

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique  
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Spécialité Sciences des Corps Gras



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Formulation et analyse d'un beurre  
traditionnel à base de feuilles de *Moringa  
oleifera* torréfié**

Présenté par :

**Yacia Siham & Touati Meriem**

Soutenu le : **13 septembre 2022**

Devant le jury composé de :

Mme AOUDIA HASSIBA  
Mme OUCHEMOUKH NADIA  
Mme BRAHMI FATIHA

MCB  
MCA  
MCA

Encadreur  
Présidente  
Examinatrice

**Promotion 2021/2022**

## Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu, notre créateur pour avoir donné la force et le Courage pour accomplir ce travail. Nos très chères belles familles et plus particulièrement nos parents. Qui nous soutenu durant nos études.

Il est indispensable pour nous de témoigner notre profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail. Pour cette raison, au terme de nos travaux de recherches, nous tenons à formuler nos sincères remerciements à :

Notre promotrice Mme **AOUDIA.H** pour la qualité de son encadrement, et pour son aide précieuse et le temps consacré pour notre orientation tout au long de la période de réalisation de ce travail. Ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.

Nous remercions les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'apprécier ce modeste travail. Mme Ouchemoukh Nadia de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury, et Mme Brahmi Fatiha d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous n'oublions pas de remercier l'équipe qualité de l'unité CO-GB LABELLE Particulièrement Mme JAAFRI et Mlle ZAHIRA pour leur encadrement durant notre stage au sein de l'unité. Leur aide, leur disponibilité, leur soutien.

**Je dédie ce projet :**

**A ma chère mère,**

**A mon cher père,**

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

**A mon frère, Ghiles,**

**A mes deux sœurs, Kafia et Kamilia,**

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

**A mes grands-parents,**

Que dieu leur donne une longue joyeuse vie.

**A ma chère binôme, Touati Meriem,**

Pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

**A mes chères amies,**

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

**A toute ma famille.**

**Siham**



***Je dédie ce travail à :***

*À mes chers parents Touati Djilali, et bekhat bila pour leur patience, leur sacrifice et leur soutien indéfectible tout au long de mes études, de m'avoir donné l'éducation, l'amour, le courage*

*À mes chers frères : yidir et Massinissa*

*Et mes chères sœurs : sabiha et Sarah*

*Et mon cousin : kouceïla Touati*

*Ma binôme : yacia Siham*

*À mes adorables amies :*

*Kahina, yassmina, chahinez, fahima, mouhemed, wali.*

***Meriem***

## Liste des abréviations

**Abs** : absorbance

**Cat** : catéchine

**DPPH** : 1,1 diphényl-2-picryl hydrazyle

**Eq q** : Equivalent quercetine.

**Eq AA** : Equivalent Acide Ascorbique

**Eq AG** : Equivalent Acide Gallique.

**Ech** : échantillon

**ED** : Eau distillée.

**FMO** : Feuille de *Moringa oleifera*

**FMOT**: Feuille de *Moringa oleifera* Terrifier

**MO** : *Moringa oleifera*.

**MS** : Matière sèche.

**PCA** : Plate Count Agar.

**PFMO** : poudre de feuille de *Moringa oleifera*.

**PTS** : Phénol totaux soluble

**IP** : indice de peroxyde

**II** : indice d'iode

## Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

### Partie théorique

#### Chapitre I : Généralités sur le beurre

I.1. Définition .....	03
I.2. Composition .....	03
I.3 .Types du beurre.....	03
I.4 .Valeur nutritionnelle .....	04
I.5.Technologie de fabrication du beurre.....	05
I.5.1.la fabrication traditionnelle.....	05
I.5.2. Fabrication moderne .....	06
I.6.Défauts et altérations du beurre.....	08
I.7.Altération de la matière grasse laitière.....	10
I.7.1.Oxydation.....	10
I.7.2.lipolyse.....	10

#### Chapitre II : Généralités sur *Moringa oleifera*

II.1.Arbre de Moringa .....	11
II.2.Origine et repartions géographique de la plante .....	11
II.3. Morphologie et caractéristique physique .....	12
II.4.Taxonomie de <i>Moringa oleifera</i> .....	13
II.5. Composition et valeur nutritionnelle de feuille de <i>Moringa oleifera</i> .....	14
II.6.utilisation de <i>Moringa oleifera</i> .....	15
II.7.Potentiel bioactif de <i>Moringa Oleifera</i> .....	16

### Partie expérimentale

#### Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1 Objectif du Travail.....	19
III.2. Lieu de travail .....	19
III .3. Matériel végétal .....	19

III.4.Composition chimique .....	21
III.4.1.Teneur en eau (humidité).....	21
III.5.Analyse physicochimique.....	22
III.5.1.Analyse physique.....	22
III .5.2.Analyse chimique.....	23
III.6.Evaluation de la stabilité oxydative du beurre.....	26
III.6.1.Suivie au cours de stockage .....	26
III.7.Composés phénolique .....	26
III.7.1.Extraction des composés phénoliques du beurre.....	26
III.7.2.Dosage des composés phénoliques.....	27
III.8. Activité antioxydant .....	28
III.9.Analyses microbiologiques .....	34
III.10. Analyse sensorielle.....	34
III.11.Analyse statistique.....	35

## **II. Résultat et discussions**

IV.I .Caractéristique physico-chimique du beurre .....	36
IV.1.1 Humidité et l'indice réfraction (Brix).....	36
IV.1.2.L'indice d'iode.....	36
IV.1.3.Point fusion .....	37
IV.1.4.Taux sel.....	38
IV.1.7.Evolution du pH, acidité et l'indice peroxyde au cours du stockage .....	39
IV.1.7.1. Suivi du pH et acidité au cours du stockage.....	39
IV.7.1.2.Suivi de l'indice du peroxyde au cours de stockage .....	40
IV.2.Composés phénoliques et activité antioxydant.....	41
IV.2.1. Phénols totaux solubles.....	41
IV.2.2. Tanins condensés.....	42
IV.2.3. Flavonoïde.....	43
IV.2.4. Pouvoir réducteur .....	44
IV.2.5. Chélation de fer ferreux.....	45
IV.2.6.Activité anti –radicalaire du DPPH.....	45
IV.2.7.Blanchiment de B-Carotène.....	46
IV.3 Analyses microbiologiques.....	48



IV. 4 Analyse sensorielle.....	48
Conclusion.....	50

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

## Liste des figures

N° de figure	Titre	page
<b>01</b>	Distribution de <i>Moringa oleifera</i>	14
<b>02</b>	Tronc d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	15
<b>5003</b>	Branches d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	15
<b>04</b>	Feuilles d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	16
<b>05</b>	Fleurs d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	16
<b>06</b>	Fruits d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	17
<b>07</b>	Graines d'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	17
<b>08</b>	Les feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	24
<b>09</b>	Poudre de <i>Moringa oleifera</i> avons la torréfaction	25
<b>10</b>	Poudre de <i>Moringa oleifera</i> après la torréfaction	25
<b>11</b>	Photographie des 5 beurres préparés	26
<b>12</b>	Protocole d'extraction des composés phénoliques	31
<b>13</b>	Protocole de dosage des phénols totaux solubles	32
<b>14</b>	Protocole de dosage des tanins condensés	33
<b>15</b>	Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes	33
<b>16</b>	Protocole de dosage des flavonoïdes	34
<b>17</b>	Protocole du pouvoir réducteur	35
<b>18</b>	Activité anti-oxydante de chélation du fer ferreux	36
<b>19</b>	Réduction du radical DPPH	37
<b>20</b>	Protocole du pouvoir anti-radicalaire du DPPH	37
<b>21</b>	test d'inhibition de du $\beta$ -Carotène par les extraits phénoliques de <i>Moringa oleifera</i>	38
<b>22</b>	Présentation des échantillons pour l'analyse sensorielle	39
<b>23</b>	Indice d'iode des beurres stockés à 4°C	42
<b>24</b>	Données de point de fusion	43
<b>25</b>	Données de taux de sel	43
<b>26</b>	Suivi du PH au cours de stockage	44
<b>27</b>	Suivi d'acidité au cours du stockage	45
<b>28</b>	Suivi de l'indice peroxyde au cours de stockage	46
<b>29</b>	Teneur en phénols totaux solubles	47

<b>30</b>	Teneur en tanins condensés	48
<b>31</b>	Teneur en flavonoïdes	48
<b>32</b>	pouvoir réducteur des extraits des beurres préparés	49
<b>33</b>	Pourcentage en chélation du fer ferreux	50
<b>34</b>	Activité anti-radicalaire du DPPH	51
<b>35</b>	Activité blanchiment de $\beta$ -carotène	52

### Liste des tableaux

	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>I</b>	Composition moyenne du beurre	3
<b>II</b>	Composition nutritionnelle moyenne pour 100g de beurre	5
<b>III</b>	Texture des beurres en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide	7
<b>IV</b>	La composition du babeurre	11
<b>V</b>	Valeurs nutritionnelles de différentes parties (gousses, feuilles fraîches et poudre de feuilles) de <i>M. Oleifera</i> . (quantité /portion de 100 grammes comestibles)	18
<b>VI</b>	Taxonomie de <i>Moringa oleifera</i>	18
<b>VII</b>	tableau qui résume la composition des cinq beurres formulés au laboratoire	25
<b>VIII</b>	Les valeurs de la composition chimique et des paramètres physico-chimiques du beurre	37
<b>IX</b>	Données d'analyse microbiologique des beurres enrichis	49
<b>X</b>	classement selon l'ordre de préférence les échantillons (A, B, C, D, E)	50
<b>XI</b>	les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.	50

## Introduction

Une grande variété de produits laitiers fermentés sont préparés traditionnellement en Algérie dans le but est la bioconservation du lait pour une utilisation ultérieure. Ces produits font partie de l'héritage Algérien et ont une grande importance culturelle, médicinale et économique, ils ont été développés sur une grande période (**Benkerroum et al., 2004**).

Le beurre est essentiellement fabriqué dans les régions d'élevage de bovins. Ce produit étant un dérivé du lait, constitue un habitat pour les bactéries lactiques (**Cogan et al., 1997 ; Desmazeaud, 1996**).

Étant donné que le beurre est un produit à haute teneur en matière grasse, il est plus sensible à la détérioration protéolytique et lipolytique causée par les enzymes thermostables des bactéries psychrotrophes. Bien que, l'amertume et la saveur peuvent également être mises au point par leur capacité à hydrolyser des protéines de lait (**Lee, 2018**).

Ces dernières années, les consommateurs se réfèrent aux aliments naturels. Les méthodes de protection naturelle sont devenues populaires dans l'attribution d'aliments et de nouvelles méthodes de conservation se sont concentrées sur l'utilisation de plantes respectueuses de l'environnement qui ont des effets antioxydants et antimicrobiens afin d'améliorer la durée de conservation et la sécurité des aliments (**Pourmorad et al., 2003**), c'est le cas de *Moringa oleifera* dont les feuilles représentent un de ces aliments locaux riches en nutriments et accessibles à moindre coût, qui mériterait d'être mieux valorisée. La valorisation des ressources végétales riches en protéines et micronutriments, est une stratégie pour lutter efficacement contre le déficit nutritionnel en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles (teneur en protéines, acides aminés essentiels, vitamines (A, B, C, E) et sels minéraux (Ca, K, Mg, P, Fer, Zn, Se, Cu, Mn, Na, Cl)) (**Ndong et al., 2007**). Ainsi, plusieurs travaux ont mis en évidence la qualité nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera* qui sont un produit tonique, fortifiant et stimulant du système immunitaire pour les sujets vivant avec le VIH/SIDA (**Fahey et al., 2005**) et utilisées dans l'alimentation en Asie et en Afrique (**Lockett et al., 2000 ; Tedonkeng et al., 2005 ; Mendieta-Araica et al., 2011**). **Yang et al., (2006)** ont montré l'efficacité de ces feuilles dans la prévention, la correction de la malnutrition et les maladies associées.

C'est dans ce contexte que s'insère notre travail qui a pour but la formulation et l'analyse d'un beurre traditionnel à base de feuilles de *Moringa oleifera* torréfié, dans un premier temps l'analyse

- Les paramètres physico-chimiques
- Dans un second temps valorisé les qualités nutritionnelles du beurre préparé ont effectuant des dosages des composés phénoliques ainsi que leur étude d'activité anti-oxydante
- Enfin évaluer la qualité microbiologique des beurres enrichis et la qualité sensorielle et organoleptiques.
-

### I.1 Définition

Le beurre est défini par l'article 1 du décret du 30/9/1988 et le règlement CE n° 2991/94 du 5 décembre 1994, comme étant réservée au produit de type émulsion d'eau dans la matière grasse dont les constituants, d'origine laitière, sont obtenus par des procédés physiques (Jeantet *et al.*, 2008).

### I-2- Composition

Le beurre est constitué essentiellement de la matière grasse du lait (82%) au sein de laquelle sont réparties des gouttelettes très fines (1 à 5 microns) de babeurre diluées par l'eau de lavage. Cette phase aqueuse ne doit pas excéder 18% dont 16% d'eau (**tableau I**) et 2% de matière sèche non grasse (lactose, protéine, sels minéraux) (Trémolière *et al.*, 1984).

**Tableau I** : Composition moyenne du beurre (Pointurier et Adda, 1969)

Composants	Pourcentage (%)	Éléments	Teneur
Phase grasse	82(82à84)	Triglycérides Phosphatides Carotène Vit A Vit D Vit E	82% 0.2 0 1 % 3à9 mg.kg <sup>-1</sup> 9à30 mg.kg <sup>-1</sup> 0.002à0.04mg.kg <sup>-1</sup> 8à40mg.kg <sup>-1</sup>
Eau	<16(14à16)		
Extrait sec dégraissé	<2(0.4à1.8)	Lactose Acide lactique  Matières azotés : Caséine A-lactalbumine Protéines membranaires, Peptides, acides aminés Sels (autre que NaCl) : Citrate Vit C Vit B <sub>2</sub>	0.1 à 0.3% 0.15% (beurre de crème acide) 0.2 à 0.8% 0.2 à 0.6% 0.1 à 0.05% Traces 0.1% 0.02% 3 mg.kg <sup>-1</sup> 0.8 mg.kg <sup>-1</sup>

### I.3-Types du beurre

**- Beurre cru ou beurre de crème crue**

Comme son nom l'indique, il est obtenu exclusivement à partir de crème n'ayant subi aucun traitement d'assainissement (non pasteurisée), mis à part la réfrigération du lait après la traite dans des tanks à lait à 4° C, en vue de sa conservation (**Mahaut *et al.*, 2000**).

**- Beurre extra-fin**

Il est fabriqué exclusivement avec une crème pasteurisée, n'ayant jamais été congelée ni surgelée, ni désacidifiée. Ce qui signifie que la fabrication a démarré au plus tard 72 heures après la collecte du lait ou de la crème, et 48 heures après l'écémage du lait.

**- Beurre fin**

C'est un beurre pasteurisé obtenu à partir d'un mélange de crème pasteurisée et de crème surgelée ou congelée. La proportion du mélange de crèmes ne peut dépasser 30%. En faisant varier la teneur en matière grasse du beurre, on obtient d'autres types de beurre, aux usages spécifiques en pâtisserie et en cuisine : les beurres concentrés et cuisiniers.

**- Beurre concentré**

Dans ce beurre pasteurisé, on a éliminé par fonte douce, décantation, centrifugation pratiquement toute l'eau et la matière sèche non grasse. Il contient au minimum 99,8% de matière grasse laitière anhydre (MGLA).

**- Beurre de cuisine**

Ce beurre pasteurisé et déshydraté contient au minimum 96% de matière grasse laitière.

**- Beurre salé**

Sa teneur en sel est comprise entre 3 et 10%.

**- Beurre demi-sel**

Sa teneur en sel est comprise entre 0.5% et 3%.

**- Beurre aromatisé**

Il a subi l'adjonction, à chaud ou froid, de divers produits : épices, herbes aromatiques, fromage, ail, persil, fruits...etc.

**- Beurre allégé**

Sa teneur en matières grasses (MG) doit être comprise entre 41% et 65%. La crème est préalablement pasteurisée.

**- Demi - beurre**

Il ne contient que 41% de matières grasses. La crème est préalablement pasteurisée

- **Beurre à tartiner et à teneur lipidique réduite ou mixtes**

Composées de matières grasses d'origine laitière, leur teneur en matières grasses est comprise entre 20 et 40%, et est obligatoirement spécifiée sur l'emballage (Acem , 2016).

#### I.4. Valeur nutritionnelle

Le beurre est une émulsion d'eau dans la graisse, c'est-à-dire un mélange de corps gras contenant de l'eau finement dispersée (Mohtadji-Lamballais, 1989). Sa composition (tableau II) est la suivante :

**Tableau II** : Composition nutritionnelle moyenne pour 100g de beurre (Apfelbaum *et al.*, 2009).

Composants	Valeur
Energie	3155 K joules 755 K calories
Lipides :	83g dont :
Acides gras saturés	52,6 g
Acides mono-insaturés	23,5 g
Acides gras polyinsaturés	2g
Protéines	1g
Glucides	1g
Eau	15g
Cholestérol	250mg
Vitamine A	900µg à 1 mg
Vitamine D2	5µg
Sodium	≤10mg

#### I.5. Technologie de fabrication du beurre

##### I.5.1 Fabrication traditionnelle

Le beurre frais est obtenu après barattage du *Rayeb*, qui est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage dans le but de favoriser l'agglomération des globules lipidiques et accroître le rendement en beurre. Les globules gras apparaissant en surface, à la suite du barattage, sont séparés par une cuillère perforée.

Le beurre frais obtenu présente une consistance molle du fait de la forte concentration en eau (Benkerroum et tamine., 2004).

##### I.5.2. Fabrication moderne

###### I.5.2.1 Préparation de la crème



La crème est standardisée entre 35 et 40 % MG en fabrication traditionnelle et entre 40 et 45 % de MG en fabrication continue. Dans le cas des crèmes acides, on procède à une désacidification pour ramener l'acidité du non gras entre 15 et 20°D soit par lavage à l'eau (une à deux fois son volume), suivi d'un écrémage afin d'éliminer la phase non grasse altérée, soit par addition de neutralisants tels que la soude, la chaux ou la magnésie (**Jeantet et al., 2008**).

#### - Pasteurisation de la crème

Elle est effectuée de 90-95°C à 105-110°C pendant 15 à 20 s, afin de détruire les enzymes thermorésistantes (lipases, oxydoréductases). Compte tenu de la faible conductivité thermique de la crème, la surface d'échange est trois fois plus élevée que celle du pasteurisateur à lait (**Jeantet et al., 2008**).

#### - Dégazage

Il est largement utilisé et effectué sous vide partiel en deux temps :

- Dégazage à 70-75°C sous une dépression de  $0,93 \cdot 10^5$  Pa. C% traitement élimine les gaz dissous dans la crème et évite l'encrassement ultérieur des appareils de chauffage ;

Deuxième dégazage est réalisé après la section de chambrage à 90-95°C sous  $5,310^4$  Pa et permet d'éliminer l'éventuel goût de cuit, suivant le schéma de fabrication (**Jeantet et al., 2008**).

#### - Maturation

La maturation de la crème peut combiner deux .grasse et d'autre part une maturation biologique qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme. Suivant le schéma technologique de fabrication, les deux maturations peuvent être couplées ou se déroulent successivement (maturation physique puis maturation biologique) (**Jeantet et al., 2008**).

##### a-Maturation physique

Les propriétés rhéologiques des beurres dépendent fortement des propriétés thermiques et structurales des triglycérides constituant la matière grasse. Par un contrôle rigoureux du cycle, la maturation physique de la crème permet de corriger la variabilité de composition et de propriétés physique (tartinabilité) tant saisonnière que régionale de la matière grasse et d'obtenir des beurres de même texture toute l'année. La maturation physique permet d'obtenir des globules gras dont la membrane fragilisée par la présence de couches cristallines périphériques. Les rapports de matières grasse solide et matière grasse liquide permettant de

réaliser une bonne inversion de phase et d'obtenir une texture désirée en limitant les pertes dans le babeurre sont présentés dans le tableau ci-dessous. La tartinabilité des beurres dépend également de la taille des cristaux (**Jeantet *et al.*, 2008**).

**Tableau III** : texture des beurres en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide (**Boutonnier et Dunant, 1990**)

	MG liquide	MG solide
Beurre mou	85%	15%
Beurre dur	55%	45%
Beurre avec bonne tartinabilité	65 à 78 %	22 à 35%

### b- Maturation biologique

C'est la méthode traditionnelle, directement dérivée de la fabrication fermière à partir de crème crue. Elle a trois buts :

- Développer certains arômes caractéristiques du beurre ;
- Abaisser le pH pour assurer une protection biologique (20-40°C ; 4,7 < pH < 5,8) ;
- Favoriser l'inversion de phase et la coalescence des globules gras par réduction de leur potentiel de surface aux faibles pH.

La maturation biologique, d'une durée d'environ de 10 heures, peut donc s'effectuer pendant la maturation physique (durée comprise entre 16 et 18 heures) (**Jeantet *et al.*, 2008**).

#### I.5.2.2 Passage de la crème au beurre

A partir de la crème, le beurre est obtenu par barattage.

##### - Inversion de phase

Elle consiste à transformer la crème, émulsion de matière grasse essentiellement sous forme de globules gras (phase discontinue) dans une solution aqueuse, en beurre, émulsion de solution aqueuse dans de la matière grasse. Au cours de l'opération, il y a agglomération des globules, déstructuration et libération des triglycérides (solides et liquides) suivie d'une expulsion de la fraction non-grasse contenue dans la crème de départ, le babeurre ; la matière grasse liquide libérée (glycérides à bas point de fusion) permet d'assurer la liaison intime entre les globules gras qui subsistent et les gouttelettes de babeurre. Trois procédés peuvent réaliser cette inversion de phase (**Jeantet *et al.*, 2008**).

##### - Lavage

Il permet de refroidir et resserrer le gain, de diluer les gouttelettes de babeurre par de l'eau afin de limiter le développement microbien. En générale, on ne peut pas descendre en dessous de 0,5 à 1 % de non-gras. Le lavage ne se justifie plus dans la fabrication du beurre pasteurisé. La production de beurre de crème douce ou de crème acide sans lavage s'est pratiquement généralisée (**Jeantet *et al.*, 2008**).

#### - **Malaxage**

Le mélange est conçu pour disperser uniformément l'air, l'eau, le sel et composés aromatiques dans les substances butyriques pour continuer à expulser les graisses liquides et cristaux dans les globules gras endommagés par l'opération d'agitation. Il permet également le soudage des granulés de beurre et la pulvérisation des phases petites gouttelettes d'eau dans la graisse d'un diamètre moyen inférieur à 5 µm. Lorsqu'il est exécuté correctement, environ 10<sup>10</sup> gouttes de non-matière grasse par gramme de beurre. En général, il est recommandé de continuer à mélanger jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de gouttelettes visibles à l'intérieur du beurre jusqu'à ce que vous obteniez une consistance ferme, texture cireuse et aspect brillant (**Jeantet *et al.*, 2008**)

#### - **Salage**

Il est réalisé pendant le malaxage par addition de sel fin et pur ou de saumure saturé en sel. Il agit comme exhausteur de goût et possède une action antiseptique. Cependant, il favorise l'oxydation de la matière grasse et rend difficile la bonne répartition de l'eau (**Jeantet *et al.*, 2008**).

#### - **Le conditionnement**

Il est variable

- Micro formats pour la restauration individuelle ou collective ;
- En plaquettes ou rouleaux (70% en plaquettes de 250 g pour la consommation familiale)
- Grands formats destinés aux industries agroalimentaires.

Les matériaux utilisés sont les papiers, l'aluminium et certains plastiques thermoformés :ils doivent présenter une bonne étanchéité, une protection contre la lumière, l'oxygène et les odeurs de l'environnement (**Jeantet *et al.*, 2008**).

### **I.6. Défauts et altérations du beurre**

Les défauts peuvent être classés selon leur nature : aspect extérieur, coupe, structure, consistance et flaveur.

### **I.6.1 Défauts d'aspect externes**

L'apparition de colorations diverses en surface est due soit à une dessiccation, soit au développement de bactéries, de levure ou moisissures qui ont contaminé le beurre pendant la fabrication, l'emballage ou stockage (**Mahaut et al., 2000**).

### **I.6.2 Défauts à la coupe**

Ces défauts se traduisent par des alvéoles d'air dues à un défaut d'alimentation de la mouleuse, ou par des anomalies de coloration :

- Points jaunes (MG déstabilisée) ;
- Points blancs (particules de caséines flocculées) ;
- Marbrures (répartition d'eau irrégulière, due à un malaxage insuffisant surtout dans les beurres salés) (**Mahaut et al., 2000**). .

### **I.6.3 Défauts de structure**

- Beurre huileux : un excès de MG liquide qui migre à la surface du beurre ;
- Beurre sableux : cristallisation effectuée trop lentement ;
- Beurre laminé (se débite en lamelle): crème trop riche en air (**Mahaut et al., 2000**).

### **I.6.4 Défauts de consistance**

- Beurre ferme et cassant (solidification de la MG trop poussée) ;
- Beurre mou (excès de MG à bas point de fusion ou degré de solidification insuffisant).

### **I.6.5 Défauts de flaveur**

Un certain nombre d'odeur ou de saveurs désagréables présentes dans le beurre (odeur de foin, d'étable, de choux, de betterave, etc.) peuvent provenir du lait ou de la crème et/ou de la présence d'une flore de contamination. Par ailleurs, un certains nombre de problèmes de fabrication peuvent également introduire des anomalies dans la flaveur des beurres :

- Goût de cuit : température et durée du traitement thermique trop élevés ;
- Goût métallique : oxydation de la MG, pH trop bas, excès d'ions Fe, Cu ;
- Goût yaourt : excès d'acétaldéhydes ;

- Goût malt : produit par certaines variétés de lactococques ;
- Goût de levure : altération d'origine microbienne ;
- Goût acide : type de levains, technique de lavage de malaxage ;
- Goût caséeux : provient de la décomposition de la matière azotée du non gras du beurre par certains micro-organismes protéolytique, tels que les ferments lactiques, les levures, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putrefaciens* (**Mahaut *et al.*, 2000**).

## **I.7. Altérations de la matière grasse laitière**

### **I.7.1 Oxydation**

Cette réaction chimique intervient lors du stockage des beurres : elle provoque la formation de peroxydes dont la dégradation libère des aldéhydes et des cétones responsables du goût de suif. Elle est favorisée par de nombreux facteurs : lumière, température, acidité, NaCl, Fer, cuivre, O<sub>2</sub> etc (**Mahaut *et al.*, 2000**).

### **I.7.2 Lipolyse**

C'est l'hydrolyse des liaisons esters des triglycérides avec libération d'acides gras, responsables du goût de rance. Ceux-ci peuvent être oxydés pour donner des alcools, des aldéhydes, des cétones, etc.

Les enzymes responsables de la lipolyse sont surtout les lipases des germes psychrotrophes, très thermorésistantes (jusqu'à 99°C -30s). A partir de 10<sup>5</sup> voir 10<sup>4</sup> germes de psychrotrophes par ml de lait, on assiste à des défauts de rancissement du beurre. Ce phénomène est amplifié par les altérations mécaniques des globules gras lors de la collecte à la ferme et du transport à l'usine (**Mahaut *et al.*, 2000**).

### II-1-Arbre de Moringa

Parfois appelé « arbre de vie » ou « arbre du paradis » en raison de ses vertus environnementales, médicinales et alimentaires exceptionnelles. Le *Moringa* est un arbre à usages multiples dont les feuilles, fleurs, fruits, écorces et racines peuvent être consommés directement. Ses qualités nutritionnelles sont de plus en plus reconnues et pourraient représenter une solution efficace dans le cadre de la lutte contre la malnutrition (**Irénée Modeste Bidima, 2016**).

### II-2-Origine et répartition géographique de la plante

*Moringa oleifera* est l'un des légumes de l'ordre *Brassica* et appartient à la famille des *Moringaceae*. La *Moringaceae* est une famille d'un seul genre avec 13 espèces connues (**Khawaja et al., 2010**).

Le *Moringa oleifera* est un petit arbre originaire des régions sub- himalayennes du nord-ouest de l'Inde, qui est maintenant indigène dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Arabie, d'Asie du Sud-Est, des îles du Pacifique et des Caraïbes et d'Amérique du Sud (**Figure1**). Traditionnellement, en plus d'être un légume utilisé quotidiennement par les habitants de ces régions, le Moringa est aussi largement connu et utilisé pour ses bienfaits pour la santé (**Fahey, 2005**).



**Figure 1** : Distribution de *Moringa oleifera* (Fuglie, 2001)

### II-3-Morphologie et caractéristiques physiques

Moringa est un arbre pérenne à croissance rapide, qui peut atteindre 7 à 12 mètres de hauteur et dont le tronc mesure 20 à 40 cm de diamètre (Foild, 2001).

#### - Tronc

Avec une taille de près de 10 mètres, le *Moringa oleifera* est un arbre à écorce grise ou chamois pâle, lisse ou rarement rugueuse. Son tronc (A) mesure de 20 à 40 cm de diamètre.

#### - Branches

Les branches (B) poussent de manière irrégulière et forment un parapluie (Foild, 2001).

#### - Feuilles

Les feuilles, alternes et bi ou tripennées (C), se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles mesurent 20 à 70 cm de long, sont recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes, ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposés, plus un à l'apex, ovales ou en forme d'ellipse, et mesurant 1 à 2 cm de long (Morton, 1991).



(A)

(B)

(C)

#### - Fleurs

Les fleurs sont de couleur blanche (D) ou crème et présentent parfois des taches rouges. Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable (Irénee, 2016).

#### - Fruits

Les fruits sont des gousses allongées (E) à trois valves, de 10 à 50 cm de long, brunes à maturité et qui contiennent chacune entre 12 et 35 graines

#### - Graines

Les graines sont rondes, avec une coque marron (F) semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet. Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine (Makkar et Becker, 1996).



(D)

(E)

(F)

#### II-4-Taxonomie de *Moringa oleifera*

*Moringa oleifera* est l'un des légumes de l'ordre de *Brassica* et appartient à la famille des *Moringaceae*. La *Moringaceae* est une famille (tableau VI) d'un seul genre avec 13 espèces connues (Khawaja *et al.*, 2010).

**Tableau VI:** La taxonomie de *Moringa oleifera* (Mallenakuppe *et al.*, 2019)

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous-règne</b>	Tracheobiophyta
<b>Sous-division</b>	Spermatophyta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Dilleniidae
<b>Ordre</b>	Capparales
<b>Famille</b>	Moringaceae



**II-5-Composition et valeur nutritionnelle de feuilles de *Moringa oleifera***

*Moringa* à lui seul a été signalé comme ayant une teneur plus élevée en différents nutriments que ceux trouvés individuellement dans plusieurs types d'aliments et légumes (**Tableau V**). Plusieurs chercheurs du centre asiatique de recherche et de développement sur les légumes (AVRDC) ont signalé que les feuilles de quatre espèces de *Moringa* étaient riches en nutriments et en antioxydants, la teneur en nutriments variant en fonction de certains facteurs tels que la méthode de préparation, l'âge des feuilles et la saison de récolte (**Fahey et al., 2001**).

**Tableau V** : Valeur nutritionnelle de différentes parties (gousses, feuilles fraîches et poudre de feuilles) de *Moringa oleifera*. (quantité/portion de 100 grammes comestibles) (**Fuglie, 2000**)

Élément analysé	Gousses	Feuilles	Poudre de feuilles
Humidité (%)	86,9	75,0	7,5
Calories	26	92	205
Protéines (g)	2,5	6,7	27,1
Matière grasse (g)	0,1	1,7	2,3
Glucides (g)	3,7	13,4	38,2
Fibre (g)	4,8	0,9	19,2
Minéraux (g)	2,0	2,3	-
Ca (mg)	30	440	2003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K(mg)	259	259	1324
Cu (mg)	3,1	1,1	0,57
Fe (mg)	5,3	7	28,2
S (mg)	137	137	870
Acide oxalique (mg)	10	101	1600
Vit A- β-carotène (mg)	0,11	6,8	18,9

Vit B- choline (mg)	423	423	-
Vit B1- thiamine (mg)	0,05	0,21	2,64
Vit B2- riboflavine (mg)	0,07	0.05	20.5
Vit B3- niacine (mg)	0,2	0,8	8,2
Vit C- acide ascorbique (mg)	120	220	17,3
Vit E-acétate d'α-tocophéryle (mg)	-	-	113
Arginine (mg)	90	402	1325
Histidine (mg)	27,5	141	613
Lysine (mg)	37,5	288	1325
Tryptophane (mg)	20	127	425
Phénylalanine (mg)	108	429	1388
Méthionine (mg)	35	134	350
Thréonine (mg)	98	328	1188
Leucine (mg)	163	623	1950
Isoleucine (mg)	110	422	825
Valine (mg)	135	476	1063

## II- 6- Utilisations de *Moringa oleifera*

Toutes les parties de *Moringa* sont exploitées et l'usage dépend de la partie utilisée. En plus de son utilisation alimentaire, ses produits sont aujourd'hui utilisés dans plusieurs domaines tels que la santé, l'industrie cosmétique et dans le traitement des eaux (**Makkar et al., 1996**)

### II.6.1 Renforceurs de croissance des plantes

L'extrait obtenu à partir des feuilles de *Moringa* dans de l'éthanol à 80 % contient des principes stimulateurs de croissance (c'est-à-dire des hormones de type cytokinine). L'extrait peut être utilisé sous forme de pulvérisation foliaire pour accélérer la croissance des jeunes plantes. L'utilisation de la pulvérisation d'hormones de croissance aura également pour effet de rendre les plantes plus fermes et plus résistantes aux parasites et aux maladies. Les plantes qui sont traitées avec cette hormone de croissance produiront également des fruits plus nombreux et plus gros et auront donc un rendement plus élevé au moment de la récolte (**Makkar et al., 1996**).

## II.6.2 Purification de l'eau

Les graines de *Moringa* contiennent 30 à 42 % d'huile, et le tourteau obtenu comme sous-produit lors de l'extraction de l'huile est très riche en protéines. Certaines de ces protéines (environ 1 %) sont des polyélectrolytes cationiques actifs d'un poids moléculaire de 7-17 kDalton. Les polyélectrolytes cationiques neutralisent les matières colloïdales dans les eaux boueuses ou sales, puisque la majorité de ces matières ont une charge électrique négative. Cette protéine peut donc être utilisée comme polypeptide naturel non toxique pour provoquer la sédimentation des particules minérales et organiques dans les processus de purification de l'eau potable, de filtration de l'huile végétale ou de sédimentation des fibres dans la production de bière et de jus de fruits. Elle agit donc comme un coagulant primaire en créant en permanence des ponts naturels entre les particules colloïdales, contrairement aux coagulants industriels qui sont parfois toxiques, si bien que leur utilisation correcte exige une main d'œuvre qualifiée. La majorité des pays en développement n'a pas les moyens de produire ces coagulants industriels, qui sont chers et grèvent lourdement les réserves en devises de ces pays (Foidl *et al.*, 2001).

## II.7 Potentiel bioactif de *Moringa oleifera*

### II.7.1 Propriétés anti-hypertensives

La consommation des feuilles fraîches sous forme de tisane (un grand verre 2 fois par jour), ou de poudre ou de sauce permettrait de prévenir et de réguler l'hypertension artérielle (52,21%). Elles préviendraient aussi les maladies cardiovasculaires. La consommation de 2 graines par jour régulerait également l'hypertension artérielle. Les racines et les fleurs préparées sous forme de tisane seraient utilisées comme diurétique (Atakpama *et al.*, 2014).

### II.7.2 Propriétés anti-hyper-glycémiques

La décoction des feuilles fraîches (un grand verre, 2 fois par jour), ou le délayage de la poudre ou encore préparées sous forme de sauce, diminuerait le taux de glycémie (38,05%). Une ingestion de l'extrait des feuilles abaisserait, après 3 heures de temps, la glycémie. La consommation de graines chaque jour contribuerait à la réduction de la glycémie (Atakpama *et al.*, 2014).

### II.7.3 Action de *M. oleifera* sur le colon

La poudre de feuilles tout comme les feuilles fraîches et les fleurs sont conseillées dans les troubles digestifs. Elles seraient utilisées dans les douleurs abdominales, dans la constipation

(8,84%) et guériraient l'hémorroïde. La consommation de deux graines par jour réduirait la constipation et le risque d'apparition des hémorroïdes (**Atakpama et al., 2014**).

#### **II.7.4 Propriétés antibactériennes, antiparasitaires et antifongiques**

Les feuilles fraîches préparées sous forme de tisane seraient utilisées dans le traitement du paludisme (7,07%), de la dysenterie amibienne. Elles seraient utilisées comme antibiotique dans les conjonctivites, dans les abcès, et dans d'autres infections. La consommation des graines préviendrait de plusieurs maladies parasitaires et bactériennes, entraînerait l'élimination des vers intestinaux, calmerait les maux de ventre, les amygdalites. Les racines pilées seraient utilisées dans le traitement des abcès et dans certaines mycoses. L'écorce écrasée appliquée sur le corps serait utilisée dans le traitement de la variole. Elle serait également utilisée comme antibiotique dans les maux de ventre et dans le panaris (**Atakpama et al., 2014**).

#### **II.7.5 Propriétés anti-inflammatoire et antalgique**

Les feuilles de *Moringa oleifera* seraient utilisées comme antalgique, au cours des règles douloureuses et dans les migraines. Elles seraient également utilisées dans l'inflammation des yeux. Pour se faire, il faut les triturer et déposer quelques gouttes sur les yeux. La décoction des feuilles fraîches guérirait les douleurs articulaires. La décoction des feuilles (un grand verre, 2 fois par jour), ou le délayage de la poudre ou encore préparées sous forme de sauce diminuerait le risque de crise dans la sinusite. Par ailleurs l'inhalation de la poudre de feuilles entraînerait un lavage des muqueuses du sinus qui se manifesterait par des éternuements. La gomme exsudée serait également utilisée dans les rhumatismes, dans les otites et otalgies. L'écorce serait utilisée pour soigner les douleurs gingivales de la carie dentaire, les névralgies, les céphalées et l'entorse. Les racines et les graines seraient utilisées dans les douleurs et les migraines. Les graines seraient utilisées dans l'inflammation et en particulier dans l'asthme, dans les rhumatismes (**Atakpama et al., 2014**).

#### **II.7.6 Action stimulante du système immunitaire**

La décoction des feuilles fraîches (un grand verre, 2 fois par jour), ou le délayage de la poudre ou encore préparées sous forme de sauce apporterait des antioxydants, de nombreuses vitamines, en particulier du fer pour lutter contre l'anémie. Les feuilles stimuleraient le système immunitaire, réduisant ainsi la fatigue tout en augmentant la tonicité. Elles seraient conseillées dans les troubles du système immunitaire, dans les affections sanguines; et diminueraient le risque de production des cellules anormales dans la drépanocytose ; elles

auraient une action antiproliférative sur les cellules cancéreuses. Les racines auraient également des propriétés stimulantes sur le système immunitaire (**Atakpama *et al.*, 2014**).

### III.1 L'objectif de notre travail

Notre travail vise à étudier et analyser un beurre traditionnel incorporé de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* torréfié.

### III.2 Lieu de travail

Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées au Laboratoire industriel de **CO.GB Labelle** et certaines analyses sont effectuées au niveau du laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition de l'université Abderrahmane Mira avec le dosage des composés phénoliques et de leurs activités antioxydantes.

### III.3 Matériel végétal

#### III.3.1. Récolte et origine des échantillons

Les feuilles de *Moringa oleifera* utilisés dans notre travail ont été récoltées au nord d'Algérie Jijel en Novembre 2018.

#### III.3.2 Préparation des échantillons

- Le triage des feuilles de *Moringa oleifera* a été fait manuellement,
- Le broyage a été effectué par un broyeur électrique,
- Ensuite, le tamisage de la poudre obtenu pour avoir une poudre de particules inférieure à 132 $\mu$ m,
- Torréfaction de la poudre à 106°C pendant 10min, puis la conservation se fait dans des bocaux à l'abri de la lumière.



Feuilles de MO séchées

Feuilles de MO broyer

Feuilles de MO torréfier

### III. 3.3.Le beurre

#### III. 3.3.1.Echantillonnage

Le beurre fabriqué traditionnellement a été récolté au niveau de la wilaya de Béjaia exactement chez monsieur zahir , les échantillons du beurre sont mis dans des flacons stériles et transportés jusqu'au laboratoire et stockés à 4°C.

#### III.3.3.2.Elaboration d'un beurre enrichi avec de la poudre de *Moringa oleifera* torréfiée

Dans notre étude on a utilisé cinq échantillons (tableau VII) dont quatre enrichis de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* torréfiée à des concentrations différentes (2%, 1,5%, 1% et 0,5) (figure 11) et l'autre utilisée comme témoin (sans incorporation).

**Tableau VII :** tableau qui résume la composition des cinq beurres formulés au laboratoire

Echantillon	Composition
0%	120g de beurre pur
0,5%	120g de beurre + 0,6 g de PFMOT
1%	120g de beurre+1,2g du PFMOT
1,5%	120g de beurre+ 1,8g du PFMOT
2%	120g de beurre+ 2,4g du PFMOT



**Figure 11 :** Photographie des 5 beurres préparés.

### III.4.Composition chimique

#### III.4.1.Teneur en eau (humidité) (NA.272/1990)

##### Principe

Chauffage d'une prise d'essai à  $103 \pm 2$  °C jusqu'à l'élimination complète de l'eau et de matières volatiles, détermination de la perte de masse.

##### Mode opératoire

-Peser de la coupelle vide  $P_0$  ( $P_0=60,76$ )

-peser de l'échantillon PE ( $PE= 3,49$ )

-chauffer la coupelle contenant la prise d'essai sur la plaque chauffante, en élevant la température du produit d'environ  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  jusque vers  $90^\circ\text{C}$  et on agitant constamment avec le thermomètre

-Réduire la vitesse d'élévation de la température en observant la vitesse de dégagement des bulles de vapeur qui se détachent du fond de la coupelle et laisser la température monter jusqu'à  $130 \pm 2^\circ\text{C}$  . Ne pas dépasser  $150^\circ\text{C}$  poursuivre l'agitation en raclant le fond de la coupelle jusqu'au moment ou tout dégagement de bulles a cessé

-Laisser ensuite refroidir la coupelle jusqu'à la température ambiante

##### Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée par la formule suivante :

$$H\% = \frac{(P1 + P2) - p}{P2} \times 100$$

$$\text{La matière sèche} = 100 - H\%$$



### III.5 Analyse physicochimique

#### III.5.1. Analyse physique

##### III.5.1.1. L'indice de réfraction et le Brix

###### Principe

Le degré de brix ou l'indice de réfraction est déterminé à l'aide d'un réfractomètre de paillasse. Il représente la matière sèche soluble présente dans l'échantillon il est corrélé à la teneur en sucres.

###### Mode opératoire

- Déposer le liquide en quantité suffisante sur la face horizontale du prisme Réfractométrique P

-agissant sur le bouton moleté de droite, amener dans le champ de vision la limite de séparation des deux zones claire et obscure.

-En agissant sur le bouton moleté de gauche qui commande la rotation du système compensateur. (Série de prismes compensateurs), obtenir un maximum de contraste entre les deux plages et une ligne de Séparation aussi nette que possible, par suppression des irisations. Ce réglage n'est pas à effectuer e Lumière monochromatique.

-Enfin, ajuster cette ligne de séparation à l'intersection du réticule, en agissant à nouveau sur le bouton moleté de droite. Une fois ces opérations effectuées, il suffit de regarder dans l'oculaire O'(celui du haut) et de lire la valeur de l'Indice de réfraction sur l'échelle supérieure.

- En effet, deux échelles sont visibles : l'échelle supérieure ou à droite indique la valeur de l'indice de réfraction et l'échelle inférieure ou située à gauche, graduée de 0 à 85, donner en pourcentage la teneur en matières sèches des jus sucrés.

##### III.5.1.2. Point de fusion en tube (NA 2208-1991)

- **Principe**

Il est basé sur le passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur, à une certaine température (37°C Maximum).

- **Mode opératoire**

Immersion d'un tube capillaire, contenant une colonne d'un corps gras cristallisé dans les conditions contrôlées, à une profondeur spécifiée puis Mettez –le au réfrigérateur quelque secondes dans de L'eau dont la température augmente à une vitesse donnée

Enregistrement de la température à la quelle la colonne commence à bouger dans le tube capillaire.

### III .5.2.Analyse chimique

#### III.5.2.1.Mesure de pH (NA.751/1990)

##### Principe

Le pH par définition Logarithme négatif de l'activité molaire des ions d'hydrogène, Les valeurs du pH ont été mesurées avec un pH mètre le 1er, 7ème, 14ème, 21ème et le 28ème jour.

#### III.5.2.2 Acidité (NA\_273 /1990)

##### Principe

C'est le pourcentage d'acide gras libre dans le beurre par neutralisation avec une solution de soude (NaOH) avec la présence d'un indicateur coloré phénolphtaléine.

##### Mode opératoire

L'acidité est mesuré selon la présente norme (NA-273/1990) est concordance technique avec la norme internationale ISO660 de l'organisation internationale de Normalisation

-peser 10g du beure dans un bécher, dissoudre le beure dans 75ml du mélange du solvant (alcool neutralisé)

-chauffage jusqu'à ébullition sur une plaque chauffante

- Titrer à l'aide de NaOH 0,0365N Jusqu'à apparition d'une couleur rose pale

-Noter le volume sur la burette

$$AC\% = \frac{N \times V \times M}{P \times 10}$$

##### Expression des résultats

**AC** : Acidité de produit

**N** : normalité de NaOH(0,0365)

**V** : volume sur la burette NaOH (ml)

**M** : Masse molaire de l'acide NaOH pour l'expression

**P** : la masse en gramme de la prise d'essai.

### III.5.2.3. Indice de peroxyde (NA-274/1990)

#### Principe

Les échantillons de beurre sont mis en solution dans un mélange chloroforme/acide acétique, et une solution d'iodure de potassium est ajoutée. L'iodure libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium (NA.289/1990) en présence d'empois d'amidon comme indicateur.

#### Mode opératoire

- Peser 2g du beurre dans un erlenmeyer.
- Ajouter 10ml du chloroforme, dissoudre rapidement le beurre en agitant
- Ajouter 15ml de l'acide acétique
- Puis 1ml de la solution d'iodure de potassium
- Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 minute et le laisser durant 5 minute exactement, à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15 et 25°C
- Ajouter environ 75ml d'eau. En agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes de l'empois d'amidon comme indicateur
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N.
- Lire la chute de niveau sur la burette
- Effectuer un essai à blanc

#### Expression des résultats

$$IP = \frac{(v - v_0) \times N}{m} \times 1000$$

**IP** : indice de peroxyde exprimé en meq g d'O<sub>2</sub>/Kg

**N** : Normalité de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,01N)

**V** : volume de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de la chute de la burette utilisé pour le titrage ( ml)

**V<sub>0</sub>** : volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pour l'essai à blanc (ml)

**P** : poids de la prise d'essai (g).

### III.5.2.4. Indice d'iode

#### Principe

L'indice d'iode est déterminé à partir de la mesure de l'indice de réfraction.

#### Expression des résultats

$$II = (RD \times 0.08659) + 10.58$$

**II** : l'indice diode

**RD** : les trois derniers chiffres de l'indice de réfraction

**0.08659** : constant

**10.58** : constant

### III.5.2.5. Détermination du taux de sels

- **Principe**

Cette méthode nous donne le taux de sel dans les corps gras.

- **Mode opératoire**

- La teneur en sel est mesurée selon la norme (MO 8242-7)

- Peser 5g de l'échantillon dans un bécher.

- 100ml d'eau distillé sont ajoutés

- chauffé

- Ajouter quelques gouttes de bichromate de potassium

- Titré avec le nitrate d'argent 0,171N jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

#### Expression des résultats :

$$\text{Taux de sels \%} = \frac{V}{5}$$

Où :

♦ **V** : chute burette

♦ **5** : constant.

### III.6. Evaluation de la stabilité oxydative du beurre

#### III.6.1. Suivi au cours du stockage

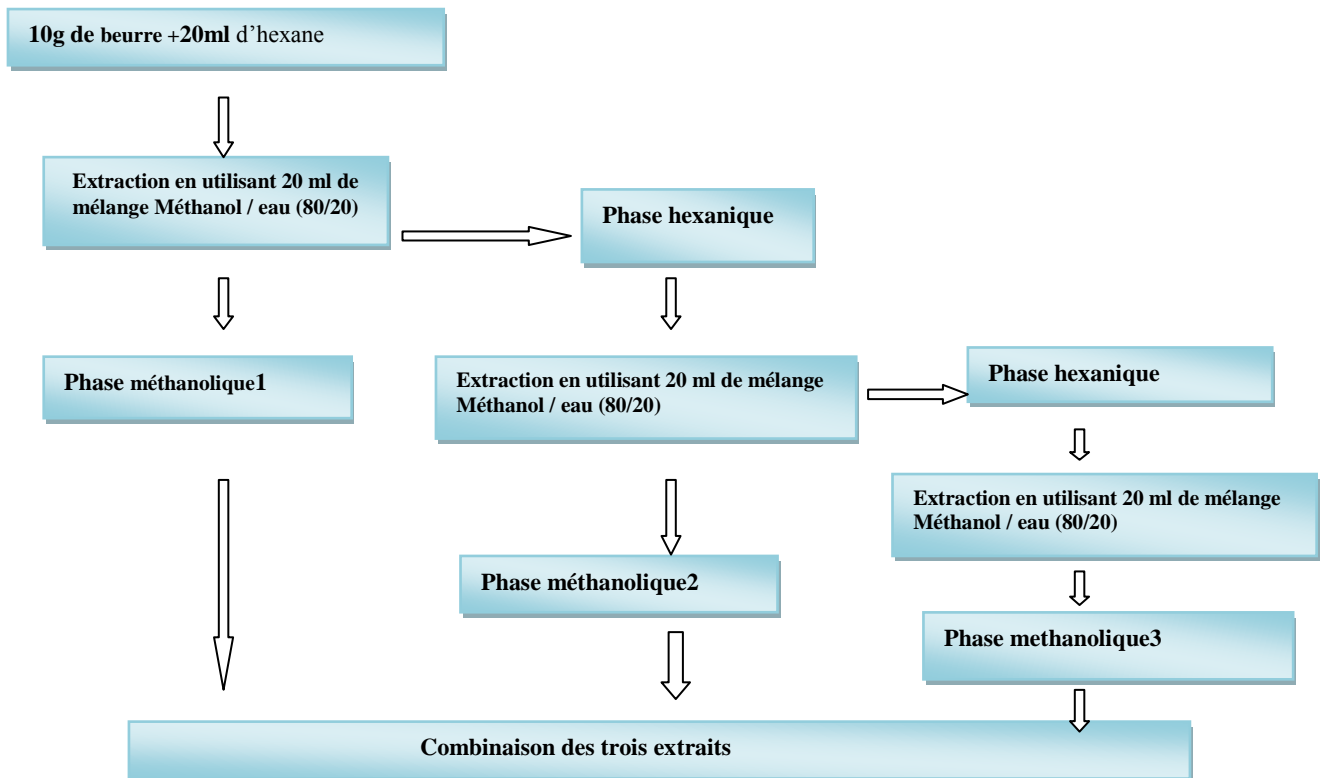
Les échantillons du beurre ont été conservés à 4°C pendant 28 jours le suivi a été effectué chaque semaine pour l'analyse des paramètres suivant (pH, acidité, indice de peroxyde).

### III.7. Les composés phénoliques

#### III.7.1. Extraction des composés phénoliques du beurre

L'extraction des composés phénoliques du beurre traditionnel a été effectuée selon la méthode de **Gutfinger, (1981)**, le protocole de la manipulation est précisé selon le diagramme de (la figure 12).

#### Mode opératoire



**Figure 12:** Protocole d'extraction des composés phénoliques (**Gutfinger, 1981**).

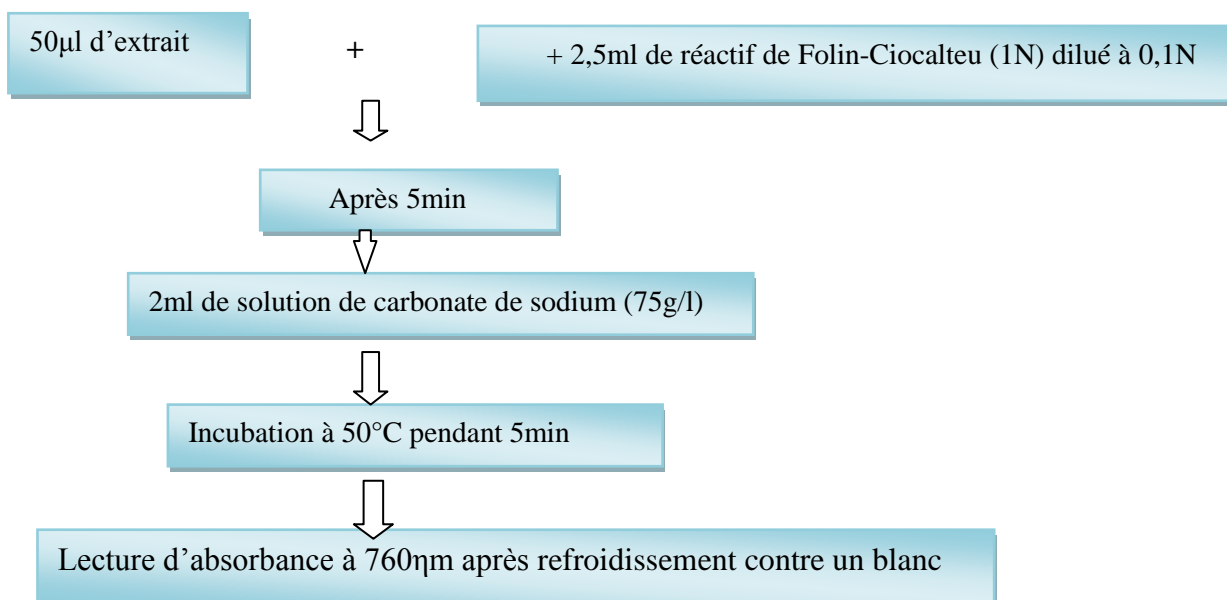
### III.7.2. Dosage des composés phénoliques

#### III.7.2.1. Dosage des polyphénols totaux solubles

##### Principe

Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de Folin-ciocalteu, dans le milieu alcalin, le réactif de Folin-ciocalteu oxyde les phénols en ions phénols et en ions phénolates et il réduit partiellement ses hétéro polyacides, d'ici la formation d'un complexe bleu stable d'oxyde de tungstène et de molybdène (deals,1999)

- **Mode opératoire**



**Figure 13 :** Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Skergel *et al*, 2005).

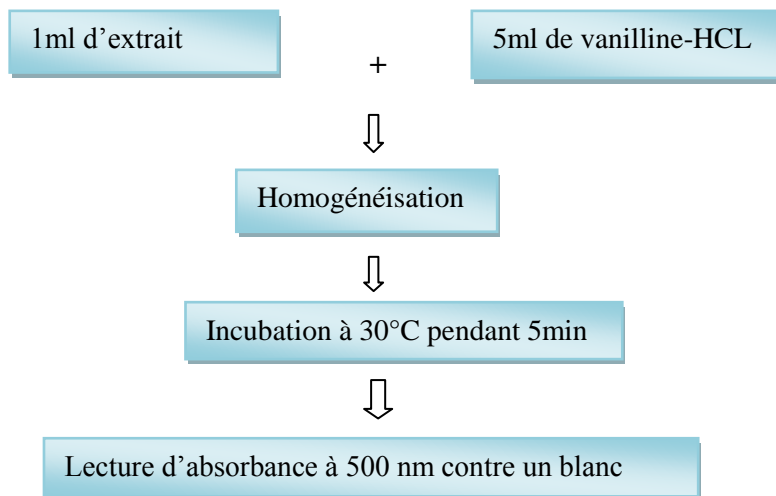
Les concentrations en phénols totaux solubles sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (Annexe N°I). Les résultats sont exprimés en mg Equivalent A gallique/g d'Echantillon.

#### III.7.2.2. Dosage des tanins condensés

##### Principe

Les tanins condensés sont dosés suivant la méthode à la vanilline avec l'HCl. qui dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement des unités des tanins condensés en milieu acide pour produire un complexe rouge mesuré à 500nm (Hagerman, 2002).

### Mode opératoire



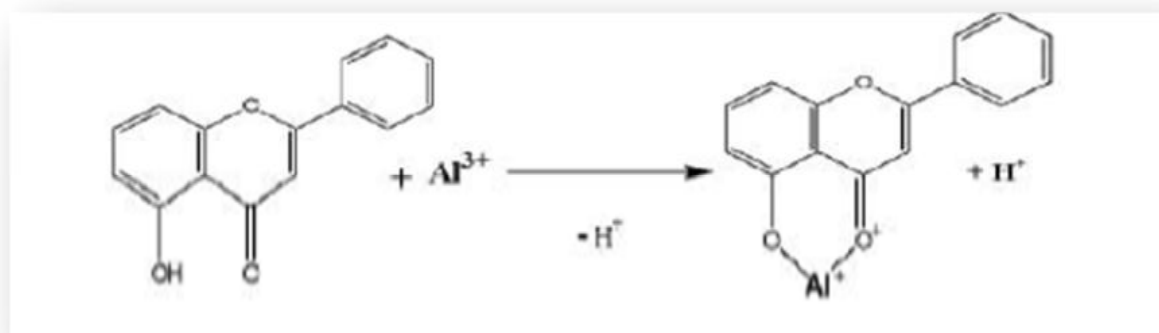
**Figure 14 :** Protocole de dosage des tanins condensés (Deshpande *et al.*, 1986).

La teneur en tanins condensés est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec la catéchine (Annexe I), Les résultats sont exprimés en (mg Eq CAT/g d'Echantillon).

#### III.7.2.3. Dosage des flavonoïdes

##### Principe

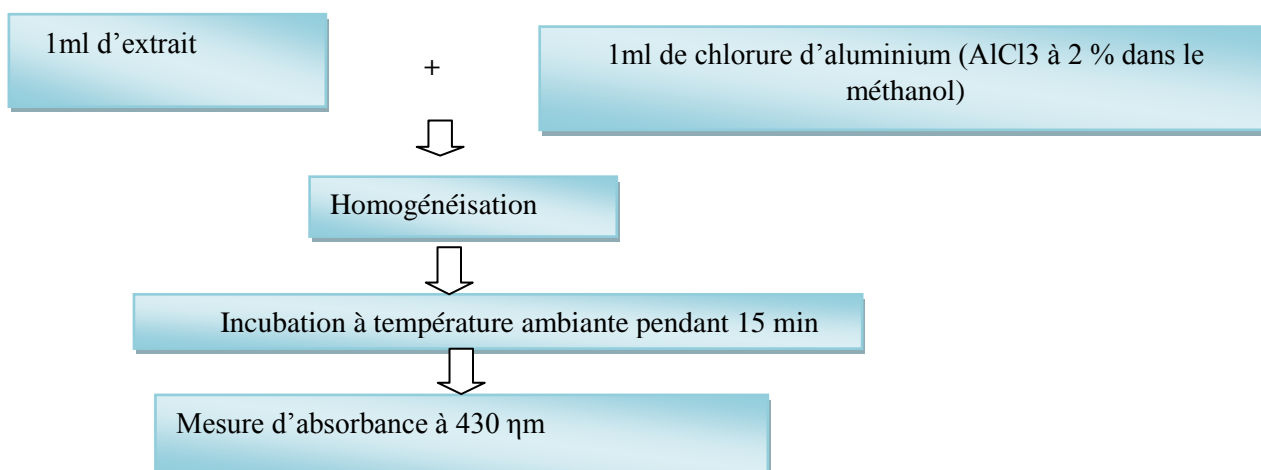
Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation de complexe jaunâtre par chélation de l'ion  $Al^{3+}$  par la réaction de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) avec les flavonoïdes qui possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre (Figure15). La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (Ribéreau-Gayon, 1968).



Concentrations en flavonoïdes ont été estimés en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec la quercétine (**Annexe I**). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de quercétine (Mg Eq Q/100 g d'échantillon).

### Mode opératoire

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de (**Djeridane *et al.*, 2006**)



**Figure 16 :** Protocole de dosage des flavonoïdes

## III.8. Activité antioxydante

### III.8.1. Test du Pouvoir réducteur

#### Principe

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) du complexe ferricyanure en fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>), dans un milieu acidifié par l'acide trichloracétique, cette réaction se manifeste par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) en couleur bleu vert du ferreux (Fe<sup>2+</sup>), dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur (**Li *et al.*, 2009**).



**Mode opératoire**

Le test du pouvoir réducteur est réalisé selon le protocole suivant :

200µl d'extrait + 500µl de tampon phosphate (0,2M, PH 6,75) + 500 µl de ferricyanure de potassium (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>) (1%)



Incubation à 50°C pendant 20 min



Ajouté 500ul d'acide trichloracétique (TCA 10%)



Centrifugation à 500tr/min pendant 10 min



1 ml du surnageant est prélevé pour ajouter 1 ml d'eau distillée et 200 µl de chlorure (FeCl<sub>3</sub> 0,1%)



La lecture se fait au spectrophotomètre à 700 nm

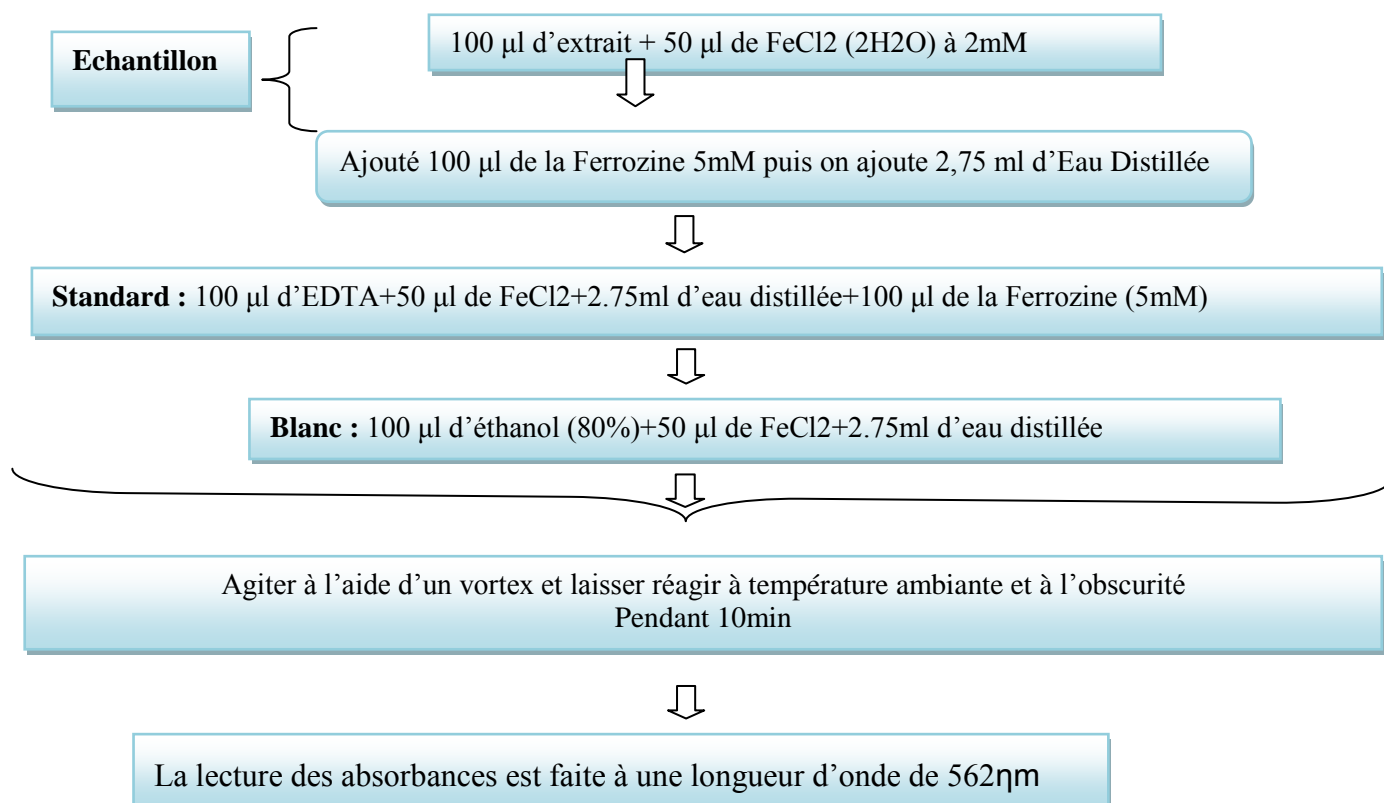
**Figure 17:** Protocole du pouvoir réducteur (Li *et al.*, 2009).

**III.8.2.Chélation du fer ferreux****Principe**

Le principe de ce test est basé sur la chélation des ions ferreux par la ferrozine . Selon **Le *et al.*,(2007)** la capacité chélatrice des extraits est mesurée en suivant l'inhibition de la formation du complexe Fe<sup>2+</sup>-ferrozine après le traitement des échantillons avec les ions Fe<sup>2+</sup> cette méthode se manifeste par la formation d'un complexe de ferrozine et Fe<sup>2+</sup>,qui se caractérise par une couleur mauve à 562 nm.

**Mode opératoire**

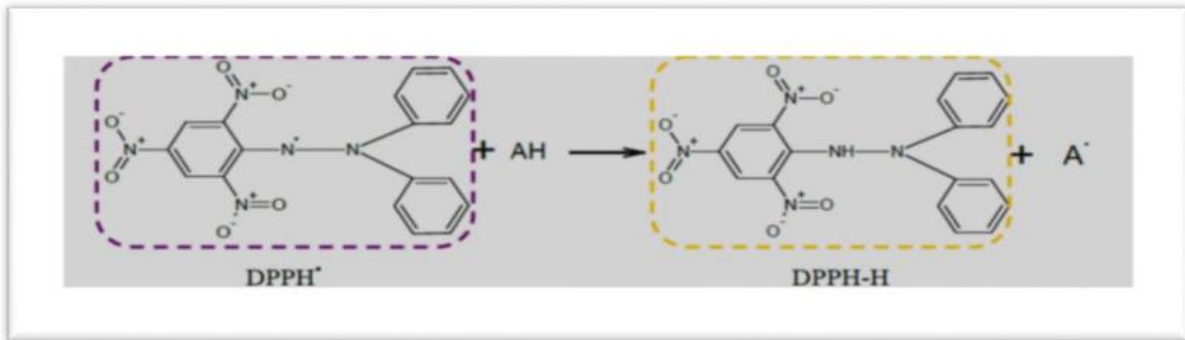
Selon la méthode décrite par **Bourgou *et al.*, (2008)** la chélation du fer ferreux a été estimée comme suit :



**Figure 18 :** Activité anti-oxydante de chélation du fer ferreux (**Bourgou *et al.*, 2008**).

**III.8.3. Activité anti-radicalaire du DPPH****Principe**

Le test est une méthode qui permet de mesurer le pouvoir anti-radicalaire des substances antioxydantes contenues dans un extrait. Méthode qui est basée sur la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil(DPPH). Celui-ci est un radical libre de couleur violette qui devient jaune quant il est réduit en DPPH-H de là est réduit à la forme d'hydrazine (non radical) en acceptant un atome d'hydrogène (**figure 19**) plus la perte de couleur est rapide plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant fort. **Brand-Wiliams (1995)**.



**Figure 19** : Réduction du radical DPPH

### Mode opératoire

**Echantillon** : 50µl d'extrait + 1,950 ml de solution méthanolique de DPPH (65 µml/L) fraîchement Préparée



**Contrôle** : 50µl d'éthanol 80% 1,950 ml de solution méthanolique de DPPH (65 µml/L)



**Blanc** : 50µl d'éthanol 80%+1.950ml de méthanol



Agitation au vortex



Incubation 30 min à température ambiante et à l'abri de la lumière



Lecture de l'absorbance à 515 nm

**Figure 20** : Protocole du pouvoir anti-radicalaire du DPPH (Brand William *et al.*, 1995).

### Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

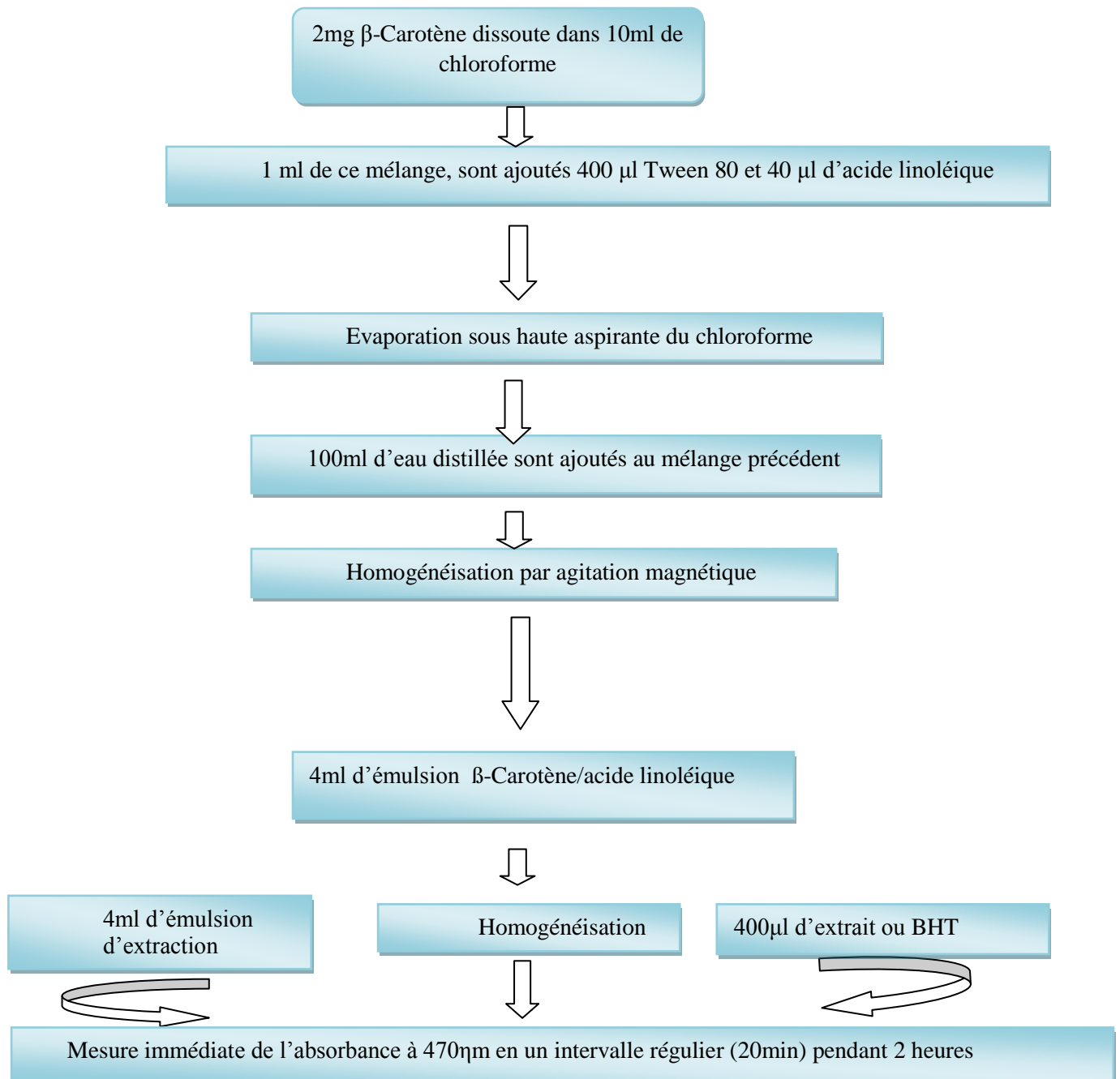
$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{[(\text{Absorbance du contrôle} - \text{Absorbance Échantillon})]}{\text{Absorbance control}} \times 100$$

### III.8.4 Test du blanchiment de β-Carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique

### Principe

L'inhibition du  $\beta$ -Carotène par les extraits des échantillons préparés est déterminée selon la méthode (**Figure 19**) décrite par **Miller (1971)**. Cette méthode consiste en la mesure de l'inhibition de la dégradation oxydative du  $\beta$ -Carotène (décoloration) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique (**Pathirana et Shahidi, 2006**).

### Mode opératoire



**Figure 21** : Test du blanchiment de  $\beta$ -Carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.

### III.9 Analyses microbiologiques

Les différentes analyses microbiologiques effectuées sur le beurre préparé et la méthode de travail utilisés :

- recherche des levures et moisissure à 30°C (NA1210)
- Recherche de bactéries pathogène (*Salmonelles et Staphylococcus aureus*) 37°C/48°C (NA1203 et ISO6888-1)
- Recherche des germes aérobie à 30°C/ 72 H (NA1207)
- Recherche de *Escherichia coli* à 37°C/48°C (NI ISO7251)

### III.10 Analyse sensorielle

Nous avons présenté pour 08 personnes (membres du juré expert), recruté selon leur disponibilité et leur motivation pour participer à l'étude, cinq produits qui sont : le beurre non incorporé, quatre mélanges du beurre avec la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* torréfiée à différentes concentrations (0,5%, 1%, 1,5% et 2%) codés successivement par les lettres A, B, C, D et E (**Figure22**).

A la fin de chaque dégustation il faut prendre un peu de pomme et finalement le lavage buccale ce fait avec de l'eau.

Les propriétés organoleptiques essentiellement :

- ◆ L'apparence (couleur, aspect et forme) révélée par la vision.
- ◆ La flaveur (arome, saveur) révélée par l'odorat et le goût.
- ◆ La texture (résistance, consistance et dureté) révélée par le toucher.
- ◆ Un questionnaire a été complété (**annexe III**).



**Figure22** : Présentation des échantillons pour l'analyse sensorielle.

**III.11 Analyse statistique**

Chaque test est répété 3 fois, la comparaison entre les échantillons est réalisée par une analyse de la variance (ANOVA) effectuée pour comparer les moyennes avec le test LSD sur Logiciel Statistica 5.1. Les échantillons sont considérés statistiquement différents à  $P < 0,05$ .

### IV-1-Caractéristiques physico-chimique du beurre

Le tableau montre une variabilité de composition chimique des différents beurres préparés à 0,5% ,1%, 1,5% et 2%.

**Tableau VIII** : les valeurs de la composition chimique et des paramètres physico-chimique du beurre

Paramètre	Acidité	PH	L'indice peroxyde	Taux sel	Humidité (%)	Point fusion	Brix (%)	L'indice D'iode
Beurre témoin	1,25 <sup>c</sup> ±0.07	4,97 <sup>d</sup> ±0.01	1,45 <sup>a</sup> ±0.07	0,075 <sup>d</sup> ±0,00	19	36,6 <sup>a</sup> ±0,57	1,451 <sup>b</sup> ±0,000	49,67 <sup>b</sup> ±0,05
Beurre à 0.5%	1,18 <sup>c</sup> ±0.05	5,11 <sup>a</sup> ±0.01	2,28 <sup>a</sup> ±0,41	0,125 <sup>c</sup> ±0,00	19	31 <sup>c</sup> ±1,73	1,459 <sup>a</sup> ±0,000	50,32 <sup>a</sup> ±0,00
Beurre à 1%	1,225 <sup>c</sup> ±0.00	5,13 <sup>a</sup> ±0.01	1,48 <sup>a</sup> ±0.57	0,55 <sup>b</sup> ±0,07	19	35 <sup>b</sup> ±2,64	1,455 <sup>b</sup> ±0,00	49,97 <sup>b</sup> ±0,48
Beurre à 1.5%	1,53 <sup>b</sup> ±0.70	5,07 <sup>b</sup> ±0.01	1,48 <sup>b</sup> ±0,25	0,65 <sup>a</sup> ±0,07	19	35,3 <sup>b</sup> ±1,15	1,459 <sup>a</sup> ±0.00	50,36 <sup>a</sup> ±0.06
Beurre à 2%	1,795 <sup>a</sup> ±0.60	5,04 <sup>c</sup> ±0.10	0,61 <sup>b</sup> ±0,05	0,85 <sup>a</sup> ±0,07	19	33,3 <sup>c</sup> ±1,15	1,459 <sup>a</sup> ±0,00	50 <sup>a</sup> ±0 ,00

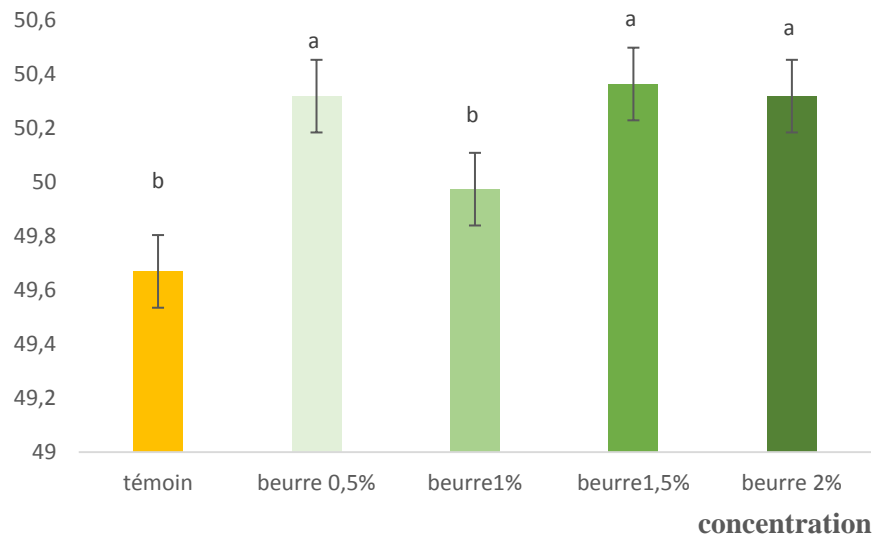
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

### VI-1-1-Humidité et l'indice réfraction (Brix)

L'analyse statistique de données enregistrées pour l'humidité et l'indice de réfraction ne montre aucune différence significative ( $P < 0.05$ ) pour tous les échantillons préparés qui expriment les mêmes teneurs 19% pour l'humidité et 1,45 pour l'indice de réfraction.

### VI-1-2 L'indice D'iode

Pour l'analyse statistique de l'indice d'iode les beurre incorporé de poudre de feuille de MO torréfié a montré une différence significative ( $P > 0.05$ ) entre les beurre préparé 0,5%, 1,5% et 2% (50 à 50,36%) (figure23), cependant il y a aucune différence significative ( $P < 0.05$ ) entre le beurre témoin et le beurre incorporés à 1% (49,67à 49,97%).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure 23:** Indice d'iode des beurres stockés à 4°C.

Néanmoins la valeur moyenne de l'indice d'iode des beurres préparés avoisine (50,06%). La stabilité de l'indice d'iode obtenu concorde avec les travaux de **Mouhammed Nadeem et al., (2003)** qui montrent une stabilité de l'indice d'iode.

#### VI-1-3-Point fusion

Pour l'analyse statistique du point de fusion pour les beurres incorporés de poudre de feuille de MOT à montrer une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les beurres préparés qui varie de (33 à 35,33) (figure 24).





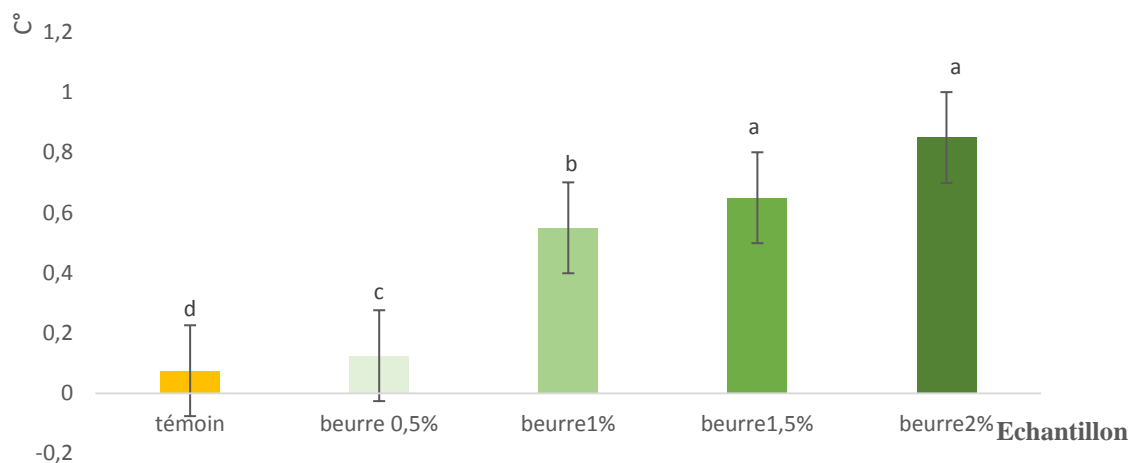
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure24** : Données de point de fusion.

Néanmoins il affiche une grande différence significative ( $P < 0.05$ ) par rapport au beurre témoin (36,65). Selon les résultats obtenus les beurres préparés peuvent fondre à une température inférieure à 36°C, résultats qui est conforme aux **normes** fixé par l'entreprise **CO.G.B- LABELLE**. Néanmoins les résultats obtenues sont inférieure [31.0–36.6] à ceux des 15 margarines d'origine Turque (**Karabulut et al., 2006**).

#### VI-1-4-Taux sel

L'analyse statistique du taux de sel affiche une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les beurres incorporés et le beurre témoin qui affiche la valeur la plus faible (0.75) et le beurre incorporé à 2% qui affichent la valeur la plus élevée (0.85) (figure 25).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure25** : Données de taux de sel.

L'incorporation de poudre de MOT dans les beurres préparés s'accompagne d'une augmentation du taux de sel. Les 3 beurres à savoir le beurre témoin, 0,5% et le beurre à 1% répondent aux normes qui sont d'un taux inférieur à 0.50. Néanmoins, le beurre incorporé à 1,5% et 2% affichent une salinité légèrement supérieure. La moyenne calculée donne un taux de sel de 0.45, qui est supérieur aux résultats de **Karleskind et wolf, (1992)** sur la salinité de margarine en pots (0.1 à 0.3%).

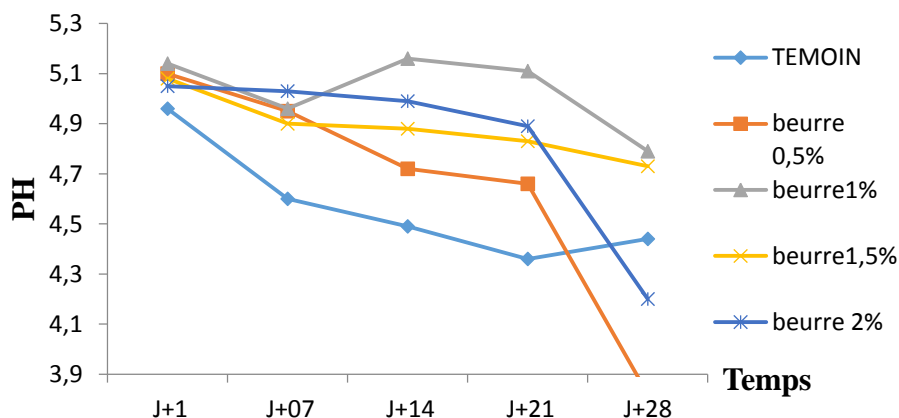
### VI-1-5-Evolution du pH, acidité et l'indice peroxyde au cours du stockage

#### VI-1--5-1-Suivi du pH et acidité au cours du stockage

Les premiers paramètres les plus importants pour déterminer la qualité et la durée de conservation des produits laitiers est l'acidité et le pH (**Pourmorad *et al.*, 2006**).

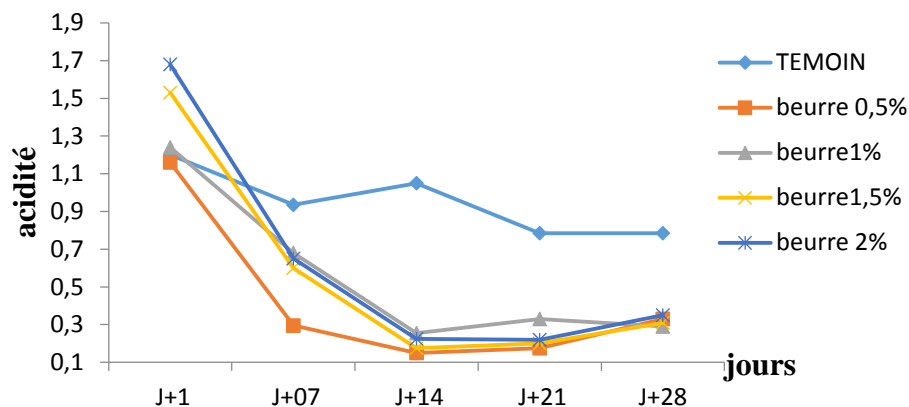
Le suivi du pH, l'acidité et indice de peroxyde au cours du stockage à 4°C des beurres préparés a été mesuré le 1<sup>er</sup> jour (jour de préparation), 7<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup>, 21<sup>ème</sup> et 28<sup>ème</sup> jour.

On considère le pH comme étant stable du 1<sup>er</sup> jour au 21<sup>ème</sup> jour tandis qu'une diminution brusque du pH du 21<sup>ème</sup> jour jusqu'au 28<sup>ème</sup> jour (les beurres 0,5%, 1 % et 2%) a été observée, exception faite pour le pH du beurre témoin qui augmente légèrement du 21<sup>j</sup> au 28<sup>ème</sup> jour (Figure 26).



**Figure26** : Suivi du pH au cours de stockage.

Pour l'acidité au cours du stockage, tous les beurres incorporés de PDFMOT montrent deux périodes distinctes ; une du J1 à J14 qui affichent une diminution et une deuxième de J14 à J28 qui s'illustre par une augmentation (figure 27).



**Figure27** : Suivi d'acidité au cours du stockage.

L'exception est faite pour le beurre témoin qui montre une diminution au 1<sup>er</sup> jour du stockage jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour, pour observer une augmentation du J7 à J14jour, pour enfin diminuer de nouveau entre J14 et J21 et se stabiliser la dernière semaine.

Les résultats d'acidité de tous les beurres incorporés avec la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* torréfié présentent une diminution progressive pendant toute la période de stockage, des résultats qui ne concordent pas avec des études ultérieures établis par BRAHIMI et ZERKAK qui ont trouvées une augmentation de l'acidité, ainsi que ceux trouvés par **Pourmorad et al., (2006)** qui ont travaillé sur les échantillons de crème de beurre.

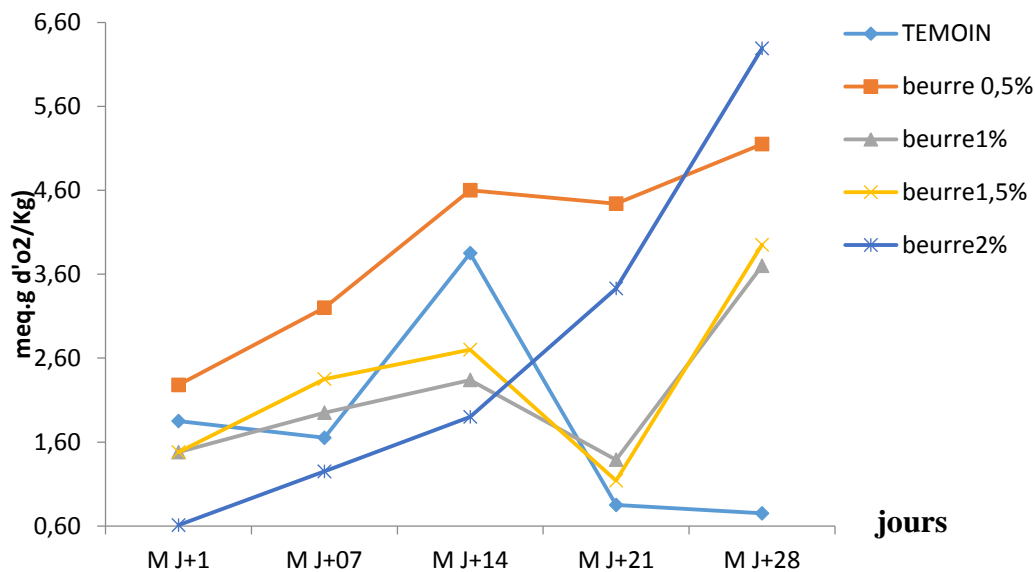
#### VI-1-5-2-Suivi de l'indice de peroxyde au cours du stockage

L'indice de peroxyde présente une principale étape de l'auto-oxydation et paramètre important pour la stabilité au cours du stockage des produits laitiers gras (**Pourmorad et al., 2006**).

L'évolution de l'indice de peroxyde au cours des 28 jours de stockage de beurre décrit trois phases (figure 31) ; la première phase (j1 – j14) est caractérisée par une augmentation de l'indice de peroxyde pour tous les échantillons.

La deuxième phase (j14– j21) qui illustre une diminution brusque pour tous les échantillons sauf le beurre incorporé à 0.5% qui affiche une légère diminution.

Une troisième phase (j21-j28) qui affiche une augmentation assez brusque pour tous les beurres à l'exception du beurre témoin qui se stabilise au cours de la dernière semaine (figure28).



**Figure28** : Suivi de l'indice peroxyde au cours de stockage. .

Nos résultats se caractérisent globalement par une augmentation de l'indice de peroxyde durant la période de stockage (28jours) avec un indice de peroxyde maximal d'une valeur de 6.29 Meg d'O<sub>2</sub> / Kg, qui est dans les normes fixé par l'entreprise **CO.G.B- LABELLE** fixé au seuil inférieure à 10 Meg d'O<sub>2</sub> / Kg.

Ces résultats nous renseignent sur l'effet antioxydant de la poudre des feuilles de MOT incorporé, qui avec ses composés phénoliques pourraient avoir inhibés la formation des produits d'oxydation.

## IV-2- Composés phénoliques et activité antioxydante

### IV-2- 1-Les phénols totaux solubles

Les résultats de l'analyse statistique du dosage de la teneur en phénols totaux solubles des beurres préparés à révéler une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre le beurre témoin et les beurres enrichis (figure 29).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

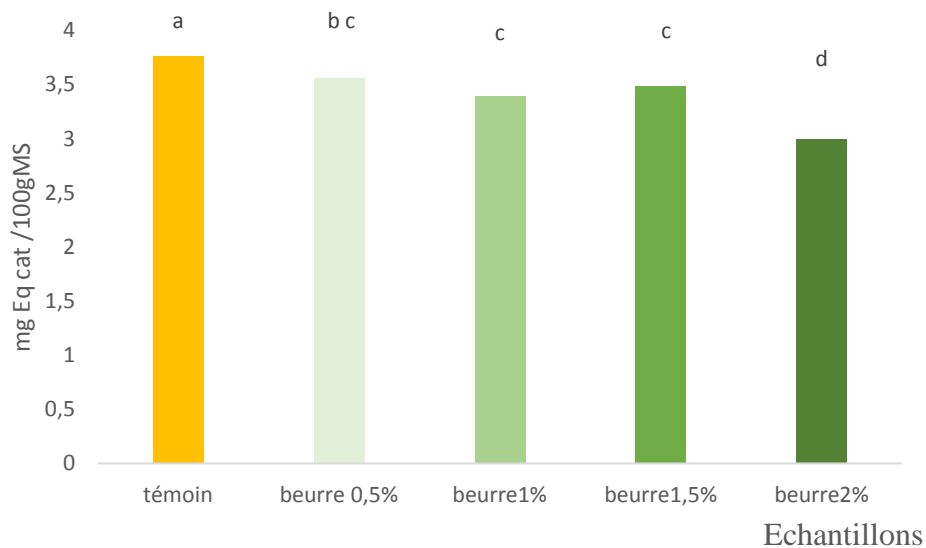
**Figure 29** : Teneur en phénols totaux solubles

L'incorporation de feuilles de poudres de MO torréfié induit une amélioration de la teneur en phénols totaux solubles avec le beurre témoin qui affiche la teneur la plus faible (4,79mg eq acide gallique/100MS) et le beurre incorporé à 2% qui affiche la teneur la plus élevée (5,587mg eq acide gallique/100MS).

#### IV-2-2- Les tanins condensés

Les résultats de l'analyse statistique du dosage des tanins condensés des beurres préparés à révéler une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre le beurre témoin et les beurres enrichis.

L'incorporation de poudre de feuilles de MO torréfié induit une diminution de la teneur en tanins condensés (figure 33) des beurres préparés entre eux, tandis que le beurre témoin affiche la teneur la plus élevée (3,76 mg eq cat/ 100g MS) et le beurre incorporé à 2% affiche la teneur la plus faible (2.99 mg eq cat/ 100g MS) (figure 30).



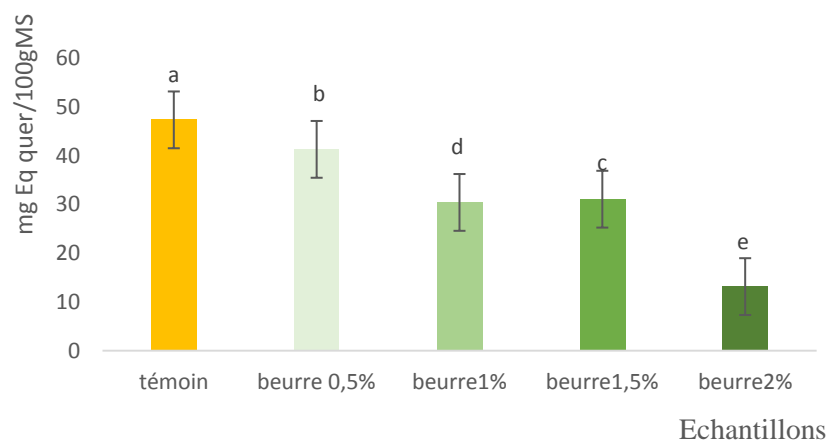
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure30** : Teneur en tanins condensés.

#### IV-2-3- Les flavonoïdes

Les résultats de l'analyse statistique du dosage des flavonoïdes des beurres préparés à révéler une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre le beurre témoin et les beurres enrichis.

Le beurre témoin renferme la teneur la plus élevée (47,33 mg eq quercétine /100g MS). Cependant, l'incorporation de poudres de feuilles de MO torréfié dans les beurres préparés diminue (figure 34) cette teneur (41,28, 31,07, 30,40 et 13,14 mg eq quercétine /100g MS) qui correspond au beurres 0.5%, 1.5%, 1% et 2% respectivement (figure31).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure31**: Teneur en flavonoïdes

On explique le fait que le témoin est plus riche et possède une meilleure activité qui est due à la torréfaction de poudre de feuilles de *Moringa oleifera*, ses résultats ne concordent pas avec les résultats de BRAHIMI et ZERKAK qui ont travaillé sur la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* non torréfié, leur témoin affiche la valeur la plus faible.

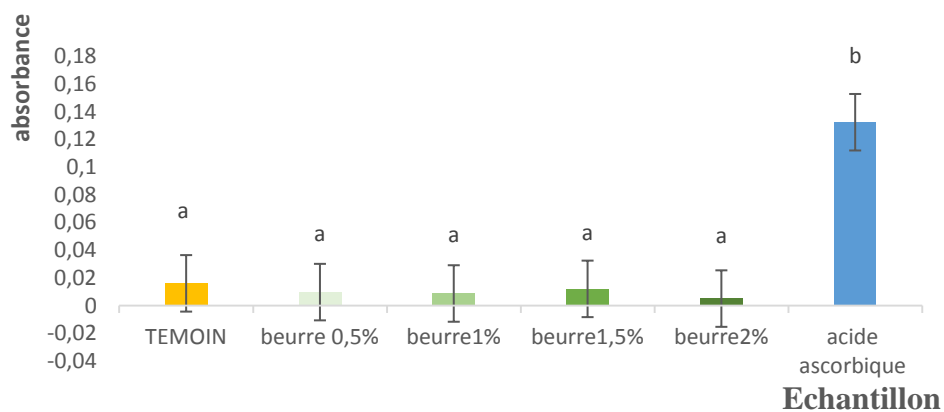
L'incorporation des poudres de MOT enrichi les beurres en phénol totaux soluble, et en flavonoïde ou la teneur passe de [4.79 mg eg AG/ 100g MS à 5.58 mg eg AG/ 100g MS] pour les PTS, et de [13.14 mg eg quercétine /g MS à 47.33 mg eq quercétine /g MS] pour les flavonoïdes.

Nos données traduisent une plus grande richesse en PTS, tanins condensés et flavonoïdes des beurres enrichis par rapport au témoin.

Il est difficile de comparer nos résultats aux données d'autre en raison de l'implication de divers facteurs (méthodes de dosages, méthodes d'extractions, traité ou non traité) dans l'évolution des teneurs en composés phénoliques des matières premières. Et le travail réalisé est une première approche d'enrichissement d'un beurre traditionnel par une poudre de feuille de *Moringa oleifera* torréfiée.

#### IV-2- 4-Le pouvoir réducteur

Les résultats de l'analyse statistique montre aucune différence significative ( $P > 0.05$ ) pour tous les beurres préparés et le beurre témoin. Néanmoins, y'a une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les échantillons et l'acide ascorbique considéré comme standard. La teneur des beurres enrichis et le beurre témoin sont inférieurs à celle de l'acide ascorbique (figure32).



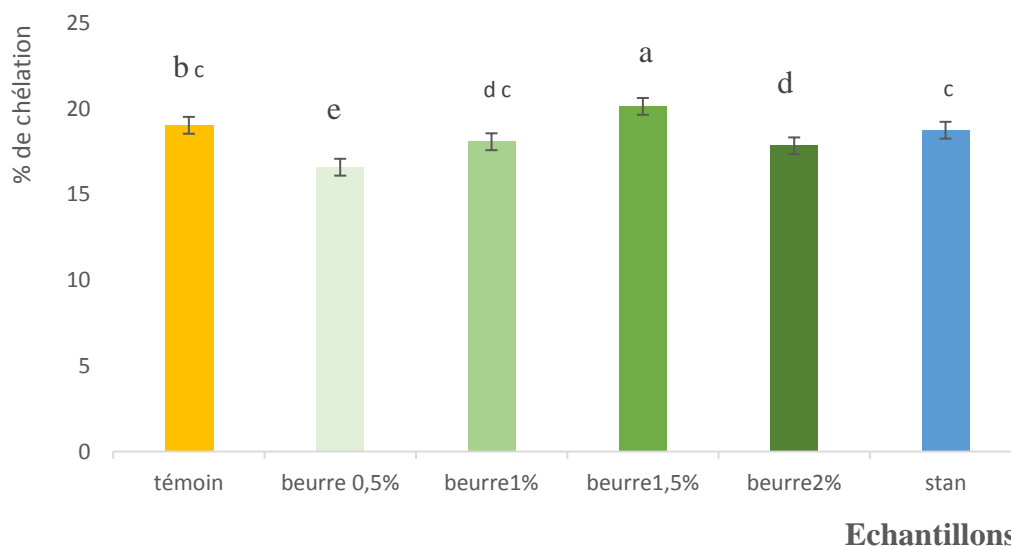
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure 32:** Pouvoir réducteur des extraits des beurres préparés.

#### IV-2- 5-Chélation de fer ferreux

L'analyse statistique de l'activité de chélation du fer ferreux montre une différence significative ( $P < 0.05$ ) pour tous les beurres enrichis et beurres témoin.

L'incorporation de poudre de feuilles de MO torréfiée induit une amélioration du pourcentage de chélation du fer ferreux des extraits des échantillons préparés. On a le pourcentage de chélation des beurres enrichis à 0.5%, 2% et 1% qui est inférieure à celui du standard par contre le pourcentage de chélation du beurre témoin et le beurre enrichi à 1.5% ont des pourcentages supérieures à ceux du standard utilisé (figure 33).



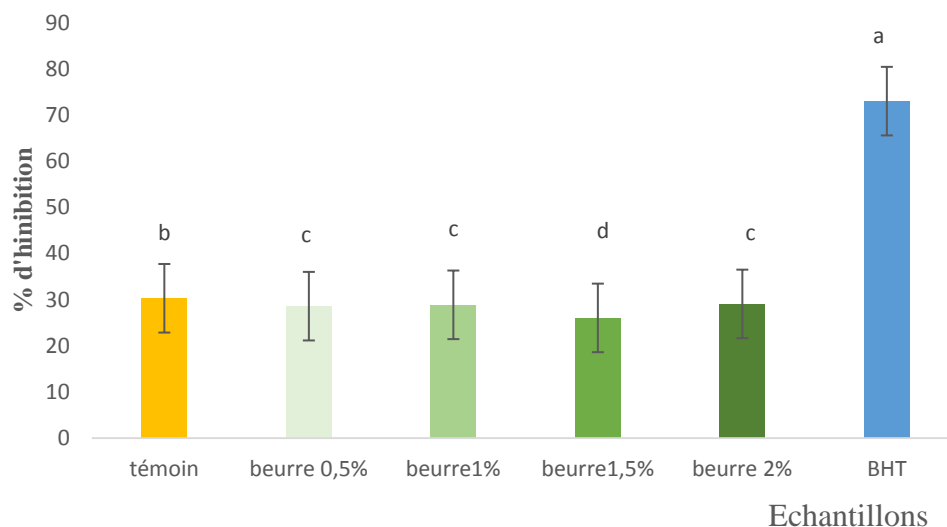
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure 33:** Pourcentage de chélation du fer ferreux

#### IV-2- 6-L'activité anti-radicalaire du DPPH

Pour l'activité anti-radicalaire du DPPH tous les extraits des échantillons préparés affichent un pourcentage d'inhibition nettement inférieure par rapport à celui de BHT utilisé comme standard soit une valeur (55.56%).





Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure34:** Activité anti-radicalaire du DPPH

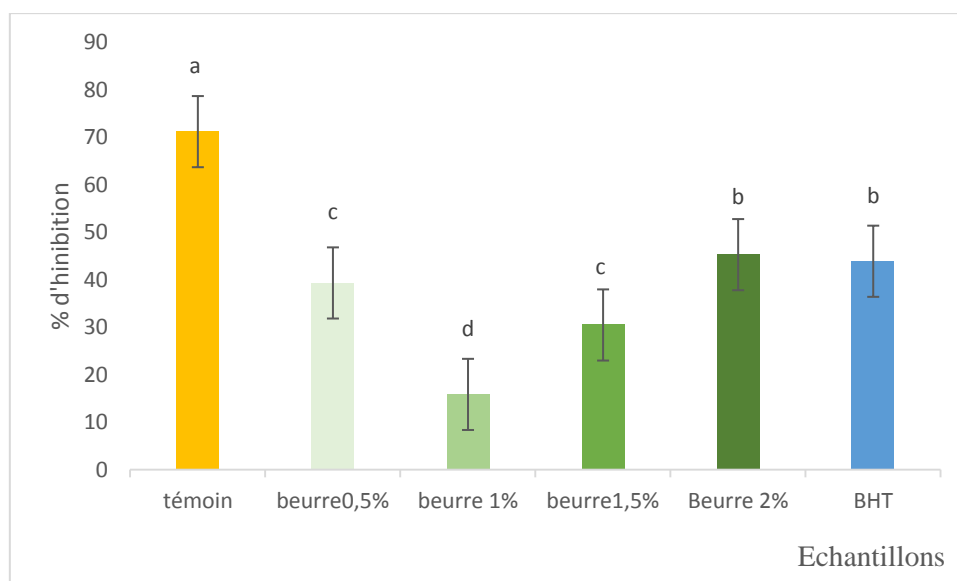
L'incorporation de poudre de feuilles de MO torréfié des beurre préparé n'a montrés aucune déférence significative ( $P > 0.05$ ) pour le test anti-radicalaire de DPPH (pourcentage d'inhibition qui va est 26.05% à 29.08%), néanmoins ils affichent une différence significative par rapport au beurre témoin (30.30%) (figure34).

#### IV-2- 7-Blanchiment de la $\beta$ -Carotène

L'analyse statistique de l'activité du Blanchiment de la  $\beta$ -Carotène montre une différence significative ( $P < 0.05$ ) pour tous les beurres enrichis et beurres témoin.

Globalement l'incorporation de poudre de MO torréfié des beurre préparé a montré une amélioration de pourcentage de blanchiment de  $\beta$ -Carotène avec le beurre incorporé à 1% qui affiche le pourcentage le plus faible 15.87% et le beurre incorporé à 2% qui illustre un pourcentage de blanchiment de  $\beta$ -Carotène plus élevé et qui est similaire à celui de BHT pris comme standard (45.30 % et 43.92) respectivement .

Néanmoins, le beurre témoins manifeste l'activité de Blanchiment de la  $\beta$ -Carotène la plus élevé (71.22%) (figure35).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ )

**Figure35:** Activité blanchiment de  $\beta$ -carotène

L'activité antioxydante (test de chélation du fer ferreux et le test de blanchiment de  $\beta$ -Carotène) est améliorée, elle passe de (16.59% à 20.14%) pour chélation de fer ferreux, et de (15.87% à 71.22%) pour la  $\beta$ - carotène.

Cette amélioration peut être due à la présence d'une concentration plus élevée de composés phénoliques qui inhibent la formation de produit d'oxydation, d'après (**Fahey, 2005; Ashfaq et al., 2012**) les feuilles de MOT agissent comme une bonne source d'antioxydant naturelle en raison de la présence de divers types de composé antioxydant tels que PTS, flavonoïdes, acide ascorbique et les caroténoïdes.

Les extraits bruts des beurres enrichis à base de *Moringa oleifera* torréfiée se caractérisent par une augmentation ( $p < 0,05$ ) de leur teneurs en phénols totaux solubles, et manifestent une meilleure ( $p < 0,05$ ) activité antioxydante (chélation de fer ferreux et le test blanchiment  $\beta$ -Carotène), ce qui nous amène à déduire que *Moringa oleifera* torréfiée présente une source importante en composés phénoliques (**Baba et al., 2015**) et aussi une meilleure activité antioxydante (**Sumathy et al., 2013**) ; (**Awa et al., 2018**).

D'autres parts l'activité anti-radicalaire du DPPH ainsi que celle du pouvoir réducteur a observé une diminution de celle-ci après incorporation de de poudre de feuille de MOT. Cette diminution nous fait dire que la torréfaction diminue la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante comme cela a été rapporté par **Ismail et al., (2004)** ; **Buruleanu et Manea, (2006)** et **Sboui et al., (2016)**.

### IV-3- Analyses microbiologiques

Les données d'analyse microbiologique des beurres enrichis sont résumées dans le tableau ci dessous qui (**tableau IX**) ne montrent pas une présence de bactéries pathogènes, et ils sont dans les normes.

**Tableau IX** : données des analyses microbiologique des beurres enrichis

Germe recherché / Beurre	Germes aérobies à 30°C/g	Levure et Moisissures/g	Escherichia coli /g	Staphylococcus a coagulase+/g	Salmonella/25g
Beurre témoin	<100	Abs	Abs	Abs	Abs
Beurre à 2%	<100	Abs	Abs	Abs	Abs
Beurre à 1,5%	<100	Abs	Abs	Abs	Abs
Beurre à 1%	<100	Abs	Abs	Abs	Abs
<Beurre à 0,5 %	<100	Abs	Abs	Abs	Abs
Normes	NA1207	NA1210	NI ISO7251	ISO6888-1	NA1203

- Les résultats des analyses microbiologiques des beurres enrichis montrent leur **conformité aux normes** et exigences réglementaires. Les résultats obtenus nous ont montré l'absence de bactéries pathogènes, et l'existence de bactéries lactique (flore totale mésophile lactique) à un nombre compris dans l'intervalle des **normes établi dans l'entreprise COGB LABELLE** et par (**J.O.R.A. 1998**), ceci confirme le respect des bonnes pratiques d'hygiène lors de manipulation.

### IV-4- Analyse sensorielle

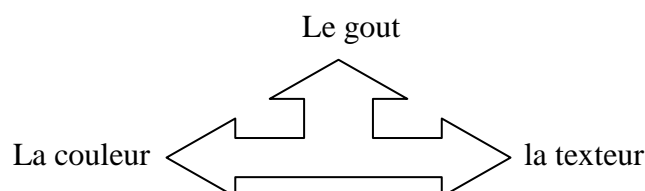
#### IV-4-1-Notes de préférences des jurés

Tableau qui résume les classement selon l'ordre de préférence les échantillons (A,B,C,D,E) en leur attribuant une note de 1 à 9 sachant que 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré (**Tableau X**).

**Tableau X** : classement selon l'ordre de préférence les échantillons (A,B,C,D,E)

sujets	produit A	Produit B	Produit C	produit D	produit E
1	8	2	2	2	2
2	6	6	6	7	7
3	4	6	6	6	1
4	6	3	3	2	1
5	7	4	5	1	5
6	6	5	5	5	5
7	7	6	5	5	4
8	7	5	4	4	4

#### IV-4-2-Caractéristique qui a motivé la préférence du juré



#### IV-4-3-Moyennes ajustées par produit

Le but de ce test est de définir : les moyennes ajustées calculées (**tableau XI**) à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.

**Tableau XI** : les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.

moyenne	couleur	couleur vous	odeur	odeur vous	gout vous	gout	consistance	texture	tartinabilité
produit A	2,13	4,50	4,25	2,88	3,00	3,38	2,25	4,75	1,875
produit B	3,63	2,25	3,75	2,63	3,00	2,63	1,25	3,25	2
produit C	4,125	1,75	3,5	2,125	2,75	2	1,125	3,50	1,875
Produit D	4,5	1,625	3,25	2,125	3	1,75	1,25	3,375	2
produit E	4,875	1,875	3,875	2	2,25	1,125	1,5	2,875	2

L'analyse sensorielle a été évaluée au moyen de différents tests : l'odeur, la saveur, le goût, le goût de matière grasse, la tartinabilité et la texture. Nos résultats révèlent que l'addition de poudre de feuille de *Moringa oleifera* torréfié au beurre a amélioré le goût et la

texture sans nuire à la qualité, ces résultats sont comparables à ceux observés par (**Salem *et al.*, 2015**).

## Conclusion

L'objectif principal de ce présent travail est la formulation d'un beurre traditionnel à base de feuille de *Moringa oleifera* torréfié, à différentes concentrations et la détermination de l'impact de cette incorporation et son acceptabilité.

Les résultats obtenus ont montré une variabilité de compositions chimiques des beurres qui illustre un indice réfraction de 1,45, une humidité de 19%, une stabilité de l'indice de d'iode aux alentours de 50%. Pour le point de fusion les résultats obtenu pour les beurres préparés est de [31,0–36,6] résultat qui est conforme aux normes de l'entreprise. L'incorporation de poudre de feuilles de MOT de beurre préparé s'accompagne d'une augmentation du taux de sel.

Les résultats d'acidité de tous les échantillons présentent une diminution progressive pendant toute la période de stockage. Aussi, cette incorporation s'accompagne d'une augmentation de l'indice de peroxyde durant la période de stockage de 28 jours.

Diverses classes de composés phénoliques (phénol totaux soluble, flavonoïde et tannins condensés) sont présentes dans les extraits de beurres préparés à différentes concentrations. La teneur en PTS pour le beurre témoin qui affiche la teneur la plus faible (4,79mg eq acide gallique/100MS) et le beurre incorporé à 2% qui affiche la teneur la plus élevée (5,587mg eq acide gallique/100MS), pour les flavonoïdes le beurre témoin renferme la teneur la plus élevé (47,33 mg eq quercétine /100g MS). Cependant, l'incorporation de poudres de feuilles de MO torréfié dans les beurres préparés diminue cette teneur (41,28, 31,07, 30,40 et 13,14 mg eq quercétine /100g MS) qui correspond au beurres 0,5%, 1,5%, 1% et 2% respectivement et pour les tannins condensés le beurre témoin affiche la teneur la plus élevé (3,76 mg eq cat/ 100g MS) et le beurre incorporé à 2% affiche la teneur la plus faible (2,99 mg eq cat/ 100g Ms).

Tous les extraits des beurres étudiés manifestent une plus grande activité anti-oxydante (activité anti-radicalaire du DPPH et blanchiment de la  $\beta$ -carotène). qui augmente avec le taux d'incorporation de la poudre de feuilles de MOT ; Le pouvoir réducteur de ses extraits est très faible avec des valeurs inférieures à celle de l'acide ascorbique pris comme standard. Par contre le test de chélation du fer ferreux globalement l'incorporation induit une amélioration du pourcentage de chélation du fer ferreux.

Les résultats obtenus ont montré qu'il était possible de produire un beurre enrichi d'une bonne qualité microbiologique.

Ce présent travail peut offrir plusieurs voix de valorisation en ;

- ✓ Elargissant les études sur les beurres incorporés à 1% et 1,5% afin d'analyser leur goût l'odorat pour qu'il soit mieux accepté par le dégustateur (consommateur futur) est ceci ont incorporant d'autre additifs alimentaires.
- ✓ Essayant d'incorporer la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* au cours de la fabrication du beurre traditionnel.
- ✓ Incorporation cette poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans d'autres beurres industriels non traditionnel (tel que margarine,...etc.).

## Références bibliographiques

### A

**Accolas, J.P., Deffontaines, J.P., Aubin F.** (1978). Le lait et les produits laitiers en République Populaire de Mongolie. *Lait*, 58. 278-286.

**Acem K** (2016). Technologie des corps gras alimentaires, Ed universitaires européennes. P 26-27

**Anthanont, P., Lumlerdkij, N., Akarasereenont, P., Vannasaeng, S., and Sriwijitkamol, A.** (2016). Moringa oleifera leaf increases insulin secretion after single dose administration: a

(**Amana K.** (2007). Les anacardiaceae du togo : les études botaniques, écologiques et propriétés antifongiques. Thèse de doctorat de l'université de Reims Champagne-Ardenne. 182. Antioxydant activity of stem and root of extract of rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food chemistry*, 103: 623-630.

**Ahmad Faizal Abdull Razis, Muhammad Din Ibrahim, Saie Brindha Kntayya,** 2014. Health Benefits of Moringa oleifera. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. Vol 15.

**Apfelbaum M, Romon M, Dubus M** (2009). Diététique et nutrition. Ed. Masson (7ème édition) P 324.

**Ashfaq, M., Basra, S. M., and Ashfaq, U.** (2012). "Moringa: a miracle plant for agroforestry." *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 8(3):115-122.

**Atakpama W, Goussivi E, Kponor E, Kanda M, Dourma M, Nare M, Batawila K, Akpagana K,**(2014). *Moringa oleifera* LAMARCK (MORINGACEAE) : une ressource phyto-génétique à usage multiple, Semestriel du Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur Science de la vie, de la terre et agronomie (SVT-A), Revue CAMES, V2, N 1, Madagascar, p 15.

**Awa N. SY., Alioune D.F., Mamadou N., Khadim N., Rokhaya S.G., Emmanuel B., Amadou M.D et Guata Yoro S.Y.** (2018). Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) du Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 12(4): 1816-1823.



**Aziman, N., Abdullah, N., Noor, Z. M., Zulkifli, K. S., and Kamarudin, W. (2012).**

"Phytochemical constituents and in vitro bioactivity of ethanolic aromatic herb extracts." *Sains Malaysiana*, 41(11), 1437-1444. Preliminary study in healthy subjects. *J. Med. Assoc. Thai.* 99, 308–313.

## B

**Baba M. D., Yakubu G., Yelwa J. M., and Haruna L. (2015).** "Costs and Returns of Moringa (*Moringa oleifera*) Production in Zuru Local Government Area of Kebbi State, Nigeria." *New York Science Journal*, 8(1): 36-40.

**Benkerroum, N., Tammime A.Y., (2004).** Technology transfert of some traditional products (Lben, Jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology* (21).

**Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H., & Marzouk, B. (2008).**

Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *Comptes Rendus Biologies*, 331(1), 48-5.

**Boutonnier JL, Dunant CL (1990).** In : Lait et produits laitiers – Vache – Brebis – Chèvre. TECDOC. Lavoisier, Paris. Tom II, 443-503.

**Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., and Berset, C. (1995).** "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity." *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

**Buruleanu L., Manea I. (2006).** Influence des traitements thermiques sur la composition des jus vegetaux substrats pour la fermentation lactique. *Scientific Study & Research Vol. VII* (3).

## C

**Cogan, T.M., Barbosa, M., Beuviel, E., Bianchi-Salvadori, B., Cocconcelli, P.S., and Fernandes, I. (1997).** Characterization and lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *Journal of Dairy Research*, 64,409-421.

## D

**Deshpande S, Cheryan M, Salunkhe D & Luh,B.S. (1986).** Tanin analysis of food products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 24(4), 401-449.

**Desmazeaud, M., (1996).** Les bacteries lactiques dans l'alimentation humaine : utilisation et innocuité. Cahiers Agriculture, 5, pp: 331-343.

**Djeridane M, Yousfi M, Nadjma B, Boutassouma D, Stocher P and Vidal**

**N. (2006).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food chemistry, 97(4), 654-660.

## E

**Edith floretin. (2004).**le réfractomètre, culture science physique P8.

## F

**Fahey J, 2005.** Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. Trees for Life Journal a forum on beneficial trees and plants.

**Fahey, J. (2005).** *Moringaoleifera*: A Review of the medical evidence for its nutritional therapeutic and prophylactic properties. Part 1. Page.17p.

**Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K., 2001.** The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses (45-76). In: Fuglie L. J (editor). The miracle tree: the multiple attributes of Moringa.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p.

**Fuglie, L. J. 2000.** New Uses of Moringa Studied in Nicaragua. ECHO Development Notes 68, June, 2000.

**FOIDL, Nikolaus, MAKKAR, H. P. S, BECKER, K. (2001).** The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses. *What development potential for Moringa products*, vol. 20.

**FAO/AECI. (2002) :** La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du centre

## G

**Gutfinger T. (1981).** Polyphénols in olive virgin oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58: 966-968

## H

**Hagerman A. E. (2002).** Tanin chemistry. Tanin Handbook. 86: 104-105

## I

**Irénée Modeste Bidima, (2016).** Production et transformation du moringa. CTA et ISF, Cameroun. P 4.

## J

**Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuch P, Brulé G (2008).** Les produits laitiers, TEC & doc, Lavoisier, Paris. Edition II. P 64, 66-76.

## K

**Karleskind A. (1992).** Manuel des corps gras. Edition : Lavoisier Tec et Doc, Tome 1 et 2, Paris ,1992

**Khawaja TM, Tahira M, Ikram UK. (2010).** Moringa oleifera: a natural gift - A review. J Pharm Sci Res, 2, 775-81.

**Kumari DJ. (2010).** Hypoglycemic effect of Moringa oleifera and Azadirachta indica in type 2 diabete. Bioscan. 5:211-214.

## L

**Lee, C-L., Liao, H-L., Le, W-C., Hsu, C-K., Hsueh, F-C., Pan, J-Q., Chu, C-H., Wei, C T., Chen, M-J. (2018).** Standards and labeling of milk fat and spread products in different countries. Journal of food and drug analysis, p 469- 480.

**Li, R., Yue, D., Liu, J., and Nie, Y. 2009.** "Size fractionation of organic matter and heavy metals in raw and treated leachate." Wast management, 29(9), 2527-2533.

**Le, K., Chiu, F., and Ng, K. (2007).** "Identification and quantification of antioxidants in fructus lycii."

**Lockett, CT., Calvert, CC and LE, G. (2000).** Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought: Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. Inter. J. Food. Sci. Nutr.;51,195-208p.

**LOUIZA, LAZREG. Bactériocines d'entérocoques isolés de lait cru et beurre de l'Ouest algérien. (2017).** Thèse de doctorat. Université de Mostaganem.

## M

**Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P (2000).** Les produits industriels laitiers, TEC & DOC, Paris. P 110-111.

**MAKKAR, H.P.S. & BECKER, K. (1996).** Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves. Animal Feed Science and Technology 63, 211-228.

**MALLENKUPPE, Ramachandraiah, HOMABALEGOWDA, Harini, GOURI, Mahadevappa Demappa, et al. History, 2019.** Taxonomy and propagation of Moringa oleifera—a review. vol. 3, no 3.28, p. 3.15.

**Miller, J. H.** A simplified method for the evaluation of antioxidants. Journal of the American Oil Chemist Society, 48(2),91.

**Misra G. (2011).** Traditional uses, phyto chemistry and pharmacological properties of Moringa oleifera Plant: An overview. Scholars Research Library, Der Pharmacia Lettre 3(2):141-164

**Mohtadji-Lamballais C (1989).** Les aliments. Ed MALOINE, France. P 89.

**Muhammad NADEEM<sup>1</sup>, Muhammad ABDULLAH<sup>1</sup>, Imtiaz HUSSAIN<sup>1</sup>, Saima INAYAT<sup>1</sup>, Arshad JAVID<sup>2</sup> and Yasir ZAHOOR , 2003** Antioxidant Potential of Moringa oleifera Leaf Extract for the Stabilisation of Butter at Refrigeration Temperature.

## N

**Nambiar VS, Guin P, Parnami S and Daniel M. (2010).** Impact of antioxidants from drumstick leaves on the lipid profile of hyperlipidemics. J Herb Med Toxicol 4:165-172. 29.

Ghiridhari VVA, Malhati D and Geetha K. (2011) Anti-diabetic properties of drumstick (Moringa oleifera) leaf tablets. Int J Health Nutr 2:1-5

**Njehoya et al. J. Appl. Biosci. (2014).** Évaluation du potentiel de germination de Moringa oleifera dans la zone soudano-guinéenne du Cameroun. Journal of Applied Biosciences 74:6141– 6148 ISSN 1997–5902)

## P

**Paula PC, Oliveira JT, Sousa DO, Alves BG, Carvalho AF, Franco OL and Vasconcelos IM (2016)** Insulin-like plant proteins as potential innovative drugs to treat diabetes-The *Moringa oleifera* case study. *N Biotechnol* 39:99-109. doi: 10.1016/Jnbt.2016.10.005

**Paula PC, Sousa DO, Oliveira JT, Carvalho AF, Alves BG, Pereira ML, Farias DF, Viana MP, Santos FA, Morais TC and Vasconcelos IM. (2017).** A protein isolate from *Moringa oleifera* leaves has hypoglycemic and antioxidant effects in alloxan-induced diabetic mice. *Molecules* 22:1-15. doi: 10.3390/molecules22020271

**Pointurier H, Adda J. (1969).** In : *Beurrerie Industriel*, 27-43.

**Pourmorad F, Hosseinimehr SJ et N. Shahabimajd. (2006).** Activité antioxydante, teneur enphénolet en flavonoides de certaines plantes iraniennes. *Afr.J. Biotechnl.*5 :1142-1145.

## R

**Ribéreau-Gayon, P. (1968).** Les composés phenoliques des végétaux. Dunod, Paris. *Francia*.

**Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N.-K., Tsantili, E., & Stathis, V. (2011).** Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 472-478.

## S

**Sboui A., Arroum S., Hayek N., Mekrazi H. et Khorchani T. (2016).** Effet du traitement thermique sur la composition physicochimique du lait de chèvre. Napoléone M. ( ed.) , Ben Salem H. ( ed.) , Boutonnet J.P. ( ed.) , López-Francos A. ( ed.) , Gabiña D. ( ed.) . The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. Zaragoza: CIHEAM. 2016 pages 481- 485.

**Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., and Knez, Ž. (2005).**

"Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities." *Food Chemistry*, 89(2), 191-198.

**Sumathy R., Sankaranarayanan S., Bama P., Ramachandran J., Vijayalakshmi M. and Deecaraman M. (2013).** "Antibacterial & antioxidant activity of flavanoid rich fraction from the petals of cassia auriculata—an in-vitro study." *Int J Pharm Pharm Sci*, 5(3): 492-497.

**Soulama, S., Sanon, H. O., Meda, R., and Boussim, J.I (2014).**" Teneurs en tanins de 15 ligneux fourragers du Burkina Faso." *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(4), 180-190.

**Suzuki K. (2007)** Evaluation of anti-diabetic activity of *Moringa oleifera*. *J Clin Biochem Nutr* 40:229- 233.

## T

**Tantaoui-Elarkki, A., Berrada, M., El Marrakchi, A., Berramou A. (1983).** Etude sur le Lben marocain. *Le lait*, 63, 230-245.

**Tuorkey MJ. (2016).** Effects of *Moringa oleifera* aqueous leaf extract in alloxan induced diabetic mice. *Interv Med Appl Sci* 8:109-117. doi: 10.1556/1646.8.2016.3.7

**Tremolières, J., Serville, Y., Jacquot, R., Dupin, H. (1984).** Les aliments. *ESF*, 162-248.

## I

**Irénée Modeste Bidima, (2016).** Production et transformation du moringa. *CTA et ISF, Cameroun*. P 4

**Ismail A., Zamaliah M., Marjan., Chin W. F. (2004).** Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87: 581–586.

## Y

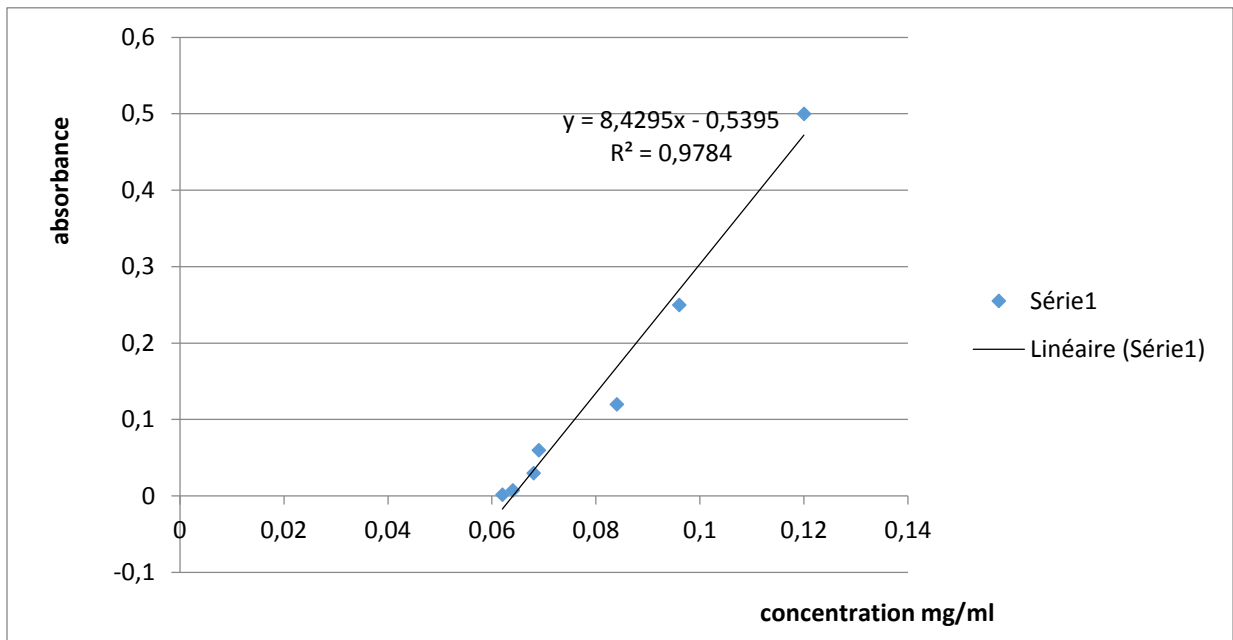
**Yadav R.,Agarwala M.(2011).**Phytochemical analysis of some medicinal plants.*journal of*

*Phytology*, 3(12):10-14.

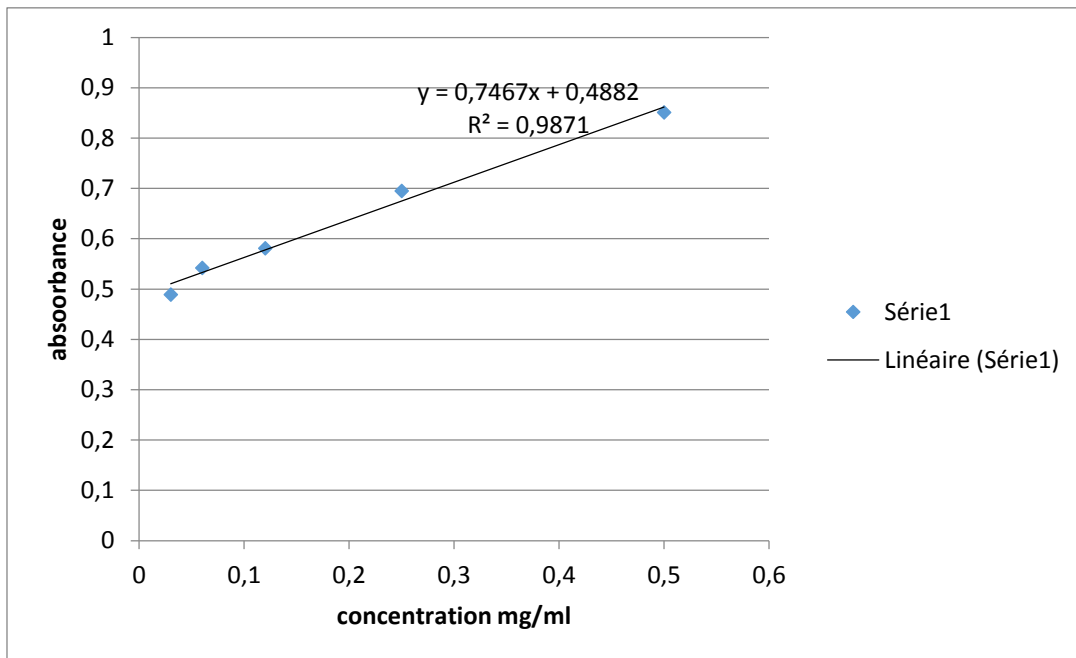
## Annexe

### Annexe I : Courbes d'étalonnage

:



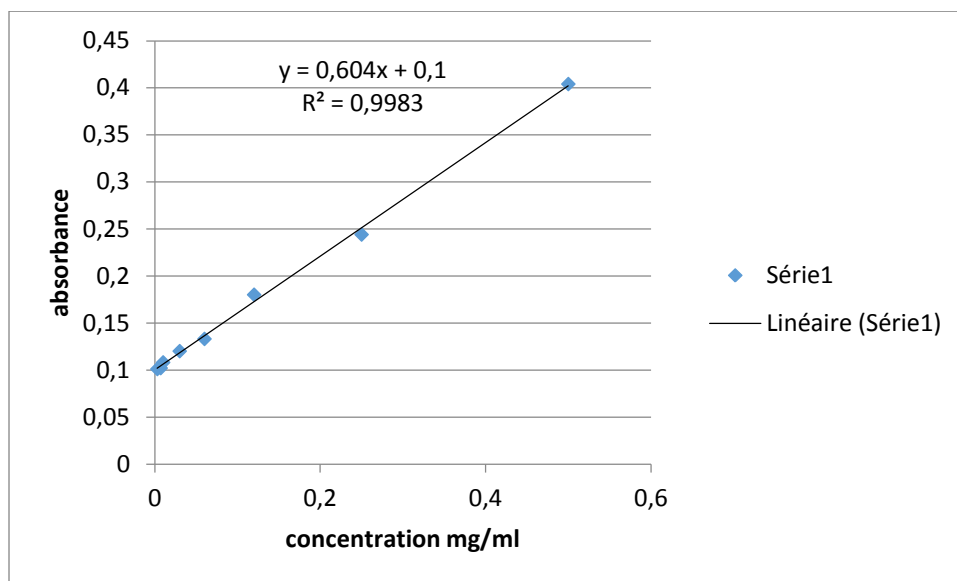
**Figure 39** : courbe étalonnage d'acide gallique.



**Figure 40** : Courbe étalonnage de quercetine.

:





**Figure 41** : Courbe étalonnage des catéchine.

## Annexe II : Préparation des solutions

Méthanol 80%	80% de méthanol pure ajuste jusque à 28.59 ml d'eau distillé
Chlorure ferrique (FeCl <sub>3</sub> ) à 0.1%	0.1g de FeCl <sub>3</sub> ajusté à 100 ml d'eau distillée.
Chlorure ferrique (Fe Cl <sub>3</sub> ) à 0.1%(P/V)	0.1g de FeCl <sub>3</sub> dans 100ml d'eau distillée
Solution de carbonate de sodium 7.5%	7.5 g de la poudre de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> dans 100ml d'eau distillée.
Ferricyanure de potassium (K <sub>3</sub> Fe(CN) 6) 1%	1 g (K <sub>3</sub> Fe(CN) 6) dans 100 ml d'eau distillée
Chlorure d'Aluminium (ALCl <sub>3</sub> 2%,P/V)	2g ALCl <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> O dans 100ml de méthanol
Solution DPPH (65Mm/L)	0.24 µg dans 100ml méthanol pure
Acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) à 0.255 N	7 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (96-98) ajustés à 1000ml avec l'eau distillée.
Réactif de Bouchardât	2g de l'iode bisubliné (I <sub>2</sub> ) +2 g de KI ajusté à 100 ml de l'eau distillée.
Réactif de phénolphtaléine	0.5 g de phénolphtaléine dans 50 ml de l'eau distillée et 50 ml de méthanol absolu.
Eau physiologie	9g NaCl dissoudre dans 1000 ml d'eau distillée.
Vanilline HCL	Ça préparation est faite juste avant utilisation en mélangeant à volume équivalant la solution de vanilline à 5,8% et la solution

	d'HCl 24%.
Folinciocalteau 1/10	10ml de folincioclateau + 90 ml d'eau distillée
FeCl <sub>2</sub> (2H <sub>2</sub> O) 2Mm	0.025g de FeCl <sub>2</sub> (2H <sub>2</sub> O) dans 100ml d'eau distillée.
Ferrozine 5Mm	0.123gde ferrozine dans 50ml d'eau distillée
EDTA	0.005965 mg dans un 1ml d'eau distillée
BHT	0.0002 mg dans 100 ml ED
BHA	0.0002 mg dans 100 ml de l'eau distillée
Tampon phosphate (0.2M, PH 6.6)	0.68 g KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ( acide)+100ml ED0.87g KHPO <sub>4</sub> (basique) + 100 ml ED la solution acide est ajustée avec la solution basique ajusqu'à l'obtention d'un PH=6.6.
Acide trichloracétique (TCA) 10%	10 g TCA+100 ml ED
Acide gallique (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> )	1mg acide gallique +1 ml éthanol
Catéchine ( C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub> )	0.015 g catéchine +5 ml éthanol
la quercétine	1 ml la quercétine +1 ml éthanol

### Annexe III : Analyse sensorielle

## UNIVERSITE ABDRAHMANE MIRA (Bejaia)

### *Questionnaire d'évaluation sensorielle du beurre*

Date :...../...../.....

Nom :..... Prénom :..... Age :.....

Cinq échantillons de beurre codés **A, B, C, D et E** vous sont présentés, il vous est Demandé d'évaluer différentes caractéristiques et d'attribuer une note de 1 à 5 pour chaque Échantillon selon l'échelle suivante :

NB : veuillez prendre un bout de pomme et rincer la bouche à chaque dégustation d'un Echantillon

#### **1. Couleur de la matière grasse**

- 1 : Blanche
- 2 : beige
- 3 : Jaune
- 4 : vert clair
- 5 : vert foncé

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**2. La couleur de la matière grasse est pour vous :**

- 1 : N'est pas appréciée
- 2 : Peu appréciée
- 3 : Moyennement appréciée
- 4 : bien appréciée
- 5 : très bien apprécié

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**3. Odeur :**

- 1 : Très faible
- 2 : Faible
- 3 : Moyenne
- 4 : Forte
- 5 : Très forte

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**4. Selon vous, la matière grasse présente une odeur :**

- 1 : N'est pas appréciée
- 2 : Peu appréciée
- 3 : Moyennement appréciée
- 4 : bien appréciée
- 5 : très bien apprécié

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**5. selon vous, la matière grasse présente un gout :**

- 1. neutre
- 2. rance
- 3. fromager
- 4. lait
- 5. beurre

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**6. Gout de la matière grasse :**

- 1 : N'est pas appréciée
- 2 : Peu appréciée
- 3 : Moyennement appréciée
- 4 : bien appréciée
- 5 : très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**7. Consistance :**

- 1. Très faiblement dure
- 2. Faiblement dure

- 3 : Moyennement dure
- 4 : dure
- 5 : très dure

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**8. Texture**

- 1 : Très granuleuse
- 2 : Granuleuse
- 3 : Moyenne
- 4 : Lisse
- 5 : Très lisse

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**9. La tartinabilité :**

- 1. Très facile
- 2. Facile
- 3. moyennes
- 4. Difficile
- 5. Très difficile

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

Classez selon l'ordre de préférence les échantillons (A, B, C, D, E) en leur attribuant une note de 1 à 9 sachant que 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

- 1 : Extrêmement désagréable
- 2 : Très désagréable
- 3 : Assez désagréable
- 4 : Désagréable
- 5 : Ni agréable ni désagréable
- 6 : Assez agréable
- 7 : Agréable
- 8 : Très agréables
- 8 : Extrêmement agréable

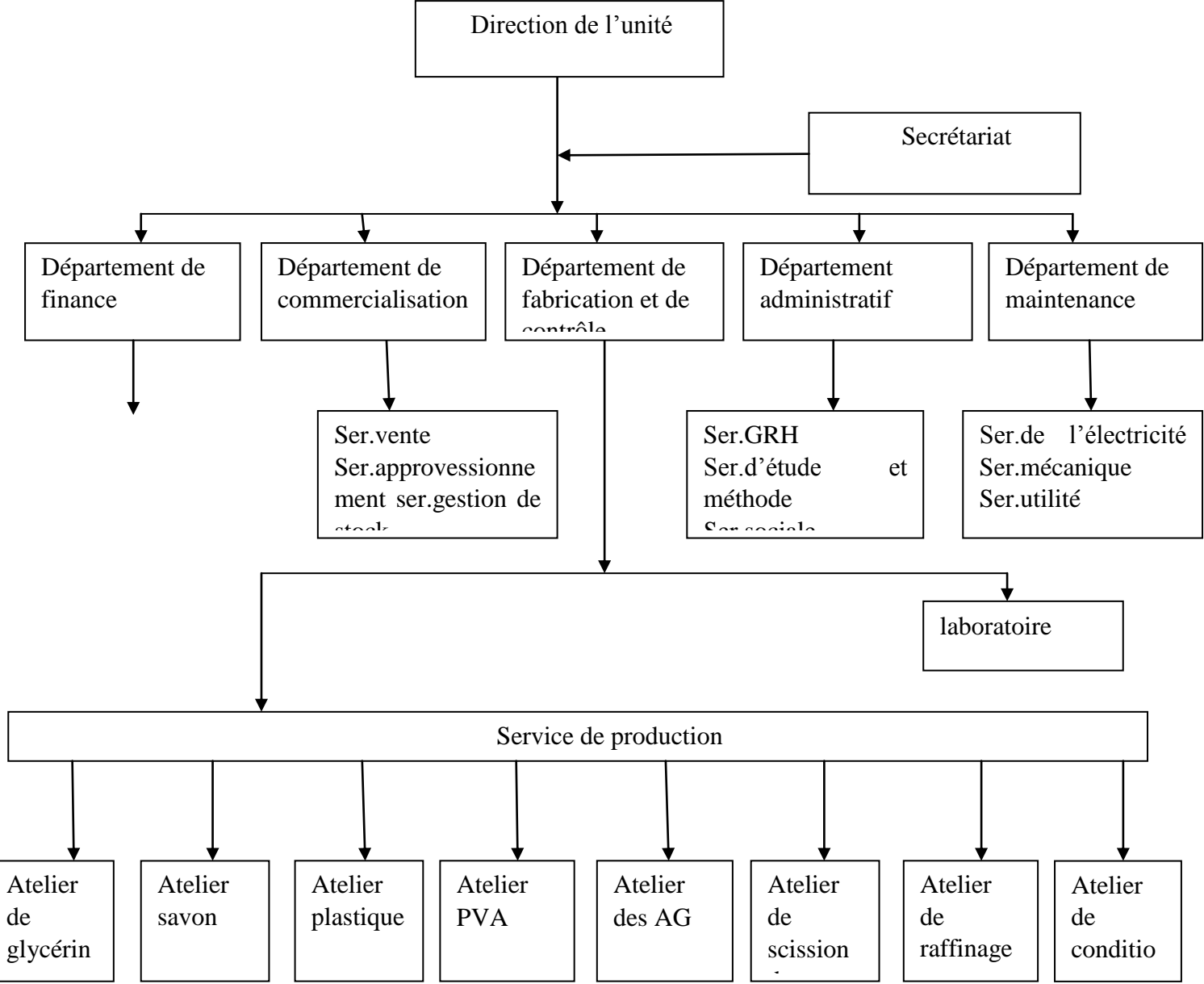
Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

**9. Entourez les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?**

- 1 : La couleur
- 2 : L'odeur
- 3 : La texture
- 4 : Le gout
- 5 : La consistance Autres.....

**Merci pour votre participation.**

**Annexe V : diagramme de l'unité CO.G.B - LABELLE.**



**Figure : diagramme de l'unité CO.G.B - LABELLE.**

## Résumé

*Moringa oleifera* est une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal, qui se trouve dans les régions tropicales. L'objectif de ce travail est l'enrichissement du beurre traditionnel par l'ajout de la poudre des feuilles de MOT (*Moringa oleifera* torréfié) à des concentrations différentes (0,5%, 1%, 1,5%, et 2%), et réalisation de différents tests analytiques. Des analyses physico-chimiques (humidité, pH, acidité, indice d'iode, de réfraction, taux de sel et l'indice de peroxyde) sont réalisées, ainsi qu'un dosage des composés phénoliques et de leur activité antioxydante a été établies. Enfin une analyse microbiologique et une analyse sensorielle ont été réalisées.

Les résultats obtenus ont montré une variabilité de compositions chimiques des beurres qui illustre un indice réfraction de 1,45, une humidité de 19%, une stabilité de l'indice de d'iode aux alentours de 50%. Pour le point de fusion les résultats obtenu pour les beurres préparés est de [31,0–36,6] résultat qui est conforme aux normes de l'entreprise. L'incorporation de poudre de feuilles de MOT de beurre préparé s'accompagne d'une augmentation du taux de sel. Les résultats d'acidité de tous les échantillons présentent une diminution progressive pendant toute la période de stockage.

Diverses classes de composés phénoliques (phénol totaux soluble, flavonoïde et tannins condensés) sont pressentes dans les extraits de beurres préparés à différentes concentrations. L'incorporation de poudre de MOT dans le beurre s'est accompagnée d'une augmentation de la teneur en composés phénoliques ainsi que de leur activité antioxydante.

L'analyse microbiologique des beurres préparés n'a montré aucune présence de bactéries pathogènes, et les résultats ont révélés que les beurres enrichis sont conformes aux normes et aux exigences réglementaires.

**Most clé :** *Moringa oleifera* torréfier, feuilles, composés phénoliques, tests antioxydants, qualité microbiologique, analyses sensorielles.

## Abstract

*Moringa oleifera* is a plant of nutritional and medicinal interest, which is found in tropical regions. The objective of this work is the enrichment of traditional butter by adding the powder of the leaves of MOT (roasted *Moringa oleifera*) at different concentrations (0.5%, 1%, 1.5%, and 2%), and realization of different analytical tests. Physico-chemical analyses (humidity, pH, acidity, iodine index, refraction, salt rate and peroxide index) were carried out, as well as an assay of phenolic compounds and their antioxidant activity was established. Finally, a microbiological analysis and a sensory analysis were carried out.

The results obtained showed a variability of chemical compositions of butters that illustrates a refractive index of 1.45, a humidity of 19%, a stability of the index of iodine around 50%. For the melting point the results obtained for the prepared butters is [31.0-36.6] result which is in accordance with the standards of the company. The incorporation of MOT leaf powder of prepared butter is accompanied by an increase in the salt content. The acidity results of all samples show a gradual decrease throughout the storage period.

Various classes of phenolic compounds (total soluble phenol, flavonoid and condensed tannins) are pressed in the extracts of prepared butters at different concentrations. The incorporation of MOT powder in butter was accompanied by an increase in the content of phenolic compounds as well as their antioxidant activity.

The microbiological analysis of the prepared butters showed no presence of pathogenic bacteria, and the results revealed that the enriched butters comply with the standards and regulatory requirements.

**Key words:** *Moringaoleifera*, leaves, phenyl compounds, antioxidant tests, microbiological quality, sensoryanalysis.