la prolifération des germes, bactéries et autres champignons qui se développent très bien dans les produits de soin [POUPINEL, 2007].

Ils évitent que le produit se mette à dégager une odeur désagréable, qu'il prenne une couleur ou un aspect trouble et aussi ils évitent que l'altération du produit n'entraîne des allergies et des réactions cutanées diverses [POUPINEL, 2007].

✚ Base parfumante

La base parfumante sert à améliorer la qualité olfactive du produit, pour que ce dernier soit plus attractif. [RASOARAHONA, 2009]. Dans notre cas, la base parfumante utilisée est l'association de plusieurs arômes déjà préparés et choisis comme la plus appréciée par les sujets après avoir fait un test hédonique (test d'appréciation) (Cf. Annexe 21 et Annexe 22).

1.2.1. Diagramme de fabrication du soin capillaire nutritif

La préparation du soin capillaire s'opère par une émulsion directe, en mélangeant l'eau dans l'huile. Le schéma ci-dessous montre le diagramme de fabrication du soin capillaire :

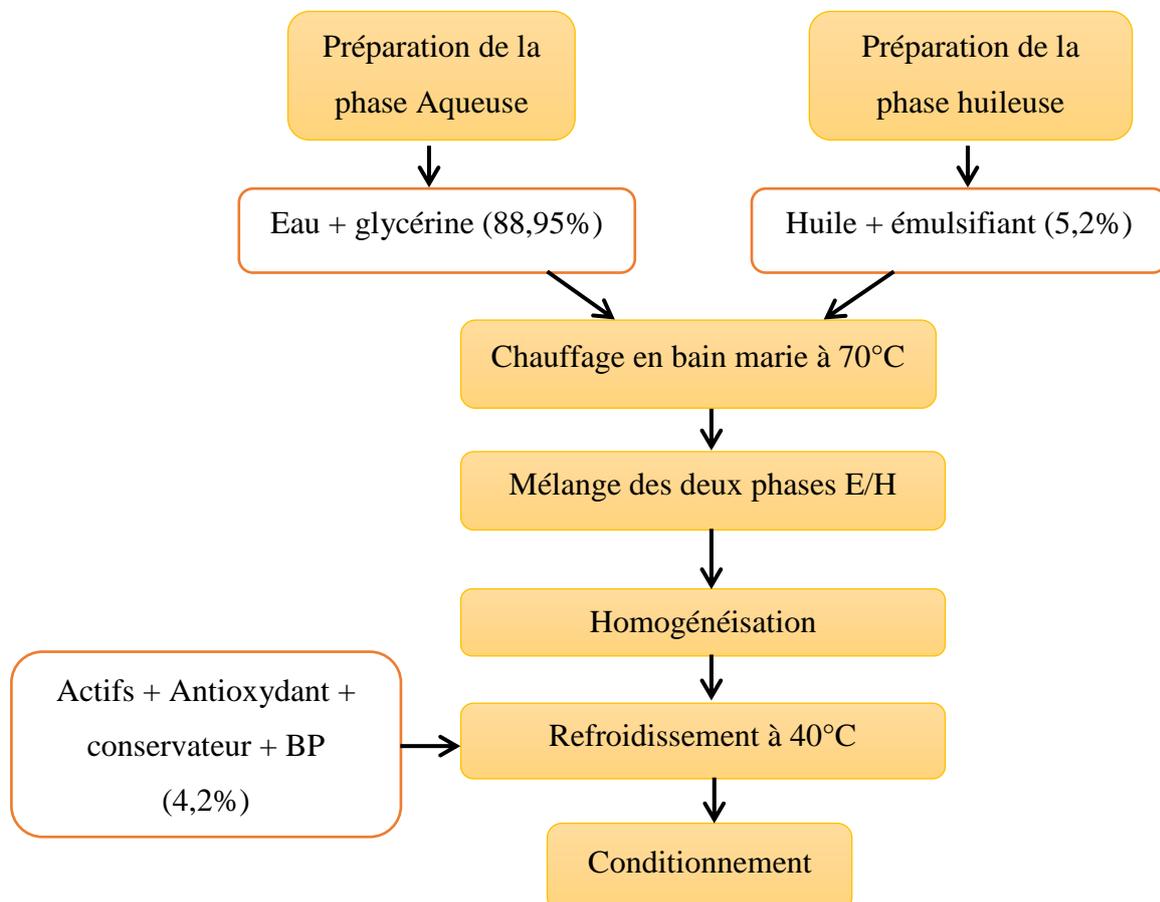


Figure 24 : Diagramme de fabrication du soin capillaire.

1.2.2. Diagramme de fabrication de la crème antiâge

Dans la fabrication de la crème antiâge, nous avons effectué une émulsion de type huile dans l'eau. Nous vous présentons le diagramme s'y afférant :

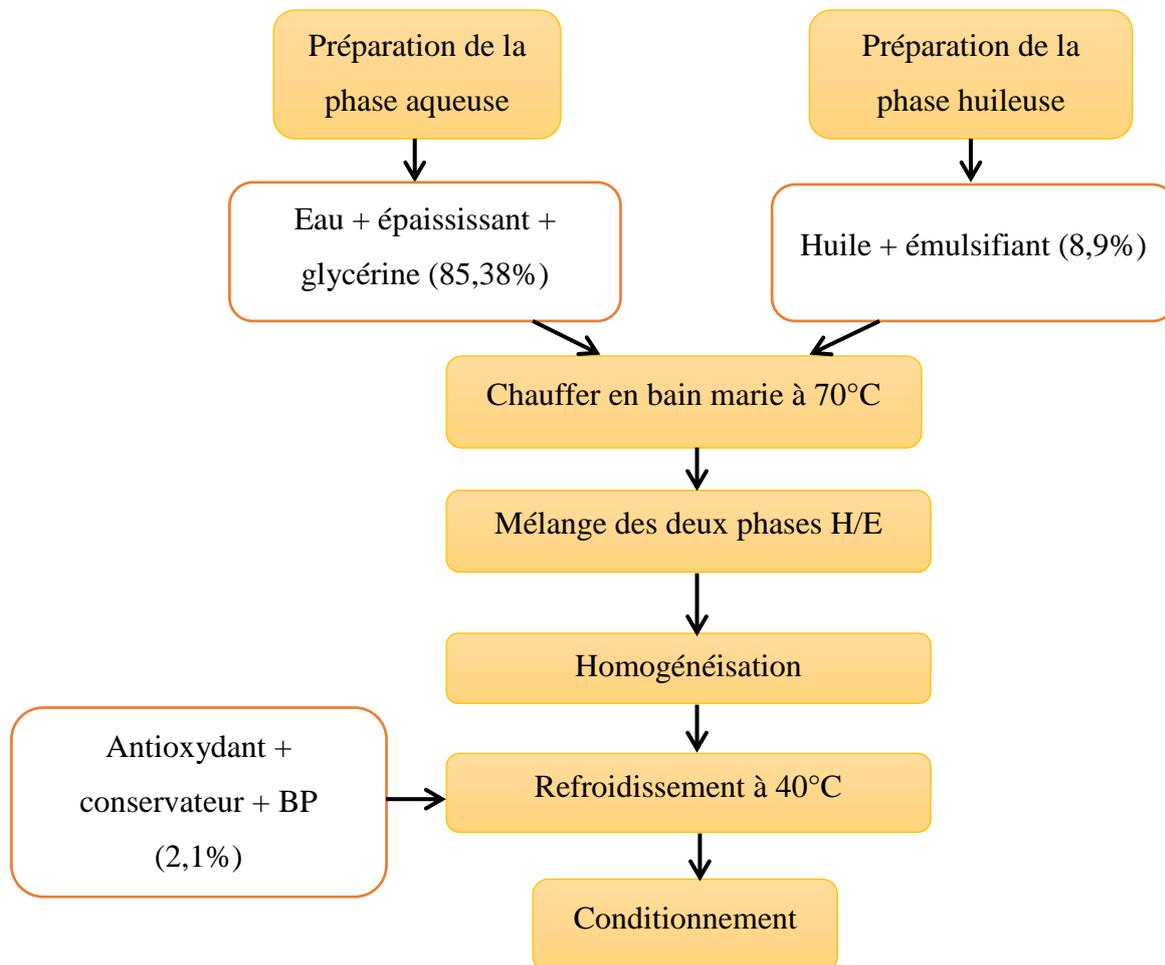


Figure 25 : Diagramme de fabrication de la crème antiâge.

1.3. *Analyse microbiologique des deux produits*

Le but de l'analyse microbiologique est de garantir aux utilisateurs un produit sain et sans danger microbiologique pour les consommateurs. En d'autres termes, il faudrait obtenir un produit exempt ou avec un nombre acceptable de micro-organismes indésirables ne dépassant pas les normes imposées par la législation.

L'analyse de la crème antiâge et du soin capillaire étaient effectués au laboratoire microbiologique de l'HOMÉOPHARMA.

1.4. *Analyse descriptive des deux produits*

15 sujets entraînés seront au minimum sélectionnés pour effectuer l'analyse descriptive des deux produits cosmétiques pour obtenir le profil sensoriel de chaque produit [RANDRIATIANA, 2015].

Ces personnes sont les étudiants de niveau master II à l'ESSA, qui ont été déjà initiés au cours d'analyse sensorielle et considérés comme sujets entraînés.

Une salle de classe nous a servi de local d'analyse pour que les sujets se sentent à l'aise dans leur environnement habituel. On a seulement assuré que la salle soit bien éclairée, dans un endroit calme et inodore pour ne pas fausser les résultats.

Les paramètres à décrire dans le questionnaire sont : la couleur, l'odeur, la viscosité, l'onctuosité, la brillance et l'homogénéité. Les questionnaires sont mentionnés dans l'annexe (Cf. *Annexe 23 et Annexe 24*).

1.5. Test de stabilité

Il est important de déterminer la date de péremption du produit pour pouvoir assurer la qualité du produit et la satisfaction du consommateur. Le test de stabilité est nécessaire pour pouvoir garantir dans le temps la sécurité du produit sur le marché.

Pendant le test de stabilité, nous avons déterminé les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques ainsi que le pH des deux produits une fois par semaine pendant 6 semaines. Le pH est mesuré à partir d'un pH-mètre tandis que les autres paramètres sont évalués visuellement et olfactivement.

Deux produits sont utilisés :

- ✚ Un produit placé à l'étuve réglé à 45°C pendant 6 semaines, il s'agit d'un test de vieillissement ou de maturation accélérée. Elle est équivalente à 6 mois à température ambiante [RASOLOFOMANANA, 2016];
- ✚ Un autre placé à la température ambiante (25°C en moyenne) pour servir de témoin.

1.6. Amélioration finale

La qualité visuelle de l'emballage est l'un des critères importants des clients pour acheter un produit. Il est primordiale que le produit comporte un emballage puisque ce dernier contient les informations que le consommateur doit savoir, par exemple : le nom du produit, les ingrédients, les allergènes, le mode d'utilisation, les précautions d'emploi, la date de péremption, la condition de conservation, la quantité, le fabricant, etc. [RAMAROSON, 2016].

1.7. Coût sommaire de production du beurre de mangue

Le coût sommaire de production ne concerne que les charges liées directement au beurre de mangue, puisque on n'a pas la connaissance des différentes charges liées à l'organisation de la production (main d'œuvre, énergie, équipement, maintenance des matériels, etc.).

Les noyaux de mangue ont été offerts gratuitement par l'entreprise Food and Beverage, donc, au total, nous ne nous contentons de comptabiliser les frais de transport, des pertes durant tout le procédé, et du prix du solvant.

1.8. Evaluation économique sommaire des produits cosmétiques

Des études statistiques ont été effectuées auprès de l'INSTAT et de la douane Malgache. Ces travaux ont été complétés par des enquêtes en ligne auprès de 59 citoyens. Une série de questions leur a été soumise (Cf. Annexe 20).

Concernant le coût de production, par faute de la connaissance du site de production, de l'organisation générale et les équipements, nous ne pourrons pas prendre en compte la main d'œuvre, l'énergie, les charges liées à la maintenance et à l'amortissement des appareillages ainsi que les charges générales de gestion. Nous avons décidé alors d'évaluer sommairement les produits en étudiant les coûts liés directement aux produits dont les matières premières et les intrants.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. L'acceptabilité de la base parfumante par les consommateurs

Le tableau suivant représente les résultats de l'épreuve de classement des 9 bases parfumantes :

Tableau 18 : Résultats de classement des bases parfumantes.

	Groupe A			Groupe B			Groupe C		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Total des rangs	186	131	223	177	214	149	168	157	215
Moyennes des rangs	2,06	1,46	2,48	1,96	2,38	1,65	1,87	1,74	2,39

La base parfumante qui possède la plus faible moyenne des rangs de chaque catégorie est celle la plus appréciée des sujets. Dans le groupe A, la base parfumante la plus appréciée de tous est

le parfum A2. Pour la catégorie B, B3 est la plus appréciée et enfin pour la catégorie C, C2 est la plus appréciée.

Le tableau suivant représente le test de classement de la base parfumante pour le soin capillaire et pour le crème antiâge.

Tableau 19 : Choix des bases parfumantes pour la crème antiâge et soin capillaire.

	BP soin capillaire			BP crème antiâge		
	D1 (A2)	D2 (B3)	D3 (C2)	D1 (A2)	D2 (B3)	D3 (C2)
Total des rangs	102	164	196	129	144	189
Moyenne des rangs	1,31	2,15	2,54	1,65	1,90	2,45

La base parfumante pour le soin capillaire et pour la crème antiâge choisie par les sujets est la même. Il s'agit de D1 ou A2, constitué de :

- ✓ Note de tête : 10% Parfum pêche blanche ; 47% parfum mangue ;
- ✓ Note de cœur : 28% parfum fleur de lotus ;
- ✓ Note de fond : 15% essence de vanille.

2.2. Résultats des essais de formulation

2.2.1. Soins capillaires hydratant et nutritif sans rinçage pour cheveux abimés et secs

Le tableau suivant résume les différents essais effectués pour la formulation du lait nutritif.

Tableau 20 : Formulation du lait nutritif.

	Composition	Observation	Approbation de la formule
Phase aqueuse	Eau 82,9% + Glycérine 3,4% + gélifiant 0,5%	Gélifiant insuffisant	-
	Eau 84,2% + Glycérine 3,4% + gélifiant 0,7%	Peu onctueux, gélifiant insuffisant	-
	Eau 84,2% + Glycérine 5% + gélifiant 1,5%	Légèrement gluant par l'excès de glycérine et excès de gélifiant	-
	Eau 84,2% + Glycérine 4,5% + gélifiant 1%	Encore trop glyciné, gélifiant encore insuffisant	-
	Eau 84,2% + Glycérine 3,5% + gélifiant 1,25%	Phase aqueuse Acceptée	+
Phase aqueuse + Phase huileuse + émulsifiant	Phase aqueuse + HVT 2,5% + HV Moringa 0,5% + BM 1% + Emulsifiant 4,5%	Mousseux dû aux excès d'émulsifiant, lait trop gras, couleur verdâtre due à l'HV Moringa	-
	Phase aqueuse + HVT 1% + HV Moringa 0,5% + M Curcuma 0,5% + BM 0,5% Emulsifiant 1%	Déphasage, déficit d'émulsifiant, insuffisance de la phase huileuse, couleur jaune verdâtre due au M. curcuma et l'HV Moringa	-
Phase aqueuse + Phase huileuse + émulsifiant	Phase aqueuse + HVT 1,25% + HV Moringa 0,25% + M Curcuma 0,5% + BM 1% Emulsifiant 1,25%	Léger déphasage, phase huileuse insuffisante	-
	Phase aqueuse + HVT 1,75% + HV Moringa 0,25% + M Curcuma 0,5% + BM 1% Emulsifiant 1,75%	Couleur jaunâtre, Phase huileuse acceptée, aucun déphasage ni mousse.	-
	Phase aqueuse + HVT 2,25% + HV Moringa 0,2% + BM 1% Emulsifiant 1,75%	Couleur blanche, Phase huileuse acceptée, aucun déphasage ni mousse.	+
Mélange des deux phases + autres additifs	Mélange des deux phases + TM aloès 2% + conservateur 0,9% + vitamine E 0,6% + BP 0,4%	Parfum insuffisant	-
	Mélange des deux phases + TM aloès 2% + conservateur 0,9% + vitamine E 0,6% + BP 1%	Parfum trop prononcé	-
	Mélange des deux phases + TM aloès 2% + conservateur 0,9% + vitamine E 0,6% + BP 0,7%	Formule approuvée	+

+ : Formule acceptée

- : Formule rejetée

L'émulsion du lait nutritif pour cheveux est finalement constituée de :

- Eau 84,2% ;
- Glycérine 3,5% ;
- gélifiant 1,25% ;
- HVT 2,25% ;
- HV Moringa 0,20% ;
- BP 0,7%.
- BM 1% ;
- Emulsifiant 1,75% ;
- TM aloès 2% ;
- Conservateur 0,9% ;
- Vitamine E 0,6% ;

2.2.2. Crème antiride pour peau standard

La crème antiride pour peau standard est représentée dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Formulation de la crème antiride.

	Composition	Observation	Approbation de la formule
Phase aqueuse	Eau 76% + Glycérine 4,65% + épaississant 0,9%	Trop figée, glycérine acceptée	-
	Eau 82% + Glycérine 4,65% + épaississant 0,6%	Trop fluide	-
	Eau 80% + Glycérine 4,65% + épaississant 0,8%	Un peu fluide	-
	Eau 80% + Glycérine 4,7% + épaississant 0,68%	Acceptée	+
Phase aqueuse + phase huileuse	Phase aqueuse + HVT 4% + HV Amande douce 1,5% + Ac. Stéarique 1,5% + BM 1% + Emulsifiant 1,5%	Crème trop huileuse, Couleur blanche	-
	Phase aqueuse + HVT 3% + HV Amande douce 1% + Ac. Stéarique 1,5% + BM 1% + M curcuma 0,5% + Emulsifiant 1,5%	Crème de couleur jaune prononcée, trop huileuse	-
	Phase aqueuse + HVT 1,5% + HV Amande douce 1% + Ac. Stéarique 1% + BM 1% + M curcuma 0,25% + Emulsifiant 1,5%	Couleur encore prononcée, insuffisance de la phase huileuse	-
	Phase aqueuse + HVT 2% + HV Amande douce 1% + Ac. Stéarique 1,25% + BM 1% + M Curcuma 0,25 + Emulsifiant 1,5	Insuffisance de la phase huileuse et excès d'émulsifiant	-
Phase aqueuse + phase huileuse	Phase aqueuse + HVT 3,5% + HV Amande douce 2% + Ac. Stéarique 0,75% + BM 1,5% + M Curcuma 0,15% + Emulsifiant 1%	Acceptée	+
Les deux phases + additifs	Les deux phases + TM Aloès 2% + TM masonjoany 1% + Conservateur 0,9% + Vitamine E 0,7% + BP 0,7%	Parfum trop prononcé pour une crème	-
	Les deux phases + TM Aloès 2% + TM masonjoany 1% + Conservateur 0,9% + Vitamine E 0,7% + BP 0,5%	Formule acceptée	+

+ : Formule acceptée.

- : Formule rejetée.

La formule finale de la crème antiâge est finalement :

- Eau 80% ;
- Glycérine 4,7% ;
- épaississant 0,68% ;
- HVT 3,5% ;
- HV Amande douce 2% ;
- Ac. Stéarique 0,75% ;
- TM masonjoany 1% ;
- BM 1,5% ;
- Emulsifiant 1% ;
- TM aloès 2% ;
- Conservateur 0,9% ;
- Vitamine E 0,7% ;
- M Curcuma 0,15% ;
- BP 0,5%.

2.3. Résultats de l'analyse microbiologique

Le tableau suivant indique les résultats d'analyses microbiologiques des deux produits à base de beurre de mangue :

Tableau 22 : Résultats d'analyses microbiologiques des deux produits cosmétiques.

Microorganismes	Résultats pour le produit de soin capillaire	Résultats pour le produit de la crème antiride	Référence suivant la norme AFNOR VO8057/1 et V08051
<i>Staphylococcus Coagulase positif</i>	Absent	Absent	Absent
<i>Levures et moisissures</i>	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 ² UFC/g
<i>Candida albicans</i>	Absent	Absent	Absent
<i>Aspergillus niger</i>	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 ² UFC/g
<i>Microorganisme à 30°C</i>	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 UFC/g	Inférieur à 10 ³ UFC/g

On peut observer dans ce tableau que les résultats microbiologique est satisfaisant. Les microorganismes sont conformes à la norme des produits cosmétiques préconisés par AFNOR. Ces résultats nous indique que la quantité et la qualité du conservateur est au point. Les règles d'hygiène durant la préparation du produit sont également respectées (Cf. Annexe 8 et Annexe 9).

2.4. Résultats de l'analyse descriptive des produits

2.4.1. Pour le soin capillaire

Le profil sensoriel du soin capillaire est résumé dans le graphe suivant :

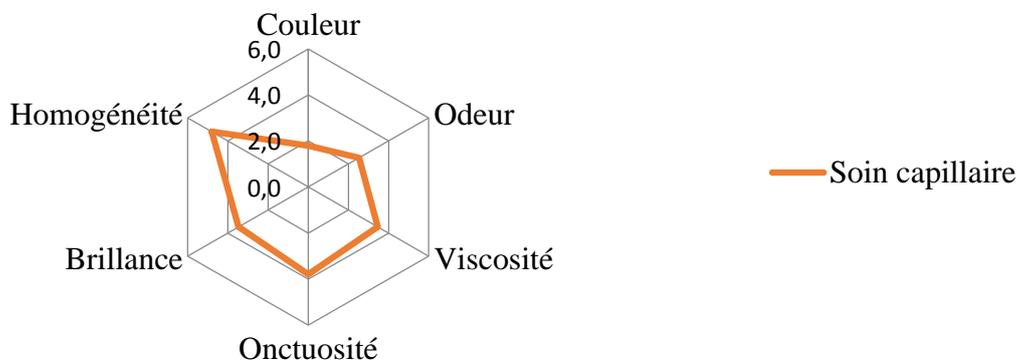


Figure 26 : Profil sensoriel du soin capillaire.

On a remarqué dans ce graphe que la valeur de l'homogénéité est proche du maximum. Cela signifie que le temps de mélange et la quantité d'émulsifiant utilisé était optimale. La brillance, l'onctuosité, la viscosité et l'odeur sont jugées moyenne. Par contre, on constate que la couleur est légèrement basse car aucun ajout de colorant n'a été additionné dans le produit.

2.4.2. Pour la crème antiâge

Le graphe suivant indique le profil sensoriel de la crème antiâge :

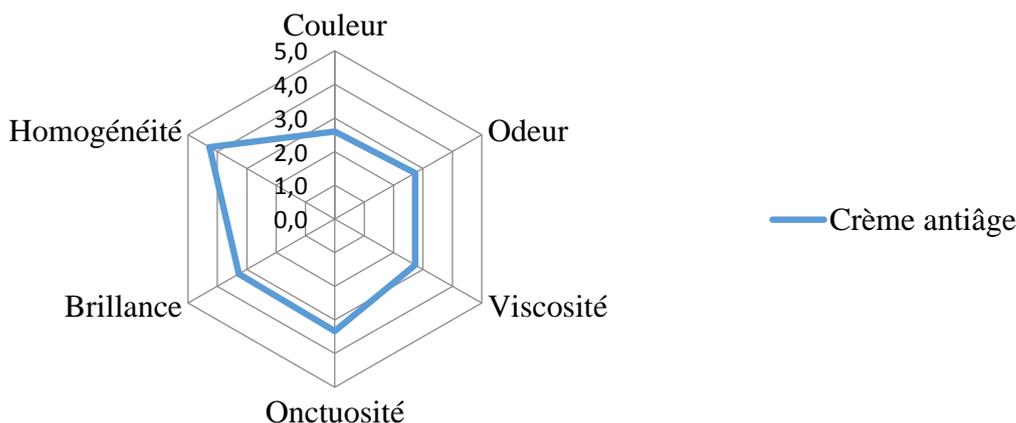


Figure 27 : Profil sensoriel du crème antiâge.

Ce profil sensoriel nous indique une valeur élevée de la note octroyée à l'homogénéité. Cela confirme que la quantité d'émulsifiant et le temps d'agitation sont optimales. La brillance, l'onctuosité, la viscosité et l'odeur sont tous jugés moyenne. Un ajout de macérât de curcuma comme colorant naturel dans la formulation augmente légèrement la valeur de la couleur mentionnée sur cette figure.

2.5. Résultats du test de stabilité

2.5.1. Pour le soin capillaire

Les observations du soin capillaire à température ambiante et à la température 45°C sont données dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Test de stabilité du soin capillaire.

Semaine	Couleur		Odeur		Aspect		pH	
	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C
Températures	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C
1ère semaine	Blanche	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
2ème semaine	Blanche	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
3ème semaine	Blanche	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
4ème semaine	Blanche	pâle	caractéristique	Atténuée	homogène	Id.	6	5
5ème semaine	Blanche	Jaune clair	Atténuée	Odeur de rance	homogène	Dp.	6	5
6ème semaine	Blanche	Jaune clair	Atténuée/ odeur de rance	Odeur de rance	Déphasage	Dp.	6	5

Amb : Température ambiante

Id : Identique à la référence.

Dp : Déphasage

Après avoir placé l'échantillon à 45°C pendant 6 semaines, nous avons observé des modifications de caractéristique à partir de la quatrième semaine. Il est conseillé d'augmenter la valeur de la vitamine E dans la formulation pour éviter l'apparition d'odeur de rance avant la Date de péremption.

2.5.2. Pour la crème antiâge

L'évolution des caractéristiques sensorielles et du pH de la crème antiâge est indiquée dans le tableau ci-après :

Tableau 24 : Test de stabilité de la crème antiâge.

Semaine	Couleur		Odeur		Aspect		pH	
	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C	Amb.	45°C
1ère semaine	Jaune clair	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
2ème semaine	Jaune clair	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
3ème semaine	Jaune clair	Id.	caractéristique	Id.	homogène	Id.	6	6
4ème semaine	Jaune clair	Jaune pâle	caractéristique	Atténuée	homogène	Id.	6	5
5ème semaine	Jaune clair	Jaune pâle	caractéristique	Atténuée / odeur de rance	homogène	Dp.	6	5
6ème semaine	Jaune pâle	Jaune pâle	Atténuée / odeur de rance	Atténuée / odeur de rance	Dp.	Dp.	6	5

Amb : Température ambiante

Id : Identique à la référence.

Dp : Déphasage

D'après ces tableaux, l'odeur atténuée s'explique par le fait que le parfum se volatilise au cours du temps. De plus, la température 45°C augmente fortement la volatilisation de la base parfumante. Concernant l'homogénéité, le déphasage à partir de la 5^{ème} semaine signifie que le produit est pratiquement stable pendant 4 mois. La légère diminution de pH signifie qu'il y a une libération d'acide gras libre des triglycérides. Les deux produits seront alors prêts pour la commercialisation avec une date de péremption identique de 4 mois.

2.6. Etiquettes

✚ Pour la crème antiâge pour tout type de peau

La figure suivante représente l'étiquette de la crème antiâge pour tout type de peau :



Figure 28 : Etiquette de la crème antiâge.

✚ Soin capillaire réparateur et nutritif

L'étiquette du soin capillaire réparateur et nutritif est représentée dans la figure suivante :



Figure 29 : Etiquette du soin capillaire.

2.7. Evaluation du marché et coût sommaire de production

Les données suivantes sont issues des informations recueillies auprès d'une enquête en ligne, de l'INSTAT et de la douane Malgache. Ces renseignements concernent la motivation des consommateurs à acheter des produits cosmétiques, l'exportation et importation de ces produits et enfin importation et exportation des mangues fraîches ou séchées.

2.7.1. Résultats des enquêtes en ligne.

59 participants ont répondu à l'enquête en ligne dont 14 hommes et 45 femmes. La majorité des participants sont des étudiants et des employés avec une proportion respective de 44,82% et 31%.

61,1% des participants ont déclaré que le prix maximal des produits cosmétiques qu'ils peuvent acheter ne dépasse pas de 5000Ar.

Le graphique suivant représente les attentes et critères d'achat des consommateurs pour les produits cosmétiques.

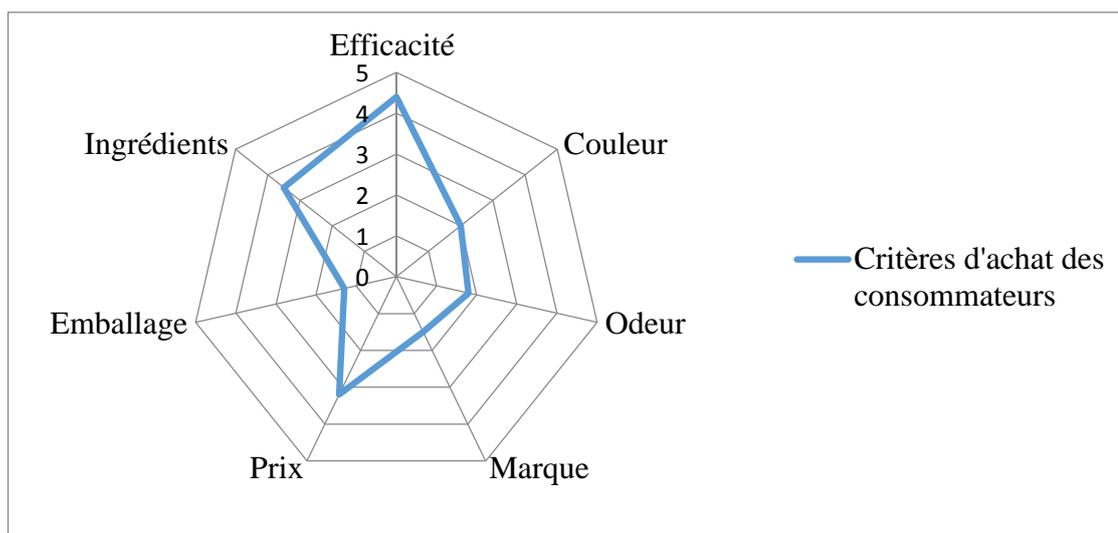


Figure 30 : Critères d'achat des consommateurs.

D'après ce graphique, les critères d'achats les plus importants pour les consommateurs commencent par l'efficacité du produit suivie du type d'ingrédient et le prix du produit. L'ajout de teinture mère comme actif dans le produit est alors effectué pour améliorer son efficacité. Les ingrédients des produits cosmétiques utilisés sont également sélectionnés pour garantir la qualité du produit fini tout en considérant le prix de revient du produit.

Le tableau suivant représente la motivation des consommateurs à acheter les deux nouveaux produits à base de beurre de mangue.

Tableau 25 : Motivation des consommateurs à acheter les nouveaux produits.

	Motivé(e) à acheter ce type de produit	Juste essayer ce type de produit	Ce produit ne m'intéresse pas
Soin capillaire	16,95%	67,80%	15,25%
Crème antiâge	16,95%	67,80%	15,25%

Le projet de lancement du nouveau produit est intéressant puisque 67,80% des personnes enquêtés en ligne sont prêts à essayer les produits préparés à base de beurre de mangue.

2.7.2. Résultats des enquêtes auprès de la Douane Malgache sur la mangue

✚ Exportation des mangues fraîches ou séchées

On constate que l'exportation des mangues augmente de façon continue jusqu'en 2013. La croissance de l'exportation a continué en 2015 suite à une décroissance en 2014. Les exportations en Kilogramme et en Ariary des mangues fraîches ou séchées sont chacune illustrées par un graphique.

La figure suivant illustre l'exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme depuis l'année 2011 à 2015.

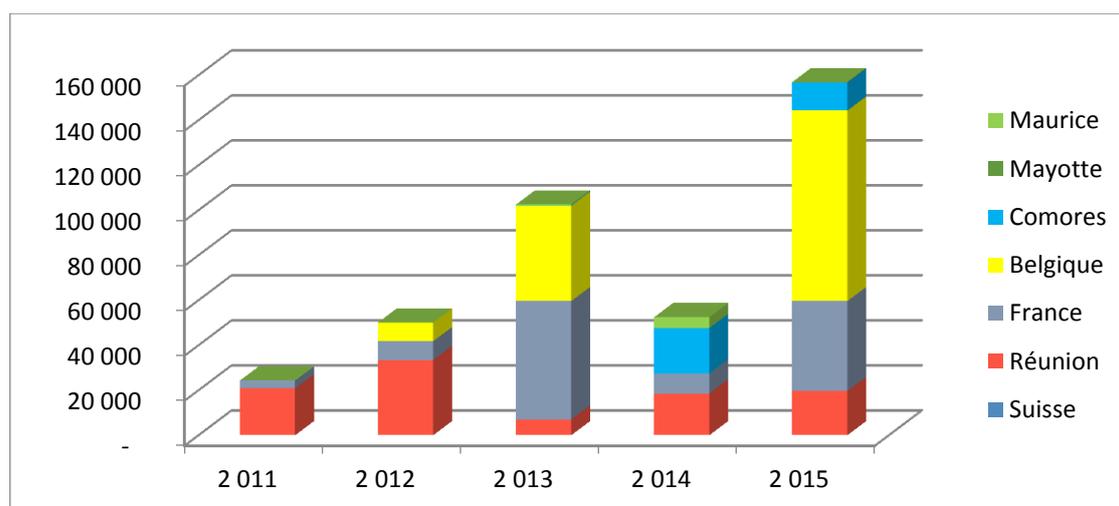


Figure 31 : Exportation de mangues fraîches ou séchées en kilogramme [Source : Douane Malgache, 2016] (Cf. Annexe 10).

✚ Importations des mangues fraîches ou séchées

La quantité importée des mangues fraîches ou séchées diminue considérablement à partir de l'année 2013, mais son prix augmente au cours du temps (Cf. Annexe 12).

Le graphe suivant indique la masse des mangues fraîches ou séchées importée en 2011 jusqu'en 2015 :

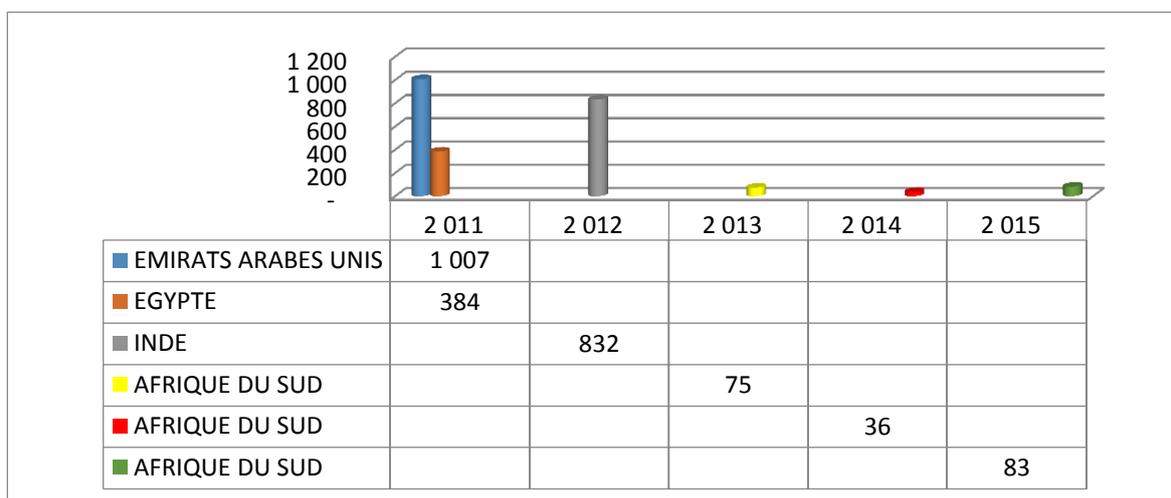


Figure 32 : Importation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme [Source : Douane Malgache, 2016].

2.7.3. Résultats des enquêtes sur les produits cosmétiques auprès de l'INSTAT et de la douane Malgache

✚ Exportation des produits cosmétiques

On constate que les produits de parfumeries ou de toilettes sont les plus exportés parmi les produits cosmétiques de Madagascar, suivi des produits de bain.

Le graphe suivant indique les exportations des produits cosmétiques depuis 2011 à 2015 :

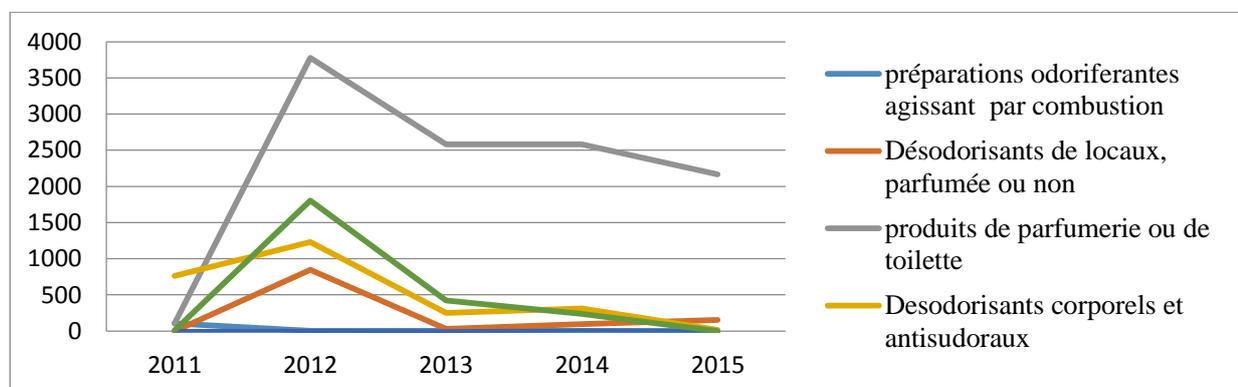


Figure 33 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme [Source : Douane Malgache, 2016]. (Cf. Annexe 13).

✚ Importation des produits cosmétiques

Les produits cosmétiques fréquemment importés à Madagascar sont des désodorisants corporels depuis 2011 jusqu'en 2015. Une augmentation d'importation de produits de parfumerie a été observée en 2012.

La figure suivante nous informe des importations des produits cosmétiques en kilogramme :

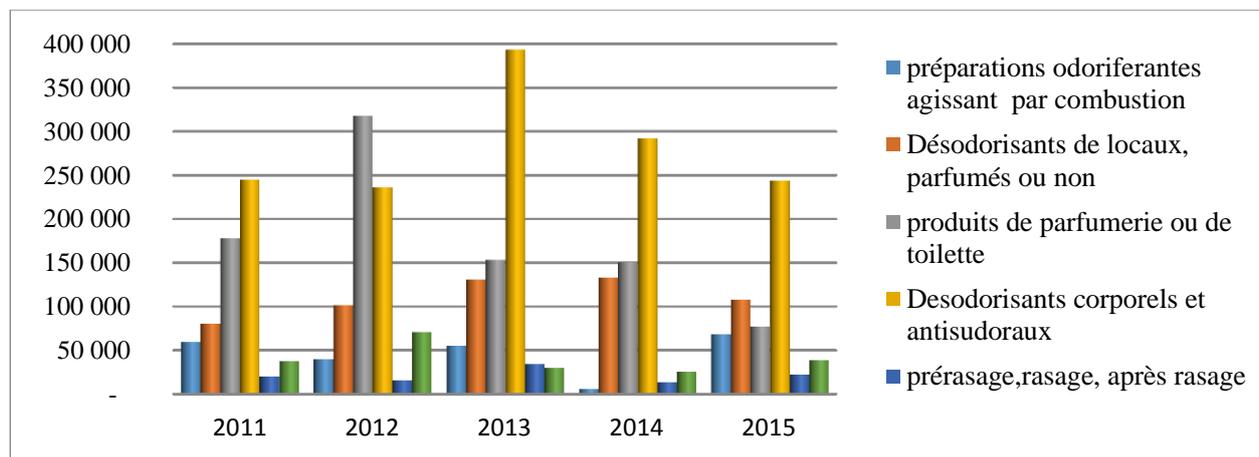


Figure 34 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme [Source : Douane Malagasy, 2016] (Cf. Annexe 15).

2.7.4. Coût de production sommaire du beurre de mangue

Ce tableau représente les dépenses de l'extraction du beurre de mangue par solvant à partir de la collecte de 200 kg de noyaux de mangue.

Tableau 26 : Dépenses sommaires de l'extraction du beurre de mangue.

Dépenses	Quantité	PU	Total
Transport	2	5 000	10 000
Hexane	4	14 800	59 200
		Total dépense	69 200

Le présent tableau résume la quantité de beurre de mangue obtenue normalement pour 200 kg de noyaux.

Tableau 27 : Quantité de beurre de mangue obtenue pour 200kg de noyaux.

Noyaux (Kg)	Amande (77%)	Amande - pertes (75% de l'amande)	Masse du beurre (12% amande)
200	154	38,5	4,62

Le tableau suivant indique le prix du beurre de mangue par kilogramme.

Tableau 28 : Prix de revient sommaire du beurre de mangue.

Désignation	Prix en Ariary
Dépenses (Cf. tableau 17)	69 200
Masse du beurre (Cf. tableau 18)	4,62
Prix du beurre par KG	14 978,35

Le prix du beurre de mangue a été calculé à partir de la dépense par rapport à la masse du beurre de mangue obtenu. En se basant sur le tableau ci-dessus, le prix de revient sommaire du kilogramme du beurre de mangue est estimé à 15 000Ar.

Le tableau ci-après informe la comparaison de prix avec quelques beurres végétaux :

Tableau 29 : Comparaison de prix avec les autres beurres végétaux.

	Beurre de mangue [Auteur, 2017]	Beurre de cacao [CHOCOLATERIE ROBERT, 2017]	Beurre de Karité [AFRICAJOU, 2017]	Beurre d'avocat [AMAZON, 2017]
Prix en Ariary	14 978,35	50 000	132 000	35 200

D'après ce tableau, le prix de beurre de mangue est nettement inférieur aux autres types de beurre végétal même si la comparaison est effectuée sur des prix de vente et des prix de revient. La valorisation des sous-produits agricoles comme l'amande est alors intéressante. Nous pouvons dire que le beurre de mangue est exploitable économiquement si on veut l'utiliser comme phase lipidique dans les formulations en cosmétique.

2.7.5. Evaluation sommaire du prix de revient des produits cosmétiques

L'évaluation sommaire des coûts permet de déterminer le coût de revient du produit. Le tableau suivant indique le calcul du prix de revient du produit pour soin capillaire :

Tableau 30 : Prix de revient pour soin capillaire.

Libellé	Prix unitaire Ar/kg	Prix unitaire pour 1g	pourcentage	Prix pour 100 g du produit	Prix pour 150g
Eau	10	1	85,54	85,54	128,31
Géifiant	600 000	600	1,27	761,04	1141,55
glycérine	7 000	7	3,55	24,86	37,29
Huile de tournesol	5 800	5	2,28	13,24	19,86
Huile de moringa	65 000	65	0,20	13,19	19,79
Beurre de mangue	15 000	15	1,01	15,22	22,83
Conservateur	70 000	70	0,91	63,93	95,89
Emulsifiant	40 000	40	1,78	71,03	106,54
TM Aloes	60 000	60	2,03	121,77	182,65
Vitamine E	130 000	130	0,71	92,34	138,51
Parfum (D1/A2)	180 000	180	0,71	127,85	191,78
Flacon	500	500	1,00	500,00	500,00
Etiquette	500	500	1,00	500,00	500,00
			Total	2390,01	3085,01

D'après ce tableau, le prix de revient du soin capillaire nutritif et réparateur est estimé à 3100 Ar pour un flacon de 150ml.

Ci-dessous un tableau qui représente le calcul du prix de revient de la crème antiâge à base de beurre de mangue.

Tableau 31 : Prix de revient pour crème antiâge.

Libellé	Prix unitaire Ar/Kg	Prix unitaire pour 1g	pourcentage	Prix pour 100 g du produit	Prix pour 50g
Eau	10	0,01	80,97	0,81	0,40
glycérine	7000	7	4,76	33,30	16,65
Epaisissant liquide	240000	240,00	0,61	145,75	72,87
HV tournesol	5800	5,80	3,54	20,55	10,27
HV Amande douce	16000	16	2,02	32,39	16,19
Epaisissant en poudre	10000	10	0,76	7,59	3,80
Macérat de curcuma	6500	6,50	0,15	0,99	0,49
Beurre de mangue	15000	15	1,52	22,77	11,39
Emulsifiant en poudre	50000	50	0,51	25,30	12,65
Emulsifiant liquide	60000	60	0,51	30,36	15,18
Conservateur	70000	70	0,91	63,77	31,88
Vitamine E	130000	130	0,71	92,11	46,05
TM Aloes	3000	3	1,52	4,55	2,28
TM Masonjoany	3000	3	1,01	3,04	1,52
Base parfumante	180000	180	0,51	91,09	45,55
Flacon	500			500	500
Etiquette	500			500	500
			Total	1574,37	1287,18

Le prix de revient de la crème antiâge est estimé à 1300Ar.

Les prix de vente escomptés du soin capillaire et de la crème antiâge sont respectivement 4000 Ar et 2500 Ar. Ces prix sont abordables du fait que la plupart du pouvoir d'achat des clients est inférieur à 5000Ar, d'après l'enquête en ligne déjà effectuée. Toutefois l'estimation des coûts de production comme la main d'œuvre, l'énergie, la publicité, etc. sont encore à considérer.

3. CONCLUSION PARTIELLE

Une base parfumante a été choisie dans la formulation des produits cosmétiques après avoir effectué une analyse sensorielle.

Après la formulation, les deux produits ont été décrits à partir d'une analyse descriptive sur 15 sujets entraînés, associés avec une analyse microbiologique. Les deux produits sont alors jugés homogènes avec une qualité microbiologique satisfaisante.

Après avoir vérifié par le test de vieillissement accéléré, la date de péremption de chaque produit est fixée à 4 mois. Le beurre de mangue est abordable, comparé aux autres prix de beurre végétale et le coût de production du produit est également rentable pour une production à grande échelle, si on considère le beurre de mangue comme parmi la phase huileuse active.

CONCLUSION GENERALE

Le but de l'étude qui a été de lancer le principe de « total process » de la mangue afin de valoriser leurs sous-produits agricoles a pu être atteint. Les mangues sont des plantes naturalisées de Madagascar, et possèdent des sous-produits non valorisés comme leurs amandes. Cependant, la société HOMEOPHARMA pense que ces derniers pourraient être transformés et valorisés dans leurs gammes de produits. La démarche de travail suivie comportait en premier lieu la caractérisation globale de la matière grasse de l'amande de mangue ensuite, l'analyse de l'activité antioxydante de la partie insaponifiable du beurre de mangue après, l'essai de valorisation en cosmétique et enfin une évaluation économique sommaire.

L'étude nous a révélé que l'amande de mangue est un produit pourrissable. L'extraction de la matière grasse de l'amande de mangue par pression n'a pas donné du beurre. Par contre l'extraction par solvant, suivant la méthode adoptée par la littérature nous a donné un rendement de 4,52%. L'ajout de la congélation lente dans le procédé d'extraction nous a permis d'augmenter près de trois fois ce rendement d'extraction. Le beurre de mangue obtenu est composé essentiellement d'acide oléique et d'acide stéarique. Ces composants confèrent au beurre l'état solide à la température ambiante. Toutefois, la présence de l'acide linoléique et la proportion d'acides gras insaturés dans notre composition diminue le point de fusion du corps gras.

La présence d'antioxydant dans le beurre de mangue a été mise en évidence par la plaque CCM à l'aide du DPPH. L'analyse par spectrophotométrie UV visible des antioxydants nous a montré que la valeur du EC 50 de l'insaponifiable du beurre de mangue de la variété *Hiesy* et de la variété Mixte sont respectivement de 75µg/ml et de 250µg/ml. Comparée à l'acide ascorbique dont le EC 50 est de 0,375µg/ml, l'activité antioxydante des deux insaponifiables précédents est faible puisque, plus le EC 50 est faible, plus le pouvoir antioxydant est élevé. L'évaluation au test de vieillissement à l'étuve du beurre de mangue nous informe la nécessité d'ajout d'antioxydant dans la formulation du nouveau produit.

Les expérimentations effectuées lors des essais de formulation en cosmétique révèlent que le beurre de mangue est à la fois une phase grasse des émulsions et également un épaississant, grâce à son état solide et fondant.

Des enquêtes en ligne et auprès des instituts, associés avec des études économiques sommaires nous permettent d'affirmer que les produits cosmétiques préparés sont économiquement rentables et conviennent au budget de la population enquêtée.

L'amélioration de l'extraction par pression est une perspective pour obtenir du beurre de mangue Bio et exempt de résidu de solvant.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

- 1- AFNOR ; 1993 ; Recueil de norme françaises : corps gras, graines oléagineuses et produits dérivés ; 5e édition ; tour Europe –cedex 7 ; 92049 Paris La Défense ; 663p.
- 2- ANDRIAMAHAZO S.M. ; 1988 ; Contribution à l'étude de la fraction lipidique des graines du *Podocarpus Gaussonii* : Essais de valorisation ; Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome; Département Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecoles Supérieures des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo ; 89p.
- 3- AWONO A. et MANIRAKIZA D. ; 2007 ; Etude de base sur la mangue sauvage (*Irvingiaspp.*) ; projet pour la mobilisation et le renforcement des capacités des petites et moyennes entreprises paysannes en relation avec l'exploitation des produits forestiers non ligneux au Cameroun et en RDC ; Center for International Forestry Research ; 37p.
- 4- BAN KOFFI L., BOURAIMA O., YAO LEON M. A., OUYA M. A., NEMLIN G. J., AFFOU Y. S. ; 2014 ; Répertoire de technologies et de procédés de transformation de la mangue et de l'ananas ; Fond interprofessionnel pour la recherche et le conseil agricole ; ABIDJAN - COTE D'IVOIRE ; 120p.
- 5- BECCARO G. L. ; 2013 ; Amélioration des systèmes de productions végétales. Avocat, mangue, litchi, agrumes : la culture et la propagation des arbres fruitiers ; *Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari (DISAFA)* ; *Università de Gli Studi di Torino* ; Réseau des Universités Sahéliennes pour la Sécurité Alimentaire et la Durabilité Environnementale ; 28p.
- 6- DE LAROUSSILHE F. ; 1980 ; Le manguier ; Maisonneuve et LAROSE ; Paris ; 312p.
- 7- DHINGRA, S. et KAPOOR, A. C. ; 1985 ; Nutritive value of mango seed kernel ; *Journal of the Science of Food and Agriculture* ; Volume 36 ; Issue 8 ; 756p.
- 8- GERBAUD P., GAYI S., ZHANG Y., BOGLIO D., MILICEVIC B. ; 2016 ; Mangue ; Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED) ; New York et Genève ; 23p.
- 9- GHARBY S., HARHAR H., KARTAH B., EI MONFALOUTI H., MAATA N., GUILLAUME D., BEN HADDA T., CHARROUF Z. ; 2011 ; Influence de l'origine du fruit (terroir, caprin) et de la méthode d'extraction sur la composition chimique, les caractéristiques organoleptiques et la stabilité de l'huile d'argan ; Actes du Premier Congrès International de l'Arganier ; Maroc ; 12p.
- 10- HADJADJ N. ; 2008 ; Optimisation des paramètres influençant le taux d'extraction de l'huile des graines de nigelle (*Nigella sativa*) par pressage ; Mémoire de Magistère en Agronomie ; Option Sciences Alimentaires ; Institut national Agronomique El Arrach –Alger ; 70p.

- 11- LINGANI H. S., TRAORE A. S. ; 2001; Composition chimique et valeur nutritive de la mangue Amélie (*Mangifera indica L.*) du Burkina Faso ; Département de Biochimie – Microbiologie ; Université de Ouagadougou ; Burkina Faso ; Volume 2 ; 39p.
- 12- NZIKOU J. M., KIMBONGUIL A., MATOS L., LOUMOUAMOU B., PAMBOU-TOBI, NDANGUI C. B., ABENA A., SILOU T. H., SCHER J., DESOBRY S. ; 2010 ; Extraction and characteristics of seed kernel oil from mango (*Mangifera indica*) ; Research Journal of Environmental and Earth Sciences ; Volume 11 ; Issue 11 ; 35p.
- 13- PIERRIER H. et HUMBERT H. ; 1952 ; Flore de Madagascar et des Comores (plantes vernaculaires) ; Muséum National d'histoire naturelle ; publiée sous les auspices du gouvernement général de Madagascar ; Typographie Firmin-didot 56 ; rue Jacob ; Paris ; 80p.
- 14- RASOANAIVO H. ; 2015 ; Valorisation chimique de *Chrysophyllum boivinianum* et des sous-produits de transformation des fruits de *Mangifera indica Var.Hiesy* ; Mémoire pour obtention du diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches ; Département de Chimie Organique ; Faculté des Sciences ; Université d'Antananarivo ; Volume 2 ; 96p.
- 15- RASOARAHONA F. ; 2009 ; Mise au point d'une gamme de produits cosmétiques pour bébés et enfants ; Mémoire d'ingénieur ; Département Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo ; 78p.
- 16- RASOLOFOMANANA V. M. ; 2016 ; VALORISATION DU SESAME (*Sesamum indicum*) DE MANDRITSARA : Etude de sa fraction lipidique pour une utilisation en cosmétique ; Mémoire d'ingénieur ; Option Industrie Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo ; 77p.
- 17- RATIANARIVO T. H. ; 2013 ; Contribution à la valorisation de la mangue : en chutneys, pâtes de fruits et fruits confits ; Mémoire d'ingénieur en génie chimique ; Département Génie Chimique ; Ecole Supérieure Polytechnique ; Université d'Antananarivo ; 114p.
- 18- RATOMPOMALALA H. ; 2007 ; Recherche d'antioxydants d'origine végétale ; Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie ; Option Chimie Organique ; Faculté des sciences ; Université d'Antananarivo ; 178p.
- 19- RAZAFINDRAKOTO A. R. ; 2010 ; Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle de feuilles de *Ocotea laevis Kost* (Lauraceae) ; Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Biochimie ; Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée ; Faculté des Sciences ; Université d'Antananarivo ; 78p.
- 20- ROBSOMANITRANDRASANA A. ; 2014 ; Etude de la composition en acides gras de plusieurs savons dits « D'ALEP » : comparaison et discussion ; Thèse de Doctorat en Pharmacie ; Faculté de Pharmacie ; Université de Nantes ; 47p.

- 21- WACHTER R., SALKA B. et MAGNET A. ; 1995 ; Phytosterols- active substances of vegetable origin in cosmetics ; Cosmetics and toiletries magazine ; USA ; 110p.
- 22- YUH-FUNG C., CHIEN C., TIAN-SHUNG W., CHI-REI W., WEN- TSONG H., HUEI-YANN T. ; 2012 ; Balanophoraspicata and Lupeol Acetate Possess Antinociceptive and Anti-Inflammatory Activities *in Vivo and in Vitro* ; Evid Based Complement Alternat Med ; 10p.
- 23- ZENAIVO A. ; 2003 ; Catalogue des variétés de mangues dans la région du BOENY ; CENRADERU – FOFIFA ; 8p.

WEBIOGRAPHIE

- 24- AFRICAJOU ; 2017 ; Beurre de Karité en kilo [en ligne] ; consulté le 10 Mai 2017 ; disponible sur <http://www.africajou.com/index.php/beurre-de-karite-1-kg>.
- 25- AMAZON ; 2017 ; Beurre d'avocat [en ligne] ; consulté le 10 Mai 2017 ; disponible sur <https://www.amazon.fr/Naissance-Beurre-dAvocat-Raffin%C3%A9-100g/dp/B00GDB850M>.
- 26- AROMA ZONE ; 2017 ; Agent de texture [en ligne] ; consulté le 29 mars 2017 ; disponible sur <http://www.aroma-zone.com/>.
- 27- AROMA ZONE ; 2016 ; Beurre végétal de Mangue BIO [en ligne] ; consulté le 07 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.aromazone.com/>.
- 28- AROMA ZONE ; 2016 ; Glycérine végétale [en ligne] ; consulté le 07 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.aromazone.com/>.
- 29- BASIRI S. ; 2015 ; Evaluation of antioxidant and antiradical properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed and defatted seed extracts [en ligne] ; Journal of Food and Sciences Technology ; 52(2) ; consulté le 17 Janvier 2017 ; disponible sur <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4325071/>; 1123p.
- 30- BOUCENNA S., CASELLI T., COCCHI K., COHEN A. ; 2017 ; la conservation des fruits [en ligne] ; Sciences-Physique et Sciences et Vie de la Terre ; Lycée Eugène Delacroix ; consulté le 10 Avril 2017 ; disponible sur <http://tpeconservation1s2.free.fr/oxydation.html>.
- 31- BOURDREUX S. ; 2011; Le réfrigérateur : comment ça marche? [En ligne] ; Le Repaire des Sciences ; consulté le 26 mars 2017 ; disponible sur http://www.lerepairedessciences.fr/reflexions/questions_cours_fichiers/refrigerateur.htm.
- 32- BRICOUT V. ; 2008 ; Mangue : saison, calendrier et culture de la mangue [en ligne] ; consulté le 13 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.vedura.fr>.

- 33- CANO C. ; 2015 ; Les appâts surgelés [en ligne] ; consulté le 08 Mars 2017 ; disponible sur <https://cotepeche.fr/forums/intervenant-mois-f46/juin-2015-les-appats-surgeles-pexeo-t11695.html>.
- 34- CENTIFLOR ; 2015 ; Beurre de mangue [en ligne] ; consulté le 28 mars 2017 ; disponible sur <https://www.huiles-et-sens.com/fr>.
- 35- CHOCOLATERIE ROBERT ; 2017 ; Beurre de cacao [en ligne] ; consulté le 10 Mai 2017 ; disponible sur <http://www.chocolaterierobert.com/categorie-produit/gamme-professionnelle/>.
- 36- DARIOUCH B. ; 2015 ; La vérité sur les émulsifiants [en ligne] ; consulté le 28 Mars 2017 ; disponible sur <http://www.naturacoach.com/blog-nutrition/la-verite-sur-les-emulsifiants-et-leurs-effets-sur-votre-sante>.
- 37- DI COSTANZO G. ; 2017 ; GLYCÉRINE [en ligne] ; consulté le 29 mars 2017 ; disponible sur <http://www.universalis.fr/encyclopedie/glycerine>.
- 38- FAO ; 2017 ; Perspectives à moyen terme pour les produits agricoles [en ligne] ; consulté le 28 Avril 2017 ; disponible sur <http://www.fao.org/docrep/007/y5143f/y5143f14.htm>.
- 39- FATAELIS ; 2013 ; Une bonne mayonnaise [en ligne] ; consulté le 29 mars 2017 ; disponible sur https://omnilogie.fr/O/Une_bonne_mayonnaise.
- 40- FELICITE-ZULMA D., MUGABE J., DABO A. ; 2013 ; Note conceptuelle pour le projet de valorisation des sous-produits de la mangue dans l'industrie cosmétique.pdf ; consulté le 28 Novembre 2016 ; disponible sur www.paepard.org ; 9p.
- 41- FINE F., VIAN M. A., TIXIER A., CARRE P., CHEMAT F. ; 2013 ; Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses.pdf ; Oil seeds and fats crops and lipids (OLC) ; consulté le 26 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.ocl-journal.org> ; 6p.
- 42- HERZOG D. et ROFFIGNAC L. ; 2008 ; Charançon du noyau [en ligne] ; CIRAD ; consulté le 15 Avril 2017 ; disponible sur http://caribfruits.cirad.fr/production_fruitiere_integree/protection_raisonnee_des_vergers_maladies_ravageurs_et_auxiliaires/charancon_du_noyau.
- 43- HIELSCHER ; 2017 ; Lyse Ultrasonique : Désintégration Cellulaire & Extraction [en ligne] ; consulté le 30 Avril 2017 ; disponible sur <https://www.hielscher.com/fr/ultrasonic-lysis-cell-disruption-extraction.htm>.
- 44- HOMEOPHARMA ; 2017 ; présentation de l'HOMEOPHARMA [en ligne] ; consulté le 15 Avril 2017 ; disponible sur <http://www.madagascar-homeopharma.com/>.
- 45- JOHNSON ; 2017 ; Glycérine [en ligne] ; consulté le 29 mars 2017 ; disponible sur <https://www.neutrogena.fr/astuces-et-conseils/actifs-et-technologies/la-glyc%C3%A9rine>.

- 46- KAPHUEAKNGAM P., FLOOD A., SONWAI S. ; 2009 ; Production of cocoa butter equivalent from mango seed almond fat and palm oil mid-fraction.pdf ; Asian Journal of Food and Agro-Industry ; consulté le 28 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.ajofai.info> ; 447p.
- 47- KARUNANITHI B., BOGESHWARAN K., TRIPURANENI M., KRISHNA R. S. ; 2015 ; Extraction of Mango Seed Oil From Mango Kernel.pdf ; International Journal of Engineering Research and Development ; Volume 11 ; Issue 1; consulté le 20 Décembre 2016 ; disponible sur <http://www.ijerd.com> ; 40p.
- 48- KITTIPHOOM S. ; 2012 ; Utilization of Mango seed.pdf ; Faculty of Agro Industry ; Rajamangala University of Technology Srivijaya ; Nakhon Si Thammarat ; Thailand ; consulté le 18 février 2017 ; disponible sur <http://www.ifrj.upm.edu.my> ; 1335p.
- 49- LAROUSSE ; 2017 ; Cosmétique [en ligne] ; consulté le 30 Avril 2017 ; disponible sur <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cosm%C3%A9tique/19545>.
- 50- L'ENTREPRENARIAT ; 2016 ; La mangue est le 3e fruit le plus exporté par la Côte d'Ivoire [en ligne] ; consulté le 30 Avril 2017 ; disponible sur <http://lentrepreneuriat.net/content/la-mangue-est-le-3e-fruit-le-plus-export-par-la-c-te-divoire>
- 51- LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE ; 2009 ; Produits cosmétiques. Pdf ; règlement (CE) n° 1223/2009 du Parlement Européen et du Conseil Relatif aux Produits Cosmétiques ; Journal officiel de l'Union européenne L 342/59 ; consulté le 30 Avril 2017 ; disponible sur <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:fr:PDF.> ; 209p.
- 52- MAEP ; 1990 ; Le manguier [en ligne] ; consulté le 22 Janvier 2016 ; disponible sur <http://www.maep.gov.mg>.
- 53- MELNYCHUK A. et HUNTER S. ; 2016 ; Beurre de mangue [en ligne] ; consulté le 30 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.coopcoco.ca>.
- 54- MOAMBE J. J. ; 2007 ; LA MANGUE : Fiches techniques manguier [en ligne] ; consulté le 10 décembre 2016 ; disponible sur <http://twd.free.fr>.
- 55- OMS ; 2016 ; Détermination des caractéristiques de fusion [en ligne] ; consulté le 26 mars 2017 ; disponible sur <http://apps.who.int/medicinedocs/fr/d/Jh1804f/3.html>.
- 56- POPOVICI C., SAYKOVA I., TYLKOWSKI B. ; 2010 ; Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH [en ligne] ; consulté le 27 mars 2017 ; disponible sur www.revue-genie-industriel.info/document.php?id=951.
- 57- POUPINEL C. ; 2007 ; Beurre de mangue [en ligne] ; consulté le 07 décembre 2016 ; disponible sur <https://www.ooreka.fr>.

- 58- POUPINEL C. ; 2007 ; Conservateur dans les produits cosmétiques [en ligne] ; consulté le 29 mars 2017 ; disponible sur <https://soin-du-corps.ooreka.fr/astuce/voir/333248/conservateurs-dans-les-cosmetiques>.
- 59- ROSSOW V. ; 2008 ; huiles et dérivés à bénéfices nutritionnels et cosmétiques : Le cas des beurres végétaux et des cires d'origine naturelle.pdf ; 92 Avenue du Général de Gaulle ; 92635 Gennevilliers CEDEX ; consulté le 05 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.ocl-journal.org> ; 3p.
- 60- SIEDOUBA Y., LEBEAU F., WATHELET J. P., LEEMANS V., DESTAIN M. R. ; 2007 ; Etude des paramètres opératoires de pressage mécanique des amandes de *Vitellaria paradoxa* Gaertn C.F. (karité)».pdf ; numéro 4 ; Volume 11 ; consulté le 16 Avril 2017 ; disponible sur <http://www.youscribe.com/BookReader/Index/516453?documentId=487576> ; 273p.
- 61- VANNIERE H., REY J. Y. et VAYSSIERES J. F. ; 2013 ; itinéraire technique mangue (*Mangifera indica*).pdf ; Programme PIP ; COLEACP ; consulté le 10 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.coleacp.org/pip> ; 88p.
- 62- YANN ; 2017 ; Propriétés des alcanes et alcools [en ligne] ; consulté le 30 Avril 2017 ; disponible <http://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/premiere-s/familles-chimiques/alcane-proprietes.html>.
- 63- YOUSSEF A. ; 2003 ; Beurre de mangue pur [en ligne] ; consulté le 07 décembre 2016 ; disponible sur <http://www.naturesources.com/>.

SUPPORTS DE COURS

- 64- BAKAR II ; 2015 ; Froid industriel ; Élément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences de l'ingénieur IAA II ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 65- FAWBUSH F. ; 2016 ; Concept et nouveau produit ; Élément constitutif de l'Unité d'Enseignement Stratégie et Organisation de la Recherche et Développement ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Développement de projet innovation et qualité ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 66- FAWBUSH F. ; 2016 ; Nutraceutique ; Élément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences des Aliments ; Master I ; Semestre 9 ; Parcours Développement de projet innovation et qualité ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

- 67- RABE R. M. ; 2015 ; Génie Industriel Alimentaire I ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences pour l'ingénieur IAA I ; Master I ; Semestre 7 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 68- RAMANOELINA P. ; 2016 ; Méthode d'analyse et de contrôle II ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Evaluation de la qualité I ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 69- RAMAROSON J. B. ; 2016 ; Emballage et conditionnement ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences des Aliments ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Développement de projet innovation et qualité ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 70- RANDRIATIANA R. ; 2015 ; Analyse sensorielle ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Evaluation de la Qualité I ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 71- RAONIZAFINIMANANA B. ; 2015 ; Méthode d'analyse et de contrôle I ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Evaluation de la qualité I ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 72- RAONIZAFINIMANANA B. ; 2016 ; Industries des corps gras ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Innovation en Agro-Alimentaire ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Génie des Procédés et technologies de transformation ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 73- RAONIZAFINIMANANA B. ; 2016 ; Rédaction Scientifique ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Méthodologie de Recherche II ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Développement de Projet Innovation et Qualité ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 74- RAONIZAFINIMANANA B. ; 2016 ; Viandes et produits carnées ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Innovation en Agro-Alimentaire ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Génie des Procédés et technologies de transformation ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 75- RASOARAHONA F. ; 2016 ; Cosmétique ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Innovation en Agro-Alimentaire ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Développement de projet innovation et qualité ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.
- 76- RASOARAHONA F. ; 2016 ; Les additifs alimentaires ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences des Aliments ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Génie des Procédés et

technologies de transformation ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

77- RASOARAHONA J. ; 2015 ; Génie Industriel Alimentaire II : Opérations unitaires; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Sciences de l'Ingénieur IAA II ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

78- RASOARAHONA J. ; 2016 ; Gestion de la qualité ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Evaluation de la Qualité II ; Master II ; Semestre 9 ; Parcours Génie des Procédés et technologies de transformation ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

79- RAZAFIMAMONJISON G. ; 2015 ; Microbiologie Alimentaire ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Evaluation de la Qualité I ; Master I ; Semestre 8 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

80- RAZAFINDRAJAONA J. M. ; 2015 ; Elaboration de plan de recherche ; Elément constitutif de l'Unité d'Enseignement Méthodologie de Recherche I ; Master I ; Semestre 7 ; Mention Industries Agricoles et Alimentaires ; Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques ; Université d'Antananarivo.

PARTIES EXPERIMENTALES:

Partie expérimentale 1 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET MATIERES VOLATILES : NF ISO 665 (1989).

1) Appareillages :

- Capsule à fond plat : en métal non attaquable dans les conditions de l'essai ou en verre, permettant d'obtenir une répartition de la prise d'essai d'environ 0,2g/cm².
- Etuve électrique isotherme réglé entre 101°C et 105°C.
- Dessiccateurs : contenant un agent déshydratant efficace tel que l'oxyde de phosphore.
- Balance analytique.

2) Mode opératoire :

Peser dans la capsule avec son couvercle, préalablement séchée à l'étuve à 103°C.

Après une heure de séjour, placer la capsule, maintenue fermée, dans un dessiccateur.

Dès que la capsule, couvercle enlevé à l'étuve, pendant 1h et opérer comme précédemment.

Si la différence entre 2 pesées consécutives est inférieure à 5mg pour une prise d'essai de 5g, considérer l'opération comme terminée sinon effectuer des séjours successifs à l'étuve de 1h.

3) Expression des résultats :

La teneur en eau et en matières volatiles, en pourcentage en masse de l'échantillon, est égale à :

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

m₀ : masse en g de la capsule vide et séchée.

m₁ : masse en g de la capsule avec la prise d'essai, avant dessiccation.

m₂ : masse en g de la capsule avec la prise d'essai, après dessiccation.

Prendre comme résultats la moyenne arithmétique des 3 déterminations.

Partie expérimentale 2 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE : NF ISO 659 (1998).

1) Réactif

- n-Hexane technique

2) Matériels

- Balance analytique
- Broyeur
- Cartouche
- Soxhlet muni de réfrigérant à reflux
- Ballons de 250 ml
- Pierres ponces
- Chauffe ballon
- Etuve isotherme
- Dessiccateur
- Rotavapor

3) Mode opératoire

- On pèse 100g de mouture à 0,01g près.
- On place l'échantillon dans le soxhlet après l'avoir mis dans une cartouche.
- On verse par l'embout supérieur de l'extracteur de l'hexane en quantité suffisante.
- On fait circuler l'eau dans le réfrigérant.
- On chauffe doucement (rhéostat) pour distiller l'hexane pendant 8h, en surveillant le ballon.
- Ce dernier doit toujours contenir un peu d'hexane, même quand le corps du Soxhlet est plein.
- Au bout de 8h, tous les lipides sont considérés comme extraits.
- On évapore l'hexane contenu dans le ballon de récupération.
- On met à l'étuve ce dernier pendant 1h pour éliminer le solvant résiduel.
- A la sortie de l'étuve, on place immédiatement le ballon dans le dessiccateur pendant 3h pour équilibrer la température.
- On pèse le ballon avec la balance analytique.
- On récupère l'huile en vue de l'analyser ultérieurement.

Partie expérimentale 3 : DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION : NF ISO 6320 (2000).

1) Matériels

- Réfractomètre de type ABBE
- Thermomètre

2) Mode opératoire

- Régler l'appareil.
- Laver le prisme de l'appareil avec du solvant.
- Mettre deux gouttes de l'échantillon sur le prisme en évitant les bulles d'air
- Mesurer l'indice de réfraction de l'échantillon aux températures suivantes :
 - à 20°C pour les corps gras complètement liquide à cette température ;
 - chauffé à 40°C pour les corps gras complètement liquide à cette température.
- Lire l'indice de réfraction à 0,0002 près et noter la température du prisme de l'appareil.
- Immédiatement après mesurage, essuyer la surface du prisme avec un chiffon doux, puis rincer avec quelques gouttes de solvant.
- Répéter trois fois la mesure puis calculer leurs moyennes arithmétiques.

3) Mode de calcul

Soient t_1 la température de mesurage et t la température de référence

$$\text{Si } t_1 > t : n_d^t = n_d^{t_1} + (t_1 - t)F$$

$$\text{Si } t_1 < t : n_d^t = n_d^{t_1} - (t_1 - t)F$$

A 20°C, $F = 0,000350$

A 40°C, $F = 0,000356$

Partie expérimentale 4 : DETERMINATION DE L'INDICE DE SAPONIFICATION : NF ISO 3657 T60 - 206 (AFNOR 1993).

1) Matériels

- Ballon en verre de 250ml
- Chauffe ballon
- Réfrigérant à reflux

2) Réactifs

- Solution de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95% ;
- Solution éthanolique d'hydroxyde de potassium environ 0,5N ;
- Solution aqueuse d'acide chlorhydrique 0,5N.

3) Mode opératoire

Un mélange de prise d'essai de matière grasse (2g) et de 25ml de potasse éthanolique environ 0,5N est porté à ébullition pendant 60mn, puis titré avec une solution d'acide chlorhydrique 0,5N en présence de phénolphtaléine. On réalise aussi un essai à blanc avec uniquement 25ml de la solution éthanolique de potasse.

4) Mode de calcul

$$\text{Indice de saponification (IS)} = \frac{N \times (V_0 - V_1) \times 56,1}{m}$$

V_0 : Volume de HCl en ml dans le test à blanc en ml

V : Volume de HCl en ml nécessaire pour neutraliser l'excès de la potasse

m : masse d'huile prise en gramme

N : normalité de la solution potassique

56,1 : masse molaire de KOH

Partie expérimentale 5 : DETERMINATION DE L'INDICE D'ACIDE : NF ISO 660 (1996).

1) Matériels :

- Ballon de 150 ml
- Chauffe ballon
- Burette 25ml
- Agitateur magnétique

2) Réactifs

- Potasse éthanolique à 0,1 N
- Phénolphtaléine à 1%
- Soude à 0,1N

3) Mode opératoire

Peser à 0,001 g près dans un erlenmeyer de 250ml environ, 5 à 10g de matière grasse. Dissoudre dans 50 à 150ml du mélange d'éthanol et d'oxyde d'éthyle. Titrer, en agitant, avec la solution éthanolique éthanol de KOH 0,5N (ou 0,1N pour les acidités inférieurs à 2) jusqu'au virage de l'indicateur.

4) Expression des résultats

$$\mathbf{IA} = \frac{\mathbf{V \times T \times 56,1}}{\mathbf{m}}$$

V : Volume de KOH utilisé

T : titre de la solution de KOH

m : masse de la prise d'essai

Partie expérimentale 6 : DETERMINATION DE LA DENSITE NF : ISO 6883 (1987).

4) Principe :

La masse volumique, c'est-à-dire la masse de l'unité de volume qui reste désignée dans le langage courant par l'appellation de « densité », renseigne sur le groupe auquel appartient l'huile. Pour déterminer le poids d'un volume connu d'huile, il est indispensable de procéder à la mesure de la densité à l'aide d'un pycnomètre, à une température parfaitement déterminée par pesées successives égales de ce liquide et l'eau.

5) Manipulation :

Noter la température du laboratoire.

Nettoyer avec soin le pycnomètre (avec de l'alcool) puis sécher à l'étuve. Refroidir, et lorsque l'équilibre avec la salle de balance est réalisé, peser le pycnomètre vide à 1mg près. Remplir le pycnomètre avec l'eau distillée. Laisser reposer. Ajuster, si nécessaire, essuyer l'extérieur. Lorsque l'équilibre avec la salle de balance est réalisé, peser le pycnomètre plein à 1 mg près.

Effectuer les manipulations en remplaçant l'eau par l'échantillon pour les corps gras liquide à la température ambiante.

Pour les corps gras concrets à la température ambiante, fondre l'échantillon à une température supérieure de 10°C environ à sa température de fusion. Laisser refroidir jusqu'à ce que le pycnomètre atteigne la température ambiante, puis peser.

4) Mode calcul :

La densité relative est donnée par :

$$d_{20}^{20} = \frac{(m2 - m0)}{(m1 - m0)}$$

Si la température de la salle n'est pas égale à 20°C, le mode de calcul suivant sera appliqué :

$$d = \frac{(m2 - m0)}{(m1 - m0)} \times \Delta + 0,0012 \times \left(1 - \frac{(m2 - m0)}{(m1 - m0)}\right) \times \Delta$$

m0 : masse du pycnomètre vide

m1 : masse du pycnomètre rempli d'eau

m2 : masse du pycnomètre rempli d'huile

Δ : densité de l'eau à la température de mesure

Partie expérimentale 7 : PREPARATION DES ESTERS METHYLIQUES, Méthode à la potasse éthanolique : NF ISO 3961 (1996), NF ISO 5509 (2000).

1) Réactifs

- Potasse éthanolique 2N (dissoudre les pastilles dans l'éthanol à 96° en volume),
- Hexane
- Acide chlorhydrique 5N
- Méthanol chlorhydrique 2N
- Sulfate de sodium anhydre

2) Matériels

- Balance analytique
- Etuve isotherme à chauffage électrique
- Bain-marie

3) Mode opératoire

Phase de saponification : Elle a pour but de libérer les acides gras engagés dans les glycérides.

- ✓ Peser 0,1g d'échantillon à 0,001 près dans un petit flacon.
- ✓ Ajouter 2ml de solution éthanolique
- ✓ Introduire dans l'étuve à 80°C pendant 30min puis refroidir
- ✓ Ajouter 2ml l'eau distillée
- ✓ Extraire deux fois avec 2ml d'hexane
- ✓ Soutirer les phases supérieures contenant les matières insaponifiables
- ✓ Ajouter 2ml d'acide chlorhydrique à la phase inférieure, on obtient une solution trouble
- ✓ Extraire deux fois avec 2ml d'hexane
- ✓ Soutirer les phases supérieures contenant les acides gras dans un flacon préalablement taré
- ✓ Evaporer puis peser le contenu.

Phase de méthylation : Cette étape consiste à insérer la fonction méthyle dans chaque acide gras

- ✓ Ajouter 2ml de méthanol chlorhydrique
- ✓ Porter à ébullition dans l'étuve ou sur bain-marie pendant 20min
- ✓ Ajouter 4ml d'eau distillée
- ✓ Ajouter 4ml d'hexane
- ✓ Soutirer la phase supérieure contenant les esters méthyliques
- ✓ Sécher sur sulfate de sodium anhydre pendant une nuit
- ✓ Filtrer sur papier filtre
- ✓ Injecter dans l'appareil chromatographique 0,5µl de cette préparation.

Partie expérimentale 8 : DETERMINATION DU POINT DE FUSION EN TUBE CAPILLAIRE OUVERT : NF ISO 6321 (1991).

Le point de fusion est la température à laquelle la matière grasse est complètement fondue dans un tube capillaire.

Matériels :

- ✓ Tubes capillaires neufs : 1,0 à 1,2 mm de diamètre interne, 0,15 à 0,20 mm d'épaisseur et 50mm à 60mm de longueur
- ✓ Thermomètre gradué à 0,1°C près
- ✓ Bain de refroidissement (glaçon)
- ✓ Élément de chauffage (température contrôlable)

Mode opératoire :

Faire fondre aussi rapidement que possible une partie de l'échantillon pour essai, à une température d'au moins 5°C mais d'au plus 10°C au-dessus de la température à laquelle le corps gras est complètement fondu.

Remplir à partir de la matière grasse fondue les trois tubes capillaires et essuyer rapidement chaque tube avec un tissu absorbant de façon à éliminer toute trace de corps gras sur la surface externe du tube.

Puis tout de suite refroidir ces tubes capillaires dans un bécher contenant de la glace pour solidifier la matière grasse.

Placer les échantillons dans l'élément de chauffage associé avec un thermomètre en le réglant de façon à augmenter la température d'environ 3°C/min.

Noter la température de fusion.

Prendre comme résultats la moyenne arithmétique des trois déterminations, donner les résultats à 0,1°C près.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Etapes de réalisation du travail.

Les démarches de travail de mémoire sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 32 : Démarche de travail de mémoire.

Etapas	Activités	Durée (semaines)
Organisation interne	Réaliser le dossier de la recherche	1
	Contacteur les partenaires et fournisseurs de matières premières	1
	Négocier avec les laboratoires d'analyse	1
Evaluer la situation actuelle des mangues et beurre de mangue	Se documenter	1
	Enquêter auprès du Douane, INSTAT, etc.	2
	Compiler et traiter les résultats	
Extraction des beurres de mangue	Préparation de la matière première	1
	Extraction proprement dite du beurre de mangue	3
	Traitement des données des analyses et entretien avec l'encadreur	1
Tests et analyse des beurres de mangue	Se documenter	1
	Analyse physico-chimique et CPG	2

Etapas	Activités	Durée (semaines)
	Test des antioxydants	1
	Test de stabilité	1
	Compiler, synthétiser les informations	1
	S'entretenir avec l'encadreur	
Formulation des produits	Formulation	1
	Analyse sensoriel	1
	Analyse microbiologique	1
Etude financière et comparaison de la productivité	Se documenter	1
	Analyse financière	1
	Traitement des données	1
	Entretien avec l'encadreur Synthétiser les résultats	
Rédaction et publication du rapport	Rédiger un document de synthèse	2
	Faire corriger auprès de l'encadreur	1
	Rédiger le document corrigé	2
	Préparer la présentation	1
	Présenter et publier les résultats de la recherche	1
TOTAL		30

ANNEXE 2 : Analyse des objectifs de la recherche.

Les analyses des objectifs du présent mémoire seront énumérées dans le tableau ci-dessous.

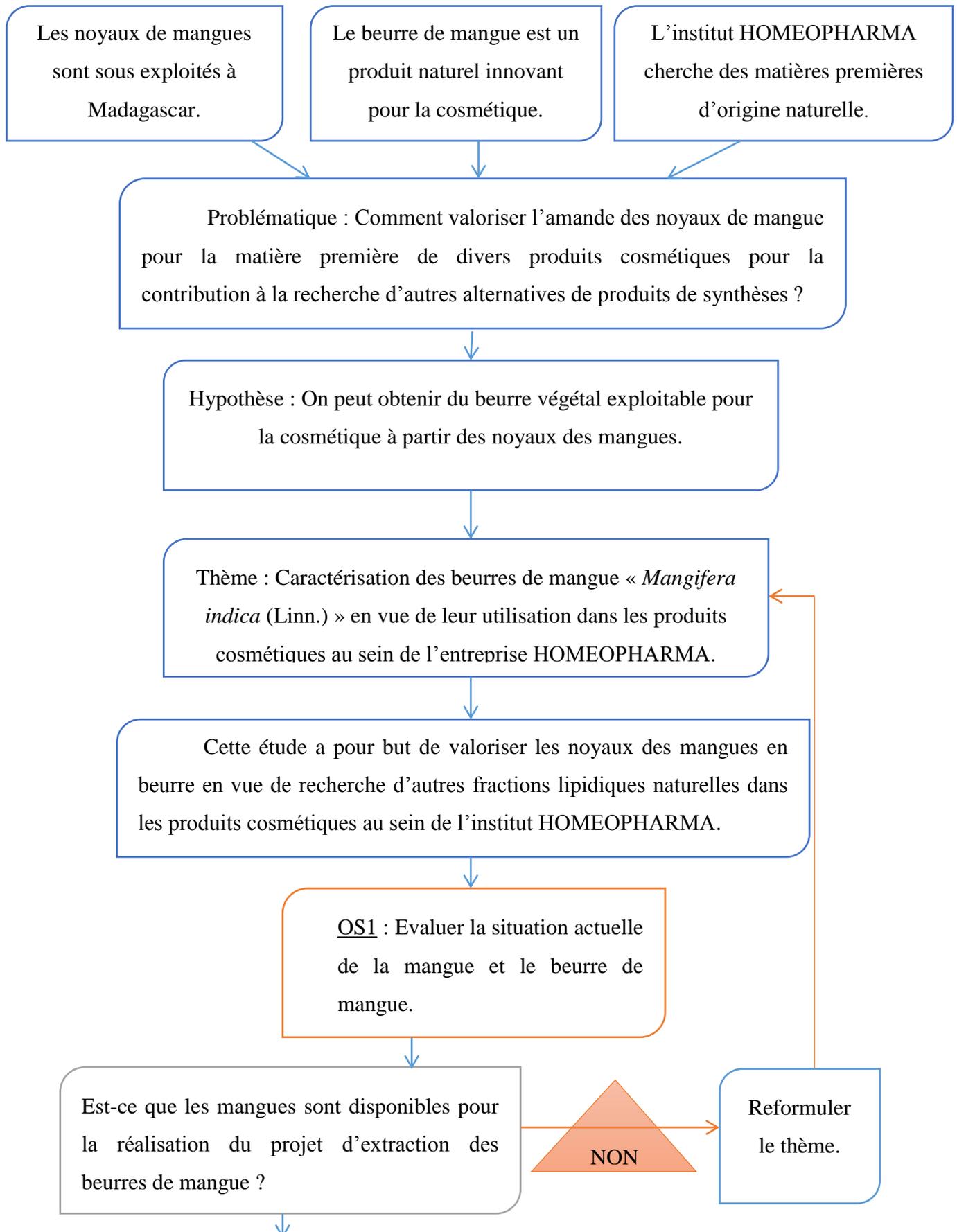
Tableau 33 : Les objectifs de la recherche de mémoire.

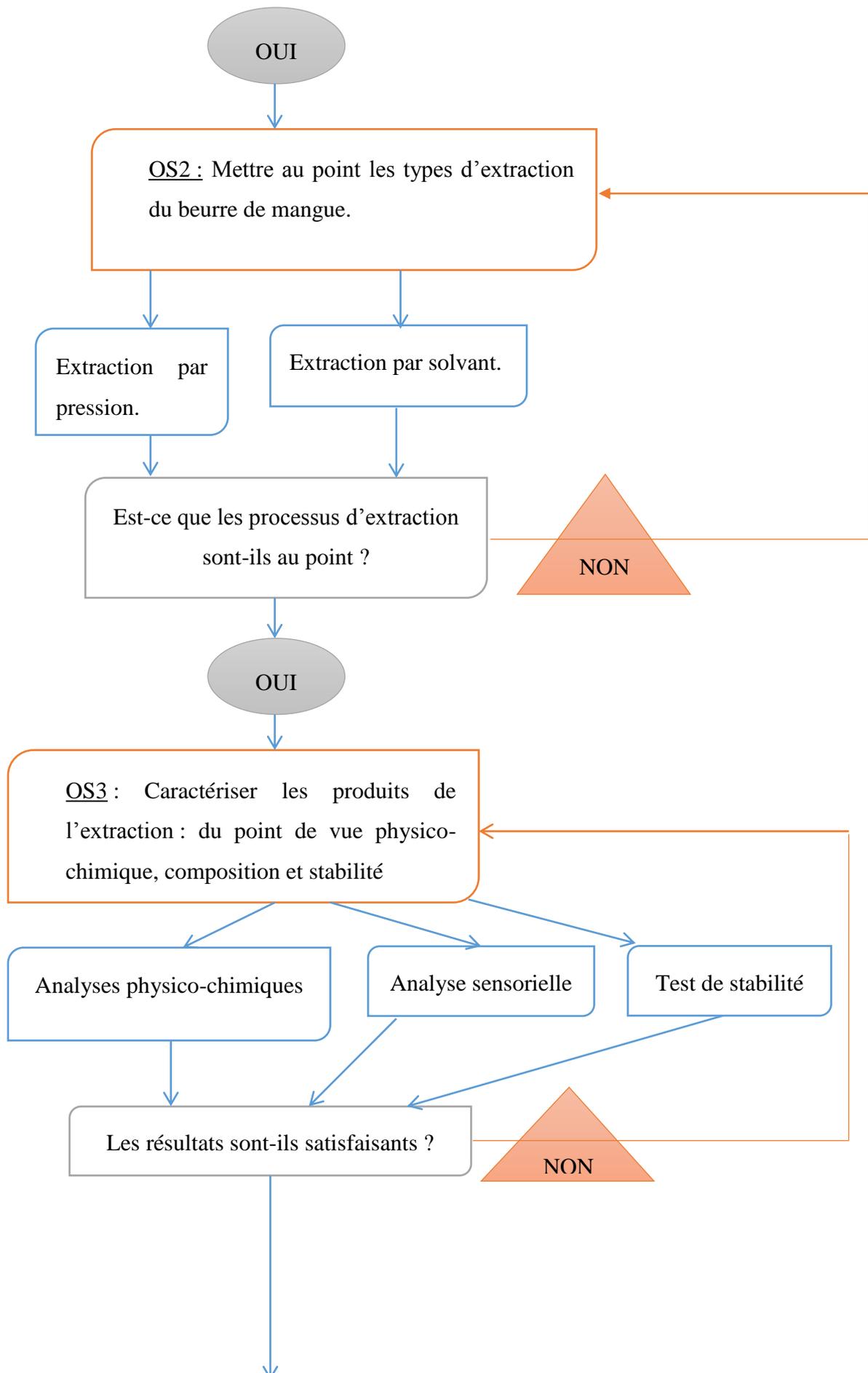
Objectif global	Objectifs spécifiques	Outils d'expérimentation	Hypothèse de travail	Partenaires identifiés
L'objectif global consiste à extraire les beurres des mangues pour la caractérisation de ces derniers en vue de les utiliser dans les produits cosmétiques.	<u>OS1</u> : Evaluer la situation actuelle de la mangue et le beurre de mangue.	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche bibliographique ; - Navigation sur internet ; - Enquête ; - Entretien avec un spécialiste ; - Travail personnel ; - Entretien avec l'encadreur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les sous-produits de la mangue sont encore sous exploités à Madagascar ; - Les mangues sont abondantes pour l'exploitation des beurres de mangues. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centres de documentations : CID ESSA, Bibliothèque National, CITE Ambatonakanga, BU... - Cybercafé - Population locale - Douane Malagasy - INSTAT
	<u>OS2</u> : Mettre au point les types d'extraction du beurre de mangue.	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche bibliographique ; - Navigation sur internet ; - Soxhlet ; - Presse hydraulique ; - Entretien avec un spécialiste ; - Entretien avec l'encadreur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le rendement de l'extraction par solvant est en croissance logarithmique avec une meilleure quantité par rapport aux autres types d'extraction. - L'extraction par pressage est la plus appropriée pour les produits cosmétiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centres de documentations : CID ESSA, Bibliothèque National, CITE Ambatonakanga, BU... - Cybercafé - HOMEOPHARM A - Laboratoire de l'IAA ESSA

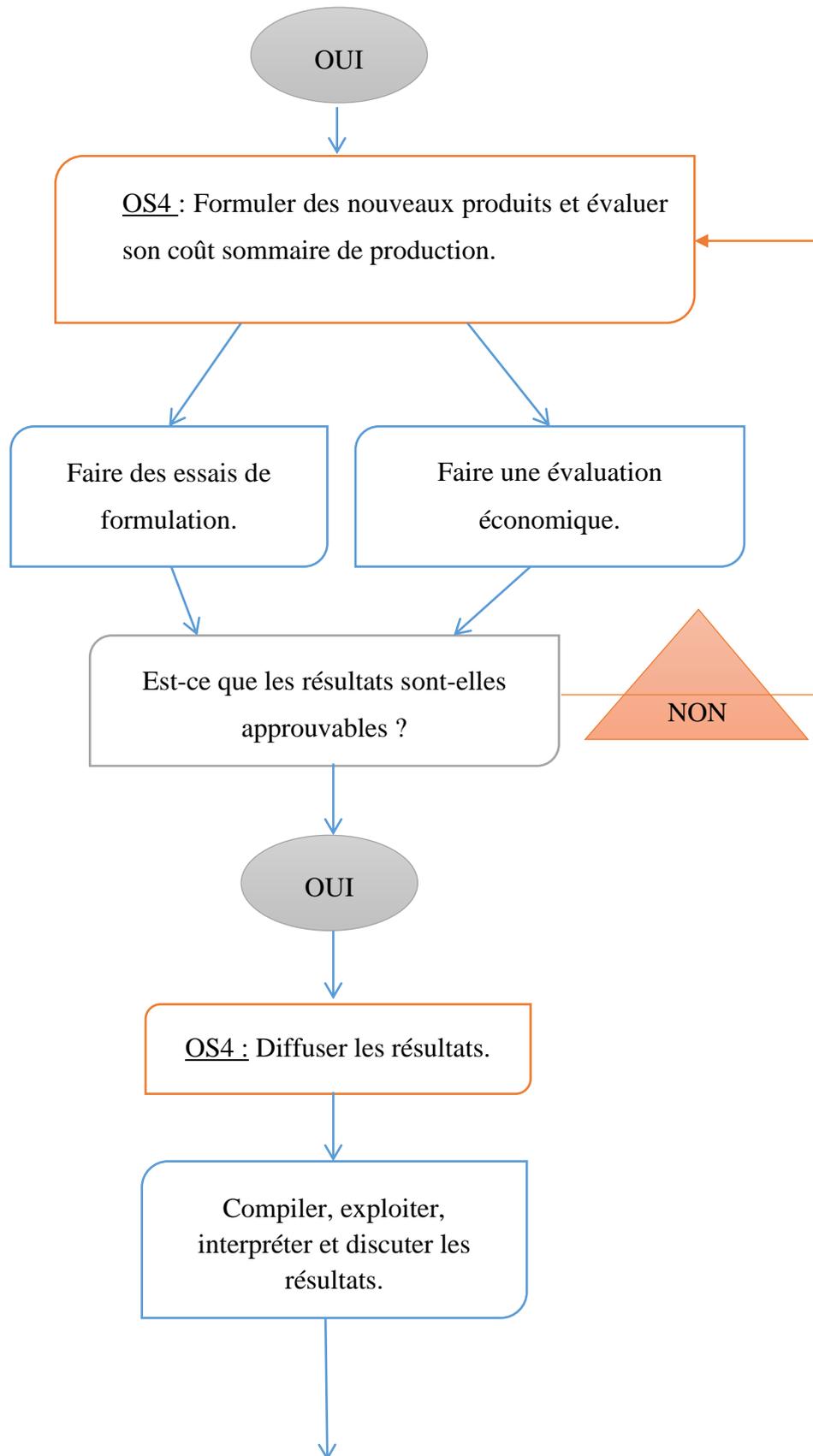
Objectif global	Objectifs spécifiques	Outils d'expérimentation	Hypothèse de travail	Partenaires identifiés
	<p><u>OS3</u> :</p> Caractériser les produits de l'extraction : du point de vue physico-chimique, organoleptique et stabilité.	<ul style="list-style-type: none"> - Analyses physico-chimiques ; - Analyse CPG ; - Test des antioxydants ; - Test de stabilité ; - Analyse sensorielle ; - Entretien avec un spécialiste ; - Travail personnel ; - Entretien avec l'encadreur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le produit est exploitable, stable pour un ingrédient des produits cosmétiques ; - La qualité du beurre de mangue de chaque type d'extraction est différente les unes des autres. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centre de documentation : CID ESSA, Bibliothèque nationale, CITE Ambatonakanga, BU... - Cybercafé - Laboratoire de l'IAA ESSA, HOMEOPHARM A - Laboratoire d'analyse sensorielle d'Ambatobe
	<p><u>OS4</u> :</p> Formuler des nouveaux produits et évaluer son coût sommaire de production.	<ul style="list-style-type: none"> - Etude bibliographique ; - Entretien avec un spécialiste ; - Travail personnel. 	<ul style="list-style-type: none"> - La formulation est efficace, stable et rentable pour la production. - Le produit est acceptable pour les consommateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - HOMEOPHARM A - Laboratoire d'analyse sensorielle d'Ambatobe. - Centre de documentation : CID ESSA, Bibliothèque nationale, CITE Ambatonakanga, Bibliothèque Universitaire Cybercafé.
	<p>OS5- Diffuser les résultats.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche bibliographique ; - Navigation sur internet ; - Entretien avec un spécialiste. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le rapport est soutenable et le projet est faisable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centre de documentation : CID ESSA, Bibliothèque nationale, CITE Ambatonakanga, Bibliothèque

ANNEXE 4 : Flow sheet de recherche.

La figure suivante représente le Flow sheet de recherche de ce mémoire.







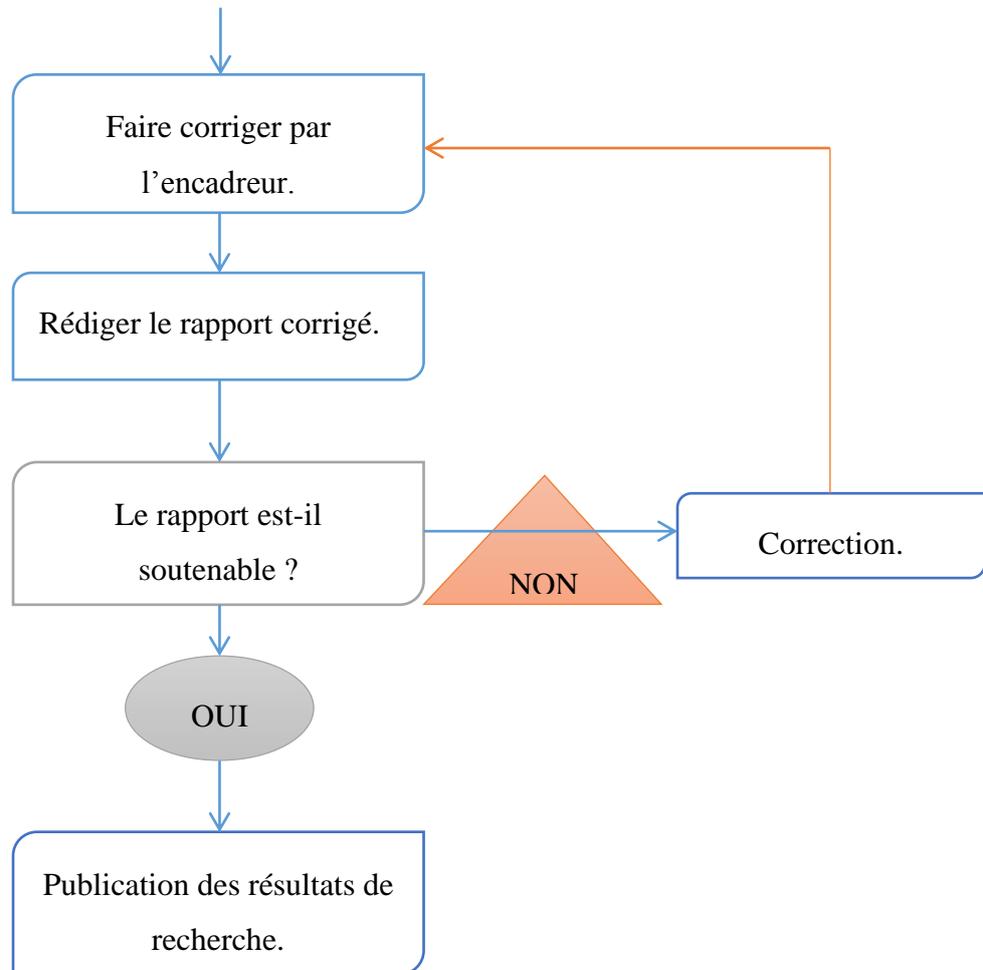


Figure 35 : Flow sheet de recherche.

ANNEXE 5 : Critères de qualité d'une amande de mangue.

Les critères de qualité diffèrent selon le type de produit. Pour les amandes, les principaux critères sont [AWONO et MANIRAKIZA, 2007] :

- Taille des amandes : Les amandes de grande taille sont les plus préférées non pas du fait de leur qualité mais, selon les consommateurs, pour des raisons liées à la quantité et la facilité d'usage.

- Epaisseur : Les amandes à petite épaisseur sont souvent celles tombées avant la maturité, elles présentent souvent des taches noires ou sont totalement noires.

- Couleur : Les bonnes amandes doivent être blanches à la sortie de la «coque ». A l'état sec, elles sont jaunâtres et un peu brillant.

- Les consommateurs du Sud-ouest et du Nord-Ouest achètent les amandes encore couvertes de leur tégument.

- Odeur : Les amandes vieilles ou mal conservées ont une mauvaise odeur. Lors de l'achat, les consommateurs testent les amandes par l'odorat.

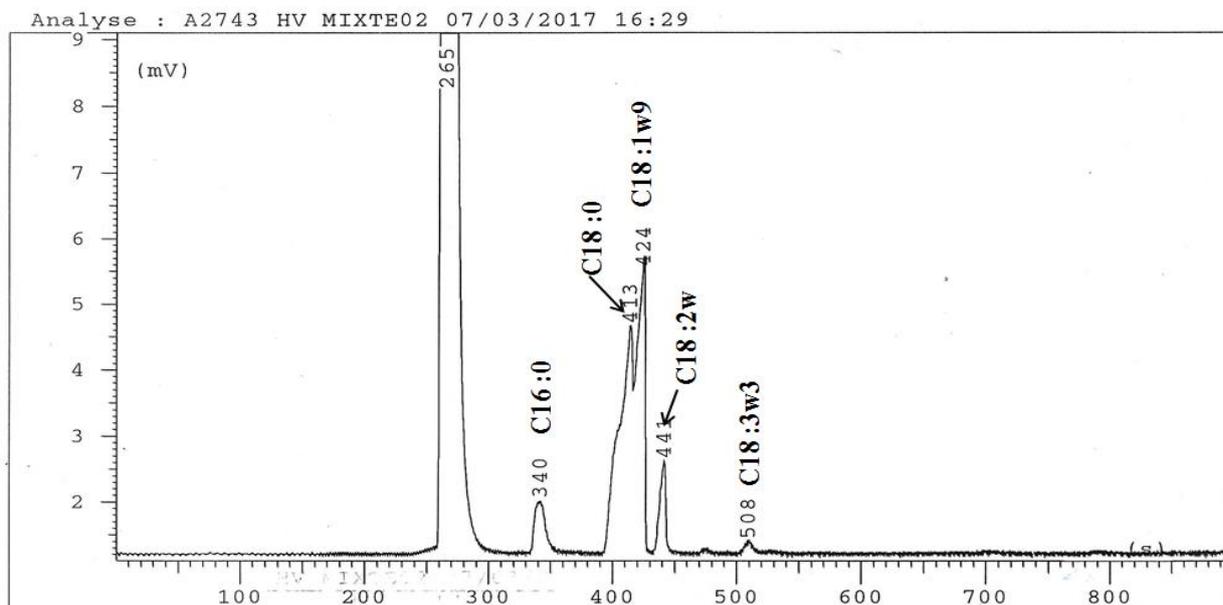
ANNEXE 6 : Chromatographe par CPG de la variété Mixte.

Figure 36 : Chromatographe de la variété Mixte

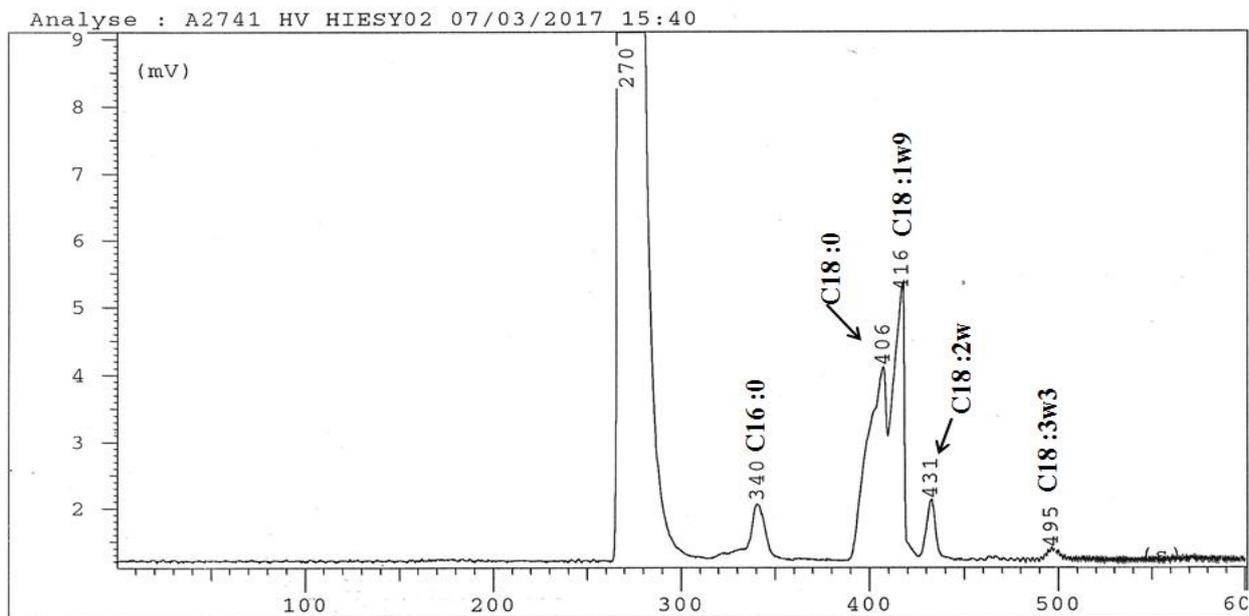
ANNEXE 7 : Chromatographe par CPG de la variété Hiesy.

Figure 37 : Chromatographe de la variété Hiesy

ANNEXE 8 : Résultats d'analyse microbiologique du soin capillaire.

N°: 290 CM LCQM/ Avril 2017 Antananarivo, 24/04/2017

R A P P O R T D ' E S S A I

Examen demandé par Recherches & Developpements Site Antsakavro	Commémoratifs : Code Labo : 1904290-GRD
Désignation du produit : Soins Capillaire Lot : Manou	Prélèvement effectué(e) par : Contrôleur 01 Date du prélèvement : Lieu de prélèvement : Conditionnement : Flacon Nombre d'échantillon : 1 Date de réception au laboratoire : 19/04/17 Température à la réception : Température ambiante Date des manipulations : 19/04/17 Manipulateur : CM G2

	Résultat	Critères	Signification	Etape d'application du critère	Action si résultat insatisfaisant	Référence
Staphylocoques Coagulase positif	ABS	ABS	Santé 2	Etape finale avant libération de lot		AFNOR V08057/1
Levures et moisissures	<10 UFC/g	<10 ² UFC/g	Alteration			
Candida albicans	ABS	ABS	Santé 2			-
Aspergillus niger	<10 UFC/g	<100 UFC/g	BPH			-
Microorganisme à 30°C	<10 UFC/g	<10 ¹ UFC/g	BPF			AFNOR V08051

ABS : Absence de colonie
 Inc. : Colonies indénombrables,
 P : Présence de colonies caractéristiques

Conclusion :
 La qualité de l'échantillon analysé est satisfaisante selon les critères donnés.

Directeur scientifique,



Dr RAKOTOMALALA ANDRIANANJA Max Olivier

Responsable Technique,



Dr RABE Odilon

ANNEXE 9 : Résultats d'analyse microbiologique de la crème anti-âge.

LABORATOIRE DE CONTRÔLE QUALITÉ

N° 289 CM-LCQM/ Avril 2017 Antananarivo, 24/04/2017

R A P P O R T D ' E S S A I

Commande demandée par
Recherches & Developpements
Antsakaviro

Commémoratifs :
Code Labo : 1904289-8ED

Désignation du produit :
Crème Anti-Ride
Lot : Manou

Prélèvement effectué(e) par : Contrôleur QI
Date du prélèvement :
Lieu de prélèvement :
Conditionnement : Flacon
Nombre d'échantillon : 1
Date de réception au laboratoire : 23/04/17
Température à la réception : Température ambiante
Date des manipulations : 23/04/17
Manipulateur : CM 02

	Résultat	Critères	Signification	Etape d'application du critère	Action à résultat insatisfaisant	Reference
<i>Staphylocoques Coagulase positive</i>	ABS	ABS	Santé 2	Etape finale avant libération de lot		AFNOR V08-012
<i>Levures et moisissures</i>	<10 UFC/g	<10 ³ UFC/g	Alteration			
<i>Candida albicans</i>	ABS	ABS	Santé 2			
<i>Aspergillus niger</i>	<10 UFC/g	<100 UFC/g	BPH			
<i>Microorganisme à 30°C</i>	<10 UFC/g	<10 ³ UFC/g	BPF			AFNOR V08-011

ABS : Absence de colonies
 AC : Colonies indénombrables,
 Présence de colonies caractéristiques

Conclusion :
 La qualité de l'échantillon analysé est satisfaisante selon les critères donnés.

Directeur scientifique, **Responsable Technique,**

Dr. SANDOVALALA ANDRIANANINA M. CHA

ANNEXE 10 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme.

Le tableau suivant indique l'exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme à partir de l'année 2011 jusqu'en 2015.

Tableau 35 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en kilogramme.

	2011	2012	2013	2014	2015
Suisse	-	2	-	-	7
Réunion	20 808	33 440	7 056	18 596	19 645
France	3 500	8 327	52 544	8 914	39 923
Belgique	-	8 330	42 464	-	84 660
Comores	-	-	350	20 100	12 400
Mayotte	-	-	-	-	260
Maurice	-	-	105	4 812	-

ANNEXE 11 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en Ariary.

Le tableau suivant indique l'exportation des mangues fraîches ou séchées en Ariary à partir de l'année 2011 jusqu'en 2015.

Tableau 36 : Exportation des mangues fraîches ou séchées en Ariary.

	2011	2012	2013	2014	2015
Suisse	-	26 985	8 620	-	69 745
Réunion	75 363 971	159 725 674	30 215 051	84 233 522	126 774 612
France	8 454 508	28 995 109	198 090 614	58 634 763	304 549 119
Belgique	-	157 475 512	157 475 512	-	470 361 942
Comores	-	-	29 898	6 356 393	2 362 397
Mayotte	-	-	-	-	1 720 570
Maurice	-	-	-	166 811	20 909 475

ANNEXE 12 : Importation des mangues fraîches ou séchées.

La quantité des mangues fraîches ou séchées exporté sont énumérées dans le tableau suivant.

Tableau 37 : Importation des mangues fraîches ou séchées.

	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015
EMIRATS ARABES UNIS	1 007				
EGYPTE	384				
INDE		832			
AFRIQUE DU SUD			75		
AFRIQUE DU SUD				36	
AFRIQUE DU SUD					83

ANNEXE 13 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme.

Le tableau suivant représente l'exportation des produits cosmétiques en kilogramme.

Tableau 38 : Exportation des produits cosmétiques en kilogramme.

	2011	2012	2013	2014	2015
préparations odoriférantes agissant par combustion	105	4	2	1	1
Désodorisants de locaux, parfumé ou non	0	845	28	98	153
produits de parfumerie ou de toilette	105	3777	2580	2580	2164
Désodorisants corporels et antisudoraux	761	1229	250	313	15
prérasage, rasage, après rasage	4	5	0	11	6
produit pour le bain	6	1805	422	238	0

ANNEXE 14 : Exportation des produits cosmétiques en Ariary.

Le tableau suivant indique l'exportation des produits cosmétiques en Ariary à partir de l'année 2011 jusqu'en 2015.

Tableau 39 : Exportation des produits cosmétiques en Ariary.

	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015
préparations odoriférantes agissant par combustion	42 289	22 242	191 576	130 254	159 864
Désodorisants de locaux, parfumé ou non	-	66 306 105	3 588 550	9 262 012	13 468 672
produits de parfumerie ou de toilette	996 562	13 963 732	20 627 769	18 374 945	5 938 458
Désodorisants corporels et antisudoraux	24 425 086	14 250 615	17 082 322	15 819 736	881 764
prérasage, rasage, après rasage	163 564	155 415	-	1 260 328	138 980
produit pour le bain	2 953 145	25 357 757	7 373 494	1 286 430	

ANNEXE 15 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme.

L'importation en kilogrammes des produits cosmétiques à partir de l'année 2011 jusqu'en 2015

Tableau 40 : Importation des produits cosmétiques en kilogramme.

	2011	2012	2013	2014	2015
préparations odoriférantes agissant par combustion	59 242	39 759	55 223	5 464	68 561
Désodorisants de locaux, parfumé ou non	80 173	101 651	130 672	133 040	107 549
produits de parfumerie ou de toilette	178 301	317 875	153 323	150 838	77 212
Désodorisants corporels et antisudoraux	245 245	235 900	393 560	292 081	243 827
prérasage, rasage, après rasage	20 095	15 709	34 195	13 079	22 325
produit pour le bain	37 937	70 954	30 133	25 638	38 587

ANNEXE 16 : Importation des produits cosmétiques en Ariary.

Le tableau suivant mentionne les importations en Ariary des produits cosmétiques.

Tableau 41 : Importation des produits cosmétiques en Ariary.

	2011	2012	2013	2014	2015
préparations odoriférantes agissant par combustion	107 556 811	92 765 704	157 214 676	19 735 486	315 981 970
Désodorisants de locaux, parfumé ou non	468 418 194	525 872 838	447 117 661	471 457 446	682 766 880
produits de parfumerie ou de toilette	408 840 613	526 131 261	353 659 226	637 632 351	558 034 427
Désodorisants corporels et antisudoraux	2 197 903 486	1 625 465 286	2 446 127 311	2 576 963 550	3 783 048 794
prérasage, rasage, après rasage	225 957 309	193 858 619	224 801 802	155 923 710	270 968 048
produit pour le bain	209 565 971	491 307 907	144 904 925	127 625 205	184 875 285

ANNEXE 17 : Charançon du noyau de la mangue (*Chryptorhynchus mangiferae*).



Figure 38 : Charançon du noyau de la mangue [VANNIERE., et al.; 2013].

ANNEXE 18 : Le résidu de l'extraction par pression, appelé « gâteau ou tourteau» .



Figure 39 : Résidu de l'extraction par pression.

ANNEXE 19 : Produits dérivés de la mangue.

Les produits dérivés de la mangue pour la variété « *Hiesy* » se résume dans la figure suivante :

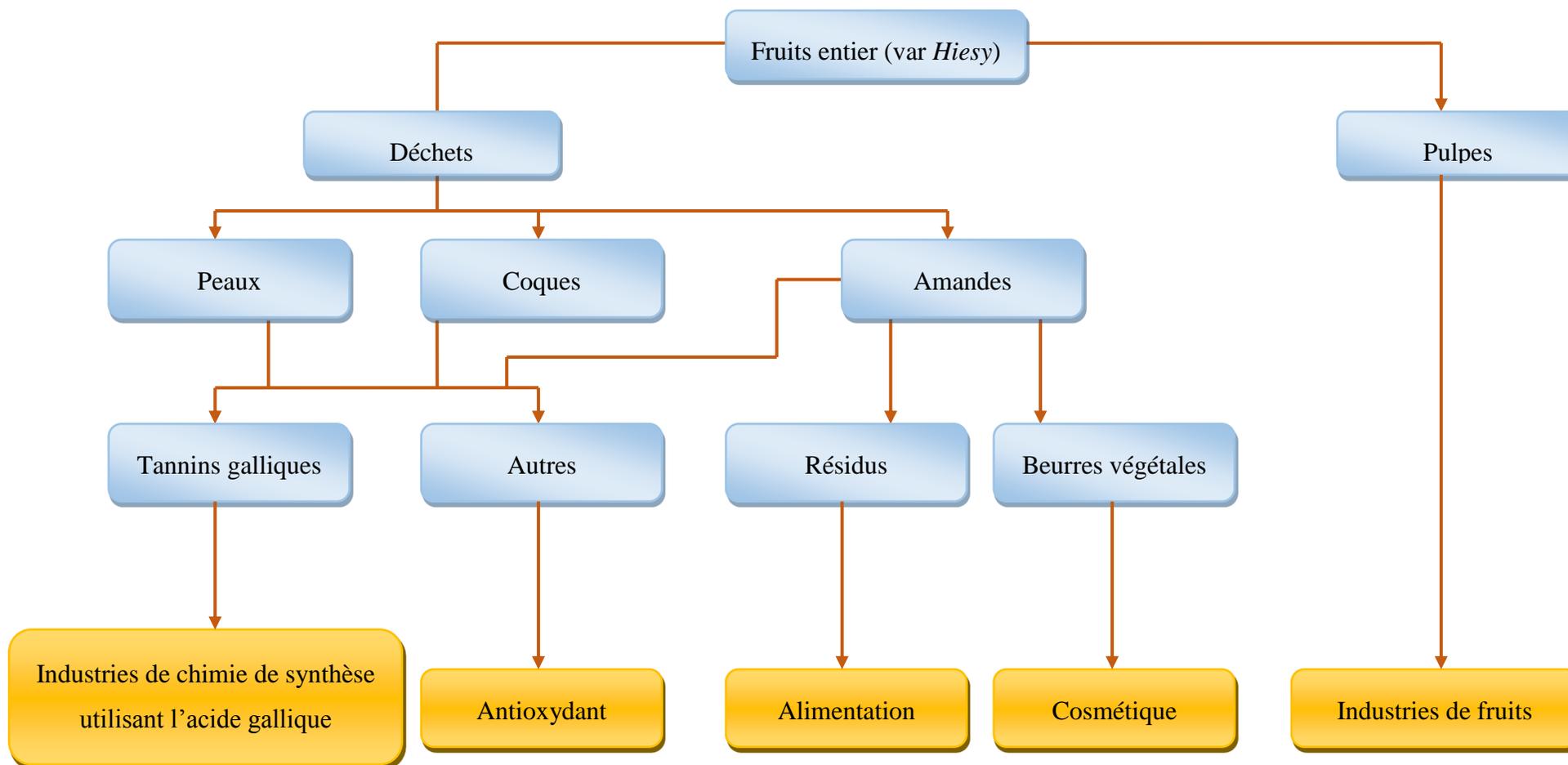


Figure 40 : Produits dérivés de la mangue [RASOANAIVO, 2015].

ANNEXE 20 : Questionnaire de l'enquête en ligne.

Nous vous présentons un questionnaire en vue de formuler un nouveau produit cosmétique à base de beurre de mangue, veuillez cocher ou compléter par les réponses qui vous conviennent le mieux. (Valio araka ny valiny mifanaraka aminao)

1) Vous êtes

- Masculin (Lahy)
- Féminin (Vavy)

2) Votre âge est (Taona)

- Moins de 15 ans
- 15 à 20 ans
- 21 à 25 ans
- 26 à 30 ans
- 31 à 35 ans
- 36 à 40 ans
- 41 à 45 ans
- 46 à 50 ans
- Plus de 50 ans

3) Fonction : (Asa)

- Profession libérale (miasa tena)
- Cadre supérieure (mpiasa raikitra ambony)
- Employé (mpiasa tsotra amin' orinasa)
- Demandeur d'emploi (mitady asa)
- Homme/ Femme au foyer (miasa an-trano)
- Retraité (efa misotro ronono)
- Etudiant (mpianatra)

Autre, veuillez mentionner (hafa, mba lazao eto tompoko)

4) Est-ce que vous achetez des produits cosmétiques ? (mividy vokatra kosmetika ve ianareo ?)

- Oui, seulement les importations (eny, nafarana avy any ivelany ihany)
- Oui, seulement les produits locaux (eny, avy eto an-toerana ihany)
- Oui, les deux (eny, izy roa)
- Non (tsia)

Raisons : (antony)

- o Prix (vidiny)
- o Disponibilité au marché (fisiana eo an-tsena)
- o Efficacité (fandairana)
- o Marque (Marka)
- o Autres (veuillez préciser)

5) Quelle est votre fréquence d'achat de produit cosmétique, en moyenne ? (isaky ny inona ianao no mividy vokatra kosmetika ?)

- a) Hebdomadaire (isan-kerinandro)
- b) Mensuelle (isambolana)
- c) Trimestrielle (isaky ny telo volana)
- d) Annuelle (isan-taona)
- e) autres, veuillez mentionner (ankoatra ireo, mba lazao eto tompoko) :

6) lorsque vous achetez un produit, quel est son prix en moyenne ? (ohatrinona eo ho eo ny vidin'ny vokatra kosmetika sahinao vidina ?)

- Moins de 5000 Ar
- 6 000 Ar à 10 000 Ar
- 11 000 à 20 000 Ar
- 21 000 à 30 000 Ar
- 31 000 à 40 000 Ar
- 41 000 à 50 000 Ar
- 51 000 à 60 000 Ar
- 61 000 à 70 000 Ar
- 71 000 à 80 000 Ar
- 81 000 à 90 000 Ar
- 91 000 à 100 000 Ar

- 7) Combien dépensez-vous par mois pour l'achat de vos produits cosmétiques, en moyenne? (ohatrinona isam-bolana ny vola laninareo rehefa mividy vokatra kosmetika ianareo ?)
- Moins de 5000 Ar
 - 6 000 Ar à 10 000 Ar
 - 11 000 à 20 000 Ar
 - 21 000 à 30 000 Ar
 - 31 000 à 40 000 Ar
 - 41 000 à 50 000 Ar
 - 51 000 à 60 000 Ar
 - 61 000 à 70 000 Ar
 - 71 000 à 80 000 Ar
 - 81 000 à 90 000 Ar
 - 91 000 à 100 000 Ar
- 8) Où achetez-vous vos produits cosmétiques, habituellement ? (aiza ianareo no mividy vokatra kosmetika ?)
- Dans les instituts de beauté ou parfumerie (mpivarotra ranomanitra)
 - Dans les supermarchés (Shoprite, Score, Leader price, etc.)
 - Dans les pharmacies (farmasia)
 - Dans les instituts spécialisés (HOMEOPHARMA, IMRA, Bioaroma, etc.)
 - Vente à domicile (mpivarotra mandehandeha)
 - Sur internet (aternety)
 - Autres, veuillez préciser. (ankoatra ireo, mba lazao eto tompoko)
- 9) Le(s) quel(s) de ces produits cosmétiques achetez-vous le plus souvent ? (inona no fividinareo indrindra ?)
- Les produits de soins du visage et maquillages (atao amin'ny tarehy)
 - Les produits de soins du corps (atao amin'ny vatana)
 - Les produits pour cheveux / soins capillaires (atao amin'ny volo)
 - Les produits d'hygiène / nettoyants (zavatra manadio)
 - Les parfums (rano manitra)
 - Autre(s) veuillez préciser : (ankoatra ireo, mba lazao eto tompoko)

10) Veuillez attribuer une note en fonction de vos priorités sur les critères cités ci-après lorsque vous achetez un produit cosmétique. (sokajio arakaraka ny maha laharam-pahamehana izy ireo, rehefa mividy vokatra kosmetika ianao) 1 = « négligeable » (azo leferina) ; 5 = « très important » (zava-dehibe)

	1= « négligeable »	2	3	4	5 = « très important »
Efficacité (fandairana)					
Couleur (lokony)					
Odeur (fofona)					
Emballage (endrika)					
Marque (marka)					
Prix (vidiny)					
Ingrédients (Akora)					

11) Connaissez-vous le beurre de mangue? (Mahafantatra "beurre de mangue" ve ianareo?)

- Oui (eny)
- Non (tsia)

12) Si oui, quels sont les propriétés du beurre de mangue que vous connaissez? (raha eny, inona ny fiasan'ny "beurre de mangue" fantatrao?)

- Anti-âge pour la peau (manala fikentronana amin'ny oditra)
- Anti-fongique (manala hodipotsy)
- Soins capillaires (manatsara volo)
- Hydrate la peau (maha-mandimandina ny oditra)
- Anti-varices (manala varisy)
- Parfum (manome hanitra)

13) Utilisez-vous des produits de soins des cheveux ? (mampiasa zavatra manatsara volo ve ianao ?)

- Oui (eny)
- Non (tsia)

14) Nous envisageons de lancer un produit hydratant et nutritif à base de beurre de mangue pour cheveux. Lequel de ces trois réponses suivantes vous convient ? (mikasa hamokatra fanatsarana volo izahay, amin'ny alalan'ny menaka manga, iza amin'ireto ny valiteninao ?)

- Motivé(e) à acheter ce type de produit (vonona hividy izany)
- Juste essayer ce type de produit (vonona ny hanao fanandramana)
- Ce produit ne m'intéresse pas (tsy liana amin'izany)

15) Utilisez-vous du produit anti-âge? (mampiasa zavatra manala fiketronana amin'ny tarehy ve ianao ?)

- Oui (eny)
- Non (tsia)

16) Nous envisageons également de lancer un produit anti-âge à base de beurre de mangue. Lequel de ces trois réponses vous convient ? (mikasa hamokatra zavatra manala fiketronana amin'ny tarehy, amin'ny alalan'ny menaka manga izahay, iza amin'ireto no valiteninao ?)

- Motivé(e) à acheter ce type de produit (vonona ny hividy izany)
- Juste essayer ce type de produit (vonona ny hanandrana izany)
- Ce produit ne m'intéresse pas (tsy liana amin'izany)

Je vous remercie de votre aimable participation. (Misaotra indrindra tompoko tamin'ny fandraisana anjara)

ANNEXE 21 : Questionnaire d'analyse hédonique de la base parfumante premier tour.

Analyse hédonique, test de classement

Nous vous présentons des bases parfumantes issues de mélange d'huiles essentielles et de parfum, pour la composition de produits cosmétiques à base de beurre de mangue.

Vous devez classer par ordre de préférence le parfum que vous aimez le plus.

Prénom :

Date :

Groupe A : A1, A2, A3

1 (ce que vous préférez le plus)	
2	
3 (ce que vous préférez le moins)	

Groupe B : B1, B2, B3

1 (ce que vous préférez le plus)	
2	
3 (ce que vous préférez le moins)	

Groupe C : C1, C2, C3

1 (ce que vous préférez le plus)	
2	
3 (ce que vous préférez le moins)	

ANNEXE 22 : Analyse hédonique de la base parfumante deuxième tour.**Analyse hédonique, test de classement**

Le parfum le plus apprécié entre dans la composition de produits cosmétiques à base de beurre de mangue. Vous devez classer par ordre de préférence le parfum que vous aimez le plus.

Prénom :

Sexe :

Age :

Parfums associés aux produits pour cheveux

1 (ce que vous préférez le plus)	
2	
3 (ce que vous préférez le moins)	

Parfums associés aux produits pour la peau

1 (ce que vous préférez le plus)	
2	
3 (ce que vous préférez le moins)	

ANNEXE 23 : Analyse descriptive du crème antiâge pour peau standard.**Prénom (fiantsoana) :****Sexe (Lahy sa vavy) :**

Vous disposez d'un échantillon, veuillez noter l'échantillon suivant les descripteurs donnés.
(Misy santionany iray izay omena anao. Omeo "naoty" io santionany io araka ny fahitanao azy.)

Couleur (Lokony):

1	2	3	4	5
Claire (Mazava)	-	Moyen (antonony)	-	Foncé (Matroka)

Odeur (Fofony):

1	2	3	4	5
Léger (Malefaka)	-	Moyen (antonony)	-	Fort (Mahery)

Viscosité (ditiny)

1	2	3	4	5
Très fluide (Mitsiranoka)	-	Moyen (antonony)	-	Très visqueux (Madity)

Onctuosité (Fahalefahana)

1	2	3	4	5
Non onctueux (Maisatra)	-	Moyen (antonony)	-	Très onctueux (Malama/malefaka)

Brillance (Fahangirany) :

1	2	3	4	5
Non brillant (Makavoka/ tsy mangirana)	-	Moyen (antonony)	-	Brillant (Mangirana)

Homogénéité (Fitambarany/Fikambanana) :

1	2	3	4	5
Non homogène (Misaraka)	-	Moyen (antonony)	-	Homogène (Mitambatra)

ANNEXE 24 : Analyse descriptive du soin capillaire réparateur et nutritif.

Prénom (fiantsoana) :

Sexe (Lahy sa vavy) :

Vous disposez d'un échantillon, veuillez noter l'échantillon suivant les descripteurs donnés. (Misy santionany iray izay omena anao. Omeo "naoty" io santionany io araka ny fahitanao azy.)

Couleur (Lokony):

1	2	3	4	5
Claire (Mazava)	-	Moyen (antonony)	-	Foncé (Matroka)

Odeur (Fofony):

1	2	3	4	5
Léger (Malefaka)	-	Moyen (antonony)	-	Fort (Mahery)

Viscosité (ditiny)

1	2	3	4	5
Très fluide (Mitsiranoka)	-	Moyen (antonony)	-	Très visqueux (Mady)

Onctuosité (Fahalefahana)

1	2	3	4	5
Non onctueux (Maisatra)	-	Moyen (antonony)	-	Très onctueux (Malama/malefaka)

Brillance (Fahangirany) :

1	2	3	4	5
Non brillant (Makavoka/ tsy mangirana)	-	Moyen (antonony)	-	Brillant (Mangirana)

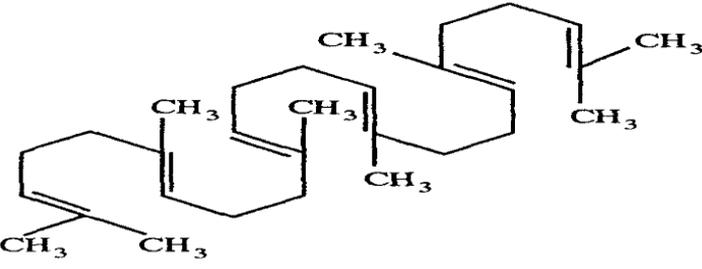
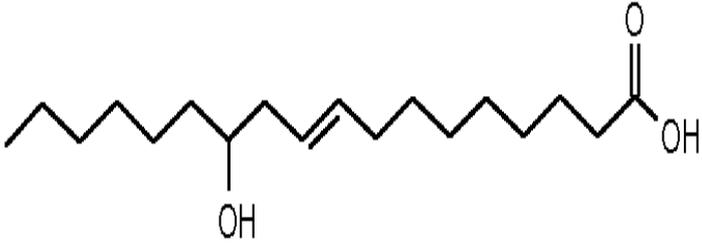
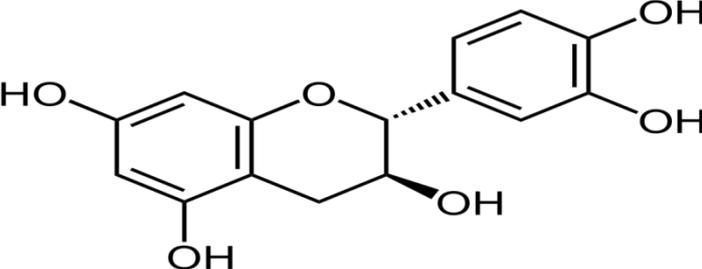
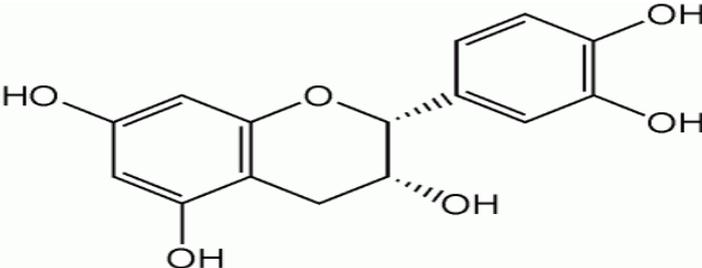
Homogénéité (Fitambarany/Fikambanana) :

1	2	3	4	5
Non homogène (Misaraka)	-	Moyen (antonony)	-	Homogène (Mitambatra)

**ANNEXE 25 : Quelques formules chimiques des antioxydants des insaponifiables
du beurre de mangue.**

Les formules chimiques des molécules qu'on peut trouver dans les insaponifiables de beurre de mangue sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 42 : Formules chimiques des molécules des insaponifiables du beurre de mangue.

Nom de la molécule	Formule chimique
squalène	
Alcool oléique	
catéchine	
épicatéchine	

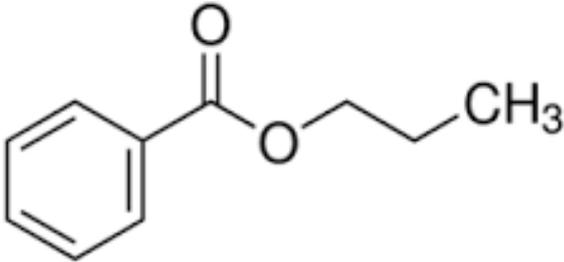
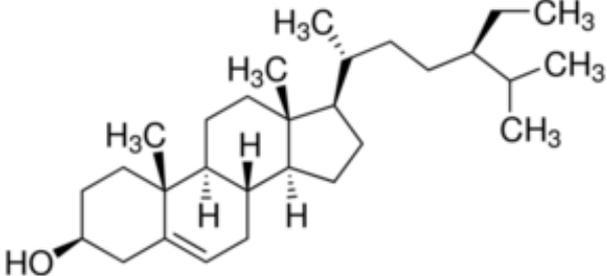
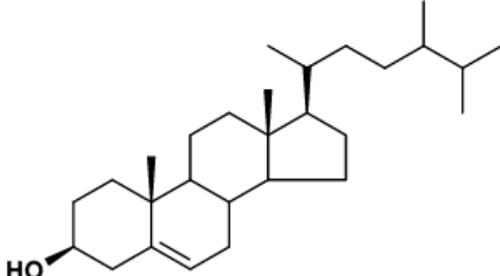
Nom de la molécule	Formule chimique
benzoate de propyle	 <p>The structure shows a benzene ring attached to a carbonyl group (C=O). The carbonyl carbon is also bonded to an oxygen atom, which is further bonded to a propyl chain (CH2-CH2-CH3).</p>
Béta-sitostérol	 <p>The structure shows a steroid nucleus with a hydroxyl group (HO) at C3, a double bond at C5, and methyl groups at C10, C13, and C14. The side chain at C17 is a branched alkyl chain with methyl groups at C20, C21, and C22.</p>
campestérol	 <p>The structure shows a steroid nucleus with a hydroxyl group (HO) at C3, a double bond at C5, and methyl groups at C10 and C13. The side chain at C17 is a branched alkyl chain with methyl groups at C20 and C21.</p>

TABLE DES MATIERES

DEDICACES-----	i
REMERCIEMENTS -----	ii
SOMMAIRE -----	iii
LISTE DES TABLEAUX-----	iv
LISTE DES FIGURES-----	vi
LISTE DES PARTIES EXPERIMENTALES -----	viii
LISTE DES ANNEXES -----	ix
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS -----	x
GLOSSAIRE-----	xi
INTRODUCTION-----	1
PARTIE I : CONTEXTE ET CADRAGE DE L'ETUDE-----	1
1. CADRAGE DE L'ETUDE-----	2
1.1. Raisons du choix du thème -----	2
1.2. Problématique : -----	3
1.3. But :-----	3
1.4. Objectif global -----	3
1.5. Objectifs spécifiques -----	3
1.6. Hypothèses-----	3
2. L'INSTITUT HOMEOPHARMA -----	4
2.1. Présentation-----	4
2.2. Plantation -----	4
2.3. Les produits-----	4
2.4. Garanties de l'HOMEOPHARMA-----	5
3. CONTEXTE-----	5
3.1. Mondial -----	5

3.2. National	7
4. LA MANGUE	7
4.1. Historique	7
4.2. Systématique	8
4.3. Caractéristique botanique	8
4.3.1. Racine	8
4.3.2. Tige	8
4.3.3. Feuille	9
4.3.4. Fleurs et floraison	9
4.3.5. Fruits	9
4.4. Conditions physiologiques	9
4.4.1. Reproduction	9
4.4.2. Sol	10
4.4.3. Climat	10
4.4.4. Récolte	10
4.5. Caractéristiques nutritionnelles	10
4.6. Localisations	12
4.7. Utilisations	12
4.7.1. En alimentation	12
4.7.2. En cosmétique	12
4.7.3. En thérapie	13
4.7.4. En industrie	13
5. LE BEURRE DE MANGUE	13
5.1. Définition	13
5.2. Caractéristiques	13
5.3. Composition	13

5.4.	Propriétés du beurre de mangue -----	14
5.5.	Utilisation -----	15
5.6.	Conditionnement -----	15
5.7.	Produits à base de beurre de mangue -----	15
6.	LA COSMETIQUE -----	16
6.1.	Cosmétique -----	16
6.2.	Produit cosmétique -----	16
7.	CONCLUSION PARTIELLE -----	16
PARTIE II : BEURRE DE MANGUE -----		2
1.	MATERIELS ET METHODES -----	17
1.1.	Matériels végétal -----	17
1.2.	Détermination de la teneur en eau -----	17
1.3.	Prétraitement de la matière première -----	18
1.3.1.	Extirpation de l'amande du noyau -----	19
1.3.2.	Triage -----	19
1.3.3.	Séchage -----	19
1.3.4.	Broyage -----	19
1.3.5.	Pesage -----	19
1.4.	Extraction du beurre de mangue -----	19
1.4.1.	Diagramme d'extraction du beurre de mangue -----	19
1.4.2.	Extraction par solvant -----	21
1.4.3.	Extraction par pression -----	27
1.5.	Analyse de la composition des matières grasses -----	28
1.5.1.	Préparation des esters méthyliques -----	28
1.5.2.	Identification par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) -----	29
1.6.	Analyses physico-chimiques -----	30

1.6.1.	Densité relative	30
1.6.2.	Indice d'acide	30
1.6.3.	Indice de réfraction	30
1.6.4.	Indice de saponification	31
1.6.5.	Insaponifiable	31
1.6.6.	Point de fusion	31
1.7.	Test antioxydant	31
2.	RESULTATS ET DISCUSSIONS	37
2.1.	Rendement du prétraitement	37
2.1.1.	Les produits de décortilage	37
2.1.2.	Teneur en eau et produits volatiles	38
2.1.3.	Limites du prétraitement de la matière première	38
2.2.	Extraction par solvant	39
2.2.1.	Le rendement d'extraction par solvant sans congélation	40
2.2.2.	Résultats du nouveau procédé	40
2.3.	Extraction par pression	42
2.4.	Résultats de l'analyse physico-chimique	43
2.4.1.	Aspects physiques	43
2.4.2.	Caractéristiques physico-chimiques du beurre de mangue	44
2.5.	Composition du beurre de mangue	46
2.6.	Résultats du test antioxydant	48
2.6.1.	Qualitative :	48
2.6.2.	Quantitative :	48
2.6.3.	Test de résistance à l'oxydation :	53
3.	CONCLUSION PARTIELLE	54

PARTIES III : CONCEPTION DES PRODUITS COSMETIQUES A PARTIR DU BEURRE DE MANGUE-----	55
1. MATERIELS ET METHODES-----	56
1.1. Préparation de la base parfumante et analyse sensorielle-----	56
1.2. Formulations des deux produits-----	58
1.2.1. Diagramme de fabrication du soin capillaire nutritif-----	60
Conditionnement-----	60
1.2.2. Diagramme de fabrication de la crème antiâge-----	61
Conditionnement-----	61
1.3. Analyse microbiologique des deux produits-----	61
1.4. Analyse descriptive des deux produits-----	61
1.5. Test de stabilité-----	62
1.6. Amélioration finale-----	62
1.7. Coût sommaire de production du beurre de mangue-----	63
1.8. Evaluation économique sommaire des produits cosmétiques-----	63
2. RESULTATS ET DISCUSSIONS-----	63
2.1. L'acceptabilité de la base parfumante par les consommateurs-----	63
2.2. Résultats des essais de formulation-----	65
2.2.1. Soin capillaire hydratant et nutritif sans rinçage pour cheveux-----	65
2.2.2. Crème antiride pour peau standard-----	66
2.3. Résultats de l'analyse microbiologique-----	67
2.4. Résultats de l'analyse descriptive des produits-----	68
2.4.1. Pour le soin capillaire-----	68
2.4.2. Pour la crème antiâge-----	68
2.5. Résultats du test de stabilité-----	69
2.5.1. Pour le soin capillaire-----	69

2.5.2. Pour la crème antiâge-----	70
2.6. Etiquettes-----	71
- Pour la crème antiâge pour tout type de peau-----	71
- Soin capillaire réparateur et nutritif -----	71
2.7. Evaluation du marché et coût sommaire de production -----	72
2.7.1. Résultats des enquêtes en ligne.-----	72
2.7.2. Résultats des enquêtes auprès de la Douane Malgache sur la mangue -----	73
2.7.3. Résultats des enquêtes sur les produits cosmétiques -----	74
2.7.4. Coût de production sommaire du beurre de mangue-----	75
2.7.5. Evaluation sommaire du prix de revient des produits cosmétiques -----	77
3. CONCLUSION PARTIELLE -----	79
CONCLUSION GENERALE -----	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES-----	81
PARTIES EXPERIMENTALES:-----	89
ANNEXES -----	97

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION INDUSTRIE AGRICOLES ET ALIMENTAIRES
PARCOURS DEVELOPPEMENT DE PROJET INNOVATION ET QUALITE

 <p>Sitraka Manoa RAMIARIMANANA</p> <p>Lot III D 78 Ankadilàlana Mahamasina ramiarimanoa@gmail.com 034 04 714 53</p>	<p>Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome de grade de Master</p>
	<p>Caractérisation des beurres de mangue « <i>Mangifera indica</i> (Linn.) » en vue de leur utilisation dans les produits cosmétiques au sein de l'entreprise HOMEOPHARMA</p>

FAMINTINANA

Ny dibera azo avy amin'ny taola-manga dia nalaina hatao asidra matavy sy akora amin'ny kosmétique. Raha hampangatsiahina miadana hivaingana ny voany ny taola-manga dia ahazoana dibera 11,59% raha toa ka 4,52% fotsiny izy teo aloha, raha hoarina amin'ny lanjany. Tsy nahitana vokatra anefa ny fampiasana tsindry. Rehefa natao ny fanadihadiana CPG dia hita fa misy asidra oléique 42,9%, asidra stéarique 19,17%, asidra palmitique 17,75%, asidra linoléique 16,54% ary asidra linoléique 3,6% ny asidra matavin'ny manga. Ny fampiasana ny taratra UV no nampiseho fa ny EC 50 amin'ireo akora tsy azo atao savony amin'ny diberan'ny manga *Hiesy* sy ny Mixte, dia ahitana tsirairay avy 75µg/ml sy 250µg/ml antioxydant. Ireo isa ireo no mampiseho fa tsy maintsy ampiana antioxydant fanampiny ny vokatra kosmetika novokarina. Nisy fanadihadiana natao teo anivon'ny mpanjifa sy teny amin'ny aterneto nampiarahana tamin'ny kajikajy ara-bola ho an'ny kosmetika vokarina. Hita teo fa azo trandrahana tsara, sady mifanaraka amin'ny fahefam-bidin'ny vahoaka ny vokatra kosmetika azo avy amin'ny diberan'ny taola-manga.

Teny manan-danja: Dibera, manga, fitrandrahana, CPG, antioxydant, DPPH, kosmétique, HOMEOPHARMA

RESUME

Le beurre de mangue a été extrait pour être valorisé en tant que phase lipidique et actif des produits cosmétiques. L'ajout de la congélation lente de l'amande dans le « process » d'extraction par solvant a permis d'obtenir un rendement de 4,52% à 11,59%, soit proche de trois fois plus par rapport au rendement initial. Par contre l'extraction par pression n'a donné que des traces d'huile. L'analyse CPG a révélé que le beurre de mangue de la variété Mixte est composé d'acide oléique 42,9%, acide stéarique 19,17%, acide palmitique 17,75%, acide linoléique 16,54% et acide linoléique 3,6%. L'analyse par spectrophotométrie UV visible des antioxydants nous a montré que la valeur du EC 50 de l'insaponifiable du beurre de mangue de la variété *Hiesy* et de la variété Mixte sont respectivement 75µg/ml et 250µg/ml. Ces chiffres nous informent la nécessité d'ajout d'antioxydant dans la formulation du nouveau produit. Des enquêtes en ligne et auprès des instituts, associés avec des études économiques sommaires nous permettent d'affirmer que les produits cosmétiques préparés sont économiquement rentables et conviennent au budget des personnes enquêtées, bien que des études approfondies sont encore à solliciter.

Mots clés : Beurre, mangue, extraction, CPG, antioxydant, DPPH, cosmétique, HOMEOPHARMA

ABSTRACT

Mango butter has been extracted to be used as a lipid and active phase of cosmetic products. The addition of the tardy freezing of the kernel in the solvent extraction "process" gain a yield of 4.52% to 11.59%, which is close to three times of the initial productivity. On the other hand, the extraction by pressure gave only oil traces. GPC analysis revealed that the mango butter of the Mixed variety is composed of oleic acid 42.9%, stearic acid 19.17%, palmitic acid 17.75%, linoleic acid 16.54% and linolenic acid 3,6%. Analysis by visible UV spectrophotometry of antioxidants showed that the EC 50 value of the unsaponifiable mango butter of the *Hiesy* variety and the Mixed variety are respectively 75 µg / ml and 250 µg / ml. These results inform the need of adding antioxidants in the formulation of the new product. On-line investigations and institutes combining with economic researches indicate that cosmetic products are economically profitable and suitable for the budget of the person investigated, although deeper researches are required.

Keywords : Mango, butter, extraction, CPG, antioxidant, DPPH, cosmetic, HOMEOPHARMA