



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



FACULTE DES SCIENCES

MENTION CHIMIE

PARCOURS

Arômes Cosmétiques Phytomédicaments



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master II en Chimie,

Parcours Arômes Cosmétiques Phytomédicaments

Amélioration du procédé de fabrication du tofu et Valorisation du petit lait de soja (Tofu Whey) en cosmétique



Présenté par : ANDRIANJAFY Heritiana Dinah

Devant les membres du jury :

Présidente : Professeur VESTALYS RAMANANDRAIBE Voahangy
Professeur

Rapporteur : Docteur RIM FARASOA Helga
Maître de conférences

Encadreur professionnel : Madame Felamboahangy H. RASOARAHONA
Ingénierie de recherche

Examinateur : Docteur Rivoarison RANDRIANASOLO
Maître de conférences



Soutenu le 18 Août 2016

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie « DIEU TOUT PUISSANT » qui, par sa Grâce et sa Bénédiction, m'a donné le courage, la force et l'ambition pour réaliser ce travail modeste : « Mais par la grâce de Dieu je suis ce que je suis... » I Cor 15 :10a

Ce travail a été réalisé au sein du Laboratoire de Recherche et Développement de la société HOMEOPHARMA siège à Antsakaviro. Je remercie profondément Monsieur Jean-Claude RATSIMIVONY, PDG de l'HOMEOPHARMA, de m'avoir fait confiance et de m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon stage de mémoire auprès de sa Société.

Je remercie vivement les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire :

- à Madame **VESTALYS RAMANANDRAIBE Voahangy**, Professeur à l'Université d'Antananarivo et Responsable du parcours master Arômes Cosmétiques Phytomédicaments. Vous me faites un grand honneur d'avoir accepté de présider la présentation de ce mémoire, malgré vos multiples responsabilités.
- à Madame **RASOANAIVO Léa**, Professeur à l'Université d'Antananarivo. Directeur du Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles (LCSN) et Responsable du parcours licence Arômes Cosmétiques Phytomédicaments.
- à mon encadreur, Madame **RIM FARASOA Helga**, Docteur en phytochimie, Maître de conférences à l'Université d'Antananarivo. Membre du Comité Scientifique à l'HOMEOPHARMA. qui a apporté ses dévouements et ses riches contributions à mes travaux, pour son aide précieuse dans mes recherches et dans la rédaction de ce travail. Toujours disponible et patiente, elle a su me guider et m'accompagner tout au long de cette année.
- à mon encadreur professionnel, Madame **Felamboahangy H. RASOARAHONA**, Ingénierie de Recherche et Développement, Membre du comité scientifique à l'HOMEOPHARMA d'avoir initié ce projet.
- à mon examinateur, Monsieur **Rivoarison RANDRIANASOLO**, Docteur et Maître de conférences à l'Université d'Antananarivo. Responsable de la formation chimie biologie pour son aide, qui, malgré ses occupations, a accepté de faire partie du jury.

Mes sincères remerciements s'adressent également à :

- Madame **RAHANTAMALALA Johnson Adeline**, Responsable Recherche et Développement, Coordinatrice et Membre du Comité Scientifique. Et Monsieur **RABARISOA Herilalaina**, Responsable Recherche, Membre du comité scientifique d'avoir apporté leur conseils ainsi que leur disponibilité qui m'ont été précieuses,
- Tous les responsables et les personnels de l'HOMEOPHARMA.

Je tiens aussi à remercier tous mes panélistes pour leur implication dans mon travail de master II. Votre contribution m'a été très utile ! Et plus généralement, je remercie les étudiants de l'ISPPM (Institut Supérieur Protestant Paul Minault).

Pour finir, un grand merci à mes parents particulièrement ma Mère, mes frères et sœurs et toute la famille, qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont soutenu tout au long de ce travail.



TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	I
TABLE DES MATIERES.....	II
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES PHOTOS.....	IX
LISTE DES ANNEXES	X
LISTE DES ABREVIATIONS	XI
INTRODUCTION.....	1

Partie I : GENERALITES

I. Généralités sur le Soja	3
I.1 Origine	3
I.2 Description de la plante	3
I.3 Classification botanique de la plante	4
I.4 Production de soja dans le monde et à Madagascar.....	5
I.5 La graine de soja	6
I.5.1 Structure de la graine	6
I.5.2 Les principaux constituants de la graine	7
I.6 Les Isoflavones du soja.....	7
I.6.1 Définition	7
I.6.2 Famille et structure des isoflavones	8
I.6.3 Répartition des isoflavones dans la graine	9
I.6.4 Activité antioxydante des isoflavones du soja	9
I.7 Facteurs antinutritionnels du soja	10
I.8 Produits de transformation du Soja	10
I.8.1 Le lait de soja	12
I.8.2 Le Tofu.....	13
I.9 Sous-produit de la fabrication du tofu : Tofu Whey	14

II. Généralités sur les crèmes et laits	15
II.1 Définition de quelques termes	15
II.2 Constituants principaux des laits et crèmes	16
II.3 Caractéristiques des crèmes et laits	17
II.4 Les différents types d'émulsions	18
II.4.1 Emulsions simples	18
II.4.2 Les micro-émulsions	18
II.4.3 Les émulsions multiples.....	19
II.5 Phénomènes de déstabilisation des émulsions.....	19

Partie II : MATERIELS ET METHODES

A] Amélioration du procédé de fabrication du tofu

I. Matériels pour la fabrication du tofu	21
I.1 Les consommables	21
I.2 Matériels de transformation de la poudre de soja en tofu	23
I.3 Matériels d'analyses.....	23
I.4 Panelistes pour l'analyse sensorielle.....	24
II. Description du procédé pour la fabrication du tofu.....	25
II.1 Première étape : Extraction du lait à chaud	25
II.2 Deuxième étape : Caillage par acidification	26
III. Analyses et test du produit fini.....	30
III.1 Analyse microbiologique du tofu	30
III.2 Analyse sensorielle.....	30
III.2.1 Définition et Objectifs	30
III.2.2 Déroulement du test.....	31
III.2.3 Traitement des données	31
III.3 Détermination approximative de la durée de conservation du tofu	32

B] Valorisation du Tofu Whey en cosmétique: Essai de formulation de crèmes et laits

I. Matières premières et matériels de transformation	32
I.1 Matières premières pour la fabrication des émulsions.....	32
II. Les matériels pour la formulation de crèmes et laits.....	35
III. Contrôles de la matière première	35
III.1 Analyse préalable du Tofu Whey	35
III.1.1 Test sur le pouvoir antioxydant du petit lait.....	36
III.1.2 Détermination de la durée de conservation du petit lait	36
III.1.3 Détermination du pH	37
III.1.4 Contrôles microbiologiques du petit lait	37
IV. Description du procédé de fabrication de crèmes et laits	37
IV.1 Procédés technologiques pour la formulation de la crème	37
IV.2 Procédés technologiques pour la formulation de lait	41
V. Contrôle des produits finis	44
V.1 Test de Stabilité : Etude de la durabilité des crèmes et laits (DLU / PAO)	44
V.2 Détermination de la viscosité	44
V.3 Analyse sensorielle de la crème et du lait	45
V.4 Contrôles microbiologiques de la crème et du lait	46
V.5 Détermination des caractères physico-chimiques des émulsions.....	47
V.6 Test sur le pouvoir antioxydant de la crème et du lait.....	47
V.7 Test de tolérance et d'efficacité.....	48

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

A] Résultats et discussions sur l'amélioration du procédé de fabrication du tofu

I. Les facteurs d'optimisation de la coagulation du lait.....	49
I.1 La quantité de coagulant	49
I.2 La température de chauffe	50
II. Bilans et rentabilité de la transformation du soja en tofu	50
II.1 Bilan matière et rendement.....	50
II.2 Bilan horaire	53
III. Résultats sur les tests et analyses du produit fini.....	54
III.1 Résultat de l'analyse microbiologique du tofu.....	54
III.2 Résultat des analyses sensorielles	54
III.3 Résultat sur la comparaison de conservation du tofu	57
IV. Estimation du prix de vente du tofu	58

B] Résultats et Discussions sur la conception de crèmes et laits

I. Résultats et discussions sur les tests et analyses effectués sur le petit lait	59
I.1 Test d'activité antioxydant.....	59
I.2 Test de vieillissement du petit lait	59
I.3 pH du petit lait	60
I.4 Analyse microbiologique du petit lait.....	60

II. Résultats et discussions des tests et analyses effectués sur les crèmes et laits	61
II.1 Base parfumante :	61
II.2 Résultats et discussions sur le test de vieillissement accéléré ou test de stabilité	61
II.2.1 Evolution des caractéristiques organoleptiques de la crème.....	61
II.2.2 Evolution des caractéristiques organoleptiques du lait	62
II.3 Viscosité de la crème et des laits	63
II.4 Résultats et discussions sur les évaluations sensorielles des deux produits	63
II.4.1 Analyse sensorielle de la crème	63
II.4.2Analyse sensorielle du lait	64
II.5 Résultats et discussions des analyses microbiologiques de la crème et du lait	66
II.6 Résultats et discussions des analyses physico-chimiques	67
II.7 Résultats et discussions du test d'activité antioxydante	67
II.8 Résultats et discussions sur le test d'efficacité et le test de tolérance	68
III. Estimation du prix de vente de la crème et du lait à base de petit lait	70
Conclusion et perspectives.....	73

Liste des tableaux

Tableau 1: Activités des isoflavones sur la santé humaine.....	9
Tableau 2: Composition du lait de soja et comparaison avec le lait de vache (données en %)	13
Tableau 3: Constituants du petit lait en pourcentage	14
Tableau 4: Exemple d'adjuvants utilisés dans la formulation d'émulsion	17
Tableau 5: Phénomènes de déstabilisation des émulsions	20
Tableau 6: Matériels pour la fabrication du tofu	23
Tableau 7: Matériels de laboratoire pour l'analyse microbiologique du tofu.....	24
Tableau 8: Matériels d'analyse sensorielle	25
Tableau 9: Code des échantillons de tofu lors de l'analyse sensorielle	30
Tableau 10: Composition des trois échantillons de base parfumante	34
Tableau 11: Code des trois échantillons de laits soumis aux tests sensoriels.....	46
Tableau 12: Observation sur l'effet de la concentration du coagulant	49
Tableau 13: Récapitulation des bilans matières partant de la poudre de soja jusqu' à l'obtention du tofu	50
Tableau 14: Bilan horaire pour fabriquer 120g de tofu	53
Tableau 15: Résultats sur le contrôle microbiologique du tofu	54
Tableau 16: Résultat des notes attribuées par les sujets	56
Tableau 17: Comparaisons sur la durée de conservation des deux échantillons de tofu	57
Tableau 18: Calcul du prix de revient du tofu pour 1kg de production.....	58
Tableau 19: Résultat de l'analyse microbiologique du petit lait	60
Tableau 20: Différenciation des trois échantillons de laits par le test LSD FISHER	64
Tableau 21: Résultat de l'analyse microbiologique de la crème et du lait à base de petit lait de soja ...	66
Tableau 22: Densité de la crème et du lait.....	67
Tableau 23: Coût des matières premières utilisées dans la fabrication de 1Kg de crème soit 33 unités de 30ml.....	71
Tableau 24: Coût des matières premières utilisées dans la fabrication de 1Kg de lait soit 20 unités de 50ml	72

Liste des figures

Figure 1: Physiologie de la plante soja	4
Figure 2: Evolution de la production de graines de soja par pays (en Kilotonnes)	5
Figure 3: Structure et pourcentage des différentes fractions de la graine de soja.....	6
Figure 4: Proportions des trois familles d'isoflavones dans la graine de soja	8
Figure 5: Structure moléculaire des trois isoflavones de soja comparée à celle du 17- β -eostradiol	8
Figure 6: Produits dérivés du soja.....	11
Figure 7: Structure des deux types d'émulsion simple	18
Figure 8: Structure d'une émulsion multiple	19
Figure 9: Différentes formes d'instabilités d'une émulsion.....	20
Figure 10: Profils des sujets selon l'âge et le sexe	24
Figure 11: Diagramme de fabrication du tofu et ses environnements matières.....	29
Figure 12: Echelles de notation pour le suivi du test de stabilité du petit lait	36
Figure 13: Etapes pour la formulation de crème anti-âge à base de Tofu Whey	40
Figure 14: Etapes pour la formulation de lait anti-âge à base de Tofu Whey.....	43
Figure 15: Bilan massique pour fabriquer 120g de tofu	52
Figure 16: ACP des descripteurs pour les trois échantillons de tofus.....	55
Figure 17: Représentation graphique des caractéristiques du tofu à 1% de baie rose en radar	56
Figure 18: Evolution organoleptique du petit lait mis à l'étuve et placé à température ambiante	59
Figure 19: Evolution des caractéristiques organoleptiques de la crème au bout de 6 semaines	61
Figure 20: Evolution des caractéristiques organoleptiques du lait au bout de 6 semaines	62
Figure 21: Variation de la viscosité de la crème et des laits en fonction de la vitesse	63
Figure 22: Représentation graphique des caractéristiques de la crème anti-âge en radar.....	64
Figure 23: ACP des descripteurs pour les trois échantillons de laits	65

Liste des photos

Photo 1: Poudre de soja	21
Photo 2: Lait de soja coagulé	26
Photo 3: Tofu pressé.....	27
Photo 4: Tofu étiqueté et emballé	28
Photo 5: Petit lait de soja.....	33
Photo 6: Chromatogrammes de la crème et du lait comparés au petit-lait en présence d'un témoin (méthanol) vaporisé par une solution de DPPH dissout dans du méthanol (25%)	68
Photo 7: Photos montrant l'évolution de la peau de deux volontaires effectuant le test de tolérance et d'efficacité pour la crème après 3 semaines d'utilisation	69
Photo 8: Photos montrant l'évolution de la peau d'un volontaire effectuant le test de tolérance et d'efficacité pour le lait après 3 semaines d'utilisation.....	70

Liste des Annexes

ANNEXE 1: Constituants moyenne de la graine de soja	i
ANNEXE 2: Composition nutritionnelle pour 100g de tofu	ii
ANNEXE 3: Analyse sensorielle du tofu : Test descriptif	iii
ANNEXE 4: Analyse sensorielle du tofu : Test hédonique	iv
ANNEXE 5: Moyenne des notes attribuées par les 70 jurys.....	v
ANNEXE 6: Moyenne des notes du petit lait lors de l'évaluation sensorielle	v
ANNEXE 7: Nuance de couleur entre les deux échantillons de petit-lait après 12 semaines de vieillissement (à droite petit lait mis à l'étuve – à gauche petit lait placé à température ambiante)	vi
ANNEXE 8: Analyse sensorielle de la base parfumante	vi
ANNEXE 9: Analyse sensorielle d'une crème anti-âge à base de petit-lait de soja	vii
ANNEXE 10: Analyse sensorielle du lait anti-âge à base de petit lait de soja :	viii
ANNEXE 11: Analyse sensorielle du lait anti-âge à base de petit lait de soja :	ix
ANNEXE 12: Moyenne des notes obtenues lors du test de stabilité de la crème	x
ANNEXE 13: Questionnaire utilisé lors du test d'efficacité et de tolérance	xi
ANNEXE 14: Regroupements des quatre échantillons de tofus par l'ANOVA	xii
ANNEXE 15: Présentation générale de la société HOMEOPHARMA.....	xiii

Liste des Abréviations

ACP	: Analyse en Composante Principale
AFNOR	: Association Française de Normalisation
AFSSA	: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ANOVA	: Analysis Of Variance
CIC	: Conseil International des Céréales
CCM	: Chromatographie sur Couche Mince
CIALCA	: Consortium for the Improvement of Agriculture based Livelihoods in Central Africa
DPPH	: 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle
DLU	: Date Limite d'Utilisation
FAO	: Food and Agriculture Organisation
HLB	: Hydrophile-Lipophile-Balance
MAEP	: Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
NCDC	: National Collection of Dairy Cultures
PAO	: Période Après Ouverture
PET	: Polyéthylène-Téréphtalate
RTR	: Rencontres Techniques Régionales
SDA	: Soap and Detergent Association
UEMOA	: Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
UFC	: Unité Formant Colonie
USA	: United State of America

INTRODUCTION

Introduction générale

Madagascar est un pays à vocation agricole avec des ressources abondantes. La plupart des malgaches sont des éleveurs et des agriculteurs. Or, nous sommes toujours victimes d'une sous-alimentation et de malnutrition, en dépit de l'abondance de nos matières premières. Parmi ces matières premières figure le soja.

De nos jours, la plupart des gens s'intéresse au soja, tant pour ses éléments nutritifs que pour ses vertus thérapeutiques. Ces dernières années, une relance de la filière soja à Madagascar est réalisée par le ministère de l'agriculture en coopération avec l'Indonésie [1]. Une relance qui peut promouvoir la baisse de la malnutrition de beaucoup de malgaches. Le soja ainsi que ses dérivés comme le lait, le tofu, le miso, sont des aliments d'une grande qualité nutritionnelle, riche en protéine, pouvant contribuer à combattre la malnutrition. Malgré la présence de certains facteurs antinutritionnels, le soja présente de nombreux bienfaits pour l'organisme [2]. De plus, le soja est un aliment disponible toute l'année à Madagascar et peut remplacer les protéines d'origines animales, qui, de nos jours posent un grand problème sur leur prix et leurs effets néfastes sur la santé.

Dans les pays occidentaux, le soja est consommé depuis une décennie. A Madagascar les produits à base de soja commencent à prendre place sur le marché. Il s'agit surtout du fameux tofu. Un aliment qui est réputé pour ses qualités nutritionnelles et ses vertus, grâce aux protéines et isoflavones qu'il contient [3],[4]. Malgré l'épanouissement de ce produit dans notre pays, sa technique de fabrication reste encore à améliorer. En outre, l'introduction de tel aliment dans le répertoire alimentaire de la population malgache, doit être acceptée du point de vue sensoriel. Par ailleurs la fabrication de ce produit génère une grande quantité de coproduit. Ce coproduit appelé petit lait de soja ou « *Tofu Whey* » nécessite d'être mis en valeur. Des études antérieures ont pu mettre en évidence que le petit lait de soja renferme encore de nombreux nutriments et des substances bioactives [2],[5]. Ainsi, il peut être récupéré et utilisé dans la conception d'un nouveau produit à forte valeur ajoutée. D'autre part l'utilisation des produits cosmétiques est très en vogue à Madagascar. Actuellement, la plupart des malgaches commencent à s'intéresser à ces produits, soit pour les soins corporels, soit pour la beauté. Des grandes sociétés travaillent actuellement dans ce domaine, comme l'HOMEOPHARMA.

Avec la collaboration de cette dernière, nous nous sommes focalisés sur la fabrication des produits alimentaires à base de soja. Notre principal objectif c'est d'améliorer, de confectionner et d'apporter une nouvelle technique sur la conservation du tofu. En outre, nous allons valoriser le petit lait de soja à travers une formulation de produits cosmétiques.

Pour bien cerner la présente étude, elle a été subdivisée en trois parties : les études bibliographiques centrées sur le soja et les produits cosmétiques, puis les matériels et méthodes adoptées afin d'atteindre notre objectif, et enfin la dernière partie sera consacrée aux résultats et discussions et ainsi que les perspectives.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

I. Généralités sur le Soja

I.1 Origine : [6]

La culture de soja s'est développée au début du XIX^{ème} siècle, dans les pays occidentaux. Elle est originaire d'Asie, probablement de la Chine. A cette époque, ce pays occupait la première place dans l'exportation et la production de soja dans le monde. Désormais, de nombreux pays concurrents se lancent aussi à la production de soja, notamment les Etats-Unis, le Brésil et l'Argentine. Alors depuis quelques années, la Chine n'est qu'à la quatrième place après ces trois grands producteurs de soja.

A Madagascar le soja fut introduit vers le XVII^e siècle par des immigrants Arabes, Indiens, Indonésiens et Malaisiens. Ils s'étaient installés dans les parties Ouest de l'île. A cette époque, la culture de soja n'occupait qu'une petite superficie. Ce n'est qu'à partir de 1967 que celle-ci s'est vraiment étendue presque dans toute l'île.

I.2 Description de la plante: [7],[8]

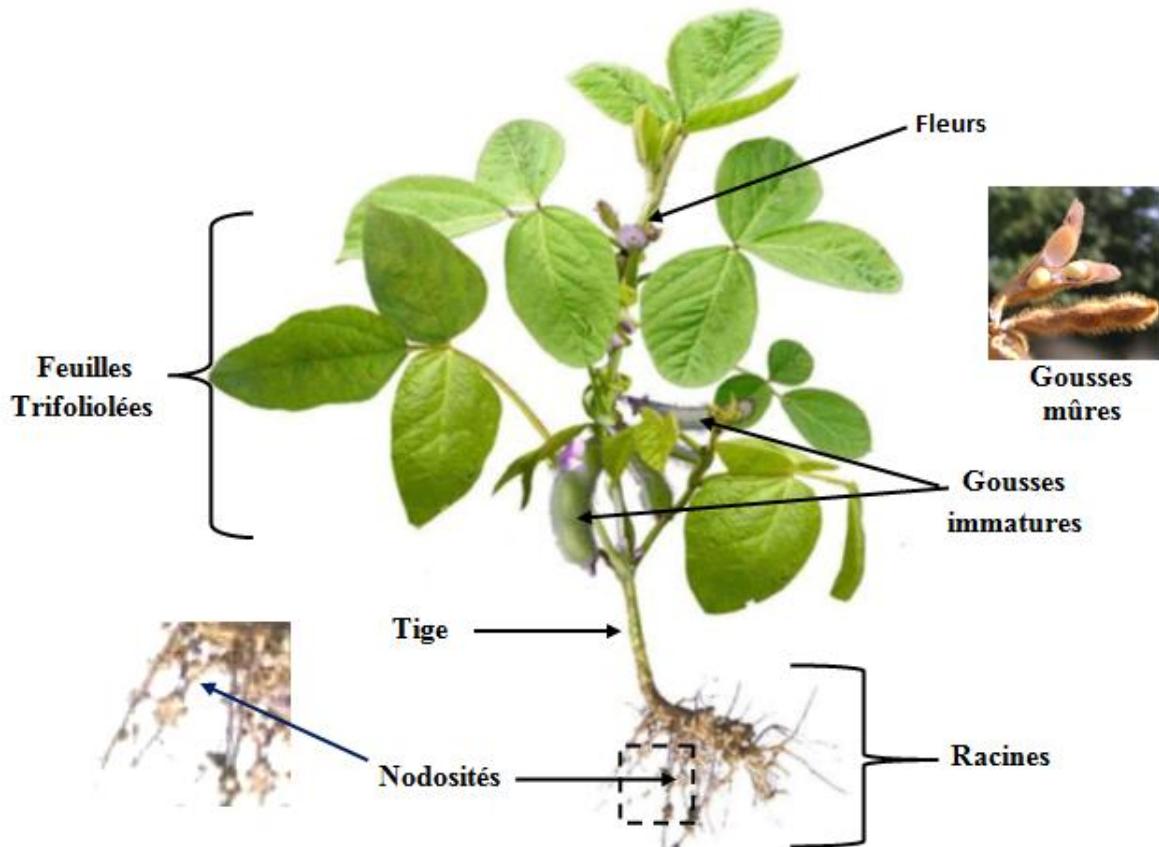
Cette plante s'adapte bien à des conditions climatiques variées. Elle est généralement cultivée dans des régions subtropicales ou dans des régions à climat tempéré mais relativement frais. A maturité le soja peut atteindre 1 à 1m60 de hauteur, avec une tige semi-ligneuse assez solide, entièrement revêtue de poils gris ou bruns. La tige porte de nombreux rameaux. Dépendant des variétés, les feuilles alternées sont composées généralement de 3 folioles (trifoliolées), mais parfois elles peuvent avoir 7 folioles. Le soja comporte aussi des fleurs blanches ou violettes, de petite taille (1 à 4cm de long).

En ce qui concerne les fruits, ils se présentent sous forme de gousses, comprimés latéralement et pubescents sur toutes leurs surfaces. A maturité, elles prennent une couleur marron foncée. Chaque gousse mesure 3 à 5 centimètres de long et contient en moyenne 3 graines légèrement ovoïdes (figure 1, page 4).

Les graines immatures sont vertes comme celles des gousses (avant maturation). Par contre, arrivées au stade de maturation, elles peuvent avoir différentes couleurs : unies ou mélangées (jaunes blanches, marron, noir), dépendant des variétés.

Le soja comporte des racines (primaires et secondaires), pouvant atteindre 30 ou 40 cm de long. Elles assurent la survie de la plante en adsorbant les nutriments fixés dans le sol, et ce sont également des fixateurs d'azote grâce aux noduleux qui sont portés par ces racines. Elles servent aussi de support pour la plante.

Figure 1: Physiologie de la plante soja



Source: (WHORISKEY, 2009)

I.3 Classification botanique de la plante : [9]

Le soja ou soya jaune [*Glycine max* (L.) Merrill], est une plante annuelle, herbacée de la famille des *Fabacées*, sous-famille des *Faboideae*, tribu des *Phaseoleae*, et du genre *Glycine*. Il fait partie des plantes légumineuses. C'est une plante grimpante.

La classification botanique de la plante soja est la suivante :

Règne :	PLANTAE
Ordre :	FABALES
Famille :	FABACEAE
Classe :	MAGNOLIOPSIDA
Genre :	<i>Glycine</i>
Espèce	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill

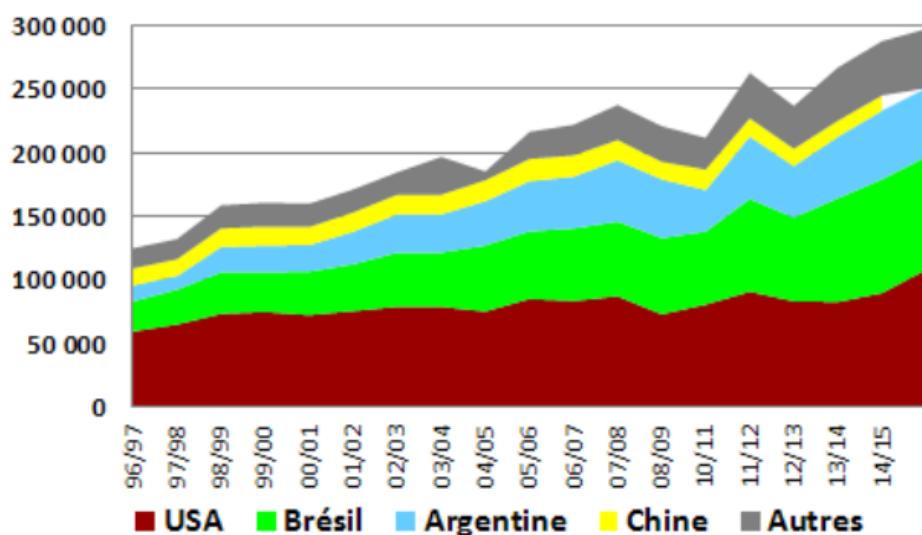
Il existe plusieurs variétés de soja appartenant à l'espèce *Glycine max* qui sont cultivées à Madagascar, comme : Hood, Avis, Willoni, Bourk, Geduld, Hill, etc. Les variétés cultivées dépendent des zones d'implantation. [10]

I.4 Production de soja dans le monde et à Madagascar

La production mondiale de graines de soja ne cesse d'accroître. D'après le Conseil International des Céréales (CIC) [11] en janvier 2016, la production mondiale de soja atteint 322 millions de tonnes en 2015/2016.

L'évolution de la production de soja dans le monde est de plus en plus accentuée (figure 2), avec les USA en tête, atteignant une production de 80 748 700 tonnes en 2009, suivi du Brésil avec 59 242 480 tonnes, puis l'Argentine 46 238 087 tonnes et enfin la Chine 15 545 141 tonnes.

Figure 2: Evolution de la production de graines de soja par pays (en Kilotonnes)



Source: (RTR, 2015)

La culture de soja se répand actuellement dans de nombreux pays. A Madagascar, le soja est surtout cultivé dans les régions suivantes : Vakinankaratra, Itasy et Imerina central. Ces zones sont les plus favorables pour la culture de soja parce qu'elles présentent les conditions agro-climatiques requises (Température, Humidité, pH) [10]. Après l'arachide et la noix de cajou, le soja sont les graines oléagineuses les plus abondantes à Madagascar. En 2013, le ministère de l'agriculture affirme que Madagascar produit 4.000T de soja par an.

I.5 La graine de soja

I.5.1 Structure de la graine : [13]

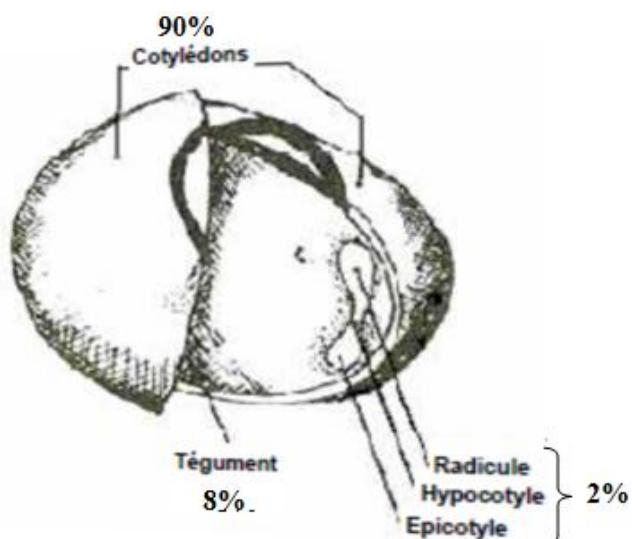
C'est la partie consommée, elle renferme toutes les substances nutritives. Elle est composée par les trois fractions suivantes :

- **Les cotylédons** : ce sont les parties externes qui enveloppent la graine. On estime que 90% de la masse de la graine sèche est présentée par les cotylédons. Les protéines, les lipides ainsi que d'autres constituants comme isoflavones se trouvent dans cette partie.

- **Les téguments** : représentent 8% de la graine. Ce sont les membranes qui enveloppent l'embryon. Leur couleur est variable selon les variétés de soja, elle peut être jaune, brune, verte ou même noire. Les téguments ne renferment pas d'isoflavones.

- **Le germe** : composé par l'épicotyle, l'hypocotyle et la radicule (figure 3). D'après HUBERT (2006) [14], 2 à 3% des isoflavones sont stockés dans cette fraction, or, le germe ne représente qu'une faible proportion en matière sèche de la graine, de l'ordre de 2%.

Figure 3: Structure et pourcentage des différentes fractions de la graine de soja



Source: (ARTIGOT, 2012)

I.5.2 Les principaux constituants de la graine

❖ Les protéines

Les graines de soja sont de véritables sources de protéines, 35 à 40% (en % de matière sèche) [15], faciles à digérer par l'organisme [13]. Contrairement aux produits carnés ou les produits laitiers, le soja est pauvre en graisse et ne contient pas de cholestérol, par contre il apporte peu de calories [16]. La plus grande partie de ces protéines se trouvent dans les cotylédons, dont 80% des protéines de stockage sont présentées par : la β conglycine, le γ conglycine et la glycinine.

❖ Les lipides :

La teneur en huile de la graine de soja est en moyenne de 19%. Cependant, elle dépend essentiellement de la variété de soja et des conditions de culture. La plupart des huiles sont reparties dans les deux fractions suivantes : cotylédons (18 à 20 %), et germe (13 à 16 %). Les lipides qui constituent l'huile de soja sont généralement riches en acides gras polyinsaturés 63%.

❖ Les sucres :

La graine de soja est aussi une bonne source de carbohydrates. Ils sont classés en deux catégories dont les sucres solubles (sucrose, raffinose, stachyose) et les sucres insolubles (fibres alimentaires). Ces polysaccharides représentent 30 à 35% de la matière sèche de la graine [8].

❖ Les micronutriments :

A part les macronutriments qui sont les composés majeurs, la graine de soja est aussi riche en micronutriments, notamment les vitamines A, B, E, K ainsi que les minéraux tels que le fer, le zinc, le potassium et le phosphore [14]. Notons que les isoflavones, les phytostérols, les phytates et les saponines font partie de ces micronutriments [8],[5].

I.6 Les Isoflavones du soja

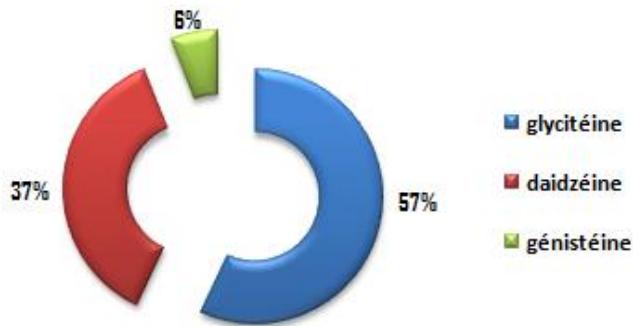
I.6.1 Définition :

Ce sont des phyto-œstrogènes, c'est-à-dire des œstrogènes d'origine végétale, qui sont naturellement produits par le soja (plante). Ils font partie des métabolites secondaires. Suite à des troubles ou des stress « abiotiques » (changement de la température, insuffisance ou manque de nutriments, attaque de pathogènes), les plantes synthétisent ces molécules pour leur survie [17], [18], [19].

I.6.2 Famille et structure des isoflavones : [20]

La graine de soja est riche en isoflavones, appartenant à la famille des flavonoïdes. Des études antérieures ont pu identifier que cette graine contient 12 isoflavones repartis en trois familles : la génistéine, la daidzéine, et la glycitéine dont voici leur proportions respectives :

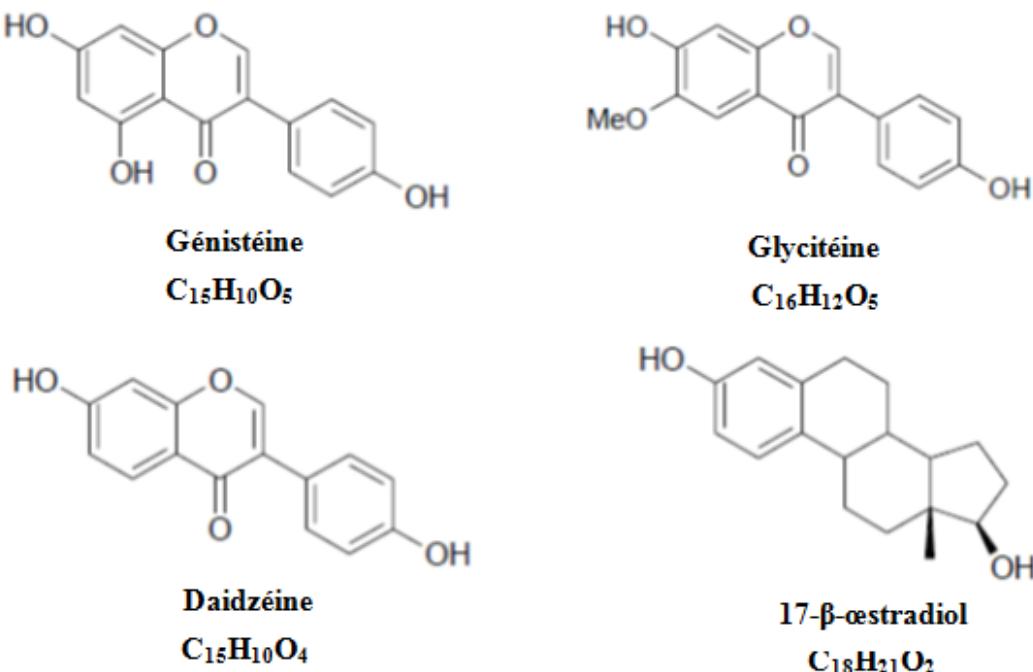
Figure 4: Proportions des trois familles d'isoflavones dans la graine de soja



Source : (AJAY et al. 2011)

La structure moléculaire de ces trois familles d'isoflavones est présentée par la figure 5. Ils sont constitués par 2 cycles aromatiques (benzéniques) liés par un noyau pyranne hétérocyclique semblable à celle de l'œstrogène humaine, le 17- β -eostradiol [15].

Figure 5: Structure moléculaire des trois isoflavones de soja comparée à celle du 17- β -eostradiol



Source : (L. PILŠÁKOVÁ et al. 2010)

I.6.3 Répartition des isoflavones dans la graine

La concentration des isoflavones dans la graine de soja dépend de plusieurs facteurs: [21],[22]

- les variétés de soja,
- le stade de maturation du soja lors de la récolte,
- les conditions géographiques et environnementales de culture,
- les procédés industriels utilisés lors de la transformation des graines.

La plus grande quantité d'isoflavones se trouve dans le germe, entre 2 à 3%. Néanmoins, les cotylédons en constituent aussi une partie mais avec une quantité très faible. Ceci prouve que la concentration d'isoflavones dans la graine de soja varie considérablement d'une fraction à une autre [19].

I.6.4 Activité antioxydante des isoflavones du soja

Récemment, les bienfaits des isoflavones sur la santé humaine ont été l'objet d'une multitude de recherches. Le tableau suivant nous résume les activités, les propriétés des isoflavones de soja déjà prouvées actuellement par des chercheurs.

Tableau 1: Activités des isoflavones sur la santé humaine

Molécules responsables	Propriétés/Activités	Références
Génistéine	Anticancéreuse (contre le cancer du sein)	Zava D, et Duwe G. (1997) [23]
Isoflavones	Protègent contre les problèmes de prostate	Messina M. et Barnes S. (1991) [24] Messina M, et al (1994) [25]
Génistéine	Diminue les troubles liés à la ménopause	Drapier-Faure <i>et al.</i> , (2002) [26]
Isoflavones associés ou non aux protéines du soja	Maladie cardiovasculaire (Hypercholestérolémie)	Anderson et al. 1995 [27]
Génistéine et β-conglycinine, equol,...autres métabolites	Antioxydant	Hodgson <i>et al.</i> , (1996) [28] Alezandro et al. (2011) [29]

I.7 Facteurs antinutritionnels du soja : [30]

Nombreux ouvrages ont mentionné que la graine de soja contient des éléments indésirables pour le corps humain. Il s'agit notamment de :

- l'antitrypsine : un inhibiteur de trypsine qui empêche la digestion des protéines.
- les hémagglutinines (lectines): ce sont des mucoprotéines qui agglutinent les globules rouges, provoquant une inhibition de la croissance.
- Les goitrigènes et les régimes anti-vitaminiques.

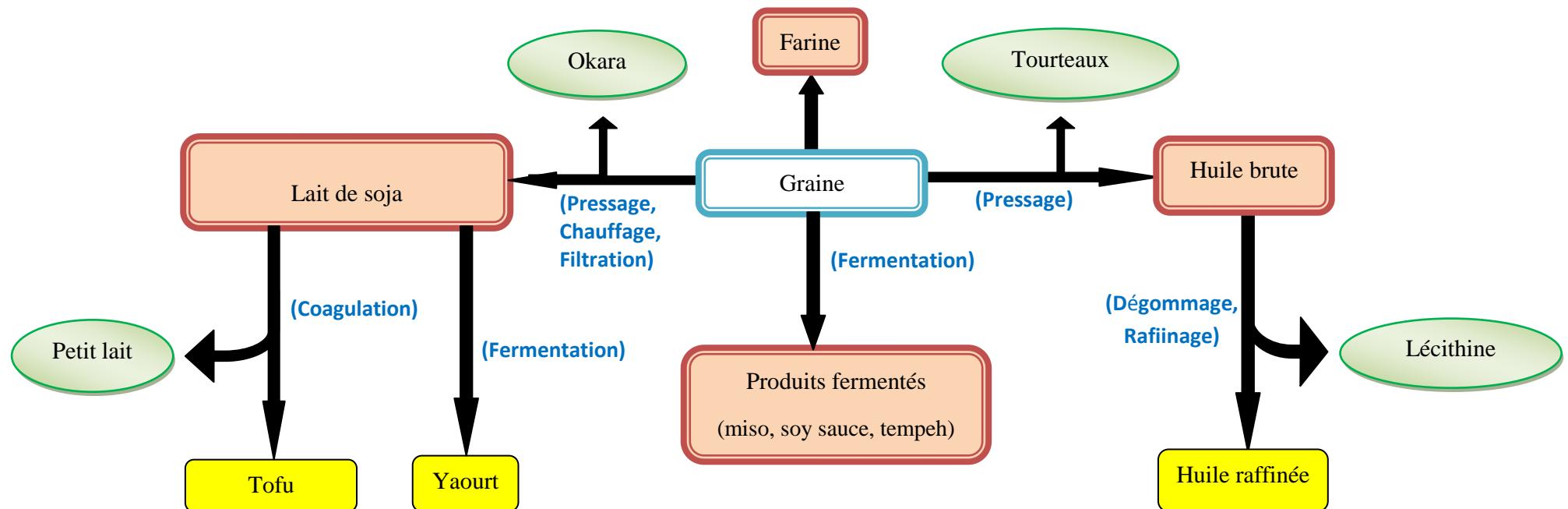
Heureusement, tous ces facteurs antinutritionnels sont facilement inhibés grâce à la température, ils sont thermolabiles.

I.8 Produits de transformation du Soja : [31]

Le soja est cultivé pour ses innombrables bienfaits qui se trouvent dans les graines. Ces dernières sont les sources de multitudes de produits pour usages alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques.

Auparavant, c'est-à-dire dans les années 90, les gammes de produits à base de soja étaient un peu restreintes. En effet, la plupart des productions étaient destinées à l'alimentation animale (tourteaux) et humaine (huile). Néanmoins, d'autres industries l'employaient aussi pour la fabrication de peinture.

De nos jours, l'utilisation de soja s'appliquent dans de nombreux domaines, surtout ceux dans les Industries Agricoles et Alimentaires. On peut obtenir de nombreux produits en partant des graines de soja comme le montre la figure 6, page 11.

Figure 6: Produits dérivés du soja

Source : (HUBERT, 2006)

I.8.1 Le lait de soja

a- Définition

Le lait de soja appelé aussi « *tonyu* » est un produit connu depuis plusieurs siècles en Chine vers le XVII^e Siècle, contrairement à Madagascar, un produit qui ne fait que commencer à prendre place sur le marché local. Le « *tonyu* » est un liquide de couleur blanche, opaque, exempte de toutes impuretés, issu de la graine de soja. Il contient tous les éléments nutritifs que l'on peut trouver dans la graine de soja.

b- Technique de fabrication du *Tonyu* : [32]

Traditionnellement, la production de lait de soja part des graines sèches. La méthode consiste à tremper les graines déjà triées dans de l'eau froide 4°C, pendant 12h. Ainsi les graines vont absorber un grand volume d'eau d'environ 2 à 3 fois leur masse. Après le trempage, les graines sont lavées avec de l'eau froide pour éliminer la texture gluante puis elles sont broyées. Pendant l'opération de broyage, une adjonction d'eau est effectuée. Par la suite, on obtient un jus blanc avec des résidus solides. Pour récupérer le jus qui n'est autre que le lait de soja, on procède à une filtration à travers un tissu. Le lait ainsi obtenu est porté à l'ébullition pendant quelques minutes, puis refroidi immédiatement. Le résidu solide s'appelle *Okara*.

c- Comparaison du lait de vache et du lait de soja

Le lait de soja se diffère complètement du lait d'origine animale, aussi bien du point de vue sensorielle que nutritionnelle. Le « lait de soja » est riche en acides gras insaturés, les protéines majeures sont les globulines. Par contre, le lait est riche en acides gras saturés avec des protéines dont 80% sont représentées par les caséines [33]. Malgré leur différence, le « lait de soja » est une bonne source de protéine, de plus l'absence de lactose lui offre un produit alternatif pour les personnes qui ont une intolérance en lactose. Réputé pour ses valeurs nutritives, ses innombrables bienfaits, avec un prix abordable, le lait de soja peut substituer le lait de vache [34]. Néanmoins le lait de soja contient des facteurs antinutritionnels, mais facilement inhiber par un bon traitement thermique.

Suivant les procédés de fabrication : type de coagulant, quantité d'eau et l'espèce de soja utilisée, la composition chimique du lait de soja peut varier significativement. De ce fait on ne peut donner que des valeurs moyennes sur ces constituants (tableau 2, page 13).

Tableau 2: Composition du lait de soja et comparaison avec le lait de vache (données en %)

Composants	Lait de soja	Lait de vache
Eau	92	90
Protides	3,7	3,5
Lipides	2,1	3,8
Glucides	1,4	0,5
Calcium	0	0,13

Source : (AFSSA, 2008)

I.8.2 Le Tofu

a- Définition

Le « *tofu* » est un produit traditionnel à base de soja, riche en protéine. C'est un aliment qui a une valeur nutritive élevée, renfermant de nombreux nutriments (cf. annexe 1), pouvant ainsi remplacer les produits d'origine animale comme les viandes et les œufs.

b- Origine et historique : [36]

Le *tofu* est un aliment végétal d'origine asiatique. En Chine et au Japon il est consommé depuis très longtemps. Généralement, le *tofu* a un goût neutre, de ce fait il se combine facilement avec les aliments.

c- Fabrication générale du *tofu* :

La transformation du lait de soja en *tofu* est un procédé complexe, nécessitant une maîtrise parfaite des techniques de fabrication. C'est une préparation asiatique (en Chine et au Japon), obtenue en faisant coaguler le lait de soja avec du coagulant. Selon le choix du fabricant, ce dernier peut être soit du sel coagulant (sulfate de calcium, chlorure de calcium, sulfate de magnésium, chlorure de magnésium,), de l'acide acétique, ou du vinaigre [37]. Chacun de ces coagulants confère au *tofu* des caractéristiques différents, aussi bien du côté sensoriel que nutritionnel [38]. Après la coagulation du lait, la masse coagulée est filtrée, séparant ainsi le caillé du petit lait. Le caillé est par la suite pressé dans des moules pour réduire la quantité de petit lait, et lui confiner sa forme définitive.

Généralement, les tofus se fabriquent de la même façon. Cependant, la teneur en eau, le type et la concentration du coagulant ainsi que la quantité de petit lait soutiré définissent le type du *tofu* [39]. Ainsi, on peut distinguer trois types de *tofu* suivant leur consistance : le *tofu* mou, le *tofu* ferme et le *tofu* dur [40]. Le plus souvent, le *tofu* se présente sous forme d'une petite brique de couleur blanche.

I.9 Sous-produit de la fabrication du tofu : *Tofu Whey*

Le petit lait de soja ou *Tofu Whey* est un liquide jaunâtre, issu de la fabrication du tofu après la coagulation du lait par des agents coagulants. C'est un sous produit obtenu en grande quantité lors de la transformation du soja en tofu. Du fait de son caractère à s'altérer très vite, le petit lait pose un problème pour l'industrie et l'environnement [41].

- Constituants du petit lait :

Le petit lait renferme encore de nombreux nutriments comme les carbohydrates, les acides aminés essentiels, favorables pour le développement cellulaire [42]. Par contre, le petit lait a une teneur en eau très significative, de ce fait, il est hautement périssable [43],[16]. Sa conservation est donc une opération ultime, et même vitale afin de soutirer les apports bénéfiques qu'il peut donner.

PEÑAS et al. [2] affirment que le petit lait est aussi une bonne source de protéine et contient des isoflavones et des oligosaccharides, qui sont les substances bioactives présentes dans la graine de soja. Cette abondance en protéine est prouvée par Smith et al. (1962) [44], ils trouvent que le petit lait contient en moyenne 4.3 mg de protéine/ml. Le tableau suivant montre les différents constituants du petit lait,

Tableau 3: Constituants du petit lait en pourcentage

Constituants	Quantité en %
Protéines brutes (Nx6.25)	12.0
Sucrose	24.7
Stachyose	16.6
Raffinose	3.7
Minéraux	23.0
Acides aminés, peptides, autres composés organiques	20.0

Source : (GOLDSMITH et al. 1971)

Suivant la technique de coagulation du lait, on peut classer le petit lait en deux:

- le petit lait doux : obtenu après emprésurage du lait, c'est-à-dire par voie enzymatique. Son pH varie entre 5,7 à 6,5.
- le petit lait acide : obtenu par acidification, avec un pH variant entre 4-5.

- Etudes récentes sur le *Tofu Whey* :

Dans la production de tofu, les industries génèrent une grande quantité de petit lait, sans aucune alternative pour sa valorisation. De ce fait de nombreuses études se sont focalisées sur l'activité et l'utilisation du petit lait. Récemment, MANOJ (2014) [42] utilise le petit lait comme milieu de culture pour la production de *Lactobacillus.casei* - NCDC 012. Cette étude a pu aboutir à des résultats satisfaisants.

Actuellement, la recherche sur le pouvoir antioxydant du petit lait de soja est la plus étudiée. DU Xin et al. (2013) [46] et Silvia Benedetti et al. (2015) [3] ont pu démontrer que le petit lait de soja non-fermenté présente un pouvoir antioxydant. Néanmoins son activité est plus faible comparée à celle du petit lait fermenté par des bactéries (*Lactobacillus acidophilus*). L'activité antioxydante du petit lait de soja est sûrement liée aux isoflavones. Plus ces substances bioactives sont présentes en grande quantité dans le sous-produit, plus l'activité antioxydante augmente [3],[17].

II. Généralités sur les crèmes et laits

II.1 Définition de quelques termes

Par définition on entend par produit cosmétique : « toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue exclusivement ou principalement de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles et/ou de les protéger ou les maintenir en bon état » [47].

D'après cette définition, on en déduit que les crèmes et laits font partie des produits cosmétiques. En effet « les crèmes et les laits corporels sont des préparations dermatologiques multiphasiques, comprenant au moins deux phases liquides non miscibles: une phase hydrophile ou aqueuse et une phase lipophile ou grasse » [48]. Ce sont des émulsions, c'est-à-dire une dispersion d'un liquide fragmenté en fines gouttelettes de l'ordre de 1 à 10 micromètres dans un autre liquide, non miscibles mais maintenues en équilibre stable grâce à un émulsifiant [49].

II.2 Constituants principaux des laits et crèmes : [50],[51]

Les crèmes et laits sont des préparations complexes. Ils sont constitués par plusieurs éléments : l'excipient, un ou plusieurs principes actifs, des adjuvants, des additifs.

a) **Excipient :**

En général, il est constitué par de l'eau déminéralisée et d'huiles (minérales ou végétales). Leur teneur varie considérablement d'un produit à l'autre. L'excipient joue un rôle très important dans la formulation de laits et crèmes. Grâce à ces excipients, les principes actifs peuvent traverser facilement les barrières protectrices de la peau. L'excipient entre aussi dans la présentation finale du produit fini. Dans certains cas, il peut aussi jouer le rôle d'actif, dépendant de sa propriété.

b) **Actifs :**

Ce sont des substances d'origine naturelle ou chimique, dotées d'une ou plusieurs activités bien déterminées. Ils sont utilisés en faible quantité dans les produits cosmétiques. Ces substances agissent en profondeur, nécessitant un support bien approprié pour que l'actif atteigne parfaitement son cible.

c) **Adjuvants :**

Leur rôle principal est d'améliorer, de favoriser l'action de l'excipient et du principe actif. Nombreux sont les adjuvants utilisés dans la formulation de crèmes et laits, mais chacun a son propre rôle et ses caractéristiques. Le tableau 4 dans la page 17 nous donne quelques exemples de ces adjuvants avec leur rôle respectif.

d) **Additifs :**

Ils sont le plus souvent facultatifs, mais indispensables dans le cas d'une émulsion (crèmes et laits). Utilisés en faible quantité, ils peuvent augmenter la durée de conservation (conservateurs), améliorer la couleur (colorants), améliorer la stabilité (antioxydants), apporter une odeur spécifique (parfums).

Tableau 4: Exemple d'adjuvants utilisés dans la formulation d'émulsion

Adjuvants	Rôle	Exemple
Agents viscosants (gélifiants ou épaississants)	empêchent la sédimentation ou le crémage sous l'effet de la pesanteur	chlorure de sodium, cire, agar agar, diéthanolamine, gomme xanthane, polymères de l'acide acrylique
Ajusteurs de pH	permettent de corriger le pH	acide tartrique, acide citrique, acide sorbique, carbonate de calcium
Humectants	empêchent l'évaporation de l'eau, donc hydratent la peau	Glycerol
Tensioactifs (émulsifiants)	diminuent la tension de surface entre les deux phases liquides, en formant un film autour des gouttelettes dispersées	laurylsulfate de sodium et laurylsulfate de triéthanolamine

II.3 Caractéristiques des crèmes et laits

Généralement, les laits et crèmes comportent deux phases. Mais en réalité, lors de la conception, il existe trois phases bien distinctes qui sont :

- La phase aqueuse : elle rassemble les produits hydrophiles, solubles dans l'eau et qui sont thermostables (environ 75°C). En moyenne elle représente 60 à 85% du poids des ingrédients.
- La phase huileuse : il s'agit des ingrédients huileux et autres produits liposolubles. Les ingrédients qui entrent dans la phase huileuse ne doivent pas être sensibles à la température, afin de garder leurs propriétés, (environ 10 à 15% de la formulation).
- La phase à froid : elle regroupe les ingrédients thermolabiles notamment : les vitamines, les huiles essentielles, et les autres actifs, (pas plus de 15% de la formulation).

II.4 Les différents types d'émulsions

Les crèmes et les laits peuvent être classés en deux types : les émulsions simples et les émulsions multiples.

II.4.1 Emulsions simples : [52]

Une émulsion simple est un système constitué par deux liquides non miscibles et d'un surfactant. L'un de ces liquides est dispersé sous forme de fines gouttelettes dans l'autre liquide. Suivant la nature de la phase continue, lipophile ou hydrophile, on distingue deux types d'émulsions simples (figure 7).

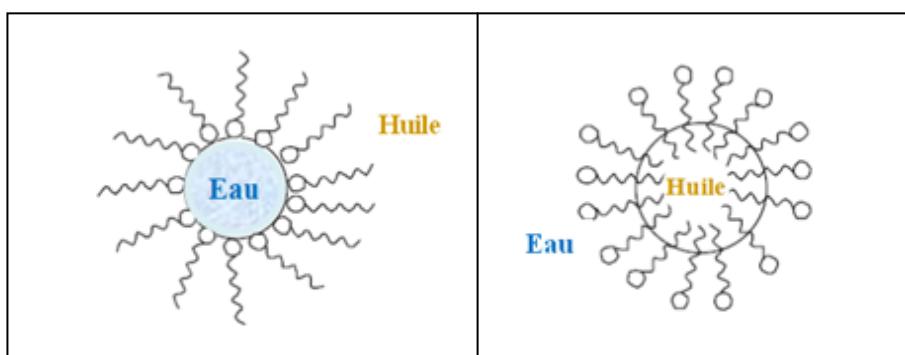
a) L'émulsion Eau dans Huile (E/ H) :

Pour l'émulsion de type E/H, la phase externe est l'eau. La taille de cette phase, dispersée dans l'huile est de l'ordre de 1um. Ce type d'émulsion est surtout utilisé pour la formulation de crèmes.

b) L'émulsion Huile dans Eau (H /E) :

Pour ce type d'émulsion, la phase interne est représentée par l'huile. La taille des particules huileuses dispersées dans l'eau varie entre 1um à 100um.

Figure 7: Structure des deux types d'émulsion simple



Source : (MADAAM et al. 2014)

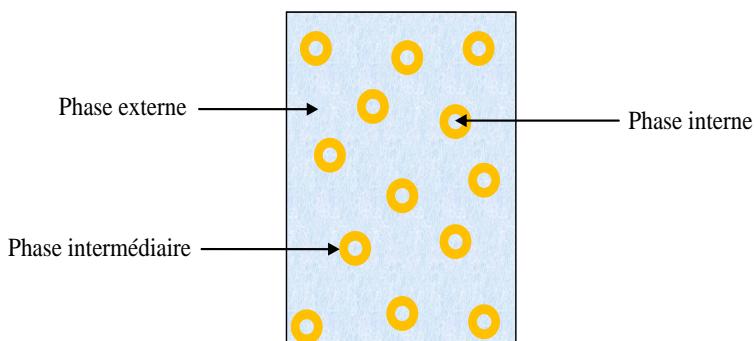
II.4.2 Les micro-émulsions : [53]

En 1982 De Gennes et Taupin définissent que "Les micro-émulsions sont des mélanges d'eau, d'huile et d'amphiphile qui forment une phase unique à l'équilibre thermodynamique, au lieu de se séparer en une phase aqueuse et une phase huileuse" [54]. Elles font partie des émulsions simples, mais la différence se situe au niveau de la taille des particules dispersées. En effet, ces dernières sont si fines, de l'ordre de 10 et 100 nanomètres, qu'elles paraissent solubilisées dans la phase aqueuse. Les micro-émulsions sont des systèmes thermodynamiquement stables.

II.4.3 Les émulsions multiples

Selon la définition de TUAREZ [55] et RAJESH et al. [56], une émulsion multiple est une émulsion d'émulsion ou de dispersion d'une émulsion dans une phase dispersante. Comme le montre la figure suivante, une émulsion multiple comporte trois phases: interne, intermédiaire et externe.

Figure 8: Structure d'une émulsion multiple



Source : (TUAREZ, 2010)

Comme dans le cas d'une émulsion simple, on distingue aussi deux types d'émulsions multiples [56].

a) Emulsion de type Eau/Huile/Eau (E/H/E)

La première émulsion est de type eau dans huile, nécessitant un tensioactif de HLB faible. Cette émulsion constituera la phase interne de la deuxième émulsion de type huile dans eau. Cette fois-ci l'émulsifiant aura une HLB plus forte (hydrophile).

b) Emulsion de type Huile/Eau/Huile (H/E/H)

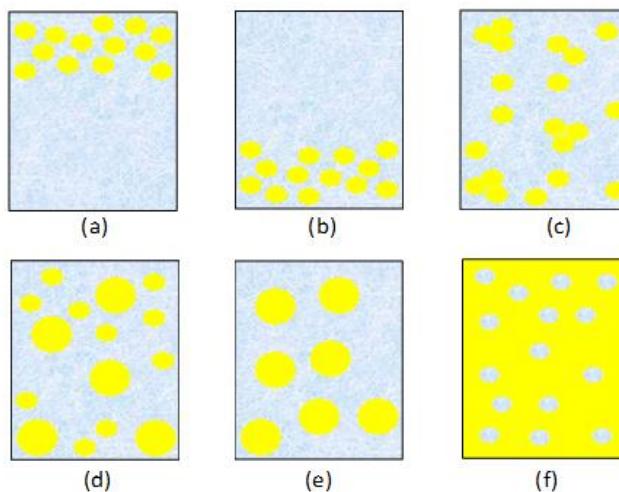
Ici la phase dispersée n'est autre que l'émulsion huile dans eau. Cette dernière sera dispersée en fine gouttelettes dans l'huile pour former la deuxième émulsion. Thermodynamiquement parlant, une émulsion multiple est instable du fait de sa structure complexe [57].

II.5 Phénomènes de déstabilisation des émulsions [50],[55],[58]

La déstabilisation des émulsions peut se présenter sous plusieurs formes : le crémage, la sédimentation, la flocculation, la coalescence ainsi que le mûrissement d'Ostwald (tableau 5, figure 9, page 20).

Tableau 5: Phénomènes de déstabilisation des émulsions

	Type de déstabilisation	Caractéristiques	Figure correspondant
Phénomène réversible par une simple agitation	le crémage	Présence de deux phases bien distinctes (densité dispersée > densité continue)	(a)
	la sédimentation	Séparation des deux phases, présence de sédiment au fond (densité dispersée < densité continue)	(b)
	la flocculation	Formation d'agglomérats par regroupements de certaines gouttelettes sans séparation des deux phases	(c)
Phénomène irréversible	la coalescence	Formation d'une ou plusieurs gouttes de grosse taille	(d)
	Le murissement d'Ostwald	Augmentation de la taille des gouttes	(e)
	L'inversion de phase	-	(f)

Figure 9: Différentes formes d'instabilités d'une émulsion

Source: (GUERY, 2006).

DEUXIEME PARTIE

MATERIELS ET METHODES

A] Amélioration du procédé de fabrication du tofu

I. Matériels pour la fabrication du tofu

Les matériels nécessaires à la fabrication du tofu sont de deux sortes :

- les consommables
- les matériels de transformation et d'analyses.

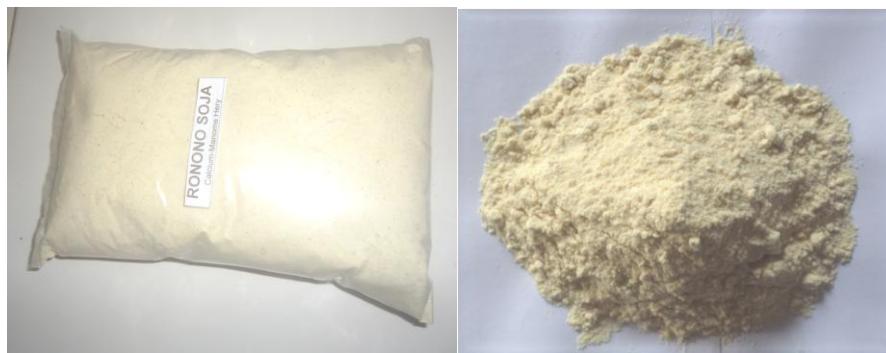
I.1 Les consommables

- Soja :

Le matériel végétal utilisé pour la fabrication du tofu est composé essentiellement de poudre de soja et d'eau. La variété de soja utilisée n'est pas précisée dans cette étude, vu que la poudre est achetée directement sur le marché d'Anosibe, Antananarivo. Néanmoins, l'origine du soja est connue, cultivé dans la partie Moyen-Ouest de Madagascar, commune Manalalondo, dans la région d'Itasy.

Le choix a été fixé selon les critères suivants : facilité d'emploi, gain de temps. La poudre de soja est conditionnée dans des sachets transparents de 500g dont le prix s'élève à 1000 Ariary (photo 1). Selon les vendeurs, les poudres de soja peuvent être conservées pendant une période assez longue entre 1 à 2 ans selon leurs conditions de conservation.

Photo 1: Poudre de soja



Source : Auteur

- **Eau :**

L'eau est un ingrédient essentiel pour obtenir le lait de soja. Elle doit être limpide, potable et propre à la consommation humaine pour obtenir un produit de bonne qualité, aussi bien du point de vue organoleptique que microbiologique. Au cours de cette étude, nous avons utilisé l'eau de la JIRAMA.

- **Vinaigre :**

Fabriqué par l'entreprise TAF de degré acétique 6%, le vinaigre est incolore, limpide avec une odeur forte. Il est conditionné dans des bouteilles en PET, transparentes de 1l. Le vinaigre joue le rôle de coagulant.

- **Huile alimentaire :**

Pour former la croûte, l'huile est une bonne matière première pour faire sortir cette texture. Dans la présente étude, on a utilisé l'huile de tournesol, disponible sur la plupart des marchés.

- **Sel de table:**

Il se présente sous forme de poudres, conditionnées dans des sachets plastiques transparents. Dans la fabrication du tofu, le sel joue le rôle d'assaisonnement mais à la fois de conservateur.

- **Baie rose : [59], [60], [61]**

Elle appartient à la famille des Anacardiacées ou Térébinthacées, du genre *Schinus* et de l'espèce *Terebinthifolius*. C'est un condiment à saveur piquante, il améliore le goût et l'odeur du tofu. En outre, la baie rose sert aussi à conserver. En effet, les recherches scientifiques ont pu aboutir à des résultats satisfaisants sur les différentes activités que possèdent les graines. Il a été démontré que l'huile essentielle contenue dans les fruits de *S. terbinthifolius* présente une activité antioxydante. Selon DEGASPARI et al. (2005) [62], une activité bactériostatique de l'extrait alcoolique du fruit était constatée sur certains germes pathogènes (*Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*).

I.2 Matériels de transformation de la poudre de soja en tofu

La fabrication du tofu ne nécessite pas de matériels trop sophistiqués. Cependant il importe quand même d'avoir des matériels de base comme le récapitule le tableau 6 suivant.

Tableau 6: Matériels pour la fabrication du tofu

Matériels	Fonction
Entonnoir en plastique	Filtration du petit lait
Coton	
Balance de précision sensible au 10^{-2} prés	Pesage des ingrédients afin d'obtenir des résultats bien fiables et reproductibles
Marmite en inox	Extraction du lait (cuisson)
Four électrique	Cuisson
Tissu en coton	Filtration du lait de soja
Récipient en plastique	Récupération du lait de soja filtré
Cuillère	Mélange
Pipette graduée	Mesure du coagulant nécessaire à la formation du caillé
Moule en plastique	Moulage
Etuve	Formation des croûtes

I.3 Matériels d'analyses

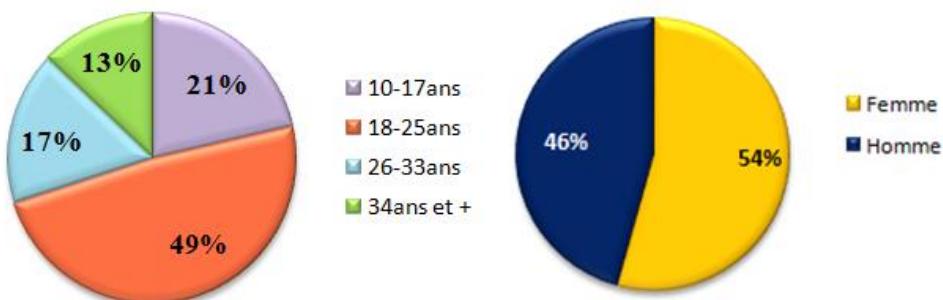
L'échantillon de tofu est analysé auprès du laboratoire de microbiologie de l'HOMEOPHARMA. Les matériels de laboratoire utilisés lors de l'analyse microbiologique peuvent être classés en trois groupes : les verreries, les petits matériels et les gros matériels (tableau 7, page 24).

Tableau 7: Matériels de laboratoire pour l'analyse microbiologique du tofu

Les petits matériels	Les gros matériels
<ul style="list-style-type: none"> - Balance de précision - chauffe ballon - Vortex - Bec bunsen - Spatule - Anse d'ensemencement 	<ul style="list-style-type: none"> - Etuve - Autoclave
Les verreries	
Cristallisoirs, ballon à fond plat, pipettes, erlen Meyer, bêchers, burettes graduées, tubes à essais, fiole jaugée, boîte de pétri.	

I.4 Panelistes pour l'analyse sensorielle

Au total, 70 sujets ont participé à l'évaluation sensorielle du tofu, dont voici leurs profils selon l'âge et le sexe (figure 10). Presque la moitié des évaluateurs proviennent de l'Institut Supérieur Protestant Paul Minault (ISPPM).

Figure 10: Profils des sujets selon l'âge et le sexe

Source : Auteur

Les sujets sont sélectionnés selon les critères suivants :

- Âgés plus de 10 ans
- Sans problèmes de respiration (exemples : sinusites, rhume)
- Bonne capacité visuelle
- Sérieux ou sérieuses

Les autres matériels nécessaires pour la réalisation de ce test est résumé dans le ci-dessous :

Tableau 8: Matériels d'analyse sensorielle

Matériels	Quantité
Verre à jeter	70 pièces
Assiette en plastique	70 pièces
Mouchoir à jeter	70 pièces
Eau	3 bouteilles de 1l
Pomme (fruit)	4Kg

Source : Auteur

II. Description du procédé pour la fabrication du tofu

Les différentes techniques et méthodes seront détaillées dans cette partie. La fabrication du tofu se divise en deux grandes étapes : l'extraction du lait de soja et le caillage.

II.1 Première étape : Extraction du lait à chaud

- **Le pesage :**

C'est une opération très simple, mais nécessite le plus de précision possible pour ne pas fausser les résultats. Les poudres sont pesées à l'aide d'une balance de précision.

- **Cuisson :**

Elle dure entre 45 et 60 minutes en moyenne. La cuisson se fait dans une marmite en inox, chauffée directement sur un four électrique. Durant la cuisson, il faut remuer de temps en temps le mélange (poudre et eau) à l'aide d'une cuillère, pour éviter que les poudres se collent au fond de la marmite, donnant ainsi une odeur et un goût désagréable (odeur de brûlée), mais aussi pour éliminer l'odeur de haricot. Le mélange est chauffé jusqu'à l'ébullition. La cuisson continue jusqu'à ce qu'on obtienne une consistance de lait avec apparition de voile sur la surface.

Tout de suite après la cuisson, la marmite contenant le lait non filtré est plongée dans une cuvette remplie d'eau froide jusqu'à la moitié. Cette opération dure 5 minutes environ. Le refroidissement est nécessaire pour limiter la prolifération des bactéries thermophiles susceptibles d'être présentes dans le lait.

- **Filtration :**

La filtration se fait à l'aide d'un tissu en coton. Ainsi le lait de soja est séparé des résidus « *Okara* », utilisés récemment pour fabriquer du farine infantile [63]. Ensuite le lait est transvasé dans une autre marmite bien propre. Pour recueillir le maximum de lait, il faut bien presser le tissu.

II.2 Deuxième étape : Caillage par acidification

- **Chauffage et coagulation :**

Pour faciliter, accélérer la coagulation des protéines, le lait est préalablement chauffé. Lorsque la température de chauffe est atteinte, le coagulant est ajouté. Une légère agitation est nécessaire pour que le coagulant s'incorpore bien dans le lait. Après quelques secondes, des précipités blancs apparaissent, ce sont les caillés qui se forment. A ce stade, on laisse le mélange au repos, le temps que les caillés se décantent au fond du récipient. Différents essais ont été effectués afin d'optimiser les paramètres de coagulation. Deux facteurs ont été mis en jeu : la température de chauffe et la quantité de coagulant.

Photo 2: Lait de soja coagulé



Source : Auteur

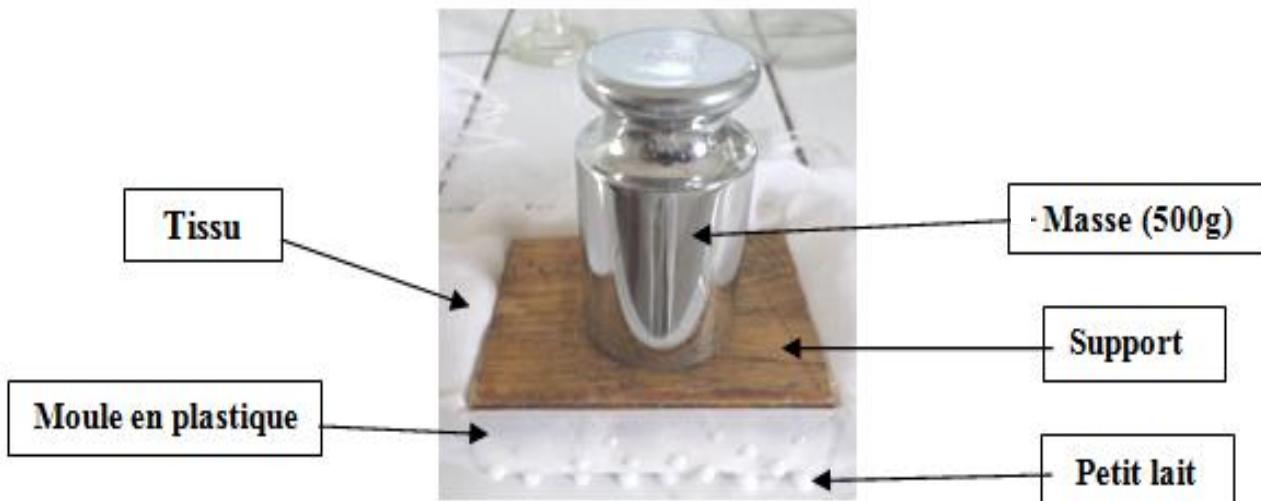
- **Filtration et assaisonnement :**

La décantation terminée, la filtration sur le tissu peut être réalisée facilement. La filtration consiste à séparer le caillé du petit lait. Lorsque le caillé est filtré, les autres ingrédients peuvent être incorporés, mélangés, notamment, le sel de table ainsi que les graines de baie rose préalablement concassées. Les tests sensoriels ont permis de déterminer les quantités optimales de sel et de baie rose.

- **Moulage et Pressage :**

Pour éliminer le maximum de petit lait et donner une forme définitive au tofu, le caillé est mis en moule. Ainsi, on exerce une pression au dessus pendant quelques minutes (photo 3)

Photo 3: Tofu pressé



Source : Auteur

- **Démoulage :**

Cette opération consiste à retirer le tofu du moule. Elle est effectuée soigneusement pour ne pas briser le tofu encore très tendre et facilement brisable.

- **Obtention des croûtes ou croûtage :**

L'objectif est d'obtenir des croûtes bien homogènes tout autour du tofu, vu qu'elles favorisent la conservation et améliorent la texture. La croûte a été obtenue par la technique décrite par RABETSIRA S. (2015) [64], mais avec une modification au niveau de la température et de la durée. Après induction d'huile sur toutes les surfaces du tofu, nous l'avons porté à l'étuve pendant 15min à 150°C.

- **Conditionnement :**

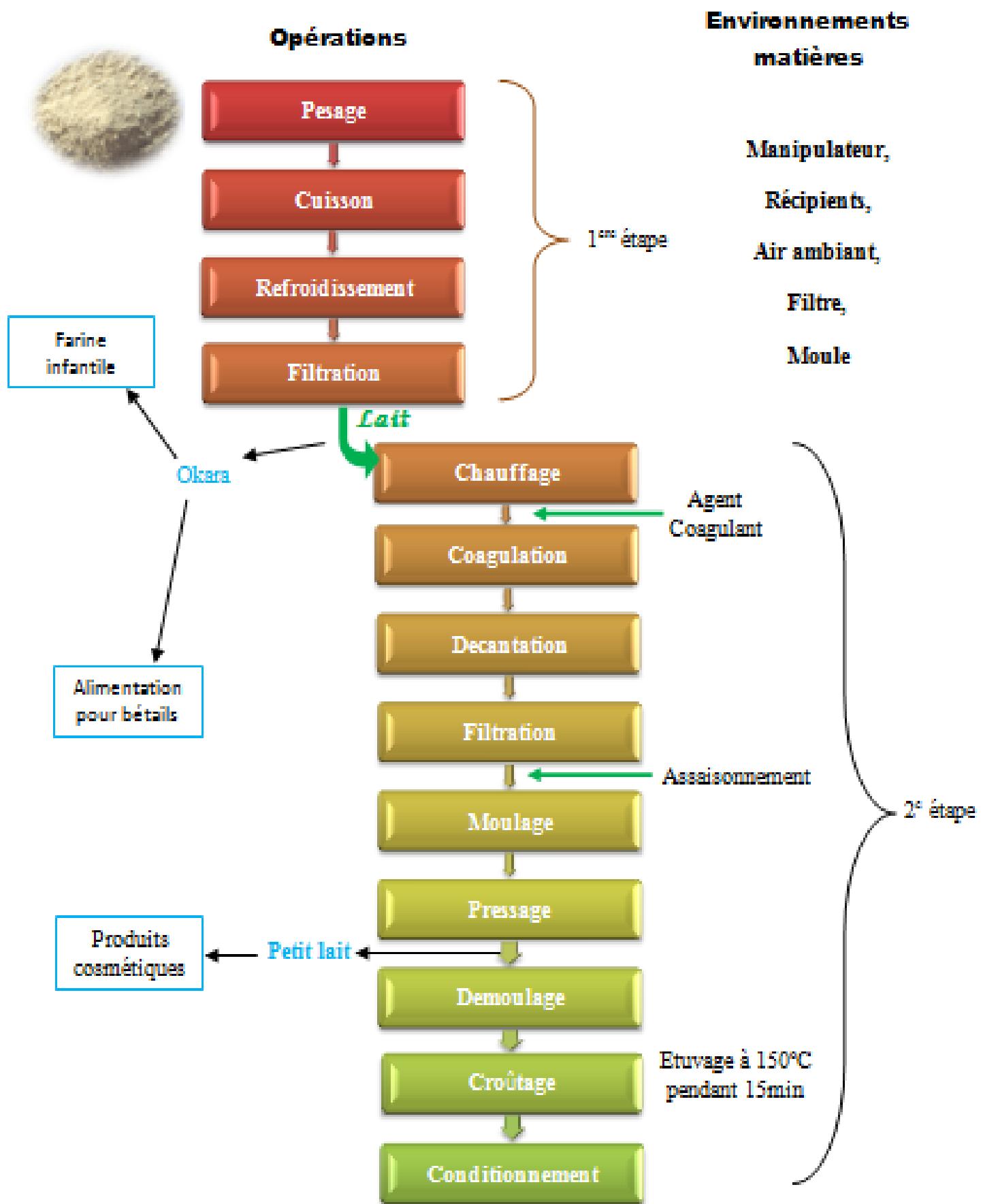
Le tofu est conditionné en petites briques et mis en emballages plastiques, transparents, étiquetés (photo 4). Le tofu se conserve dans un réfrigérateur. Maintenu à 4°C, il peut être conservé pendant quelques semaines. Le résumé du procédé de fabrication du tofu est illustré par la figure 11, page 29.

Photo 4: Tofu étiqueté et emballé



Source : Auteur

Figure 11: Diagramme de fabrication du tofu et ses environnements matières



III. Analyses et test du produit fini

III.1 Analyse microbiologique du tofu

L'analyse microbiologique est une technique permettant d'évaluer la qualité d'un produit afin d'assurer la sécurité des consommateurs. D'un côté, il s'agit de dénombrer les germes susceptibles d'être présentes dans le tofu, et de l'autre côté d'identifier la présence de germes pathogènes.

Pour ne pas fausser le résultat, l'échantillon analysé doit être représentatif du lot. Les différents germes analysés comprennent *Staphylocoques coagulase positive*, Coliformes totaux, Salmonelles, Microorganisme à 30°C.

III.2 Analyse sensorielle

III.2.1 Définition et Objectifs

L'analyse sensorielle du tofu représente l'ensemble des méthodes, des outils qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques de ce produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes de sens de l'être humain : la vue, l'odorat et le goût. Dans le présent ouvrage quatre tofus sont analysés. La différence se situe au niveau de la quantité de baie rose incorporée (tableau 9).

Tableau 9: Code des échantillons de tofu lors de l'analyse sensorielle

Echantillon	Code de l'échantillon	Quantité de baie rose
1	327	0%
2	512	1%
3	751	1.5%
4	832	2%

Notre objectif est de :

- définir les caractères organoleptiques,
- mesurer la préférence des consommateurs,
- classer les quatre tofus selon les préférences des sujets,

III.2.2 Déroulement du test

L'analyse sensorielle a été divisée en trois étapes:

- **L'analyse descriptive :** Les quatre échantillons de tofu sont présentés simultanément devant chaque sujet avec une fiche de dégustation ou questionnaire (cf. annexe 3). Le test commence par une description générale des tofus, de l'extérieur vers l'intérieur (couleur, épaisseur et surface de la croûte, ensuite couleur, saveur, homogénéité, consistance, odeur et arôme de la pâte).
- **L'analyse hédonique :** elle consiste à évaluer la préférence des consommateurs. L'objectif est donc de savoir si les sujets aiment ou non les tofus. Pour cela, les sujets sont amenés à déguster les échantillons de tofu, en donnant leur préférence sur une échelle structurée de 1 à 5 (cf. annexe 4).
- **Test de classement :** Après l'analyse hédonique, les sujets classent les quatre tofus selon leur ordre de préférence (1 : (aimé) à 4 : (moins aimé)).

Pour l'examen gustatif, la dégustation se fait de gauche vers la droite. Et après chaque bouchée, le sujet doit neutraliser sa bouche en mangeant de la pomme et faire un rinçage avec de l'eau.

III.2.3 Traitement des données

Pour mieux compiler les résultats obtenus, il a fallu adopter les logiciels suivants :

- *EXCEL* : la plupart des données ont été rassemblées dans ce logiciel. Il a permis d'effectuer différents calculs et comparaisons. Néanmoins, il ne pouvait traiter qu'une partie de notre travail.
- *XL STAT 8.0* : grâce à ce logiciel, il est possible de bien décrire la différenciation des produits analysés. Il s'agit principalement de l'ANOVA, le Test LSD Fisher et l'ACP.

Le tofu le plus apprécié sera soumis au test de conservation et sera comparé avec le tofu ordinaire.

III.3 Détermination approximative de la durée de conservation du tofu

Il a été cité dans le premier chapitre de ce travail que la baie rose ainsi que les croûtes participent à la conservation du tofu. Pour vérifier cette activité, nous avons effectué un test sur deux tofus ayant subi le même procédé de fabrication. Le premier tofu contient de la baie rose à 1%, du sel de table à 2.5% avec une surface bien croûtée. Tandis que l'autre est un tofu ordinaire, c'est-à-dire ne contenant ni sel ni autres ingrédients. L'évaluation s'est reposée sur les critères suivants : couleur, odeur, dureté, absence de moisissure ou non.

Mode opératoire :

- a. Les deux échantillons sont placés dans deux boîtes transparentes, fermées hermétiquement. Puis ils sont réfrigérés à 4°C dans un réfrigérateur. Chaque jour, des suivis sont effectués sur les tofus.
- b. L'autre test consiste à reposer les deux échantillons à l'air libre et à température ambiante, sans être emballés. Comme pour le test précédent, le suivi est effectué tous les jours.

B] Valorisation du Tofu Whey en cosmétique: Essai de formulation de crèmes et laits

I. Matières premières et matériels de transformation

I.1 Matières premières pour la fabrication des émulsions

Les matières premières nécessaires à la fabrication de crèmes et laits sont constituées majoritairement par le petit lait, la glycérine et l'huile. Cependant d'autres produits sont aussi utilisés pour stabiliser et améliorer la texture et l'odeur du produit.

➤ **Petit lait de soja ou Tofu Whey :**

Ingrédient naturel contenant des éléments nutritifs et des substances bioactives, le petit lait est utilisé majoritairement dans les deux formulations (crème et lait). Lors de cette étude, le *Tofu Whey* utilisé provient des essais effectués durant la première étape de ce travail c'est-à-dire au cours de la mise au point de la fabrication du tofu. Le *Tofu Whey* joue le rôle d'actif mais aussi d'excipient (phase aqueuse).

Pour obtenir des résultats fiables et exploitables, le petit lait utilisé pour la formulation de lait et crèmes provient toujours du même tofu. Les propriétés du petit lait utilisé lors de la formulation sont les suivantes :

- Couleur : jaune clair
- Odeur : acide, soja (faible)
- Limpidité : limpide
- pH :]5 - 6[

La photo ci-dessous nous montre l'aspect du petit lait de soja utilisé dans la formulation de la crème et du lait.

Photo 5: Petit lait de soja



Source : Auteur

➤ **Glycérine** :

C'est un produit naturel obtenu par hydrolyse d'huiles végétales. La glycérine se présente sous forme de liquide, visqueuse, limpide, inodore et incolore. Elle est considérée comme étant un agent hydratant. Grâce à son affinité et sa capacité à retenir l'eau, elle améliore l'aspect de la peau (éclat, souplesse, lisse). L'utilisation de la glycérine ne court aucun danger, vu que celle-ci ne présente aucun risque pour la peau. Elle s'incorpore facilement avec les autres ingrédients [63].

➤ **Huile** :

Nous avons utilisé l'huile de tournesol, constituant majeur de la phase aqueuse. Elle convient parfaitement pour la formulation de crèmes et laits avec son odeur neutre. La plupart de type de peau supporte très bien cette huile.

➤ **Gélifiants/épaississants et émulsifiants :**

En moyenne ils représentent 11.5% de la formulation. Leur rôle est définitif pour la préparation de crèmes et laits. Ce sont des agents de texture. Ils favorisent la stabilité du produit et rendent la formation d'émulsion possible. La plupart de ces produits sont sous forme solide.

➤ **Conservateur : (codé CN₁)**

Le conservateur utilisé dans la formulation de la crème et lait est identique à celui utilisé pour le *Tofu Whey*. Son rôle est de prolonger la durée de conservation du produit. C'est un liquide visqueux inodore. Il est utilisé à raison de 1.25%.

➤ **Vitamine E :**

Elle est utilisée pour renforcer le pouvoir antioxydant du petit lait. Elle permet aussi un meilleur apport de nutriments au niveau de la peau.

➤ **Base parfumante :**

L'utilisation d'une base parfumante s'avère très importante dans la formulation pour masquer l'odeur du petit lait. Ainsi, trois échantillons de base parfumante ont été proposés dans cette étude (tableau 10), mais une analyse sensorielle définira celle qui entrera dans la formulation.

Tableau 10: Composition des trois échantillons de base parfumante

CODE	Note	Coeur	Fond
147	Parfum pêche	Lait vegetal	Essence de Vanille
246	Parfum pomme	Lait vegetal	Essence de Vanille
510	Parfum citron	Lait vegetal	Essence de Vanille

Source : Auteur

Les trois échantillons de parfum ont été classés par 70 sujets afin de voir le produit préféré parmi les trois. Ces sujets ont été invités à les classer de "préféré" (1) à "moins préféré" (3).

II. Les matériels pour la formulation de crèmes et laits

Les principaux équipements et matériels de laboratoire utilisés dans le cadre de ce travail sont présentés ci-dessous. Ils ont servi à la préparation des crèmes et des laits, leur contrôle microbiologique, aux études de stabilité et à la caractérisation visuelle des produits finis.

Matériels de fabrication

Ils comprennent:

- Mélangeur : équipé de plusieurs éléments, marque **®STAR**, puissance 510Watt, capacité min 100ml, max 1000ml, hélice à triple pâle,
- Four électrique: comporte deux plateaux, de marque **®AKITA**,
- Marmite en inox,
- Récipients inoxydables,
- Spatules inoxydables,
- Balance de précision : portée max. 1000g, sensibilité 10^{-2} , marque **®G&G**
- Thermomètre : bien lisible, max : 100°C

Les matériels pour le contrôle microbiologique : Identiques à ceux fournis dans le tableau 7, page 24.

Les matériels pour le test de stabilité : étuve, Récipients en plastique, transparents avec bouchon à vis

Les panelistes : L'analyse sensorielle des crèmes et laits est effectuée par des volontaires. La plupart sont des étudiants qui ont déjà des connaissances sur l'analyse sensorielle, d'autres sont des sujets naïfs. Vingt-trois (23) sujets ont participé à l'évaluation sensorielle des crèmes et laits.

III. Contrôles de la matière première

III.1 Analyse préalable du Tofu Whey

L'analyse préalable du petit lait de soja est nécessaire avant la formulation de la crème et du lait. L'analyse s'est portée sur le test d'activité antioxydante, la stabilité, le pH et le contrôle microbiologique de la matière première (petit lait).

III.1.1 Test sur le pouvoir antioxydant du petit lait

Dans ce test, nous nous sommes centrés sur la détermination du pouvoir antioxydant du petit lait par le test au DPPH. Le test consiste à vaporiser une solution de DPPH dissoute dans du méthanol (25% c'est-à-dire 5mg dans 20ml) sur une plaque de gel de silice contenant le dépôt de petit lait dilué dans du méthanol avec ces différentes concentrations : 30%, 40%, 50%, 60%, 70%. Du dépôt de méthanol est aussi utilisé pour servir de témoin. Le virage de la couleur violette, caractéristique du réactif, en jaune marque le pouvoir antioxydant du produit. L'intensité de la couleur jaune indique un fort pouvoir antioxydant de l'extrait. Dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque la couleur reste violette, cela signifie que le pouvoir antioxydant n'existe pas.

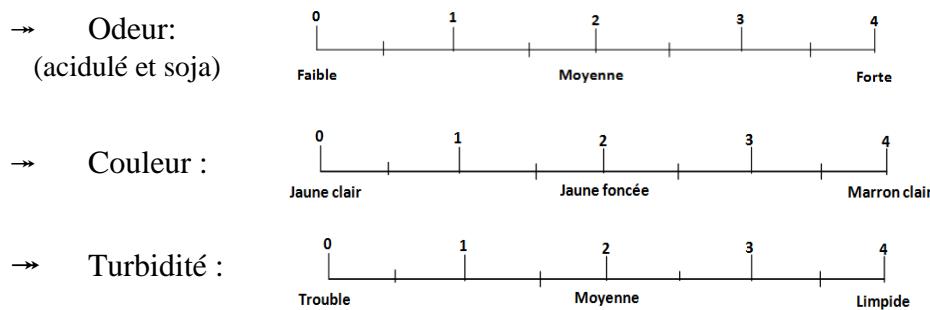
III.1.2 Détermination de la durée de conservation du petit lait

Comme le petit lait s'altère très vite, un ajout de conservateur est nécessaire. Pour assurer l'efficacité du conservateur, il a fallu effectuer un test de vieillissement accéléré. Le test de conservation a été effectué sur du petit lait déjà additionné de conservateur CN₁. Des suivis doivent être réalisés toutes les semaines pour observer l'évolution du petit lait.

➤ **Mode opératoire :** Dès lors la fabrication du tofu terminée, le petit lait est récupéré, puis additionné de conservateur CN₁ à raison de 1,25%. Après étiquetage, le récipient rempli de *tofu Whey* est laissé sur un endroit sec et ventilé à température ambiante pendant deux jours avant d'être placé dans l'étuve à 45⁰C pendant une durée indéterminée. Chaque semaine, une évaluation organoleptique du *Tofu Whey* placé dans l'étuve et d'un témoin, placé à température ambiante, est effectuée. L'évaluation est centrée principalement sur les caractères suivants : couleur, odeur, limpidité, présence ou non de moisissures.

Pour faciliter le suivi de l'évolution de chaque caractère, on a classé selon une échelle de 0 à 4.

Figure 12: Echelles de notation pour le suivi du test de stabilité du petit lait



III.1.3 Détermination du pH

Il est vital de savoir le pH du petit lait. En effet lors de la coagulation du lait de soja, du vinaigre d'alcool est utilisé comme agent coagulant, affectant sûrement l'acidité du petit lait. Trois mesures ont été effectuées successivement à l'aide d'un papier-pH. La lecture se fait quelques minutes après le trempage du papier dans le petit-lait.

III.1.4 Contrôles microbiologiques du petit lait

L'analyse microbiologique du petit lait s'est portée sur le dénombrement des levures et moisissures, *Aspergillus niger*, et des microorganismes à 30°C et la recherche de *Staphylocoques coagulase positif* et *Candida albicans*.

IV. Description du procédé de fabrication de crèmes et laits

Le mode opératoire est un élément essentiel lors de la formulation des crèmes et laits. Au cours des différents essais réalisés durant cette étude, nous avons pu constater que plusieurs paramètres sont à considérer comme la température d'incorporation, le poids d'ingrédients, le temps d'homogénéisation, etc... Une mauvaise manipulation peut affecter la texture de l'émulsion.

IV.1 Procédés technologiques pour la formulation de la crème

- Préparation de la phase aqueuse :

Les composants de la phase aqueuse (*Tofu Whey*, gélifiant ou **GN₁**, glycérine, émulsifiant ou **EN₁**) sont pesés dans un même récipient. Ensuite ils sont chauffés jusqu'à faire fondre le tout au bain-marie à environ 65 - 70 °C.

- Préparation de la phase grasse :

Comme dans la première phase, l'huile de tournesol, l'épaississant (**EPN₁**), ainsi que l'acide stéarique sont pesés dans le même récipient. Puis ils sont chauffés au bain marie jusqu'à l'obtention d'un mélange bien homogène à une température identique à celle de la phase aqueuse.

- Formation de l'émulsion :

Il s'agit de préparer une émulsion simple de type Huile dans Eau. Quand les températures des deux phases sont identiques, environ 70°C, la phase grasse est versée rapidement mais soigneusement dans l'autre phase suivie d'une agitation forte. Tout de suite après l'incorporation des deux phases, l'émulsion est réalisée à l'aide d'un mélangeur (photo 6, page 38).

Photo 6: Préparation des deux phases et formation de l'émulsion



Source : Auteur

- **Addition des autres ingrédients :**

Lorsque la température de l'émulsion est tombée à environ 35-40 °C; le parfum ainsi que le conservateur sont introduits tout en remuant continuellement. A partir de ce moment là, la vitesse d'agitation est ramenée à presque la moitié de celle du départ pour éviter la formation de bulles dans la crème. L'agitation peut prendre un certain temps, allant de 45 à 60 minutes jusqu'à ce que l'on obtienne la texture voulue. Notons que le temps d'agitation a un impact majeur sur la texture de la crème.

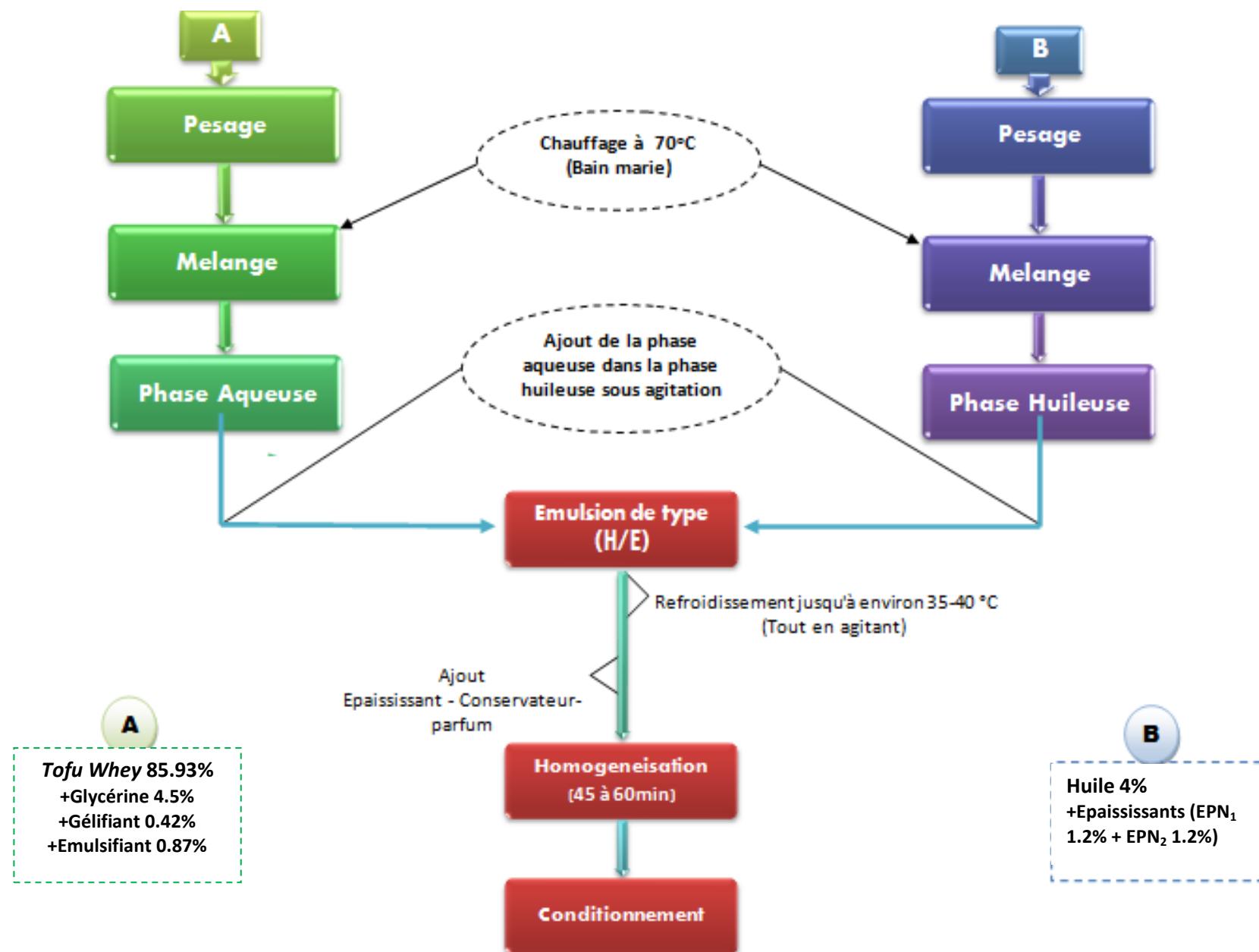
- **Conditionnement ou packaging :**

L'emballage est très important pour diminuer le risque de contamination externe et pour une meilleure présentation du produit. Nous avons conditionné la crème dans un petit tube en plastique, opaque de couleur blanche et de volume égal à 30 ml. La fermeture est assurée par une capsule. A part l'étanchéité de ce récipient, son utilisation est aussi beaucoup plus facile (photo 7, page 39). Les différentes étapes pour la fabrication de la crème sont résumées par la figure 13, page 40.

Photo 7: Crème anti-âge à base de petit lait de soja



Source : Auteur

Figure 13: Etapes pour la formulation de crème anti-âge à base de *Tofu Whey*

Source : Auteur

IV.2 Procédés technologiques pour la formulation de lait

Comme dans le cas de la crème, l'opération commence toujours par le pesage des ingrédients, la préparation des deux phases, ensuite la formation de l'émulsion et enfin l'addition de conservateur, de parfum et de la vitamine E.

- **Préparation de la phase aqueuse :**

Après avoir pesé précisément le petit lait, le gélifiant (**GN₂**) et la glycérine, le tout est chauffé au bain-marie jusqu'à ce que la température au cœur du mélange atteigne 70 °C. A cette température, on obtient un mélange bien homogène.

- **Préparation de la phase grasse :**

Elle est composée d'huile de tournesol et d'un agent émulsifiant (**EN₂**). Pour avoir une phase homogène, le mélange est aussi chauffé au bain marie et doit avoir la même température que celle de la phase aqueuse.

- **Emulsification et parfumage :**

Quand la température des deux phases avoisine 70°C, l'incorporation peut être effectuée. Le lait est une émulsion eau dans huile (E/H), donc la phase aqueuse est incorporée dans la phase grasse sous agitation. Ensuite l'émulsion est réalisée à l'aide d'un mélangeur. Le mélange continue jusqu'à ce que la température soit tombée à environ 40°C. A cette étape, la base parfumante peut être ajoutée ainsi que le conservateur et la vitamine E. Il ne reste plus qu'à laisser le mélange agité pendant quelques minutes. Généralement, 60min suffisent pour avoir une bonne texture de lait.

- **Conditionnement :**

Le lait est conditionné dans un récipient en plastique, opaque, de couleur blanche et orange. Il peut contenir 50ml de lait. Ce type de conditionnement est beaucoup plus pratique avec un risque de contamination minimum grâce à son étanchéité. Le récipient qui contient le lait est illustré par la photo suivante.

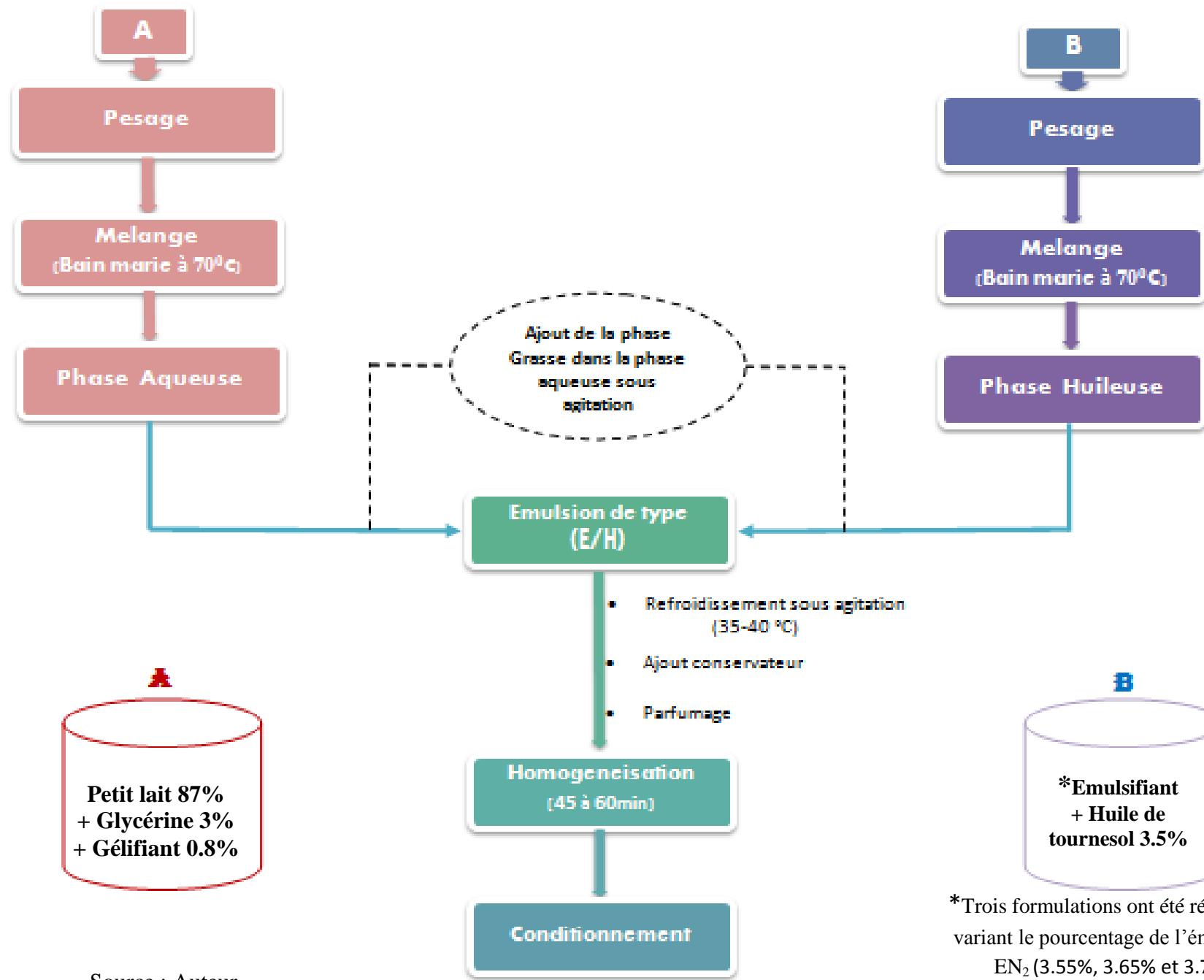
Photo 8: Lait anti-âge à base de petit lait de soja



Source : Auteur

La figure 14 dans la page 43 nous montre le résumé du procédé technologique pour la fabrication du lait.

Figure 14: Etapes pour la formulation de lait anti-âge à base de *Tofu Whey*



Source : Auteur

V. Contrôle des produits finis

L'innocuité, la stabilité, ainsi que la qualité des produits finis exigent de nombreux tests et analyses préalables avant leur utilisation. Dans le présent ouvrage nous avons entrepris des analyses physico-chimiques, microbiologiques, organoleptiques, et des tests de stabilité, de tolérance et d'efficacité sur nos deux produits.

V.1 Test de Stabilité : Etude de la durabilité des crèmes et laits (DLU / PAO)

➤ Principe :

Il s'agit ici de donner une estimation de la durée de conservation du produit ou bien de son PAO à travers un test de vieillissement accéléré. En poussant le produit à une température extrême, on arrive à obtenir un résultat plus rapide. Après extrapolation, on peut déterminer à température ambiante la durée de conservation du produit. L'analyse a été centrée sur ces différents descripteurs : couleur, odeur, homogénéité, viscosité.

➤ Mode opératoire :

Deux échantillons pour chaque produit provenant d'un même lot sont nécessaires. L'un servira de témoin et l'autre sera le test. Le témoin est placé à température ambiante (25°C), à l'air libre. L'autre est placé dans une étuve maintenue à 45°C . Afin de suivre l'évolution des produits, un contrôle est effectué toutes les semaines en utilisant une échelle de notation structurée de 0 à 4.

V.2 Détermination de la viscosité

Principe :

Par la rotation d'un cylindre (tige ou *spindle*) plongé dans l'échantillon de lait ou de la crème, on peut mesurer le couple de torsion nécessaire pour surmonter la résistance des échantillons à une vitesse sélectionnée. La résistance qui en résulte est due à la viscosité, dépendant de la vitesse et des caractéristiques de la tige. Cette dernière est assemblée avec un ressort à l'arbre moteur qui tourne à une vitesse de rotation bien déterminée. Ainsi l'appareil calcule le résultat et la lecture directe de la viscosité en mPa.s.

Mode opératoire :

Les mesures de la viscosité ont été effectuées dans le Laboratoire de l'HOMEOPHARMA siégé à Manakambahiny. La viscosité des échantillons est déterminée à l'aide d'un viscosimètre rotatif NDJ-55. Le *spindle* n°4 est utilisé pour mesurer la viscosité de la crème, et le *spindle* n°3 et 4 pour le cas des laits. Plusieurs mesures ont été effectuées, la vitesse de rotation exprimée en RPM (évolution/min) est variée d'ordre croissant (allant de 6RPM à 60RPM). Pour connaître la fiabilité des résultats, l'appareil indique une valeur exprimée en %. Supérieure à 50%, le résultat est jugé fiable. La figure suivante illustre le viscosimètre ainsi que ses autres composants.

Photo 9: Echantillon de crème anti-âge à base de petit lait de soja soumis à un test de viscosité



Source : Auteur

V.3 Analyse sensorielle de la crème et du lait

Afin de décrire les caractéristiques et l'appréciation de nos produits, une analyse organoleptique est nécessaire. L'analyse de la crème et du lait est effectuée séparément.

- **Cas de la crème :**

L'analyse s'est focalisée sur la description du produit, dont l'apparence (couleur, odeur, brillance), la texture (fermeté, collant, viscosité, onctuosité) et la perception pendant et après l'application de la crème (étalement, pénétration, brillance, odeur) sont les descripteurs étudiés. Un seul échantillon de la crème a été proposé lors de cette étude. Un questionnaire est utilisé pour évaluer l'appréciation de chaque sujet (cf. annexe 9).

– **Cas du lait :**

Trois échantillons de lait sont analysés, dont la différence se trouve au niveau du pourcentage d'émulsifiant utilisé comme le montre le tableau suivant.

Tableau 11: Code des trois échantillons de laits soumis aux tests sensoriels

CODE	Quantité d'agent émulsifiant en %
210	3.55
315	3.65
417	3.75

Notons que ces trois échantillons de lait ont été fabriqués selon le même procédé de fabrication. Toutes les analyses qui suivent comportent des questionnaires. (cf. annexe 10)

- En premier lieu, une analyse descriptive est réalisée pour savoir les caractéristiques de chaque produit et ainsi déterminer s'il existe une différence entre les trois. Les descripteurs étudiés sont les suivants : couleur, odeur, brillance, pénétration, fermeté, collant, viscosité, onctuosité, étalement, pénétration, brillance, odeur de chaque lait.
- Ensuite une analyse hédonique est aussi effectuée pour mesurer la préférence des consommateurs parmi les trois échantillons présentés.

Ainsi, le lait le plus apprécié, et dont la formulation est la plus intéressante sera soumis par les divers tests et analyses qui suivent.

V.4 Contrôles microbiologiques de la crème et du lait

Pour assurer l'innocuité et la stabilité des produits finis, l'analyse microbiologique doit être effectuée. Le dénombrement des levures et moisissures, *Aspergillus niger*, et celui microorganismes à 30°C ont été réalisés avec la recherche de *Staphylocoques coagulase positif* et *Candida albicans*.

V.5 Détermination des caractères physico-chimiques des émulsions

- **Détermination du pH :**

Etant donné que les crèmes et laits seront en contact direct avec la peau, il est strictement important de savoir le pH de nos produits cosmétiques pour ne pas agresser la peau des consommateurs. La mesure est effectuée à l'aide d'un papier pH.

- **Détermination de la densité :**

Pour mieux connaître les caractéristiques de nos produits, une mesure de la densité est nécessaire. La mesure se fait à l'aide d'un pycnomètre et d'une balance de précision. Puis les données obtenues seront exploitées grâce à la formule suivante,

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} (\Delta + 0.0012) * \left(1 - \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * \Delta\right)$$

m_0 : masse du pycnomètre vide ;

m_1 : masse du pycnomètre rempli d'eau ;

m_2 : masse du pycnomètre rempli de lait ou de la crème

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

V.6 Test sur le pouvoir antioxydant de la crème et du lait

Principe : Notre objectif est de savoir s'il y a eu une synergie (interaction) entre le petit lait et les autres ingrédients utilisés au cours de la formulation. Soit nous remarquerons une augmentation de l'activité antioxydante, soit sa diminution ou voir même sa disparition. La mesure de l'activité anti-radicalaire des produits est réalisée par le dosage au DPPH.

Mode opératoire : 5mg de DPPH est dissout dans 20ml de méthanol. Ensuite, 8 mg de crème (pareil pour le cas du lait) est diluée dans 2ml de méthanol. Après avoir placé un dépôt fin de cette solution sur une plaque CCM, on vaporise la solution de DPPH sur la plaque à l'aide d'un vaporisateur. Le résultat est obtenu quelques secondes après la vaporisation. Une couleur jaune indiquera la présence d'une activité antioxydante, et violette en l'absence de cette propriété.

V.7 Test de tolérance et d'efficacité

Ces tests sont effectués parallèlement afin de prouver l'efficacité et l'innocuité du produit par des essais sur des volontaires. Le test consiste à appliquer directement les crèmes et laits sur la peau. Au total, 9 volontaires âgées de 35 à 60 ont effectuées ces tests. Pour suivre l'évolution et la perception de la peau, le produit est appliqué deux fois par jour (matin et soir) pendant deux semaines. Après cette période là, un questionnaire est donné afin que les sujets puissent répondre à certaines questions. (cf. annexe 13)

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSIONS

A] Résultats et discussions sur l'amélioration du procédé de fabrication du tofu

I. Les facteurs d'optimisation de la coagulation du lait

I.1 La quantité de coagulant

Elle a été déterminée en faisant varier sa concentration pour un même volume de lait. Plusieurs essais ont été faits avant d'avoir sorti le tableau suivant,

Tableau 12: Observation sur l'effet de la concentration du coagulant

Essai	Quantité d'acide acétique pour 1000ml de lait	Observation
1	5ml	<ul style="list-style-type: none"> - formation de précipités trop lente - petit lait trouble avec odeur de soja fort - pâte trop molle
2	10ml	<ul style="list-style-type: none"> - identique au précédent
3	15ml	<ul style="list-style-type: none"> - formation de précipités assez longue - petit lait limpide avec odeur de soja faible - pâte assez ferme
4	20ml	<ul style="list-style-type: none"> - formation de précipités rapide - petit lait limpide avec odeur de soja très faible mais légèrement acidulé - pâte ferme
5	25ml	<ul style="list-style-type: none"> - formation de précipités rapide - petit lait limpide avec odeur de soja très faible mais fortement acidulé - pâte ferme

Source : Auteur

D'après ce tableau, il en résulte que l'essai n°4 est le plus intéressant, en effet, à cette concentration, on obtient les caractères appropriés pour fabriquer notre tofu, c'est-à-dire une pâte bien ferme avec un petit lait bien limpide. De plus le temps de la coagulation du lait est rapide. Au delà de cette quantité, le résultat obtenu est le même mais un certain volume du coagulant est gaspillé. Par la suite de cette expérience, la quantité d'acide acétique à 6° retenue pour optimiser le rendement est de 2ml pour 100ml de lait soit 2%.

I.2 La température de chauffe

Nous avons remarqué qu'aux environs de 40(+5°C), le temps de coagulation est beaucoup plus rapide. De plus le rendement en tofu est élevé, avec un petit lait bien limpide. En dessous de cette température, la précipitation devient lente, néanmoins le rendement en tofu est presque identique à celui du précédent. Certes pour un meilleur résultat, la température de chauffe doit être comprise entre 35 et 45°C.

II. Bilans et rentabilité de la transformation du soja en tofu

II.1 Bilan matière et rendement

Une vingtaine d'essais ont été réalisés lors de la fabrication du tofu, mais seuls les résultats exploitables sont résumés dans le tableau ci-dessous,

Tableau 13: Récapitulation des bilans matières partant de la poudre de soja jusqu'à l'obtention du tofu

Ingrédients	Eau		Poudre de soja	
Quantité	1500ml		100g	
Essais n°	1	2	3	4
Volume de lait obtenu (ml)	1250	1150	1200	1250
Quantité d'Okara obtenue (g)	149.36	148.50	153.55	150.36
Ingrédients	Lait de soja	Acide acétique 6%	Baie rose	Sel de table
Quantité	1000ml	20ml	1%	2,5%
Essais n°	1	2	3	4
Volume de petit-lait retiré (ml)	800	900	850	1000
Quantité de tofu obtenu (g)	123.10	120	124.21	120.33
Quantité de tofu croûté (g)	121	118.5	122.15	119.02

Source : Auteur

En moyenne, en partant de 100g de poudre de soja on obtient 1212.5ml de lait avec un résidu de 150.44g. Et avec 1000ml de lait on arrive à obtenir 121,91 g de tofu pressé. Après ajout de baie rose et de sel, puis mise à l'étuve à 150° C pendant 15min, on obtient un produit final de 120.17g.

Pour calculer les différents rendements lors de la fabrication, il suffit de faire le rapport entre :

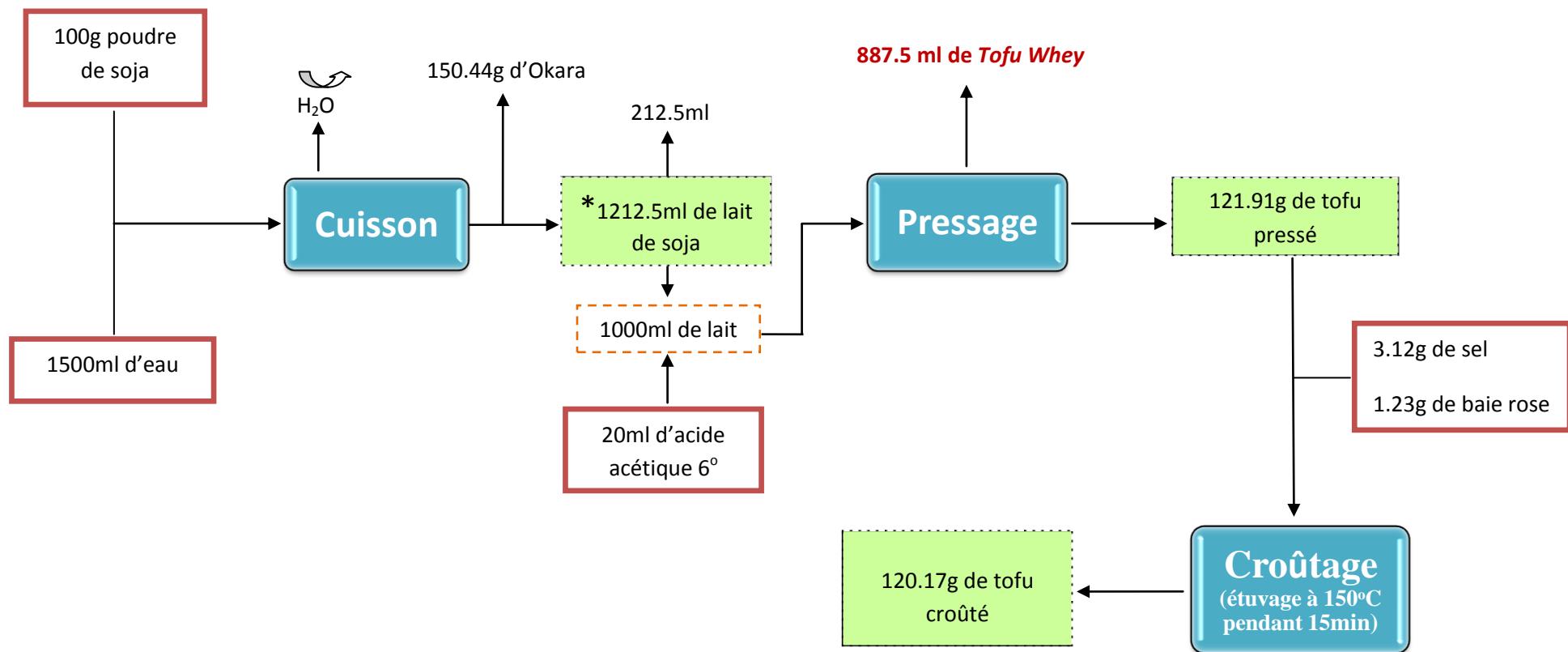
- ❖ La masse de lait obtenue et la masse de poudre de soja

On en déduit que le rendement de la transformation de la poudre de soja en lait est de 1212.5%. Si l'on fait entrer la masse d'eau utilisée dans le bilan matière on trouve $r=75.78\%$. A titre d'information, en partant de la graine de soja, le rendement en lait peut atteindre 612.5% à 741.4% [65], [66].

- ❖ La masse du tofu obtenue et la masse de lait.

Après calcul, on obtient la valeur de r qui est égal à 12.19% pour le tofu sans croûte, et 12.01% pour le tofu croûté et assaisonné. En comparant à l'étude effectuée par RANAIVOTRIMO (2013) [66], qui trouve un rendement de 19.98%, nous pouvons constater qu'il y a un écart de 7.97% entre les deux. Ceci s'explique par la nature du coagulant utilisé. D'après les recherches effectuées par ANDIKA, S. et al. [36], le sel coagulant est beaucoup plus rentable que le vinaigre. En outre, le taux de protéine dans le lait qualifie aussi le tofu obtenu. Ainsi pour optimiser le rendement, le recours à d'autres coagulants est nécessaire.

En ce qui concerne le coproduit, en partant de 1000ml de lait on obtient en moyenne 887.5ml de petit lait. Nous pouvons remarquer que le rendement en petit lait est très élevé, de l'ordre de 88.75%. La figure 15 dans la page 52 montre les différents bilans massiques pour fabriquer 120 g de tofu.

Figure 15: Bilan massique pour fabriquer 120g de tofu

Source : Auteur

*On obtient 1212.5ml de lait, mais pour faciliter le calcul nous en avons utilisé 1000ml.

II.2 Bilan horaire

La fabrication du tofu est un travail qui nécessite beaucoup de suivis. Le tableau ci-dessous nous donne en moyenne la durée nécessaire pour fabriquer 120.17g de tofu :

Tableau 14: Bilan horaire pour fabriquer 120g de tofu

Ingrédients	Opérations	Durée	
100g de poudre de soja + 1500ml d'eau	Cuisson	45 à 60min	
	Refroidissement	5min	
1000ml de lait + 20ml acide acétique	Chauffage	5min	
	Coagulation	5min	
	Décantation	10min	
	Moulage+Pressage	5 à 10min	
	Croûtage	15min	
Total		1 h 40 min	120.17g de tofu

Source : Auteur

Sans prendre compte des autres opérations comme le pesage, la filtration, l'assaisonnement etc..., la durée moyenne pour fabriquer 120,17g de tofu croûté est d'environ 1h 40minutes. D'après ce tableau, la cuisson est l'étape la plus longue. Or, elle est très importante pour inhiber les facteurs antinutritionnels du soja. Cependant, sa durée dépend de la source de chaleur et de l'épaisseur du récipient utilisé.

III. Résultats sur les tests et analyses du produit fini

III.1 Résultat de l'analyse microbiologique du tofu

Tableau 15: Résultats sur le contrôle microbiologique du tofu

Germes analysées	Résultat	Critères	Qualité
<i>Staphylocoques coagulase positive</i>	<10 UFC/g	<10 ² UFC/g	SATISFAISANTE
Coliformes totaux	<10 UFC/g	<10 UFC/g	
Salmonelles	Abs	Abs/25g	
Microorganisme à 30°C	2.2 10 ² UFC/g	<10 ⁶ UFC/g	

Source : Laboratoire de contrôle qualité/HOMEOPHARMA

Nous pouvons déduire de ce tableau que le tofu a une bonne qualité microbiologique. Ceci prouve que l'hygiène a été bien respectée tout au long de la chaîne de production.

III.2 Résultat des analyses sensorielles

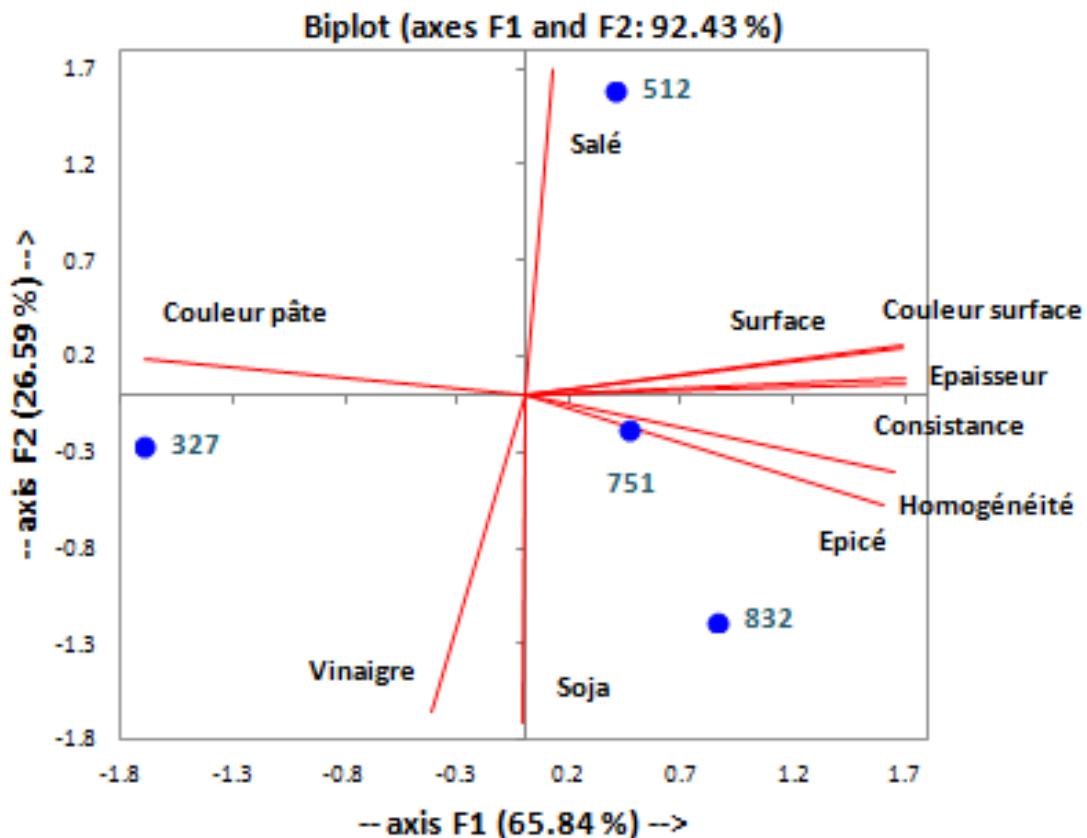
- **Analyse descriptive :**

Quatorze descripteurs ont été discriminés : jaune, marron, épaisseur, lisse, strié, beige, ferme, grumeleuse, salé, soja, épicé, vinaigre. Les différenciations des produits par l'ANOVA au seuil de signification 5% nous ont permis de trouver que le tofu ordinaire codé 327 est complètement différent des trois autres tofus (cf. annexe 14). Les sujets ont perçu facilement la différence au niveau de ces six caractères : couleur de la croûte, épaisseur, surface, homogénéité, arôme et odeur. En effet le tofu ordinaire n'a pas de croûte, sa surface est bien lisse.

A la coupe, la pâte est homogène, avec une odeur caractéristique du soja. Par contre aucune différence significative n'est perçue pour les autres caractères. Pour les trois tofus épices, une différence a été perçue concernant les descripteurs grumeleuse et épicé. En effet le tofu avec 1% de baie rose est jugé différent au niveau de ces deux descripteurs.

Caractérisation des produits par l'ACP

Figure 16: ACP des descripteurs pour les trois échantillons de tofus



Source : Auteur

- **327** : est plutôt de couleur blanche, avec une surface bien lisse. L'odeur du soja est moyennement sentie. La pâte est de couleur beige très clair. Elle est homogène mais assez ferme.
- **512** : la croûte est fine avec une couleur marron clair. Cette finesse rend la surface moyennement lisse. La consistance et la couleur de la pâte sont presque identiques à celles du tofu ordinaire. La pâte est homogène, l'odeur et le goût épice sont bien équilibrés, c'est-à-dire moyennement perçus. Par contre le goût du soja est faiblement senti.
- **751 et 832** : Ces deux produits sont presque identiques. Ils sont grumeleux, avec un goût et une odeur assez épice. À part ces deux descripteurs, il n'y a pas une différence significative pour les autres produits, comparés au tofu 512.

- **Analyse hédonique:**

En partant des moyennes fournies par le tableau ci-dessous, on peut en déduire facilement l'appréciation des produits.

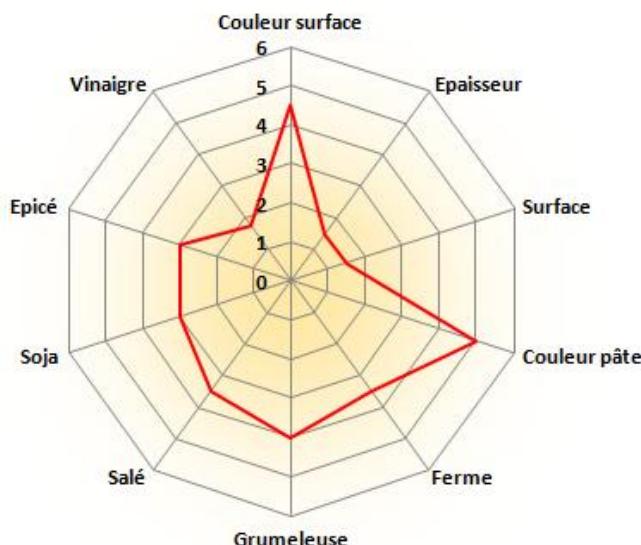
Tableau 16: Résultat des notes attribuées par les sujets

	Tofu sans baie rose (327)	Tofu à 1% de baie rose (512)	Tofu à 1.5% de baie rose (751)	Tofu à 2% de baie rose (832)
Somme des notes	185	242	199	172
Moyenne des notes	2.64	3.45	2.84	2.45

Parmi les quatre tofus étudiés:

- Le tofu portant le code 512 (baie rose à 1%) est le plus apprécié. La figure 18 montre son profil sensoriel, obtenu lors du test descriptif.
- Le tofu codé 832 est le moins apprécié : quantité de baie rose 2%

Figure 17: Représentation graphique des caractéristiques du tofu à 1% de baie rose en radar



Source : Auteur

Le test de classement a permis de sortir les différents pourcentages suivants,

- 47% des consommateurs aiment le tofu contenant 1% de baie rose,
- 24% des consommateurs aiment le tofu contenant 1.5% de baie rose
- 18% de consommateurs aiment le tofu sans baie rose
- 11% des consommateurs aiment le tofu contenant 2% de baie rose

Ceci nous permet de mettre en évidence que la quantité de baie rose utilisée influe beaucoup la perception des consommateurs. En effet, plus on augmente le pourcentage de baie rose, plus l'appréciation des sujets tend à diminuer. De même, lorsque la baie rose est absente dans le tofu, les sujets commencent à rejeter le produit. La concentration de baie rose doit donc être comprise entre ces deux valeurs 1% - 1,5%, pour que les clients prennent goût à ce produit.

III.3 Résultat sur la comparaison de conservation du tofu

Tableau 17: Comparaisons sur la durée de conservation des deux échantillons de tofu

	Conditions du test	Durée de conservation	
		Tofu à 1% de baie rose (512)	Tofu ordinaire (327)
Test a	Laisser à température ambiante (25 - 30°C)	4 à 5 jours	2 à 3 jours
Test b	Conserver à 4°C	8 à 12 jours	4 à 8 jours

Source : Auteur

Ce tableau nous révèle une différence significative entre les deux types de tofu. En effet le tofu 512, c'est-à-dire le tofu croûté à 1% de baie rose se conserve plus longtemps que le tofu ordinaire. La croûte et la baie rose ont ainsi prouvé leur efficacité sur la conservation du tofu. Concernant le **test (a)** nous avons remarqué qu'au bout de 2 jours une déshydratation massive des deux échantillons de tofu est observée. Celle-ci se traduit par le durcissement de la pâte. Le tofu contenant de la baie rose commence à noircir et moisir au bout de 5 jours. Ces remarques apparaissent plus rapidement dans l'autre tofu (2 à 3 jours).

Pour le **test (b)**, l'apparition de moisissures sur la surface du tofu a été observée au bout de 13 jours pour le tofu croûté et d'environ 7 jours pour le tofu non épice. Ce dernier s'assombrit au bout de 2 à 3 jours, une réaction qui se produit tôt par rapport au tofu 512 (10 à 20 jours). Néanmoins, l'odeur des deux échantillons n'a pas changé.

Bref, la présence de croûtes et l'ajout de baie rose sont des techniques indispensables pour prolonger la durée de conservation du produit.

IV. Estimation du prix de vente du tofu

Coût des matières premières :

Afin de déterminer le prix de vente du tofu, il est nécessaire d'effectuer une étude économique. Ainsi à partir de ces données, nous pouvons donner un prix estimatif de notre produit comme le résume le tableau 18 suivant,

Tableau 18: Calcul du prix de revient du tofu pour 1kg de production

Matières premières	Quantité	Prix Unitaire en Ar	Montant en Ar
Poudre de soja	800g	3.2	2.560
Eau	12.000ml	1	60
Vinaigre d'alcool	160ml	0.9	320
Baie rose	10.10g	10	101
Sel	25.64g	0.75	19.23
Huile	16ml	6	96
Emballage	12g	35	420
TOTAL		57.85	3576.23

Source : Auteur

Hormis les autres charges, telles que l'électricité, les mains d'œuvre, les charges générales de gestion etc., le prix de revient pour 1Kg de tofu est de 3577 Ar. Nous avons choisi de conditionner notre tofu à 200g chacun, ainsi le coût de notre produit est estimé à 800 Ar. Par contre le prix d'un tofu ordinaire de 200g sur le marché s'élève à 600 Ar. Par conséquent, pour un tel aliment, riche en protéine et apportant de nombreux éléments essentiels à notre organisme, ce prix est tout à fait raisonnable.

B] Résultats et Discussions sur la conception de crèmes et laits

I. Résultats et discussions sur les tests et analyses effectués sur le petit lait

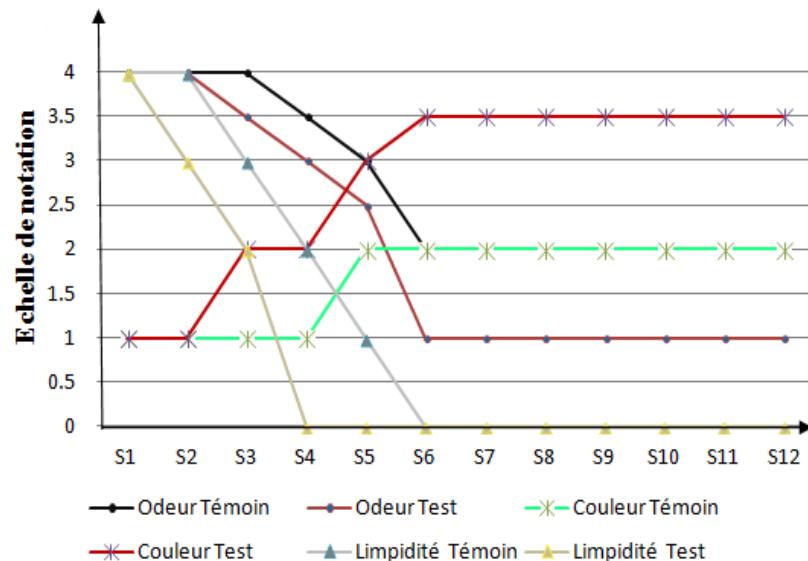
I.1 Test d'activité antioxydant

Le test a révélé que le petit lait a un pouvoir antioxydant. Nous avons remarqué qu'en dessous de 50% de dilution, la couleur jaune n'est pas très prononcée. Mais à partir de 60%, l'intensité de la couleur devient de plus en plus intense. Pour avoir des crèmes et laits bien efficaces, le pourcentage de petit lait incorporé dans les produits doit être supérieur à 60%. Étant donné que le petit lait n'est pas toxique, une telle concentration n'aura aucun effet néfaste sur la peau. L'utilisation du petit lait comme phase aqueuse est donc envisageable.

I.2 Test de vieillissement du petit lait

Après 13 semaines de vieillissement à l'étuve, l'évolution organoleptique des deux échantillons du petit lait (témoin et test) est illustrée par la figure suivante,

Figure 18: Evolution organoleptique du petit lait mis à l'étuve et placé à température ambiante



Source : Auteur

La figure précédente montre qu'il n'y a pas eu une grande modification au niveau de l'odeur et de la limpidité entre le témoin et le test. De même, l'absence de moisissures sur la surface du *Tofu Whey* pour les deux échantillons montre une bonne stabilité du produit. Cependant, une différence significative a été observée au niveau de la couleur. Elle est probablement due à une dégradation chimique. Par extrapolation, le test effectué à l'étuve à 45°C pendant 13 semaines correspond à une durée de conservation d'environ deux ans pour un petit lait conservé à température ambiante (25°C). Ainsi le conservateur s'est révélé efficace dans la stabilisation du petit lait, malgré son caractère à s'altérer très vite.

I.3 pH du petit lait

L'analyse a pu sortir que le *Tofu Whey* est légèrement acide. Néanmoins, comme le papier-pH ne donne pas une valeur exacte, le pH est donné sous forme d'intervalles, $5 < \text{pH} < 6$. Cette valeur coïncide exactement avec le pH de la peau humaine. En effet notre peau a un pH compris entre 5 et 7 [67],[68].

I.4 Analyse microbiologique du petit lait

L'analyse microbiologique a pu mettre en évidence qu'au bout de 6 semaines de vieillissement à l'étuve, le petit lait est toujours de bonne qualité. Ceci nous permet de dire que malgré la caractéristique du petit lait à s'altérer très vite, avec un bon conservateur, une durée de conservation plus longue est possible. Les résultats sur le dénombrement de germes sont largement inférieurs aux critères, comme le montre le tableau suivant,

Tableau 19: Résultat de l'analyse microbiologique du petit lait

Germes recherchées	Résultat	Critères	Référence
<i>Staphylocoques coagulase positive</i>	Abs	Abs	AFNOR V 08057/1
Levures et moisissures	$< 10 \text{ UFC/g}$	$< 10^2 \text{ UFC/g}$	-
<i>Candida albicans</i>	Abs	Abs	-
<i>Aspergillus niger</i>	$< 10 \text{ UFC/g}$	$< 10^2 \text{ UFC/g}$	-
Microorganisme à 30°C	$< 10 \text{ UFC/g}$	$< 10^3 \text{ UFC/g}$	AFNORV 08051

Source : Laboratoire de contrôle qualité/HOMEOPHARMA

Après 13 semaines de vieillissement à l'étuve, l'analyse microbiologique a aussi montré que le petit lait est toujours de bonne qualité. Le conservateur est donc largement efficace.

II. Résultats et discussions des tests et analyses effectués sur les crèmes et laits

Après avoir déterminé la base parfumante utilisée, les résultats de l'analyse microbiologiques seront les prochaines données exposées. Ensuite nous passerons dans la partie physico-chimiques, où le pH, la viscosité, la densité seront déterminés. Après, il y a les résultats sur le pouvoir antioxydant de nos deux produits ainsi que leur analyse microbiologique et sensorielle. Les résultats concernant les différents tests (efficacité, tolérance, stabilité) seront les derniers présentés.

II.1 Base parfumante :

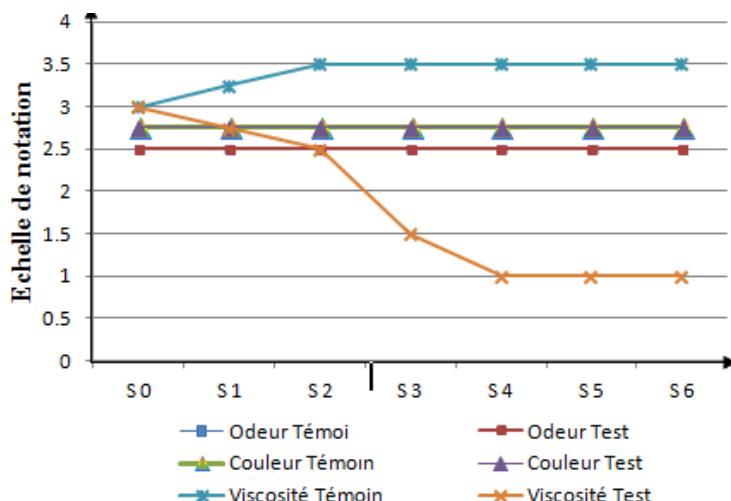
Parmi les trois échantillons proposés, l'échantillon portant le CODE 247 (parfum pomme+lait végétal+essence vanille) est le plus préféré par les sujets, ensuite vient l'échantillon ayant le parfum pêche comme note de tête. Suite à cela, la base parfumante utilisée pour les deux produits sera composée par le parfum pomme, le lait végétal et l'essence de vanille.

II.2 Résultats et discussions sur le test de vieillissement accéléré ou test de stabilité

II.2.1 Evolution des caractéristiques organoleptiques de la crème

Au bout de 6 semaines de test, les résultats obtenus sur les caractéristiques organoleptiques des deux échantillons de crèmes sont représentés par la figure suivante,

Figure 19: Evolution des caractéristiques organoleptiques de la crème au bout de 6 semaines



Source : Auteur

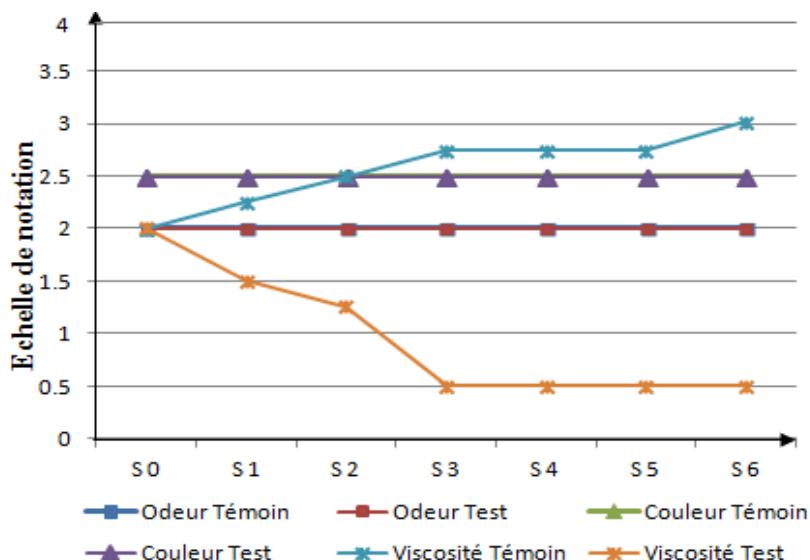
La figure précédente nous révèle que l'échantillon placé à température ambiante garde la même intensité d'odeur. Cette stabilité est aussi remarquée sur l'échantillon mis à l'étuve. Côté couleur, aucun changement n'a été observé pour les deux échantillons. Par contre, on constate une grande modification de la viscosité entre les deux échantillons. Ce changement est observé dès la première semaine du test. En effet, l'échantillon mis à l'air libre devient de plus en plus visqueux jusqu'à ce qu'il garde définitivement sa viscosité.

Contrairement à cela, l'échantillon placé à l'étuve devient complètement fluide. Aucun déphasage n'a été signalé au cours du test. Nous pouvons en déduire que les échantillons de crèmes à base de petit lait ont une bonne stabilité même au bout de 6 semaines de vieillissement. Ceci nous amène à conclure que la crème peut être conservée pendant 6 mois à température ambiante (aux alentours de 25°C).

II.2.2 Evolution des caractéristiques organoleptiques du lait

Après 6 semaines de vieillissement accéléré, on a constaté que les deux échantillons gardent toujours la même intensité d'odeur. De même leur couleur reste blanche, comme celle du départ. Aucune moisissure, ni un déphasage ont été observés. Comme pour le cas de la crème, la seule différence se situe au niveau de la viscosité. La durée de conservation du lait est estimée pour 6 mois d'après ce test. La figure ci-dessous nous montre l'évolution de chaque caractère lors du test.

Figure 20: Evolution des caractéristiques organoleptiques du lait au bout de 6 semaines



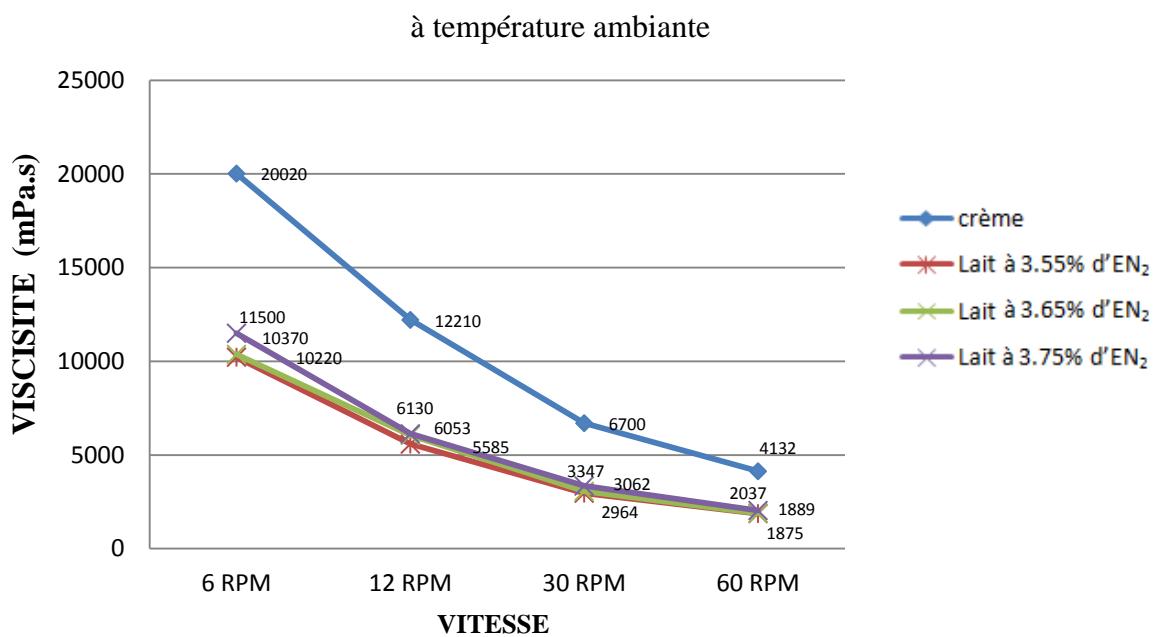
Source : Auteur

II.3 Viscosité de la crème et des laits

Les principaux résultats déduits lors de la détermination de la viscosité sont présentés par la figure 19, page 62. La viscosité moyenne de la crème est 10284mPa.s à température ambiante (environ 25°C). En ce qui concerne le lait à 3.55% d'agent émulsifiant, il a une viscosité moyenne de 3474.6mPa.s. Comparée à celle du lait contenant 3.65% d'agent émulsifiant, l'écart est assez faible, de l'ordre de 750mPa.s.

Pour le lait à 3.75% d'agent émulsifiant, la moyenne est 6066.7mPa.s. En comparant ces données, nous pouvons remarquer que la viscosité des laits varie significativement.

Figure 21: Variation de la viscosité de la crème et des laits en fonction de la vitesse



Source : Auteur

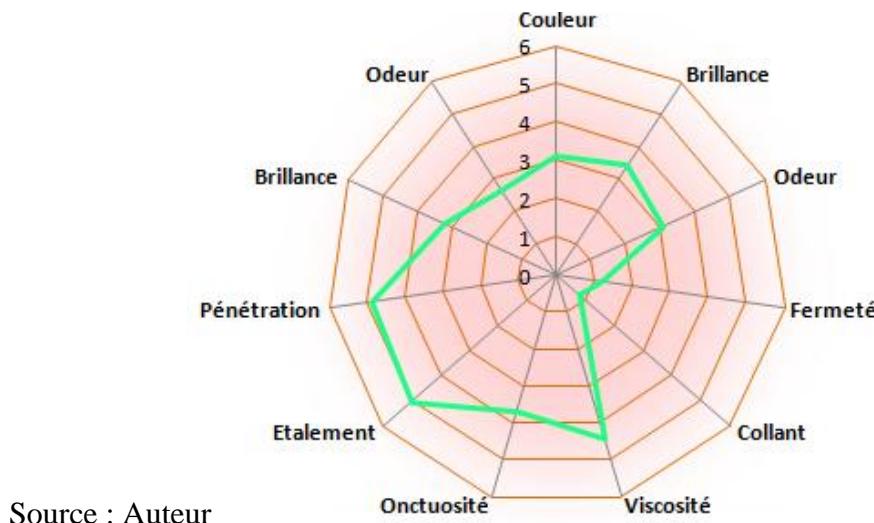
II.4 Résultats et discussions sur les évaluations sensorielles des deux produits

II.4.1 Analyse sensorielle de la crème

L'analyse organoleptique de notre crème a sorti qu'elle est de couleur blanc cassé avec une brillance assez faible. La plupart des sujets ont affirmé que l'odeur de la crème est bien prononcée tout en gardant sa douceur. La sensation ferme ni collante n'a pas été signalée, par contre la crème est un peu visqueuse. Ainsi une légère diminution de l'agent épaisissant est nécessaire. Pendant l'application, les sujets ont remarqué que la crème s'étale très bien sur la peau, et même avec une petite quantité elle peut en couvrir une grande surface.

La pénétration du produit est tout de suite sentie quelques secondes après le contact avec la peau. Après application du produit, la peau reste assez hydratée, avec peu de brillance mais l'odeur douce est bien sentie. La figure suivante représente les caractéristiques de la crème.

Figure 22: Représentation graphique des caractéristiques de la crème anti-âge en radar



Source : Auteur

II.4.2 Analyse sensorielle du lait

a. Les différenciations des produits par l'ANOVA

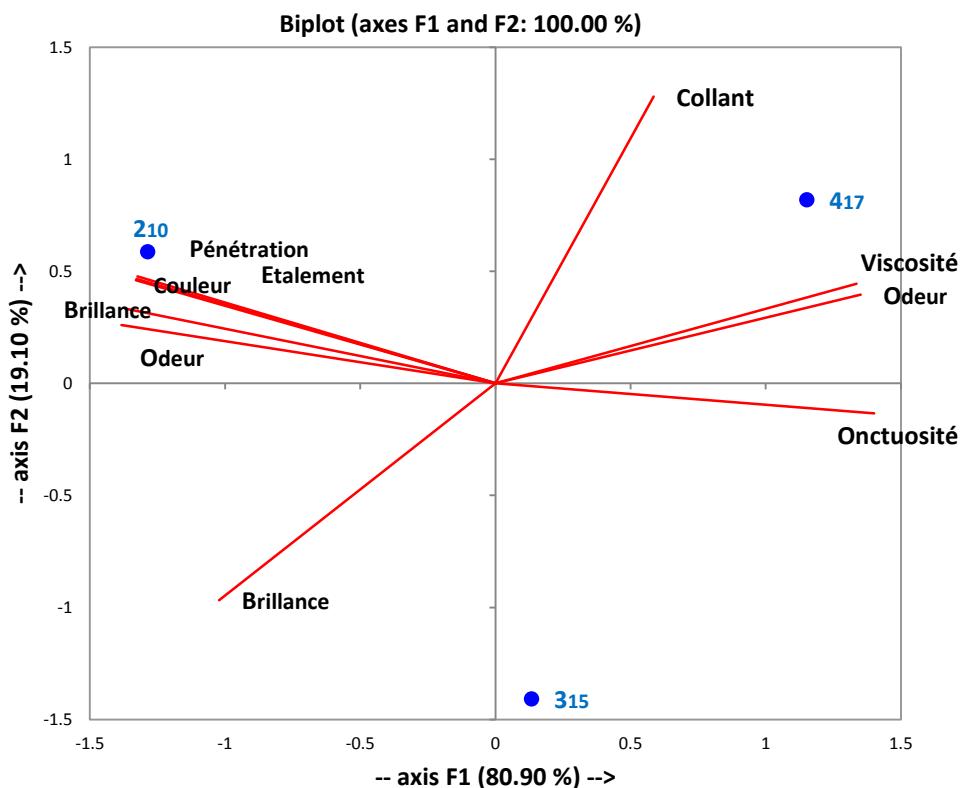
Les résultats obtenus lors de l'analyse descriptive sont résumés dans ce tableau. L'objectif est de savoir si les sujets ont pu percevoir une différence ou non sur chaque descripteur étudié. Grâce au test LSD de FISHER, au seuil de 5%, la différence peut être perçue facilement.

Tableau 20: Différenciation des trois échantillons de laits par le test LSD FISHER

Descripteurs	Différence significative	Test LSD FISHER		
		210 (0.3.55% EN₂)	315 (0.65% EN₂)	417 (0.75% EN₂)
Couleur	NON	A	A	A
Brillance	NON	A	A	A
Odeur	NON	A	A	A
Collant	NON	A	A	A
Viscosité	NON	A	A	A
Onctuosité	NON	A	A	A
Etalement	NON	A	A	A
Pénétration	NON	A	A	A
Brillance	NON	A	A	A
Odeur	NON	A	A	A

Le tableau 20, page 64 nous montre qu'aucun des descripteurs n'a été perçu différent par les sujets. Quelque soit le pourcentage d'émulsifiant, les trois échantillons de lait sont perçus identiques. Ainsi, les produits sont jugés pareils, de plus ils sont tous acceptés par les consommateurs.

Figure 23: ACP des descripteurs pour les trois échantillons de laits



- ② 210 : le lait à 3.55% d'agent émulsifiant ou EN₂ a plus de couleur blanche, avec une odeur assez forte après son application. Sa viscosité et son onctuosité sont assez faibles, contrairement à sa pénétration et son étalement sur la peau. L'odeur et la brillance du lait sont moins intenses. Son pouvoir collant est significativement faible.
- ③ 315 : le lait à 3.65% d'EN₂ est aussi de couleur blanche, moyennement onctueuse. Il a une viscosité et une odeur assez forte. Son pouvoir collant est faible. Ce lait est moyennement brillant, et il a le même effet sur la peau après son application. Il pénètre moyennement dans la peau. Néanmoins, l'odeur est assez faible.
- ④ 417 : le lait à 3.75% d'EN₂ est un peu visqueux, avec une odeur assez prononcée. Il est moyennement onctueux, de même que son pouvoir collant.

Par contre sa pénétration, son étalement ainsi que sa brillance sont un peu faibles par rapport aux deux autres laits. Par ailleurs, sa couleur est beaucoup plus accentuée (ivoire).

b) Analyse hédonique :

Il est sorti de l'analyse hédonique que les trois échantillons sont tous aimés par les consommateurs, vu que leur différence n'a pas été perçue. Ce résultat nous amène à dire que le lait contenant 3.55% d'agent émulsifiant est le plus intéressant des trois, étant donné que son prix est le plus bas. Ainsi il est possible d'en tirer le maximum de profit tout en gardant la qualité du produit.

II.5 Résultats et discussions des analyses microbiologiques de la crème et du lait

Les analyses microbiologiques de la crème et du lait à base de petit lait de soja ont donné les résultats suivants,

Tableau 21: Résultat de l'analyse microbiologique de la crème et du lait à base de petit lait de soja

Germes recherchées	Crème	Lait	Critères	Référence
<i>Staphylocoques coagulase positive</i>	Abs	Abs	Abs	AFNOR V 08057/1
Levures et moisissures	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 ² UFC/g	-
<i>Candida albicans</i>	Abs	Abs	Abs	-
<i>Aspergillus niger</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 ² UFC/g	-
Microorganisme à 30°C	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 ³ UFC/g	AFNOR V 08051

Source : Laboratoire de contrôle qualité/HOMEOPHARMA

D'après le tableau précédent, les qualités de la crème et du lait sont satisfaisantes microbiologiquement. Les deux produits sont exempts de microbes pathogènes pouvant nuire à la santé des utilisateurs. Ces résultats montrent le respect de l'hygiène tout au long de la chaîne de fabrication. Ceci nous amène à dire que l'utilisation de ces deux produits ne court aucun risque.

II.6 Résultats et discussions des analyses physico-chimiques

- **pH de la crème et du lait :**

Le pH du lait et celui de la crème sont identiques, il est aux environs de 5.5. Ce résultat montre que nos produits cosmétiques sont conformes à celui du pH de la peau [67],[68]. Néanmoins, nous n'avons pu donner une valeur exacte du pH, car le papier-pH ne donne pas une valeur précise.

- **Densité :**

Pour avoir un résultat fiable, on a effectué trois mesures successives sur les deux produits. Ainsi la moyenne obtenue sera considérée comme étant la densité finale des produits. Comme le montre le tableau suivant, nous pouvons remarquer un léger écart de 0.01 entre la densité de la crème et celle du lait. Cette différence est peu significative.

Tableau 22: Densité de la crème et du lait

	Crème	Lait
Mesure 1	0.981	0.979
Mesure 2	0.970	0.978
Mesure 3	0.976	0.984
MOYENNE	0.97	0.98

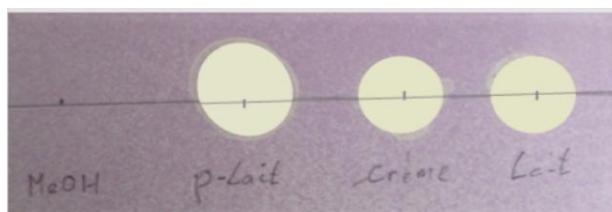
Source : Auteur

II.7 Résultats et discussions du test d'activité antioxydante

Comme le montre la photo ci-dessous, le virage de la couleur violette en jaune clair marque le pouvoir antioxydant de nos produits cosmétiques. Comparée à l'activité antioxydante du petit lait, on remarque que la tache jaune est beaucoup plus accentuée pour la crème et le lait.

Cette différence s'explique par la présence d'un autre ingrédient possédant la même activité, il s'agit particulièrement de la vitamine E. Néanmoins, la coloration jaune n'est pas très intense. On en déduit que le petit lait a un certain pouvoir antioxydant et son incorporation dans le lait et dans la crème n'altère pas son activité. Pour obtenir une activité plus renforcée nous proposons dans les perspectives pour la suite de ce travail, l'incorporation d'autres ingrédients naturels à activité synergique.

Photo 6: Chromatogrammes de la crème et du lait comparés au petit-lait en présence d'un témoin (méthanol) vaporisé par une solution de DPPH dissout dans du méthanol (25%)



Source : Auteur

II.8 Résultats et discussions sur le test d'efficacité et le test de tolérance

- Crème :

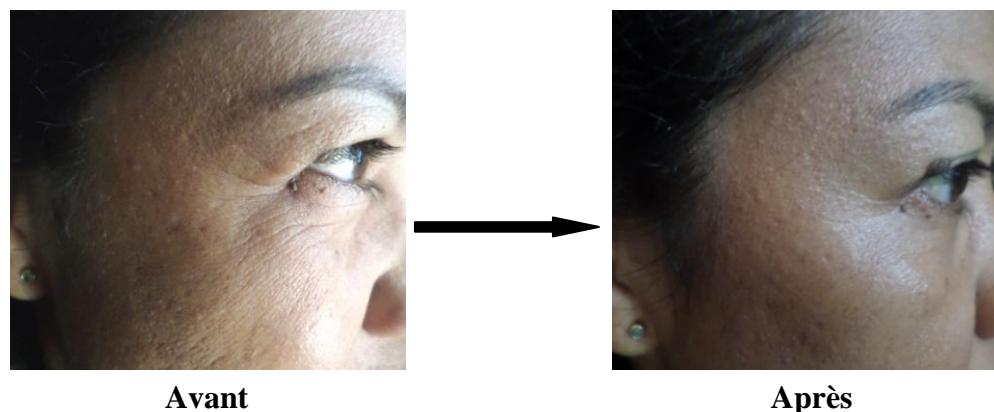
Après 3 semaines d'essai avec notre crème antiâge à base de petit lait de soja, aucun des 9 sujets n'a senti une démangeaison ni autres effets indésirables (desquamation, rougeur, enfleur...) sur sa peau. Ceci prouve que notre crème ne présente aucun risque d'allergène pour les consommateurs. Elle est tout à fait tolérée par les sujets même avec une concentration élevée en petit lait. Par ailleurs, la sensation d'une peau hydratée a été aussi remarquée lors de ce test. Mais, 40% des sujets n'ont pas signalé cet effet. Afin d'augmenter le pouvoir hydratant de notre produit, une légère augmentation de la glycérine est suffisante pour avoir cet effet. Sinon, on peut introduire un nouvel ingrédient possédant cette propriété comme le gel d'aloë. Par ailleurs, 70% des sujets ont perçu une légère disparition des rides sur leur visage ainsi qu'une sensation de la peau plus souple (photo 11, page 69).

Photo 7: Photos montrant l'évolution de la peau de deux volontaires effectuant le test de tolérance et d'efficacité pour la crème après 3 semaines d'utilisation

Femme âgée d'une soixantaine d'années (peau normale) /Application de la crème deux fois par jour



Femme âgée d'une quarantaine d'années (peau sèche) /Application de la crème deux fois par jour



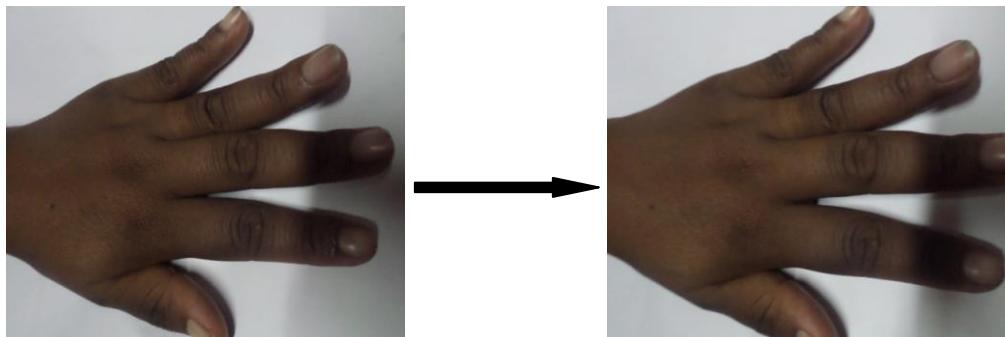
Source : Auteur

– **Lait :**

La première remarque observée par les sujets est la fraîcheur et une facilité de pénétration du produit. Tout comme la crème, les effets indésirables n'ont pas été observés, marquant l'inoffensivité du lait vis-à-vis de la peau. Contrairement à la crème, le lait apporte beaucoup plus d'hydratation sur la peau, un effet observé par 80% des sujets.

En outre, un changement au niveau de l'élasticité de la peau est aussi perçu, ainsi qu'une disparition temporaire des rides comme le montre la photo 14 suivante.

Photo 8: Photos montrant l'évolution de la peau d'un volontaire effectuant le test de tolérance et d'efficacité pour le lait après 3 semaines d'utilisation



Main d'une femme âgée d'une trentaine d'année /Application du lait deux fois par jour

Source : Auteur

NB : Au cours de ces tests, la plupart de sujets ont signalé que l'odeur des produits disparut au bout de quelques heures. Ils ont aussi remarqué que la crème a tendance à mousser au cours de son application.

III. Estimation du prix de vente de la crème et du lait à base de petit lait

Il est important d'analyser son coût. En effet le prix de revient du produit joue un rôle très important pour son lancement. De ce fait, des analyses sommaires du prix de revient de la crème et du lait seront détaillées ci-précédemment (tableaux 23-24, pages 71-72). Les autres charges y afférentes dans la fabrication de nos produits ne seront pas prises en compte du fait que les informations ne sont pas disponibles à savoir : les charges de fonctionnement des matériels ; les mains d'œuvre.

➤ Pour la crème :

Tableau 23: Coût des matières premières utilisées dans la fabrication de 1Kg de crème soit 33 unités de 30ml

Matières premières	Quantité (g/1000g)	Prix Unitaire en Ar	Montant en Ar
Petit lait (<i>Tofu Whey</i>)	859.3	55	*598
Glycérine	45	7	315
Huile de tournesol	40	6	240
Conservateurs (CN ₁)	12.5	55	687.5
Epaississant (EPN ₁)	12	55	660
Epaississant (EPN ₂)	12	8.5	102
Emulsifiants (EN ₁)	7	65	455
Gélifiant (GN ₁)	4.2	230	966
Vitamine E	5	300	1500
Parfum	3	-	-
Emballage	33 unités	1300	42900
TOTAL			48423

Source : Auteur

Le coût sommaire pour un tube de crème est estimé à 2000 Ar, sans prendre en compte les charges fixes. Pour une crème anti-âge de même volume, le prix s'élève à 3.000 Ar. Par ailleurs, une autre crème à base de miel à multiple fonctions (anti-âge, anti-UV, hydratante) se vend à 7.000 Ar pour un tube de 50ml. Compte tenue des charges fixes, le prix estimatif de notre crème anti-âge à base de petit lait de soja pourrait s'élever aux environs de 4.000 Ar. Ce qui nous amène à conclure que le prix de notre produit est concurrentiel sur le marché.

➤ Pour le lait :

Tableau 24: Coût des matières premières utilisées dans la fabrication de 1Kg de lait soit 20 unités de 50ml

Matières premières	Quantité (g/1000g)	Prix Unitaire en Ar	Montant en Ar
Petit lait (<i>Tofu Whey</i>)	870	-	*605.69
Glycérine	30	7	210
Huile de tournesol	35	6	210
Emulsifiants (EN ₂)	35.5	30	1065
Conservateurs (CN ₁)	12.5	55	687.5
Gélifiant (GN ₂)	8	600	4800
Vitamine E	5	300	1500
Parfum	1.2	-	-
Emballage	20 unités	1300	26000
TOTAL			35078

Source : Auteur

* Prix du conservateur

Le prix de revient pour un flacon de 50ml de lait s'élève à 1754 Ariary. On en déduit que le coût estimatif pour vendre notre lait est de 2.000 Ariary, sans les charges fixes. Pour un lait anti-âge de même volume sur le marché, le prix est de 5.500 Ar. Quant au lait à base de petit lait de soja, avec les charges fixes incluses, le prix estimatif de notre lait s'élèverait aux environs de 4.000 Ar. En conclusion ce prix est abordable pour les consommateurs.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude s'est portée sur l'amélioration du procédé de fabrication du tofu en vue d'améliorer et de prolonger sa durée de conservation. En parallèle, nous avons effectué l'étude de valorisation du petit lait de soja issu de la fabrication du tofu en tant que matière première principale entrant dans la formulation de crèmes et laits à vertus anti-âge.

A l'examen des résultats expérimentaux, il apparaît que l'utilisation de baie rose autre la formation de croûtes est une technique très efficace pour prolonger la durée de conservation du tofu. A notre connaissance, il s'agit ici de la première utilisation de la baie rose en tant que conservateur naturel pour les tofus. Auparavant, le gingembre et l'ail, ont été déjà utilisés. L'analyse sensorielle a pu mettre en évidence que ce nouveau produit est préféré par les consommateurs. Un bon rendement de lait a été obtenu en partant de la poudre de soja. Par contre la rentabilité du tofu en utilisant le vinaigre d'alcool comme coagulant est assez faible.

Côté, cosmétique, les résultats ont pu montrer que fabriquer une crème et lait à base de petit lait de soja est faisable. Renfermant des éléments nutritifs et des métabolites secondaires biologiquement actifs, le petit lait est un ingrédient intéressant pour ses vertus. Une analyse préalable de ce coproduit nous a permis de décrire ses caractéristiques (pH, caractères organoleptiques, technique de conservation, etc.) et ainsi d'adopter les méthodes nécessaires pour l'utiliser dans notre formulation. L'évaluation des propriétés anti-oxydantes du petit lait a mis en évidence que grâce aux substances bioactives, le petit lait possède un pouvoir antioxydant, un effet très remarqué à partir d'une dilution de 60%.

Dans la fabrication de la crème et du lait, le petit lait joue le rôle d'actif, mais il constitue aussi la phase aqueuse. Il représente plus de 80% de la formulation. L'analyse physico-chimique de la crème et du lait a montré qu'ils ont un pH acide : 5.5, une densité égale à 0.97 et 0.98 respectivement. Les analyses microbiologiques ont classé les deux produits comme satisfaisants. Ils ne présentent aucun risque pour les consommateurs. Le test antioxydant a permis de montrer que l'incorporation du *tofu whey* dans les laits et crèmes n'a pas altéré son pouvoir antioxydant.

Le test de tolérance a sorti que les deux produits sont bien tolérés par les sujets. En outre, une disparition temporaire des rides est remarquée après quelques jours d'utilisation.

L'analyse sensorielle a montré que les trois échantillons de lait ne sont pas perçus différemment. Ils sont tous acceptés par les consommateurs, de même que la crème. Lors de cette étude, tous les contrôles n'ont pas pu être effectués sur les matières premières et les produits finis. Notamment, l'analyse physico-chimique du tofu et l'analyse des éléments constitutifs du petit lait, la détermination du pH lors du test de vieillissement des crèmes et laits, ainsi que du petit lait par manque de temps ou de moyens. En termes de perspectives, il est possible d'introduire le tofu comme alimentation de substitution des protéines animales. Côté cosmétique, l'addition d'autres ingrédients ayant la même activité ou non est envisageable pour augmenter l'efficacité des produits. En outre, il est possible de formuler des crèmes et laits à multifonction par l'introduction d'autres actifs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES et WEBGRAPHIQUES

- [1] <http://www.lagazettedgi.com/:madagascar-indonesie-promouvoir-la-filiere-soja>. Consulté le 30 mai 2016.
- [2] Peñas E., Préstamo G., Gomez R. (2004). High Pressure and the enzymatic hydrolysis of soybean whey proteins. *Food Chemistry*, 85 pp. 641–648
- [3] Benedetti S., Prudêncio E.S., Graciele L.N., Guizoni K., Fogaça L.A., Petru J.C., (2015). Antioxidant properties of tofu whey concentrate by freeze concentration and nanofiltration processes. *Journal of Food Engineering*, Volume 160, , Pages 49-55.
- [4] Clawson G.A. (1996). Protease inhibitors and carcinogenesis: A review. *Cancer Investig.* 14, 597–608.
- [5] Anitha A., Giri S.K., Tripathi M.K., Singh R., Elizabeth Devi W., Vikash, S. (2014). Optimization of Fermentation Conditions for the Development of Probiotic Soymilk Using Lactobacillus Paracasei Ssp. Paracasei 013 Strain. *International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology*, Volume 2, Issue 3, ISSN: 2320 – 8791
- [6] Guriqbal, S. (2009). The Soybean botany, production and Uses. Department of Plant Breeding and Genetics. Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
- [7] WHORISKEY, P. (2009). Le soja ou Soya : aliment-santé durable. Consulté le 10 mai 2014, disponible sur <http://www.vdsciences.com/medias/encrypted/image/Soya Glycine>.
- [8] RHEKA, C.R. (2010). Soybased Functional Foods with Reference to Probiotics and Isoflavones. Departement of Technological Research Institute. University of MYSORE. For the award of Doctor of philosophy in Microbiology.
- [9] LOF G., NETJES J., TOPS A. (1990). Le soja ; agrodok 1 ; 1ère édition française traduit par E.CODAZZI ; ; 16p
- [10] MAEP Agri-développement. Filière Oléagineux. Mise à jour le Juin 2004 Ministère de l’Agriculture, de l’Elevage et de la Pêche. Fiche n° 109. Consulté le 22 avril 2016 sur <http://www.maep.com>
- [11] Conseil International des Céréales (CIC). Production mondiale de soja. Consulté le 21 janvier 2016 sur <http://www.planetoscope.com/>
- [12] Rencontres Techniques Régionales (RTR). Le soja, leader mondial des sources riches en protéines végétales. Organisation Interprofessionnelle des graines et fruits oléagineux (ONIDOL) (2015).

- [13] Artigot, M. (2012). Etude du déterminisme génétique des différences de teneur et de profils en isoflavones dans la graine de soja (*Glycine max* L. Merrill). École doctorale des Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Pathologie, toxicologie, Génétique et Nutrition. Pour le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse.
- [14] HUBERT, J. (2006). Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja – Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. École doctorale des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Qualité et sécurité des aliments. Pour le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse.
- [15] Ajay K.D., Antony J.I.X., Navin K. Sharma and Rakesh K. Tiwari. (2011). Soybean constituents and their functional benefits. Opportunity, Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry, 367-383
- [16] Messina M.J., (1997). Soybean foods: their role in disease prevention and treatment. In Soybean: Chemistry, Technology, and Utilization. Chapman and Hall: New York, USA, pp. 442-447.
- [17] LACOMBE S., THÉODOROU-BAYLE V., LA DROITTE P., DAYDE J. (2000). Les isoflavones du soja dans la filière aliment santé. Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Vol. 7, Numéro 3, 287-96, Fondamental. Disponible sur le site <http://www.ocl-journal.org>
- [18] HOWITZ K.T., SINCLAIR D.A. (2008). Xenohormesis: sensing the chemical cues of other species. Cell. 133, 387–391.
- [19] RASOLOHERY, C. (2007). Étude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. École doctorale des Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Qualité et Sécurité des Aliments. Pour le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse.
- [20] Jackson C.J.C., Dini J.P., Lavandier C., Rupasinghe H.P.V., Faulkner H., Poysa V., Buzzell D., DeGrandis S. (2002). Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. Process Biochemistry 37 :1117–1123.
- [21] PILŠÁKOVÁ L., RIEČANSKÝ I., JAGLA F. (2010).The Physiological Actions of Isoflavone Phytoestrogens. Physiol. Res. 59: 651-664,
- [22] Keast, R.S.J., Lau, J. J. (2006). Culture-specific variation in the flavor profile of soymilks. *Journal of Food Science*, 71, S567–S572.
- [23] Zava D., Duwe G. (1997). Estrogenic and antiproliferative properties of genistein and other flavonoids in human breast cancer cells in vitro. Nutr Cancer 27(1):31–40.
- [24] Messina M, Barnes S. (1991). The role of soybean products in reducing cancer risks. J Natl Cancer Inst;83:541–6.
- [25] Messina M, Persky V, Setchell K, Barnes S. (1994). Soy intake and cancer risk: a review of the in vitro and in vivo data. Nutr Cancer; 21(2):113–31.

- [26] DRAPIER-FAURE, E. ; CHANTRE P. ; MARES P. (2002). Effects of a standardized soy extract on hot flushes: a multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Menopause* 9(5): 329-334.
- [27] ANDERSON J.W., JOHNSTONE B.M., COOK-NEWELL M.E. (1995). Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med*, , 333: 276-282.
- [28] HODGSON, J. M. ; CROFT, K. D. ; PUDDEY, I. B. ; MORI, T. A. ; BEILIN, L. J. (1996). Soybean isoflavonoids and their metabolic products inhibit in vitro lipoprotein oxidation in serum. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 7(12): 664-669.
- [29] Alezandro M. R., Granato D., Lajolo F. M. and Genovese, M. I. (2011). Nutritional aspects of second generation soy foods. *J Agric Food Chem*. 59(10): 5490-7.
- [30] ZELTER, S.Z. (1971). Traitement thermique et qualité des protéines du soja. *Ann. Zootech.*, , 20 (i). 11-16.
- [31] Nyagaya, M. (2004). Améliorer la santé à travers le soja: un guide de formation de base. CIALCA Technical guide 1.
- [32] Xiaodi S., Jingyan L., Shuming W., Lei Z., Lijuan Q., Tianfu H., Qianyu W., Kow-Ching C.S., Shuntang G., (2015). Flavor characteristic analysis of soymilk prepared by different soybean cultivars and establishment of evaluation method of soybean cultivars suitable for soymilk processing. *Food Chemistry* 185; 422–429
- [33] JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007). Science des aliments-technologie des produits alimentaires. Tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
- [34] Dhananjay S., Kulkarni S. S., Kapanoor K. G., Naganagouda V. K. and Veerappa H. M., (2006). Reduction of flatulence-inducing factors in soymilk by immobilized α-galactosidase. *Biotechnology and Applied Biochemistry* 45: 51–57.
- [35] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Tables CIQUAL 2008. Consulté le 19 Aout 2016 sur <http://www.afssa.fr/TableCIQUAL/index.htm>.
- [36] Shurtleff W. & Aoyagi A. (2013). History of tofu and tofu products. Published by Soy info center.
- [37] Andika S., Indyah S. Utami, Siti Rahayu, and Endang S.R. (2010). Tofu characterization using acid and salt coagulants in industrial scale. Faculty of Agricultural Technology, Gadjah Mada University.
- [38] Shurtleff, w. and A. Aoyagi, (1990). Tofu and soymilk production: the book of tofu, Soy Food Center, Lafayette, CA.
- [39] FUH-JUIN K., NAN-WEI S., AND MIN-HSIUNG L. (2003). Effect of Calcium Sulfate Concentration in Soymilk on the Microstructure of Firm Tofu and the Protein Constitutions in Tofu Whey. Graduate Institute of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan

- [40] PRABHAKARAN, M. (2005). Isoflavone levels and the effect of processing on the content of isoflavones during the preparation of soymilk and tofu. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy food science and technology program department of chemistry national university of Singapore.
- [41] Peñas, E., Guadalupe P., Florentino P., Gomez R. (2006). Enzymatic proteolysis, under high pressure of soybean whey: Analysis of peptides and the allergen Gly m 1 in the hydrolysates. *Food Chemistry*, vol.99, Pages 569–573
- [42] Manoj, T. (2014). Technology for utilization of tofu whey as growth media for production of probiotic strains and study of antioxidant activities. Agricultural and horticultural Sciences. Central Institute of Agricultural Engineering, India.
- [43] Madzlan, K. (2013). Development of Protein Polysaccharide Complex for Stabilization of Oil-in-Water Emulsions. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Food Science. University of Guelph.
- [44] Smith, A.K., Nash, A.M., Eldridge, A.C. and Wolf, W.J. (1962). Recovery of soybean whey proteins with edible gums and detergents. *J. Agr. Food Chern.* 10:302.
- [45] Goldsmith R.L., Stawiarski M.M., Wilhelm E.T., and Keeler H.G., (1971).Treatment of soy whey by membrane processes., Pages 117-148.
- [46] DU Xin, LI Li, (2013) .Antioxidant activities of Tofu whey fermented by lactic acid bacteria. Review.
- [47] <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006072665&id>. Consulté le 9 juillet 2016.
- [48] Coumont H., Delfosse M., Duyckaerts B., Feront-Vanslambrouck J. (1995). Mémento de Pharmacie Galénique. Bruxelles: APB / Service Scientifique 481 Pg.
- [49] Alberto, E. (2010). Emulsions inverses très concentrées, formulation, comportement rhéologique et modélisation. Thèse pour le titre de docteur en génie des procédés et des produits.
- [50] ELKASSOUANI, N. (2013). Les produits cosmétiques pour les soins du visage. Université MOHAMMED V- SOUSSI. Thèse pour le titre de docteur en pharmacie.
- [51] Rivoal, F.et Vidal, M. (2010). Les cosmétiques ou produits d'hygiène corporelle. Lycée Saint Louis- Bordeaux.
- [52] Madaam V., Arsh C., Mahesh K.K., Ajay B. (2014). Emulsion technology and recent trends in emulsion applications. A review of *Internetional research journal of pharmacy* 5(7).
- [53] TOÉ, S.M. (2004). Essais de mises au point de formulation de crèmes et laits corporels a base du beurre de karité du burkina faso. Université d'ouagadougou. Thèse pour le titre de docteur en Pharmacie.
- [54] De Gennes, P.G. et Taupin, J.C. (1982). *Phys. Chem.* 86, 2294.

- [55] TUAREZ, E.A.P. (2010). Emulsions inverses très concentrées. Formulation, comportement rhéologiques et modélisation. Institut National Polytechnique de Lorraine. Thèse pour le titre de docteur en génie des procédés et des produits.
- [56] RAJESH K., MURUGESAN S. K., NANJAIAN M. (2012). Multiple Emulsions. A Review of Institute of Technology and Sciences, Sirsa, Haryana, India.; 2(1): 9-19.
- [57] GUERY, J. (2006). Emulsions doubles cristallisables : stabilité, encapsulation et relargage. Université paris VI. Thèse pour le titre de docteur en Physique et Chimie des Matériaux
- [58] COVIS, R. (2011). Synthèse de polysaccharides amphiphiles a partir de dextrane et application a la stabilisation d'émulsions directes et inverses. Institut National Polytechnique de Lorraine. Thèse pour le titre de docteur en génie des procédés et des produits.
- [59] Amel M. K., Mohamed I.S., Rabab A. El Dib, E.G. Haggag, Mona E. El-Tantawy, Amany A. Sleem3 and Rasha M. Lithy , (2008). Polyphenolic contents and biological activity of leaves of Schinus terebinthifolius grown in Egypt.
- [60] CARVALHO, M.G.; MELO; ARAGÃO, C.F.S.; RAFFIN, F.N.; MOURA, T.F.A.L. (2013).Schinus terebinthifolius Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.15, n.1, p.158-169.
- [61] BENDAOUD, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX, S.; BOUAJILA, J. (2010). Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of Schinus Molle L. and Schinus terebinthifolius Raddi berries essential oils. *Journal of Food and Science*. v. 75, p. 466-72,
- [62] DEGASPARI, C. H.; WASZCZYNSKY, N.; PRADO, M. R. M. (2005). *Atividade antimicrobiana de Schinus terebinthifolius Raddi*. Ciências e Agrotecnologia, v. 29, p. 617-22,.
- [63] The Soap and Detergent Association or SDA, (1990). Glycerin & Oleochemical Division.
- [64] RABETSIRA, S. (2015). Le Fromage de Soja: « Tofu », étude comparative de quelques agents coagulants. Rapport de Stage HOMEOPHARMA.
- [65] VOLOLONIAINA S.M.S. (2005). Valorisation du lait de soja en fromagerie : cas de la fabrication de « soycheeses » dans la région de Vakinankaratra. Mémoire d'ingénieur, université d'Antananarivo, département IAA ; ESSA; 134p
- [66] RANAIVOTRIMO, J.T. (2013). VALORISATION DE SOJA: « TOFU, FARINE INFANTILE ». Etude de conservation du tofu et formulation de bouillie infantile à partir d'Okara pour enfant en sevrage. Mémoire d'ingénieur, université d'Antananarivo, département IAA ; ESSA; 148p
- [67] Braun-Falco O., Korting H.C. (1986). *Der normale pH Wert der Haut*. Hautarzt; 37: 126–129.
- [68] Blank, HI. (1939). Measurement of pH of the skin surface.J Invest Dermatol; 2: 67–79.

[69] Swaminathan, M.S. and Chadha K.L. (2006). Environment and Agriculture. Publishers: Malhotra Publishing House, New Delhi, India.

[70] http://www.madagascar-homeopharma.com/0_promotions.php. Consulté le 10 juillet 2016

[71] <http://www.asfoder.net/wp-content/uploads/2008/12/cosmetologie.pdf>. Consulté le 06 mars 2016

[72] <http://www.chimie-sup.fr/formulation.htm>. Consulté le 29 mai 2016

[73] <http://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/tensioactif-slsa-aroma-zone>. Consulté le 10 juin 2016

[74] <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/peau/tensio.html>. Consulté le 10 juin 2016

[75] <http://www.calybeauty.com/post/les-emulsions-eau-dans-huile-et-huile-dans-eau-comment-choisir.aspx>. Consulté le 10 juin 2016

[76] <http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plantemedicinale/soja.htm>. Consulté le 10 juin 2016

ANNEXES

ANNEXE 1: Constituants moyenne de la graine de soja

CONSTITUANTS	QUANTITÉ
Valeur énergétique	430 Kcal
Constituants majeur en g	
Protide	43
Lipide	19
Glucides	21
Humidité	8
Sels minéraux	5
Fibres	4
Oligo-éléments en mg	
Phosphore	690
Calcium	240
Magnésium	175
Fer	10
Zinc	3
Manganese	2
Cuivre	1
Vitamines et autres en mg	
Carotène	426
Niacine	3
Thiamine	1
Riboflavine	1
Phytochimiques*	-

*Isoflavones, phytostérols, inhibiteur de trypsine...

Source : Swaminathan and Chadha (2006)

ANNEXE 2: Composition nutritionnelle pour 100g de tofu

Constituants	Teneur moyenne
Energie, Règlement UE 1169/2011 (kcal)	125
Eau (g)	77,7
Protéines (g)	11,5
Protéines brutes, N x 6.25 (g)	12,6
Glucides (g)	1,64
Lipides (g)	7,43
Sucres (g)	0,8
Fibres (g)	0,5
AG saturés (g)	0,696
AG mono-insaturés (g)	1,28
Oligo-éléments (mg)	
Sodium	139
Cholestérol	0
Magnésium	134
Phosphore	158
Potassium	170
Calcium	80,2
Manganèse	0,888
Fer	2,9

Source : AFSSA, 2008

ANNEXE 3: Analyse sensorielle du tofu : Test descriptif

Sujet n^º:

Date :

Vous avez devant vous quatre échantillons de tofu. Vous allez évaluer chacun des descripteurs pour déterminer ses caractéristiques. Pour cela, veuillez cocher dans chaque carré ce qui vous semble correspondre à votre perception.

CODE :



	Couleur (Croûte)						
Blanc à Marron	<input type="checkbox"/>						
	Epaisseur (Croûte)						
Fin à épais	<input type="checkbox"/>						
	Surface (Croûte)						
Lisse à Striée	<input type="checkbox"/>						
	Couleur de la pâte						
Beige à marron	<input type="checkbox"/>						
	Consistance						
Mou à Ferme	<input type="checkbox"/>						
	Homogénéité						
Grumeleuse	<input type="checkbox"/>						
	Saveur						
Salé	<input type="checkbox"/>						
	Odeur et arôme						
Soja	<input type="checkbox"/>						
Épicé	<input type="checkbox"/>						
Vinaigre	<input type="checkbox"/>						

ANNEXE 4: Analyse sensorielle du tofu : Test hédonique

Date :

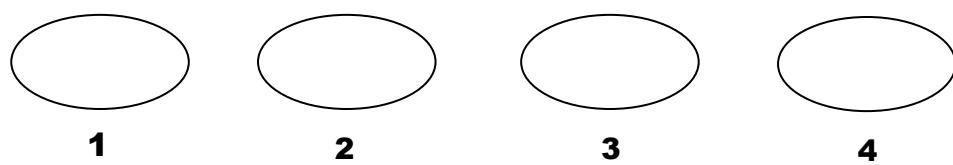
Sujet n° :

Quatre échantillons du tofu codés, sont présentés devant vous. Après les avoir dégustés, cocher la case correspondant à votre perception :

Codes	Désagréable	Ni agréable ni désagréable			Assez agréable	Agréable
		Assez désagréable	Ni désagréable	Assez agréable		
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Test de classement

Parmi les trois échantillons qui vous sont proposés. Veuillez les classer selon votre préférence.



Information personnel :

Veuillez cochez le tranche d'âge et le sexe qui vous correspond:

Age	<input type="checkbox"/>	10-17 ans	Sexe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	18-25 ans		H	F
	<input type="checkbox"/>	26-33 ans			
	<input type="checkbox"/>	34-40 ans			
	<input type="checkbox"/>	41 et +			

ANNEXE 5: Moyenne des notes attribuées par les 70 jurys

lors de l'analyse descriptive du tofu

CODE	327	512	832	751
Jaune paille	2	2	1.5	2
Marron clair	4.75	4.5	4	4
Epaisseur	1	1.5	1.75	1
Lisse	2	1.5	2.5	3
strié	4	3.5	3	3
Beige clair	5.6	5	4.5	5.5
Mou	3	3	3	3.5
Ferme	4	3.5	4	4.5
Grumeleuse	3	4	4.5	1
Salé	3.5	3.5	3.5	3.5
Soja	3.5	3	4	3
Epicé	3.5	5	6	0
Baie rose	2	3.5	5	0
Vinaigre	2	1.75	2	2

ANNEXE 6: Moyenne des notes du petit lait lors de l'évaluation sensorielle

pendant le test de stabilité

	Odeur		Couleur		Limpidité	
	Témoin	Test	Témoin	Test	Témoin	Test
S1	4	4	1	1	4	4
S2	4	4	1	1	4	3
S3	4	3.5	1	2	3	2
S4	3.5	3	1	2	2	0
S5	3	2.5	2	3	1	0
S6	2	1	2	3.5	0	0
S7	2	1	2	3.5	0	0
S8	2	1	2	3.5	0	0
S9	2	1	2	3.5	0	0
S10	2	1	2	3.5	0	0
S11	2	1	2	3.5	0	0
S12	2	1	2	3.5	0	0

ANNEXE 7: Nuance de couleur entre les deux échantillons de petit-lait après 12 semaines de vieillissement (à droite petit lait mis à l'étuve – à gauche petit lait placé à température ambiante)



ANNEXE 8: Analyse sensorielle de la base parfumante

Sujet n° :

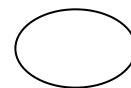
Date :

Trois échantillons de parfum vous sont présentés. Après les avoir sentis (reniflés) veuillez les classer selon votre préférence. [Préféré (1), moins préféré (3)].

147

246

510



ANNEXE 9: Analyse sensorielle d'une crème anti-âge à base de petit-lait de soja

Code de l'échantillon :

Sujet n° :

Un échantillon de crème vous est présenté. Afin de sortir les caractéristiques de cette crème, vous allez évaluer chacun de ces descripteurs. Une échelle d'intensité allant de 0 à 6 vous aidera à décrire chaque caractère. Pour effectuer l'évaluation, veuillez cocher sur la cage qui vous semble correspondre à votre perception.

Apparence

Couleur
(0 :blanc à ivoire)

Brillance
(0 : terne - 6 : brillant)

Odeur
(0 : faible - 6 : forte)

Texture

Fermeté
(0 : faible – 6 : forte)

(0 : faible – 6 : forte)

Viscosité
(0 : faible – 6 : forte)

Onctuosité
(0 : faible – 6 : forte)

Pendant et après application

Etallement
(0: résistant – 6: glissant)

Pénétration
(0 : lente – 6 : rapide)

Brillance
(0 : terne – 6 : brillant)

Odeur
(0 : faible – 6 : forte)

ANNEXE 10: Analyse sensorielle du lait anti-âge à base de petit lait de soja :
test descriptif

Code de l'échantillon :

Sujet n° :

Trois échantillons de lait vous sont présentés. Afin de sortir les caractéristiques de ces laits, vous allez évaluer chacun de ces descripteurs. Une échelle d'intensité allant de 0 à 6 vous aidera à décrire chaque caractère. Pour effectuer l'évaluation, veuillez cocher sur la case qui vous semble correspondre à votre perception.

Apparence

Couleur
 (0 : blanc à ivoire)

Brillance
 (0 : terne - 6 : brillant)

Odeur
 (0 : faible - 6 : forte)

Texture

Fermeté
 (0 : faible – 6 : forte)

(0 : faible – 6 : forte)

Viscosité
 (0 : faible – 6 : forte)

Onctuosité
 (0 : faible – 6 : forte)

Pendant et après application

Etalement
 (0: résistant – 6: glissant)

Pénétration
 (0 : lente – 6 : rapide)

Brillance
 (0 : terne – 6 : brillant)

Odeur
 (0 : faible – 6 : forte)

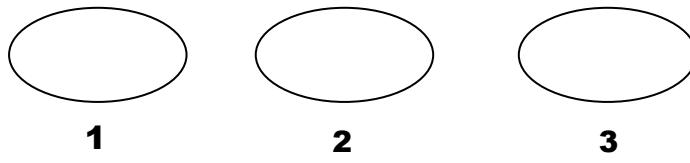
ANNEXE 11: Analyse sensorielle du lait anti-âge à base de petit lait de soja :

Test hédonique

Date :

Sujet n° :

Trois échantillons de *lait* codés, sont présentés devant vous. Après les avoir analysés attentivement, veuillez les classer selon votre préférence [préféré (1), moins préféré (3)]



Information personnel :

Veuillez cochez la tranche d'âge et le sexe qui vous correspond:

- 18-25 ans
- 26-33 ans
- 34-40 ans
- 41 et +

H F

**ANNEXE 12: Moyenne des notes obtenues lors du test de stabilité de la crème
et du lait pendant les 6 semaines de vieillissement**

CRÈME	Odeur		Couleur		Viscosité	
	Témoin	Test	Témoin	Test	Témoin	Test
S 0	2.5	2.5	2.75	2.75	3	3
S 1	2.5	2.5	2.75	2.75	3.25	2.75
S 2	2.5	2.5	2.75	2.75	3.5	2.5
S 3	2.5	2.5	2.75	2.75	3.5	1.5
S 4	2.5	2.5	2.75	2.75	3.5	1
S 5	2.5	2.5	2.75	2.75	3.5	1
S 6	2.5	2.5	2.75	2.75	3.5	1

LAIT	Odeur		Couleur		Viscosité	
	Témoin	Test	Témoin	Test	Témoin	Test
S 0	2	2	2.5	2.5	2	2
S 1	2	2	2.5	2.5	2.25	1.5
S 2	2	2	2.5	2.5	2.5	1.25
S 3	2	2	2.5	2.5	2.75	0.5
S 4	2	2	2.5	2.5	2.75	0.5
S 5	2	2	2.5	2.5	2.75	0.5
S 6	2	2	2.5	2.5	2.75	0.5

***ANNEXE 13: Questionnaire utilisé lors du test d'efficacité et de tolérance
pour les deux produits***

Nom :

Sexe :

Age :

Sujet n° :

Après avoir utilisé le produit pendant cette période, qu'avez-vous remarqué sur votre peau?

	OUI	NON
• Disparition des rides	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Peau plus souple (élastique)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Peau hydratée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Peau desquamée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Sensation démangeaison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Autres, à préciser		

.....

.....

.....

.....

*ANNEXE 14: Regroupements des quatre échantillons de tofus par l'ANOVA
pour chaque descripteur*

Descripteurs	Différence significative	Test LSD FISHER			
		327	512	751	832
Jaune	OUI	A	B	B	B
Marron	OUI	A	B	B	B
Epaisseur	OUI	A	B	B	B
Lisse	NON	A	A	A	A
Strié	OUI	A	B	B	B
Beige	NON	A	A	A	A
Ferme	NON	A	A	A	A
Grumeleuse	OUI	A	B	C	C
Salé	NON	A	A	A	A
Soja	NON	A	A	A	A
Epicé	OUI	A	B	C	C
Vinaigre	NON	A	A	A	A

ANNEXE 15: Présentation générale de la société HOMEOPHARMA



Historique [70]

L'HOMEOPHARMA, une société en pleine essor connue depuis une dizaine d'année dans le domaine de la médecine traditionnelle grâce à l'utilisation de nombreuses plantes médicinales de Madagascar. Elle a été créée en 1992 par Jean Claude RATSIMIVONY, Docteur en psychologie et en sciences cognitive, naturopathe et iridologue phyto-aromathérapeute. Actuellement, des centaines de personnes travaillent dans cette grande société, dont des médecins, des pharmaciens, des agronomes, des chimistes, des paysans, des informaticiens, etc.

Activités et produits de la société

- ➲ Préparation de médicaments homéopathiques dont : l'homéopathie, la phytothérapie et l'aromathérapie.

Exemples :

- une gamme complète de médicaments homéopathiques
 - une gamme complète d'huiles essentielles (classiques et nouvelles)
 - des préparations végétales et thés médicinaux pour infusions
 - des baumes à essence de plantes
 - une gamme d'huiles corporelles et de massages à base de plantes fraîches
 - des compléments nutritionnels
 - des eaux florales et des savons végétaux
 - des bains aromatiques
 - des parfums d'ambiance
-
- ➲ La distribution et la commercialisation de produits dont une part est destinée pour la consommation locale et l'autre part à l'exportation.

Instituts et centre de formation

L'HOMEOPHARMA :

- Dispose des instituts de Soins et de Massages répartis dans toute l'île, assistés par des médecins et des spécialistes.
- Donne au centre des formations aux professionnels de la santé (médecins, pharmaciens, dentistes, vétérinaires, infirmiers, sagefemme, kinésithérapeutes) mais aussi aux thérapeutes et public intéressés par la médecine naturelle : homéopathie, phyto-aromathérapie, massage traditionnel, psychothérapie.

Les garanties qualités de l'HOMEOPHARMA

Renommée pour la qualité de ses matières premières ainsi que de ses produits finis, l'HOMEOPHARMA est capable de concurrencer aux producteurs externes. En effet elle assure ses productions de la plantation aux produits finis. A cet effet, la société possède plusieurs garanties :

- Laboratoire pharmaceutique agréé par le ministère de la santé ;
- Laboratoire d'analyses biologiques et de diagnostic médical agréé par le ministère de la santé
- Certification bio par ECOCERT international.
- Certification Label nature par l'université de RUTGERS (USA)



Auteur : ANDRIANJAFY Heritiana Dinah

Titre : *Amélioration du procédé de fabrication du tofu et Valorisation du petit lait de soja (Tofu Whey) en cosmétique*

E-mail : andrianjafydinah@yahoo.com

RESUME

Ce travail effectué dans le laboratoire de l'HOMEOPHARMA a pour objectifs :

- d'améliorer la technique de fabrication du tofu,
- de valoriser le petit lait de soja (*Tofu Whey*) coproduit du tofu, à travers une formulation de produits cosmétiques : crème et lait ayant une activité contre le vieillissement de la peau.

En partant de la poudre de soja, le rendement en lait est élevé 1212.5%, par contre le pourcentage de tofu obtenu est assez faible, de l'ordre de 12.19% en utilisant du vinaigre comme agent coagulant.

L'analyse sensorielle effectuée sur quatre échantillons de tofu a montré que le tofu à 1% de baie rose, 2.5% de sel avec des surfaces bien croûtées est le plus préféré des consommateurs. Sa durée de conservation est de 4 à 5 jours à température ambiante, mais conservé à 4°C il peut durer jusqu'à 8 à 12 jours.

Les analyses préalables du petit lait ont pu sortir qu'il a un pH acide 5.5, de couleur jaune avec une odeur caractéristique du soja. Le test avec le DPPH a montré le pouvoir antioxydant du petit lait. Dans la formulation des crèmes et laits, le petit lait est utilisé comme phase aqueuse mais à la fois actif, représentant plus de 80% dans la formule. Les analyses physico-chimiques de la crème et du lait ont montré qu'ils ont un pH=5.5, une densité inférieure à celle de l'eau. L'innocuité des produits a été justifiée à travers une analyse microbiologique et un test de tolérance. L'activité antioxydante de ces émulsions a pu être prouvée par un test au DPPH. Une disparition temporaire des rides sur quelques volontaires a montré l'efficacité des produits. Pour le cas du lait, l'analyse descriptive de trois échantillons avec différents pourcentages d'agent épaisseur n'a montré aucune différence. Ainsi tous les produits sont préférés par les consommateurs.

Mots-clés : tofu, *Tofu Whey*, cosmétiques, DPPH,

ABSTRACT

The work done in the laboratory of HOMEOPHARMA aims:

- at improving the tofu manufacturing techniques.
- at valorizing the TOFU WHEY, co-product from tofu manufacturing, through a formulation of cosmetics: cream and lotion having activity against skin aging.

Milk yield is high about 1212.5%, using soybean powder, but the yield of tofu using vinegar as coagulant is relatively low, around 12.19%. Sensory analysis performed on four samples of tofus showed that tofu which contains 1% of pink pepper, 2.5% salt with a good crusting is most preferred by consumer. Its shelf life is 4 to 5 days at room temperature, but kept at 4°C it can stay for 8 to 12 days.

A preliminary analysis of TOFU WHEY shows that it has acid pH 5.5, of yellow color and at the same time it is an active ingredient. The DPPH test showed the antioxidant activity of TOFU WHEY. In the formulation of creams and lotion, TOFU WHEY is used as an aqueous phase but active, representing over 80% in the formula. The physicochemical analysis of the cream and lotion have shown that they have a pH = 5.5 and with a lower density than water. Product safety was performed by microbiological analysis. The antioxidant activity of these emulsions was proved by a test with DPPH. In the case of lotion, the descriptive analysis of three samples with different percentage of thickener agent showed no difference. All the products are accepted by consumer.

Keywords: tofu, TOFU WHEY, cosmetics, DPPH,