

Réf :.....

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

**MASTER**

*Thème*

**Incorporation de poudre des feuilles  
de moringa oleifera dans la  
préparation de Beurre**

Présenté par :

**BRAHIMI Ouarda & ZERKAK Amel**

Soutenu le : **30Juin 2019**

Devant le jury composé de :

Mme HASSISSENE.N

Mme AOUDIA.H

Mme BOUBCHIR.K

Examinatrice

Encadreur

Présidente

LE BEURRE REPR2SENTE UN E PART  
TR2S IMPORTANT DANS LE  
S2CTEUR ALIMENTAIRE

**Année universitaire : 2018 / 2019**



# Remerciements

*En premier, nous dédions tous nos remerciements à ALLAH, qui nous a donné la volonté et le courage pour avoir réalisé ce travail.*

*Notre profonde gratitude va à notre promotrice Mme AOUDIAH pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.*

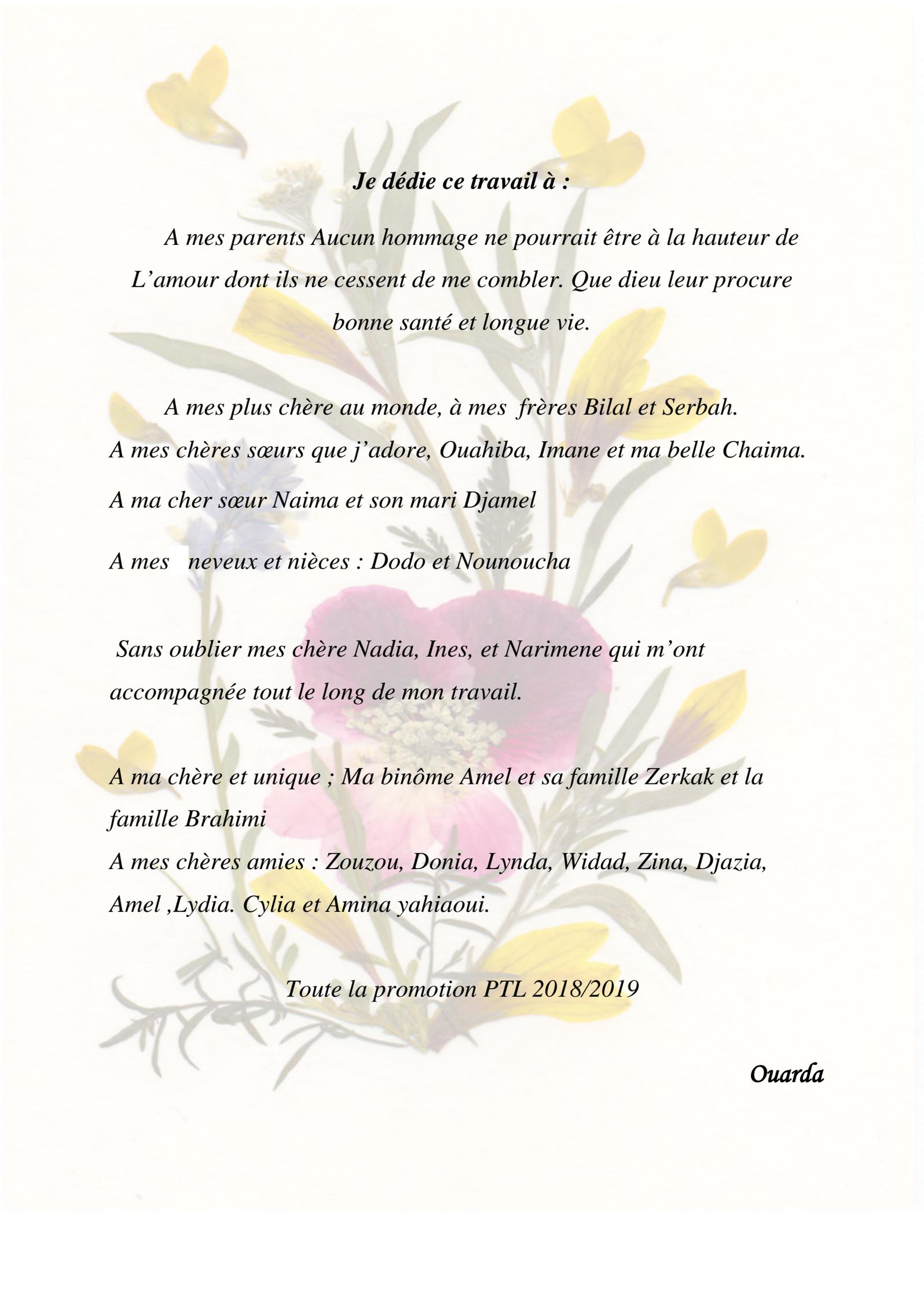
*Mes vifs remerciements s'adressent au Pr. Farid Zaidi pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire «Nutrition et Alimentation». Les conseils et toute la confiance qu'il nous a accordée nous a permis d'aller de l'avant et d'avancer pour bien mener cette recherche.*

*Nous remercions Mme BOUBCHIR de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury, et Mme HASSISSENE.N 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 M<sup>LL</sup>E ZAHIRA pour leur encadrement durant notre stage au sein de l'unité. On ne saurait jamais les remercier assez pour leur aide, leur disponibilité, leur soutien sans faille et sympathie.*

*J'aimerais également exprimer ma gratitude à tous mes professeurs ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude.*





*Je dédie ce travail à :*

*A mes parents Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de  
L'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure  
bonne santé et longue vie.*

*A mes plus chère au monde, à mes frères Bilal et Serbah.  
A mes chères sœurs que j'adore, Ouahiba, Imane et ma belle Chaima.*

*A ma cher sœur Naima et son mari Djamel*

*A mes neveux et nièces : Dodo et Nounoucha*

*Sans oublier mes chère Nadia, Ines, et Narimene qui m'ont  
accompagnée tout le long de mon travail.*

*A ma chère et unique ; Ma binôme Amel et sa famille Zerkak et la  
famille Brahimi*

*A mes chères amies : Zouzou, Donia, Lynda, Widad, Zina, Djazia,  
Amel ,Lydia. Cylia et Amina yahiaoui.*

*Toute la promotion PTL 2018/2019*

*Ouarda*

# Dédicace

*Du profond de mon cœur je dédie ce modeste travail :*

*Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde ma mère et mon père à qui je dois le mérite d'être arrivée là, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.*

*A la mémoire de mon cher Grand-Père maternelle qui a été mon appui moral, qui n'a jamais cessé de m'encourager, m'aider dans ma vie et mes études. J'aurais aimé qu'il soit avec moi ce jour-là qu'il attendait depuis longtemps et de se sentir fière de moi. Que le bon Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*A mes deux chers et meilleures frères Anis et Farés "SIFOU"*

*A toute ma famille cousin(e)s, oncles et tantes, Zineb, Nassima, Zina, tata Radia, Mohamed, Azeddine, Khiair, Hilal je cite en particulier ma Grand-Mère maternelle.*

*A mes chères ami(e) et camarades que j'aime beaucoup : Cylia "Michou" Zina, Nina, , Amina, Nesrine, Widad, Linda, Djazia , Thiziri, Yasmin, Souhila, Ahlem*

*A ma binôme Ouarda et toute sa famille.*

*A toute personne qui m'ont soutenue de près ou de loin.*

*A toute la section PTL.*

*Amel*

## Liste des abréviations

**DNS** : Dinitrosalicylique.

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

**E Q** : Equivalent quercetine..

**Ech** : échantillon

**ED** : Eau distillée.

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

**Eq AA** : Equivalent Acide Ascorbique

**Eq AG** : Equivalent Acide Gallique.

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

**MDA** : dialdéhyde malonique.

**MO** : *Moringa oleifera*.

**MS** : Matière sèche.

**PCA** : Plate Count Agar.

**PTS** : Phénols totaux soluble.

**TTA** : Acidité titrable

**UFC** : Unité formant colonie

**IP** : indice de peroxyde

**I** : indice d'iode

**Cat** : catéchine

**Abs** : absorbance

## Liste des figures

<b>Figure 01</b>	L'arbre de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>04</b>
<b>Figure 02</b>	Les différentes parties de l'arbre de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>05</b>
<b>Figure 03</b>	équivalences entre 100g de feuilles de <i>MO</i> fraîche et d'autres aliments.	<b>07</b>
<b>Figure 04</b>	technologie de fabrication du beurre	<b>14</b>
<b>Figure 05</b>	beurre et babeurre.	<b>17</b>
<b>Figure 06</b>	Voies possibles pour la valorisation du babeurre	<b>19</b>
<b>Figure 07</b>	Poudre de feuille de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>22</b>
<b>Figure 08</b>	Photographie des 5 beurres préparés.	<b>23</b>
<b>Figure 09</b>	Photographie des échantillons après le séchage (MS%).	<b>24</b>
<b>Figure 10</b>	Protocole d'extraction des composés phénoliques.	<b>30</b>
<b>Figure 11</b>	Protocole de dosage des phénols totaux solubles	<b>31</b>
<b>Figure 12</b>	Réaction de la vanilline avec la catéchine.	<b>31</b>
<b>Figure 13</b>	Protocole de dosage des tanins condensés	<b>32</b>
<b>Figure 14</b>	Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les	<b>32</b>
<b>Figure 15</b>	Protocole de dosage des flavonoïdes.	<b>33</b>
<b>Figure 16</b>	Protocole de pouvoir réducteur	<b>34</b>
<b>Figure 17</b>	Activité anti-oxydante de chélation du fer ferreux	<b>35</b>
<b>Figure 18</b>	Réduction du radical DPPH.	<b>35</b>
<b>Figure 19</b>	Protocole du pouvoir anti-radicalaire du DPPH	<b>36</b>
<b>Figure 20</b>	test d'inhibition de du $\beta$ -Carotène par les extraits phénoliques de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>37</b>
<b>Figure 21</b>	Présentation des échantillons pour l'analyse sensorielle.	<b>39</b>
<b>Figure 22</b>	donnée de point de fusion.	<b>41</b>
<b>Figure 23</b>	Suivi du pH au cours de stockage.	<b>42</b>
<b>Figure 24</b>	Suivi de l'acidité au cours du stockage.	<b>43</b>
<b>Figure 25</b>	Suivi de l'indice de peroxyde au cours de stockage.	<b>43</b>
<b>Figure 26</b>	Indice d'iode des beurres stockés à 4°C.	<b>44</b>
<b>Figure 27</b>	Le taux de sel.	<b>45</b>
<b>Figure 28</b>	Teneur en phénols totaux solubles.	<b>46</b>
<b>Figure 29</b>	Teneur en tanins condensés.	<b>46</b>
<b>Figure 30</b>	Teneur en flavonoïde.	<b>47</b>
<b>Figure 31</b>	Teneur en pouvoir réducteur.	<b>48</b>
<b>Figure 32</b>	pourcentage de chélation de fer ferreux.	<b>48</b>

<b>Figure 33</b>	Teneur en DPPH.	<b>49</b>
<b>Figure 34</b>	Teneur en blanchiment de $\beta$ -carotène.	<b>49</b>
<b>Figure 35</b>	Pouvoir discriminant par descripteur.	<b>51</b>
<b>Figure 36</b>	Corrélations entre les variables et les facteurs Par ACP.	<b>53</b>
<b>Figure 37</b>	Profil des différentes classes créées.	<b>54</b>
<b>Figure 38</b>	Courbes de niveau et carte des préférences	<b>54</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b>	Différentes nomenclatures de <i>Moringa oleifera</i> selon diverses Langues.	<b>04</b>
<b>Tableau II</b>	Quelques ingrédients utiles contenus dans <i>Moringa</i> et leur localisation.	<b>05</b>
<b>Tableau III</b>	Quelques ingrédients utiles contenus dans <i>Moringa</i> et leurs localisations.	<b>06</b>
<b>Tableau IV</b>	la Position systématique de <i>Moringaoleifera</i> .	<b>06</b>
<b>Tableau V</b>	valeur nutritionnel moyenne de poudre de feuilles de <i>Moringaoleifera</i> .	<b>08</b>
<b>Tableau VI</b>	Parties de la plante et leurs intérêts.	<b>11</b>
<b>Tableau VII</b>	composition de beurre.	<b>12</b>
<b>Tableau VIII</b>	Quelque variété de beurre et leur teneur en matière grasse.	<b>13</b>
<b>Tableau IX</b>	Quelque variété de beurre et leur teneur en sel.	<b>13</b>
<b>Tableau X</b>	Texture de beurre en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide.	<b>16</b>
<b>Tableau XI</b>	composition du babeurre.	<b>18</b>
<b>Tableau XII</b>	Tableau récapitulatif de la composition des 5 beurres formulés à l'échelle de laboratoire.	<b>23</b>
<b>Tableau XIII</b>	Mise en évidence des saponines, alcaloïdes, Terpénoïdes et tanins catéchique.	<b>46</b>
<b>Tableau XIV</b>	Résultats de dénombrement et de recherche de bactéries.	<b>49</b>
<b>Tableau XV</b>	Moyennes ajustées par produit.	<b>51</b>

Liste des Abréviations	
Liste des Figure	
Liste des Tableaux	
Introduction.....	1

## **Partie théorique**

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

I-1. Arbre de Moringa.....	3
I.2. Origine, répartition géographique de la plante.....	3
I.3. Description botanique .....	3
I.3.1. Nom de la plante .....	3
I.3.2. Noms vernaculaires de <i>Moringa oleifera</i> .....	4
I.4. Morphologie et caractéristiques physiologiques .....	4
I.5. La classification botanique .....	6
I.6. Importance socio-économique .....	7
I.7. Valeur nutritionnelle de la plante .....	7
I.8. Utilisations de <i>Moringa oleifera</i> .....	8
I.8.1. Consommation humaine .....	8
I.8.2. Utilisations médicinales du <i>Moringa oleifera</i> .....	9
I.8.3. Action thérapeutiques .....	10
I.9. Utilisation industrielle de <i>Moringa oleifera</i> .....	10
I.9.1. Traitement des eaux .....	10
I.9.2. Autre utilisation .....	10

### **Chapitre II : le beurre**

II. Définition de beurre .....	12
II.1. Composition du beurre .....	12
II.2. Variétés de beurre .....	13
II.3. Technologie de fabrication .....	14
II.3.1. Fabrication moderne .....	15
II.3.1.1. Préparation de la crème .....	15
II.3.1.2. Pasteurisation de la crème .....	15
II.3.1.3. Dégazage .....	15
II.3.1.4. Maturation .....	15

II.3.1.5. Barattage .....	16
II.3.1.6. Lavage .....	16
II.3.1.7. Malaxage .....	16
II.3.1.8. Salage .....	16
II.3.1.9. Conditionnement .....	17
II.4. Fabrication traditionnelle du beurre .....	17
II.5. Le babeurre .....	18
II.5.1. Valorisation du babeurre .....	18
II.6. Défauts et altérations du beurre .....	<b>19</b>
II.6.1. Défauts .....	19
II.6.2. Défauts d'aspect externe .....	19
II.6.3. Défauts à la coupe .....	19
II.6.4. Défauts de structure .....	20
II.6.5. Défaut de consistance .....	20
II.6.6. Défauts de flaveur .....	20
II.7. Altérations de la matière grasse laitière .....	<b>20</b>
II.7.1. Oxydation .....	20
II.7.2. Lipolyse .....	21

## **Partie pratique**

### **Chapitre I : Matériel et Méthodes**

III.1. Matériel végétal .....	22
III.1.1 Récolte et origine des échantillons .....	22
III.1.2. Préparation des échantillons .....	22
<b>III.1.3. LE BEURRE</b> .....	22
III.1.3.1. Echantillonnage .....	22
III.1.3.2 Elaboration d'un beurre enrichi avec de la poudre de feuille de Moringa oleifera	23
III.2. Composition chimique .....	23
III.2.1. Teneur en eau (Humidité) .....	23
III.2.2. L'indice de réfraction et le Brix .....	24
III.3. Analyse physicochimiques .....	25
III.3.1. Analyse physique .....	25
III.3.1.1. Point de fusion en tube .....	25
III.3.2. Analyses chimiques .....	25

III.3.2.1. Mesure de pH .....	25
III.3.2.2. L'acidité .....	25
III.3.2.3. L'indice de peroxyde .....	26
III.3.2.4 L'indice d'iode .....	27
III.3.2.5.Détermination du taux de sels .....	27
III.4. Evaluation de la stabilité oxydative du beurre .....	28
III.4.1. Suivie au cours de stockage .....	28
III.5. Composés phénoliques et activité antioxydante .....	29
III.5.1.Mise en évidence des métabolites secondaire.....	29
III.5.2. Extraction des composés phénoliques du beurre .....	30
III.5.3. Dosage des composés phénoliques .....	30
III.5.3.1.Dosage des polyphénols totaux solubles .....	30
III.5.3.2.Dosage des tanins condensés .....	31
III.5.3.3.Dosage des flavonoïdes .....	32
III.5.4.Activité antioxydante .....	33
III.5.4.1.Test du Pouvoir réducteur .....	33
III.5.4.2.Chélation du fer ferreux .....	34
III.5.4.3.Activité anti-radicalaire du DPPH .....	35
III.5.4.4.Test du blanchiment du $\beta$ -Carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique .....	37
III.6. Analyses microbiologiques .....	38
III.6.1. Préparation des échantillons .....	38
III.7.Analyse sensorielle .....	39
III.8. Analyse statistique .....	40

## **Chapitre II : Résultats et Discussion**

IV.1. Composition chimique .....	41
IV.1.1. Teneur en eau (Humidité) .....	41
IV.1.2. Le brix .....	41
IV.2. Analyse physicochimiques .....	41
IV.2.1. Analyse physique .....	41
IV.2.2. Point de fusion .....	41
IV.3. Analyse chimique .....	42
IV.3.1. Mesure du pH .....	42

IV.3.2. Mesure de l'acidité .....	42
IV.3.3. L'indice de peroxyde (IP).....	43
IV .3.4. Indice de réfraction .....	44
IV.3.5. Indice d'iode .....	44
IV.3.6. Taux de sel .....	44
IV.4. Composes phénoliques et activité antioxydante .....	45
IV.4.1. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires .....	45
IV.4.2. Les phénols totaux solubles .....	46
IV.4.3. Les tanins condensés .....	46
IV.4.4. Les flavonoïdes .....	47
IV.5. Activité antioxydante .....	47
IV.5.1. Le pouvoir réducteur .....	47
IV.5.2. Chélation de fer ferreux .....	48
IV.5.3. L'activité anti-radicalaire du DPPH .....	49
IV.5.4. Blanchiment de la $\beta$ -Carotène .....	49
IV.6. Les analyses microbiologiques .....	50
IV.7. Analyse sensorielle.....	50
IV.7.1. Caractérisation des produits .....	51
IV.7.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur : .....	51
IV.7.1.2. Moyennes ajustées par produit .....	51
IV.7.2. Cartographie des préférences .....	52
IV.7.2.1. Analyse en composantes principales (ACP) .....	53
IV.7.2.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) .....	53
IV.7.2.3. Synthèse de mapping des préférences .....	54
Discussion générale.....	55
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>58</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



# *Introduction*

## Introduction

---

A une époque où les produits alimentaires sont de plus en plus industrialisés et standardisés et où le consommateur a besoin d'être rassuré sur ce qu'il mange, un intérêt tout particulier se porte sur les produits traditionnels. Parmi ces produits, il en est un qui tient une place importante, en Algérie : le Beurre.

Le beurre est un aliment contenant un grand nombre de lipides (corps gras), il est obtenu à partir de la crème du lait de vache. Ce produit apparaît sous forme solide de couleur jaunâtre, plus ou moins intense selon l'alimentation des vaches. Le beurre apparaît plus coloré à cause des colorants naturels contenus dans l'herbe.

Ce produit est un aliment énergétique mais d'autre côté il est fragile, et altérable par la chaleur, ou par d'autres facteurs capables de nuire à sa qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique. Il est primordial d'assurer sa conservation dans les meilleures conditions possibles.

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**).

*Moringa oleifera* Lam. (Synonyme : *Moringa pterigosprema* Gaertner) appartient à une famille monogénérique d'arbres et arbustes, les Moringacées. Il semble être originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya (**Foidl et al., 2001**)

*Moringa* peut se trouver dans des zones très arides comme le Sahara, mais il préfère les climats semi-tropicaux humides (Broin, 2010 ; FAO, 2008). Il peut s'accommoder à tout type de sol mais s'adapte mieux aux collines et aux bordures de rivières (**Madi et al., 2012**).

Les feuilles de *Moringa oleifera* font partie de la famille des légumes, qui sont des aliments particulièrement riches en nutriments. En particulier, les feuilles de *Moringa oleifera* sont une bonne source de protéines, de calcium, de fer, de  $\beta$  carotène (**Armelle et al., 2010**).

## Introduction

---

**Nadeem et al. (2013a)** ont rapporté que l'extrait des feuilles de *Moringa oleifera* peut être utilisé pour améliorer la stabilité à l'oxydation de l'huile de beurre. De plus, ils ont suggéré que l'extrait de feuilles de *Moringa oleifera* à 600 ppm pourrait être utilisé pour une stabilité raisonnable au stockage du beurre à la température de réfrigération avec des caractéristiques sensorielles acceptables (**Nadeem et al., 2013b**).

Notre étude a pour objectif global de déterminer l'effet d'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* dans le beurre traditionnelle, et d'étudier les effets éventuels au cours de stockage sur la stabilité des produits élaborés à 4°C et sa qualité nutritionnelle. D'autre part l'évaluation de sa teneur en composés phénoliques, son l'activité antioxydante, qualité microbiologique, l'étude de la qualité sensorielle et organoleptique.

# *Chapitre I*

## Généralités sur *Moringa oleifera*

**I-1. Arbre de Moringa**

*Moringa oleifera* « l'arbre de vie », « l'arbre miracle » est un arbuste qui suscite un intérêt international grandissant, La plante *Moringa oleifera* est considérée comme l'un des arbres les plus utiles au monde, elle possède de nombreuses propriétés intéressantes qui lui confèrent un grand intérêt scientifique, (Ijarotomi *et al.*, 2013 ; Haldar et Kosankar., 2017).

**I.2. Origine, répartition géographique de la plante**

*Moringa oleifera* est originaire d'Asie du Sud où elle pousse sur les contreforts de l'Himalaya, du nord-ouest de l'Inde, du Pakistan et de l'Afghanistan (Mangale., 2012 Atakpama., 2014). C'est de l'Inde et du Pakistan que la culture de *Moringa* s'est étendue vers le Moyen-Orient puis l'Afrique, et tout le long de la ceinture tropicale, puis a gagné la Méditerranée et finalement les Indes Occidentales et qui a été ensuite distribué en Amérique Centrale, Amérique du Nord et les Caraïbes (Vilaseca *et al.*, 2014).

**I.3. Description botanique****I.3.1. Nom de la plante**

Dans le genre monogénérique *Moringa* de la famille des Moringaceae, il existe 13 espèces ( *M. arborea* , indigène au Kenya, *M. rivaie*, indigène au Kenya et en Éthiopie, *M. borziana* , indigène à la Somalie et au Kenya, *M. pygmaea*, indigène à la Somalie; *M. longituba*, indigène de Kénia, d'Ethiopie et de Somalie, *M. stenopetala*, indigène de Kenya et d'Ethiopie, *Muspoliana*, indigène d'Ethiopie, *M. ovalifolia*, indigène de Namibie et d'Angola, *M. drouhardii* , *M. hildebrandi*, indigène de Madagascar, *M. peregrine*, indigène Mer rouge et corne de l'Afrique, *M. concanensis* , *Moringa oleifera*, indigène des régions sub-himalayennes du nord de l'Inde , parmi lesquelles *Moringa oleifera* est devenue la plus utilisée et la plus étudiée à ce jour.



Figure 1 : L'arbre de *Moringa oleifera* (Armelle et Broin, 2010).

### I.3.2. Noms vernaculaires de *Moringa oleifera*

Il existe différentes nomenclatures de l'arbre *Moringa oleifera*.

**Tableau I:** Différentes nomenclatures de *Moringa oleifera* selon diverses Langues (Louni, 2009).

Nom scientifique	<i>Moringa oleifera</i> Lamark 1795. (Agroconsult, 2016).
En anglais	connue sous « west Indian tree », ou « Drumstick Tree », ou encore « Never die tree » en référence à sa résistance à la sécheresse (Hédji et al, 2014).
En arabe	« Rawag », ou « Shagara Al Ruwag » (Yongabietal., 2012, Yusoff, 2016).
En Français	Bèn ailé, Benzolive, Moringa

### I.4. Morphologie et caractéristiques physiologiques

*Moringa* est une plante à croissance rapide qui, en fin de croissance, peut atteindre jusqu'à 10 à 15 m de haut et son diamètre jusqu'à 3 mètres (Agroconsult., 2016, Neto et al., 2017). Voir le tableau II .

Tableau II: Les caractéristiques morphologiques des différentes parties de MO.

<b>Tronc</b>	Généralement droit, parfois très développé, il atteint 1,5 à 2 mètre de haut avant ramification ( <b>figure 2 (A)</b> ).
<b>Branches</b>	Poussent de manière désorganisée, et la canopée est en forme de parasol. ( <b>figure 2(B)</b> ).
<b>Feuilles</b>	Alterne, se développe principalement dans la partie terminale des branches, elle mesure de 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 ( <b>Morton, 1991</b> ). ( <b>figure 2(C)</b> ).
<b>Fleurs</b>	Mesurent 2,5 cm de large, se présentent sous forme de panicule axillaires tombantes de 10 à 25 cm, elles dégagent une odeur agréable dont la couleur est blanche au crème avec points jaunes a la base ( <b>figure 2(D)</b> ).
<b>Fruits</b>	Forment des gousses a 3 lobes, mesurent 20 à 60 cm de long, chaque gousse contient 12 à 53 graines ( <b>figure 2(E)</b> ).
<b>Graines</b>	Elles sont rondes avec une coque marron semi perméable qui présente 20% du poids de la graine, dont la graine pèse en moyen 0,3g ( <b>Makkar et Becker, 1997</b> ) ( <b>figure 2(F)</b> ).



A



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Figure 2 : Les différentes parties de l'arbre de *Moringa oleifera* (**Price, 1985**).

*Moringa oleifera* est une plante très riche en composants (**Tableau III**), qui se localise dans les différentes parties de la plante.

**Tableau III** : Quelques ingrédients utiles contenus dans *Moringa* et leur localisation (Armelle et Broin, 2010).

Ingrédient	Localisation
Lignine/cellulose	Branches et tronc
Alcool	Branches
Hormones	Feuilles
Bio-flavonoïdes	Feuilles, fleurs et pousses
Acide arachidique	Graines et feuilles
Acide oléique	Graines et feuilles
Acide linoléique	Graines et feuilles
Acide linoléique	Graines
Ptérygospermine	Fleurs

### I.5. La classification botanique

*Moringa oleifera* appartient à la famille monogénérique des arbustes et arbres des *Moringaceae* (**Tableau IV**) qui comprend environ 14 espèces, dont la plus connue et répandue est l'espèce *Moringa oleifera* (Chukwuebuka, 2015).

**Tableau IV**: la Position systématique de *Moringa oleifera* (Chukwuebuka, 2015).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Brassicales
Famille	Moringaceae
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>oleifera</i>

## I.6. Importance socio-économique

*Moringa* est l'un des arbres tropicaux les plus utiles. Il se propage relativement facilement, aussi bien de manière végétative que sexuée, et il est peu exigeant en eau et matières minérales. Ainsi, sa production et son entretien sont aisés. L'introduction de cette plante au sein d'une ferme dans un environnement riche en biodiversité peut être bénéfique à la fois pour l'exploitant et pour l'écosystème environnant.

## I.7. Valeur nutritionnelle de la plante

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle, elles sont riches en vitamines A et C, en protéine, fibre, potassium, calcium et en acides aminés.

Si l'on compare les feuilles de *Moringa* avec d'autres aliments (**figure N°3**), connus pour leur richesse en un aliment particulier, on voit bien l'intérêt de ces feuilles en nutrition.

100 grammes de feuilles fraîches de *Moringa oleifera* vous apportent autant de protéines qu'un œuf, autant de calcium qu'un grand verre de lait, autant de fer qu'un steak de bœuf de 200 grammes, autant de vitamine A qu'une carotte et autant de vitamine C qu'une orange (Armelle et Broin., 2010).



Figure 3 : Equivalences entre 100g de feuilles de MO fraîches et d'autres aliments.(Armelle et Broin., 2010).

De plus, les feuilles de *Moringa oleifera* ont un taux de matière sèche élevé (autour de 20-25%) par rapport à la plupart des autres aliments végétaux (généralement autour de 10%) (**Tableau V**). Cette particularité en fait un légume frais encore plus intéressant puisque 100 g de feuilles fraîches apporteront deux fois plus de nutriments que 100 g de la plupart des autres légumes.

**Tableau V:** Valeur nutritionnelle moyenne de poudre de feuilles de *Moringa oleifera*.

Matière sèche	20-25%
Protéines	5-7 g
Minéraux totaux	2-3 g
<b>Minéraux</b>	
Calcium (Ca)	330-350 mg
Potassium (k)	200-500 mg
Magnésium (Mg)	80-120 mg
Phosphore (P)	50-120 mg
Fer (Fe)	5-8 mg
Manganèse (Mn)	1,2-2,5 mg
Zinc (Zn)	0,4-0,6 mg
Cuivre (Cu)	0,2-0,3 mg
<b>Vitamines</b>	
Vitamine C	120-200 mg
Vitamine A ( $\beta$ -carotène)	1500-4000 $\mu$ g eq. rétinol
Vitamine E	150-200mg

## I.8. Utilisations de *Moringa oleifera*

*Moringa oleifera* présente plusieurs qualités qui lui confèrent des utilisations pharmaceutiques, nutritionnelles et industrielles. Toutes les parties de l'arbre peuvent être employées par une multitude de moyens.

### I.8.1. Consommation humaine

Les jeunes feuilles sont comestibles et sont couramment consommées cuites, comme des épinards, ou préparées en soupe ou en salade (*Foidl et al., 2001*). Les feuilles de *Moringa* peuvent se consommer fraîches dans des plats en sauce, ou bien sous forme sèche et

réduite en poudre, cette dernière peut être ajoutée aux plats en sauce, aux gâteaux et beignets et aux farines infantiles.

Une consommation régulière de ces feuilles et en association à d'autres aliments aide à rester en bonne santé.

Les feuilles du *Moringa oleifera* auraient une valeur nutritive extrêmement importante pour les personnes de tout âge. Pour les enfants de 1 à 3 ans, une consommation de 100 g de feuilles fraîches procure à peu près 50% des besoins journaliers en calcium, en fer, en protéines et 1/3 des besoins en potassium et en acides aminés essentiels.

La sauce ou la poudre des feuilles serait conseillée chez la femme enceinte, la femme allaitante, les enfants de plus de 6 mois, les personnes âgées, et les personnes vivant avec le VIH. Les feuilles amélioreraient la production des cellules, renforceraient l'immunité et diminueraient le risque d'infections chez les personnes vivant avec le VIH. La posologie est de 1/2 ou 1 cuillerée à café de poudre par jour pour l'enfant et de 1 à 2 cuillerées à café par jour pour l'adulte. La poudre de feuilles est conseillée comme complément alimentaire dans les officines de pharmacie (Atacpama *et al.*, 2014).

### I.8.2. Utilisations médicinales du *Moringa oleifera*

#### I.8.2.1. Les feuilles

Plusieurs composés bioactifs ont été isolés dans les feuilles de *Moringa* comme les glucosinolates, les thio carbamates et les carbamates ainsi que d'autres groupes nitriles. Ces composés sont responsables de plusieurs effets bénéfiques comme : hypotensifs (Guevara, 1999), hypolipidémiques et antiathérosclérotiques (Chumark, 2008) Hypoglycémisants (Kar, 2003), antifongiques (Chuang, 2007), régulation du statut de la Thyroïde (Tahiliani et Karu, 1999).

#### I.8.2.2. La graine

Plusieurs composés bioactifs isolés à partir de la graine comme les glucosinolates et les isothiocyanates, hémagglutinines (Katre, 2008) possèdent des effets anticancéreux, antibiotiques, anti-inflammatoires et agglutinogènes.

#### I.8.2.3. Les racines

L'action des racines est principalement antiseptique, anti inflammatoire (Sashidhara, 2009), sédative, cardiotonique, potentialisateur de certains médicaments analgésiques et antidépresseurs (Gupta *et al.*, 1999). Ces actions sont dues principalement à la présence d'alcaloïdes comme la Moringine, la Moringinine, ainsi qu'un puissant fongicide et bactéricide la ptérygospermine ou encore l'Anthonine et la Spirochine.

**I.8.3. Action thérapeutiques**

De nombreuses études animales ont documenté les effets des feuilles de *Moringa oleifera* sur la protection contre les maladies cardiovasculaires, le diabète, la stéatose abdominale, la maladie d'Alzheimer, l'hypertension et autres, en raison des actions des composants bioactifs pour prévenir l'accumulation de lipides, réduire l'insulino-résistance et l'inflammation. En outre, certaines études ont montré que les composés présents chez *Moringa oleifera* (**MO**) pouvaient également protéger contre la maladie de Parkinson.

**I.9. Utilisation industrielle de *Moringa oleifera*****I.9.1. Traitement des eaux**

Il est possible d'extraire l'huile de *Moringa oleifera* pour commercialisé et le tourteau obtenu comme sous-produit, lors de l'extraction de l'huile, peut être utilisé pour la clarification et le traitement de l'eau.

**I.9.2. Autres utilisations**

L'arbre de *Moringa oleifera* est connu mondialement pour ses différents intérêts, ainsi que ses applications industrielles (**Tableaux VI**). Toutes les parties de l'arbre ont un intérêt nutritionnel. Le fruit vert se cuisine comme un légume en Inde et il est exporté vers de nombreux pays, frais ou en conserve. La racine peut s'utiliser comme substitut du raifort. Les feuilles se consomment comme des légumes verts, bouillis, sautés ou en assaisonnement. La graine peut se manger grillée comme une arachide. Les jeunes branches sont utilisées comme fourrage. Elles peuvent aussi être incorporées dans des formulations d'aliments pour volailles ou poissons d'élevage. L'écorce exsude une teinture bleue et peut également s'utiliser pour tanner les peaux. Le bois est utilisable en papeterie (**Armelle et Broin., 2010**).

**Tableau VI : Parties de la plante et leurs intérêts (Armelle et Broin., 2010).**

<b>Partie de la plante</b>	<b>Usages ou intérêts</b>
<b>Feuilles</b>	Alimentaire, fourrage, hormone de croissance végétale, médicinal
<b>Fleurs</b>	Alimentaire, médicinal, miel
<b>Fruit</b>	Alimentaire, médicinal
<b>Racines</b>	Médicinal
<b>Graines</b>	Cosmétiques, alimentaire, traitement des eaux, Médicinal
<b>Bois</b>	Papier, production d'alcool, alimentation animal ...etc
<b>Ecorce</b>	Corde, teinture, gomme pour tannage, médicinal

## *Chapitre II*

# Généralité sur le beurre

## II. Définition

C'est un produit de consommation dont la teneur en matière grasse est supérieure à celle du lait. C'est un produit gras dérivé exclusivement du lait, la fabrication du beurre emploie une étape supplémentaire d'inversion de phase qui transforme l'émulsion de globule gras dispersés dans une phase aqueuse (lait écrémé) en une émulsion de gouttelettes d'eau dans une phase continue liquide (Jeantet *et al.*, 2008).

### II.1.Composition du beurre

Le beurre doit présenter une teneur en matière grasse comprise entre 80 et 90 % constituée de triglycéride, phospholipide, carotène, vitamine A, D et E (voir tableau VII), une teneur de 2 % au maximum de matière sèche non grasse et 16% au maximum d'eau cependant, cette nouvelle réglementation autorise la dénomination «beurre » pour un taux de matière grasse supérieur ou égale à 40% (Jeant *et al.*, 2008).

*Tableau VII: composition de beurre (Adjoudj, 2010).*

Composants (pour 100g)	Valeurs
Eau	16 % au maximum
Matière sèche dégraissée (lactose, protéine, minéraux)	2 % au maximum
Protéines	0.6%
Glucides	0.4%
Lipides	82%
Cholestérol	220-280 mg
Calcium	16 mg
Carotène	0.3-0.9 mg
Vitamine A	0.4-1.05 mg
Energie	755 Kcal=3150KJ

## II.2. Variétés de beurre

Tableau VIII: Quelques variétés de beurre et leur teneur en matière grasse (Jeantet *et al.*, 2008).

Types de beurres	Teneur en matière grasse
Le beurre fin	>30 %
Le beurre cuisinier	96%
Le beurre concentré	99,8%
Demi-beurre	39 – 41 %
Beurre tartiné	>39 % de 41 à 60% ou 62- 80%
Beurre clarifié	100%
Beurre salé	≥ 80 %
Beurre allégé	41 - 65%
Le beurre foisonné ou aéré (fondu)	>3,5 %

Tableau IX: Quelques variétés de beurre et leur teneur en sel (Jeantet *et al.*, 2008).

Types de beurre	Teneur en sel
Beurre demi-salé	0,5 – 3 %
Beurre salé	3 - 10%

II.3. Technologie de fabrication

Le diagramme général de la fabrication du beurre est présenté sur la **figure 4**.

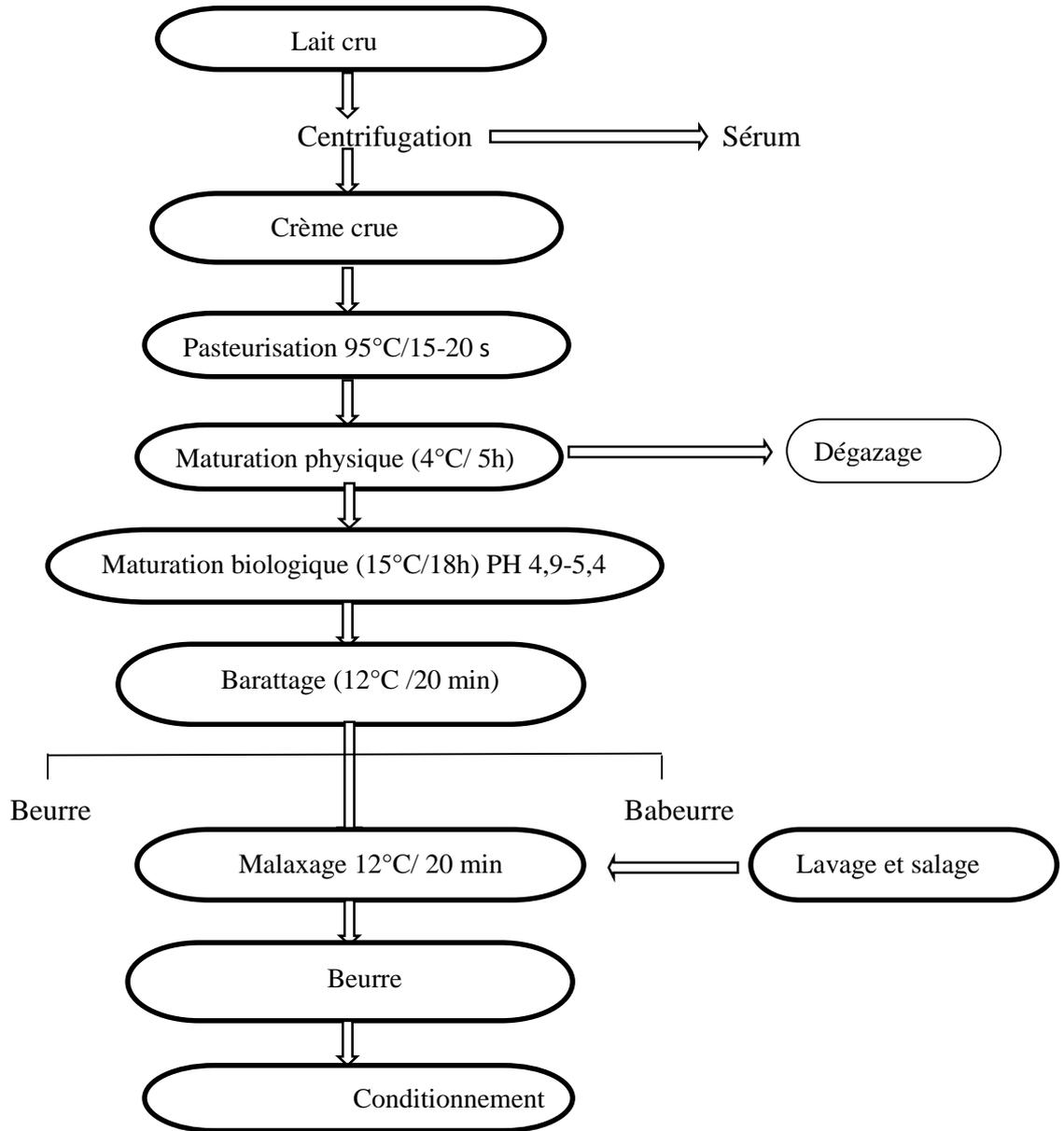


Figure 4 : Technologie de fabrication du beurre. (Jeantet et al., 2008).

**II.3.1.Fabrication moderne****II.3.1.1. Préparation de la crème**

La crème est standardisée entre 35 et 40% de matière grasse (MG) en fabrication traditionnelle. Dans le cas des crèmes acides, on procède à une désacidification pour ramener l'acidité de non gras entre 15 et 20°D, soit par lavage à l'eau, 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 (Acem, 2016).

**II.3.1.2. Pasteurisation de la crème**

Elle est effectuée de 90-95°C (crème de bonne qualité) à 105 -110°C (crème de mauvaise qualité) pendant 15 à 20 secondes afin de détruire les enzymes thermorésistantes (lipase, oxydoréductase).

**II.3.1.3. Dégazage**

Deux dégazages sont effectués successivement :

- Dégazage à 70-75°C sous une dépression de  $0,93 \cdot 10^5$ pa ; pour éliminer les gaz dissous dans la crème et éviter l'encrassement ultérieur des appareils de chauffage
- Dégazage à 90-95°C sous  $5,3 \cdot 10^4$ pa pour éliminer l'éventuel goût de cuit.

Le dégazage de la crème entraîne l'élimination de mauvais goût, et des substances aromatiques (Acem, 2016).

**II.3.1.4.Maturation**

La maturation de la crème peut combiner deux processus, d'une part la maturation physique qui assure une cristallisation appropriée de la matière grasse et d'autre part, une maturation biologique qui assure le développement de l'acidité et de l'arôme (Acem, 2016)

**❖ La maturation physique**

La maturation physique consiste à appliquer un cycle thermique destiné à diriger la cristallisation des glycérides et la fusion de la matière grasse. Les rapports de la matière 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 (TableauX) (Acem, 2016).

**Tableau X : Texture de beurre en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide (Boutonnier et Dunant., 1990).**

Beurre	MG liquide (%)	MG solide (%)
Beurre mou	85	15 cristaux à haut point de fusion)
Beurre dur	55	45 (cristaux à bas point de fusion)
Beurre avec bonne tartinabilité	65 à 78	22 à 35

- Plus la température est basse moins il y aura de matière grasse liquide
- Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus il y aura de matière grasse solide

#### ❖ La maturation biologique

Cette maturation consiste à ensemercer la crème avec différentes souches de bactéries lactiques homo-fermentaire ou hétéro-fermentaire. La maturation biologique dure environ 10h, elle peut donc s'effectuer pendant la maturation physique.

#### II.3.1.5. Barattage

Le barattage est une agitation énergique de la crème favorisant l'incorporation de bulle d'air dont l'interface est dans un premier temps stabilisée par le globule gras.

#### II.3.1.6. Lavage

Il permet de refroidir, resserrer le grain, diluer et remplacer les gouttelettes de babeurre par de l'eau distillé afin de limiter le développement microbien.

#### II.3.1.7. Malaxage

Il permet la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse en fines gouttelettes de 2 à  $3 \cdot 10^{-6}$  m de diamètre moyen au sein de la matière grasse.

#### II.3.1.8. Salage

Il est réalisé pendant le malaxage par addition de sel fin et pur ou de saumure saturée en sel. Il agit comme exhausteur de gout et possède une action antiseptique (Acem, 2016).

### II.3.1.9. Conditionnement

Il est variable :

- Microformats pour la restauration individuelle ou collective.
- En plaquettes (barquettes ou rouleaux pour la consommation familiale) ou rouleaux ; (70% en plaquettes de 250g pour la consommation familiale) ;
- Grand formats destinés aux industries agroalimentaire.

Les matériaux utilisés comme papier, 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 (Acem, 2016).

### II.4. Fabrication traditionnelle du beurre

Il est reconnu depuis l'antiquité que les femmes des nomades ont joué un rôle très important dans la transformation du lait en produits dérivés traditionnels, notamment le beurre (Quellec *et al.*, 2006).

Le beurre frais est obtenu après barattage du *Rayeb*, ce dernier est occasionnellement augmenté d'une quantité d'eau tiède (40-50°C) à la fin du barattage pour 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 (figure 5) (Benkerroum et tamine ; 2004).

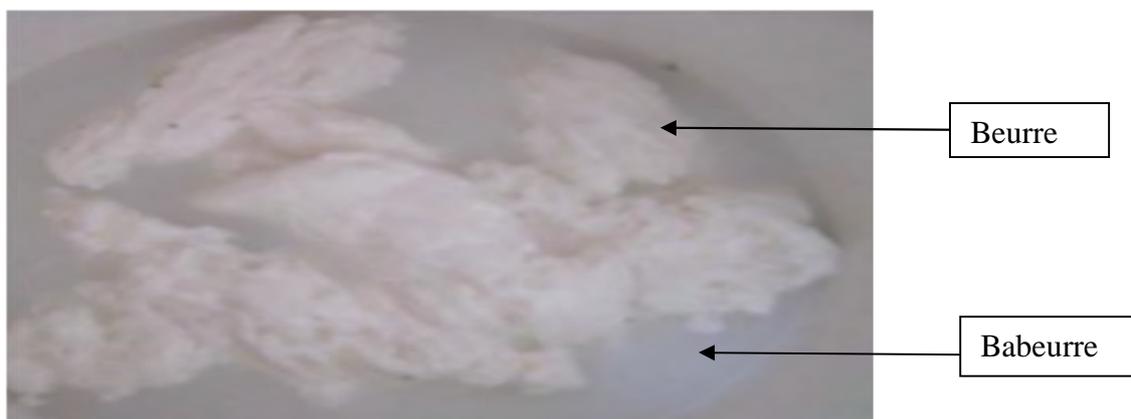


Figure 5 : Beurre et babeurre (Makhloufi, 2010)

## II.5. Le babeurre

C'est un liquide blanchâtre extrait de la baratte ou du butyrateur lors de l'inversion de phase, sa composition (**Tableau XI**) se rapproche de celle du lait écrémé (**Acem, 2016**).

**Tableau XI** : composition du babeurre (*Pointurier et Adda, 1969*).

Composants	Babeurre	Lait écrémé
Eau (%)	91	90.9
Extrait sec (%)	9.0	9.1
Matière grâce (%)	0.2-0.6	<0.05
Extrait sec dégraissé (%)	8.6	9.05
Matière azoté (%)	3.2	3.4
Lactose (%)	3.9	4.75
Acide lactique (%)	0	-
Sels citrates (%)	Traces (0.2)	0.4
Autre sel (%)	0.7	0.7
Masse volumique à 20C° (kg.m <sup>-3</sup> )	1029	1035
Acidité (°D)	50-70	16-18
Vit A	traces	-
Vit B <sub>1</sub> (μ.l <sup>-1</sup> )	300	-
Vit B <sub>2</sub> (μ.l <sup>-1</sup> )	1500	-
Acide nicotinique (mg.l <sup>-1</sup> )	1	-
Acide pantothénique (mg.l <sup>-1</sup> )	5	-
Vit C	traces	-

- : non déterminé

### II.5.1. Valorisation du babeurre

Le babeurre est riche en phospholipides et moins riche en caséine car une partie de ce dernier est fixée sur les granules de beurre. L'écémage de sa phase grasse est délicat, car elle est hétérogène :

- Grains de beurre très petits ;
- Globules de petite taille ayant échappé à l'inversion de phase ;
- Débris de globules et débris membranaire, riche en phosphopeptides ;
- Matière grasse libre et liquide (**Acem, 2016**).

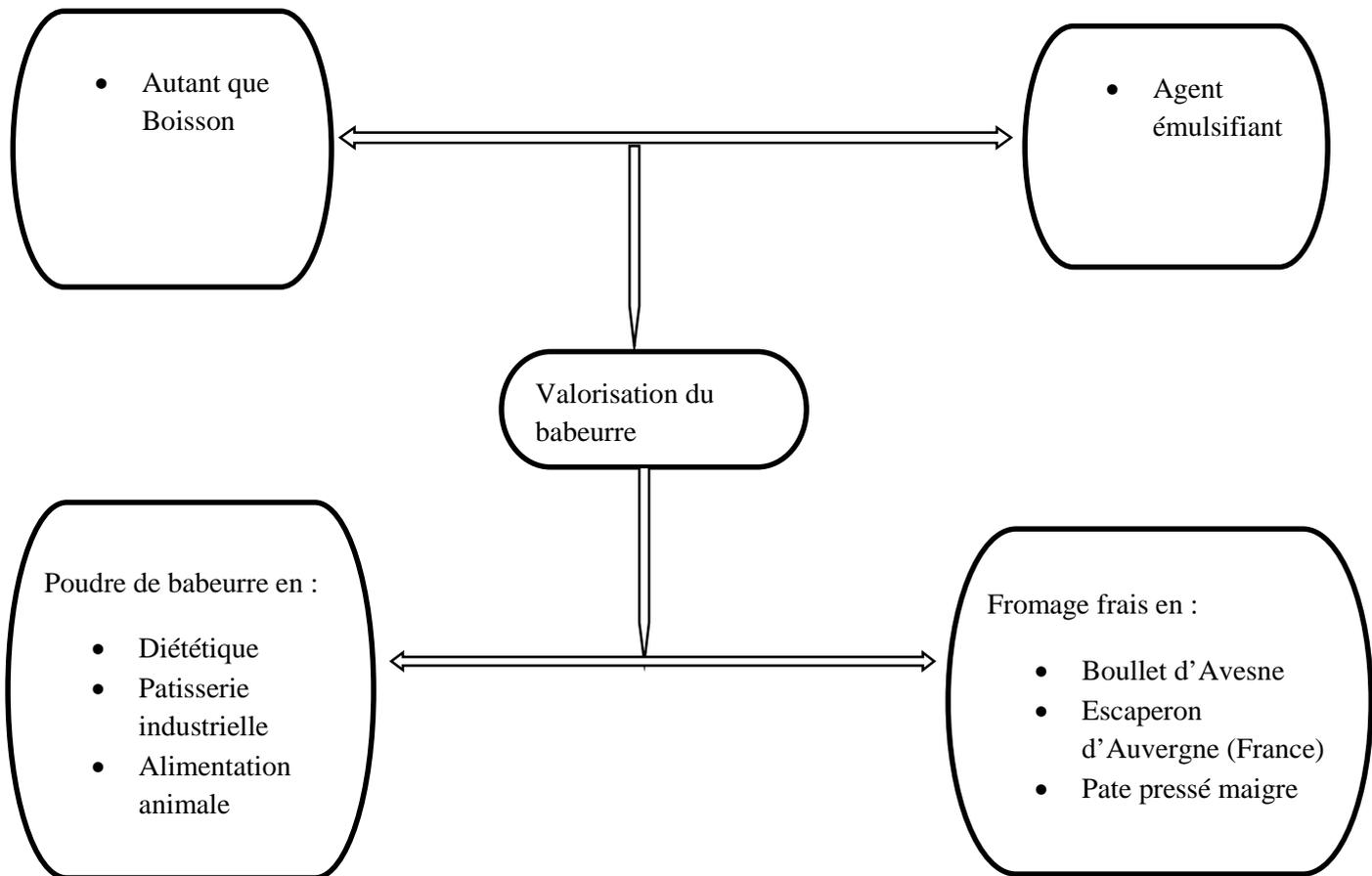


Figure 6 : Voies possible pour la valorisation du babeurre (Mahaut et al., 2000)

## II.6. Défauts et altérations du beurre

### II.6.1. Défauts

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

### II.6.2. Défauts d'aspect externe

L'apparition de colorations diverses en surface est due soit à une dessiccation, soit au développement de bactéries, de levure ou moisissure qui ont contaminé le beurre pendant la fabrication, l'emballage ou le stockage.

### II.6.3. Défauts à la coupe

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

- points jaunes (MG déstabilisée) ;
- points blancs (particule de caséine floclée) ;

-marbrures (répartition d'eau irrégulière, due à un malaxage insuffisant surtout dans les beurres salés).

### II.6.4. 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 lamelles) : crème trop riche en air.

### II.6.5. Défaut 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).

### II.6.6. Défauts de flaveur

Un certain nombre d'odeurs ou de saveur désagréable présentes dans le beurre (odeurs 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 certain 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 et Cu ;
- goût yaourt : excès d'acétaldéhyde ;
- goût de malt : produit par certaines variétés de lactocoques ;
- goût de levure : altération d'origine microbienne ;
- acide : type de levains, technique de lavage et de malaxage ;
- goût caséux : 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* (Jeantet *et al.*, 2000).

## II.7. Altérations de la matière grasse laitière

### II.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 graisse de certains ruminants. Elle est favorisée par de nombreux facteurs : la lumière, température, acidité, etc.

Elle est freinée par l'utilisation d'antioxydants, mais ceux-ci sont réservés exclusivement à la fabrication des beurres à usage industriel.

### II.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). À partir de  $10^5$  voire  $10^4$  germes 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 (**Jeantet *et al.*, 2000**).

# Chapitre III

## Matériel et méthodes

**L'objectif**

Notre travail a pour objectif d'étudier aptitudes et les qualités nutritionnelles d'incorporation des feuilles de *Moringa oleifera* dans le beurre traditionnel.

**Lieu du travail**

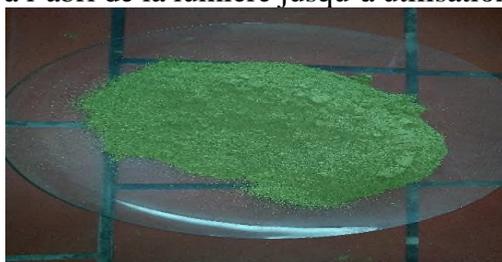
Les analyses physico-chimiques et microbiologiques sont réalisées au niveau du laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia et certaines analyses sont effectuées au niveau du laboratoire industriel **CO.G.B. LABELLE**.

**III. Matériel et Méthodes****III.1. Matériel végétal****III.1.1 Récolte et origine des échantillons**

Les échantillons des feuilles de *Moringa oleifera* utilisés dans notre étude ont été récoltés du nord d'Algérie Jijel en Novembre 2018.

**III.1.2. Préparation des échantillons**

Les feuilles sèches de *Moringa oleifera* ont été triées manuellement, puis broyées à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue a été ensuite tamisée afin d'avoir une poudre de taille des particules inférieure à 1.32  $\mu\text{m}$  puis la poudre obtenue et conservée dans des bocaux à l'abri de la lumière jusqu'à utilisation.



*Figure 7 : Poudre de feuille de Moringa oleifera.*

**III.1.3.LE BEURRE****III.1.3.1. Echantillonnage**

Le beurre fabriqué traditionnellement a été récolté de la région rurale Ouricia de la wilaya de Sétif. Les échantillons du beurre sont mis dans des flacons stériles juste après la récupération et sont transportés jusqu'au laboratoire et stockés à 4°C.

### III.1.3.2 Elaboration d'un beurre enrichi avec de la poudre de feuille de *Moringa oleifera*

Cinq beurres ont été utilisés dans notre étude (**Tableau XII**), dont quatre ont été enrichis de poudre de feuille de *Moringa oleifera* à différentes concentrations (0.5%, 1%, 1.5% et 2%) et un sans incorporation utilisé comme témoin.

**Tableau XII** : Tableau récapitulatif de la composition des 5 beurres formulés à l'échelle de laboratoire.

Echantillons	Composition
<b>0 % (Témoin)</b>	50g de beurre pur
<b>2 %</b>	50g de beurre + 1g du MO
<b>1.5%</b>	50g de beurre + 0,75g du MO
<b>1 %</b>	50g de beurre + 0,50g du MO
<b>0,5 %</b>	50g de beurre + 0,25g du MO



**Figure 8** : Photographie des 5 beurres préparés.

## III.2.Composition chimique

### III.2.1.Teneur en eau (Humidité) (NE. 1.2 -47, 1985)

- **Principe**

Evaporation de l'eau ainsi que les matières volatiles du beurre sous l'effet de la chaleur (étuve à 105°C)

- **Mode opératoire**

- ◆ Mettre les coupelles dans un dessiccateur.
- ◆ Peser la coupelle vide (p1) et le poids de la prise d'essai (p2).
- ◆ Mettre les coupelles dans une étuve a 105°C,
- ◆ Après 24, 48,72 h laissé refroidir dans un dessiccateur.
- ◆ Peser les coupelles contenant l'échantillon, soit un poids (p).



Figure 9 : Photographie des échantillons après le séchage (MS%).

### 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.2.2.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**

Cette technique consiste à déposer une goutte d'échantillon sur la surface du prisme du réfractomètre puis baisser le deuxième sur la première limite de séparation entre la zone claire et la zone obscure soluble contenue dans l'échantillon. Le résultat obtenu est exprimé en degré Brix (Roussos *et al.*, 2011).

**III.3. Analyses physicochimiques****III.3.1. Analyses physique****III.3.1.1. 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 (maximum 37°C).

- **Mode opératoire**

Immersion d'un tube capillaire, contenant une colonne d'un corps gras cristallisé dans les conditions contrôlées, à une profondeur spécifiée dans de l'eau dont la température augmente à une vitesse donnée. Enregistrement de la température à laquelle la colonne commence à se déplacer dans le tube capillaire.

**III.3.2. Analyse chimique****III.3.2.1. Mesure de pH**

- **Principe**

Le pH par définition est mesuré de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une solution (**Shori et Baba, 2013**). Les valeurs du pH ont été mesurées avec du papier pH le 1<sup>er</sup>, 7<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup>, 21<sup>ème</sup> et le 28<sup>ème</sup> jour.

**III.3.2.2. L'acidité (NA\_273/1990)**

- **Principe**

Expression conventionnelle de pourcentage d'acide gras libre dans le beurre par neutralisation avec une solution de soude (NaOH) en présence d'un indicateur coloré phénolphaléine.

- **Mode opératoire**

Selon la norme **NA\_273/1990** et en concordance technique avec la norme internationale de normalisation **ISO 660** l'acidité et mesure comme suit :

- ◆ Peser 1g du beurre dans un bécher, dissoudre le beurre dans 50ml du mélange du solvant (l'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.

**• Expression des résultats**

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

Où :

- ◆ **Ac** : Acidité de produit.
- ◆ **N** : Normalité de NaOH (0,0365).
- ◆ **V** : Volume sur la burette NaOH (ml).
- ◆ **M** : Masse molaire de l'acide adapté pour l'expression.
- ◆ **P** : la masse en gramme de la prise d'essai.

**III.3.2.3. L'indice de peroxyde (IP) (NE.1.2 - 50 – 1985)****• 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**

La norme (NE.1.2 - 50 – 1985), spécifie une méthode de détermination de l'indice de peroxyde des corps gras :

- ◆ Peser 2g du beurre dans un erlenmeyer.
- ◆ Ajouter 10ml de chloroforme.
- ◆ Puis ajouter 15 ml d'acide acétique, et agiter pour faire dissoudre le beurre.
- ◆ Puis 1ml de solution d'iodure de potassium sont ajoutés.
- ◆ Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 minute et le laisser a labri de la lumière pendant 5 minutes à une température comprise entre 15 et 25°C.
- ◆ Ajouter environ 75ml d'eau distille (afin d'arrêter la réaction). En agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes de l'emploi d'amidon comme indicateur coloré.
- ◆ Titré l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N.

- ◆ Lire sur la burette la chute de niveau correspondante.
- ◆ Effectuer un essai à blanc.

- **Expression des résultats**

L'indice de peroxyde est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par Kilogramme d'huile selon la formule suivante :

$$IP = \frac{(V - V_0) \times N}{m} \times 1000$$

Où :

- ◆ **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 de 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.3.2.4 L'indice d'iode (NE.1.2- 48 - 1985)

- **Principe**

L'indice d'iode est déterminé par mesure de l'indice de réfraction à 50°C.

#### Expression des résultats

Cette relation est utilisée pour déterminer l'indice d'iode :

$$II = (RD * 0.08659) + 10.58$$

Où :

- ◆ **II** : l'indice diode.
- ◆ **RD** : les trois derniers chiffres de l'indice de réfraction.
- ◆ **0,08659** : constant.
- ◆ **10,58** : constant.

### III.3.2.5. Détermination du taux de sels (MO 8242-7)

- **Principe**

Cette méthode permet de déterminer 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.

- ◆ Ajouter quelques gouttes de bichromate de potassium.
- ◆ Titré avec le nitrate d'argent 0,171N jusqu'apparition d'une coloration rouge brique.

**Expression des résultats**

$$\text{Taux de sel (\%)} = \frac{V}{5}$$

Où :

- ◆ V : chute burette.
- ◆ 5 : constant.

**III.4. Evaluation de la stabilité oxydative du beurre****III.4.1. Suivre au cours de stockage**

Les échantillons de beurre ont été conservés à 4°C pendant 1 mois, des prélèvements sont été effectués chaque semaine pour l'analyse des paramètres suivant (pH, acidité, indice de peroxyde).

**III.5. Composés phénoliques****III.5.1. Mise en évidence des métabolites secondaires**✓ **Alcaloïdes**

Quelques gouttes de réactif de Bouchardât sont ajoutés à 2,5ml d'échantillon ; la présence d'alcaloïde est indiquée par la formation d'un précipité brun-noir, brun-terne, jaune-brun (Amana, 2007).

✓ **Terpénoïdes**

Selon la méthode d'**Aziman et al., (2012)** permet de mettre en évidence la présence de terpénoïdes. Prendre 2,5 ml d'échantillon et l'ajouté à 1ml de chloroforme. Après homogénéisation, 1,5 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré sont ajoutés au mélange. La formation d'une couleur brun-rouge à l'interface indique la présence de ces composés.

✓ **Tanins**

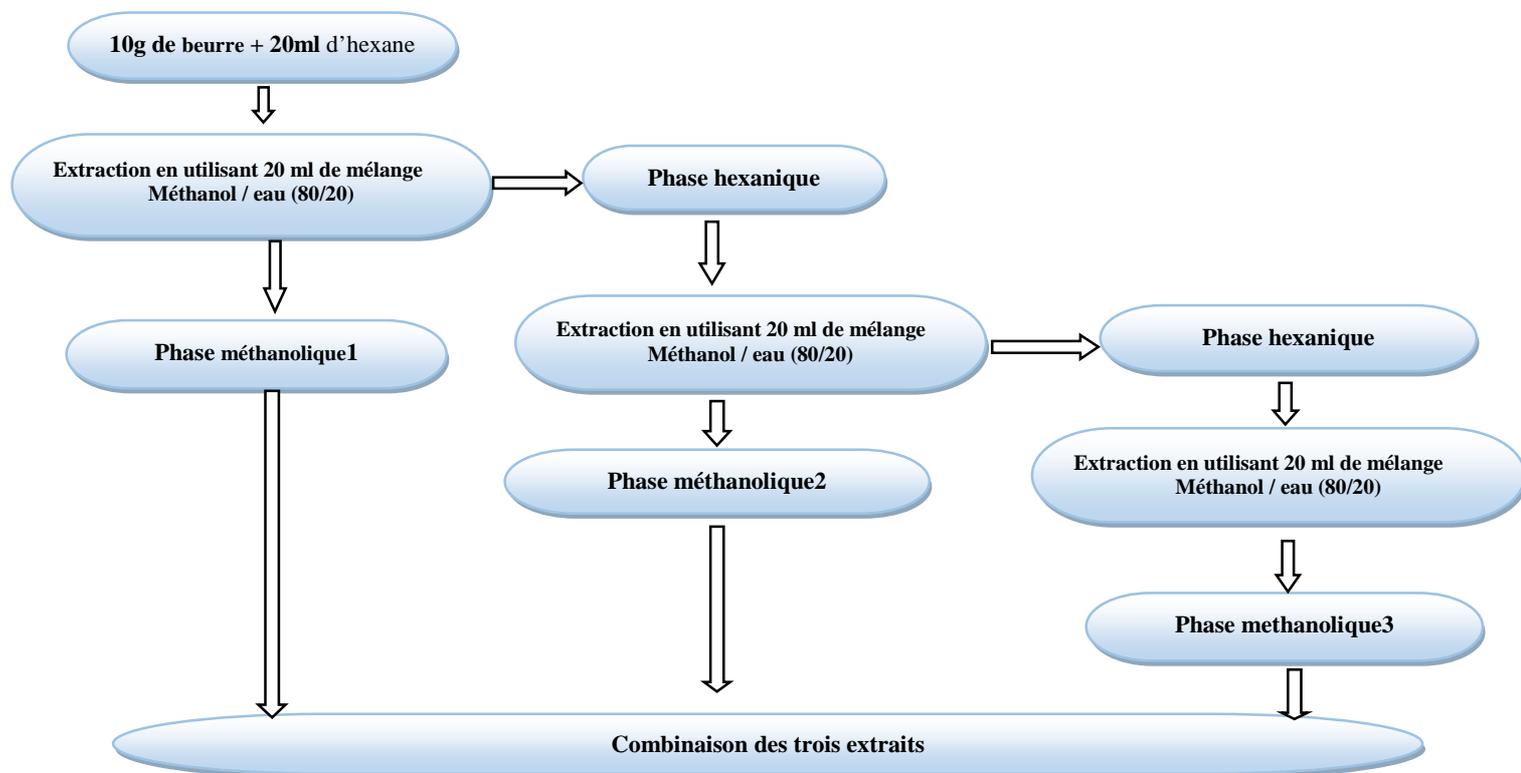
2 à 3 gouttes de chloroforme ferrique (FeCl<sub>3</sub> à 2%) sont ajoutées à 1ml d'échantillon. L'apparition d'une couleur vert foncée indique la présence de tanins catéchistiques, et une coloration bleue verdâtre indique la présence simultanée des types de tanins (**Soulama et al., 2014**).

✓ **Saponines**

La détection des saponines est réalisée au moyen du test de **Yadav et Agarwala (2011)**. 1ml d'échantillon est ajouté à 3ml d'eau distillée. Après agitation pendant 2min, la formation d'une mousse persistante indique la présence des saponines.

### III.5.2. Extraction des composés phénoliques du beurre

L'extraction des composés phénoliques à partir du beurre a été effectuée selon la méthode de **Gutfinger, (1981)**, le protocole est donné par le diagramme de la **figure 10**.



**Figure 10** : Protocole d'extraction des composés phénoliques (**Gutfinger, 1981**).

### III.5.3. Dosage des composés phénoliques

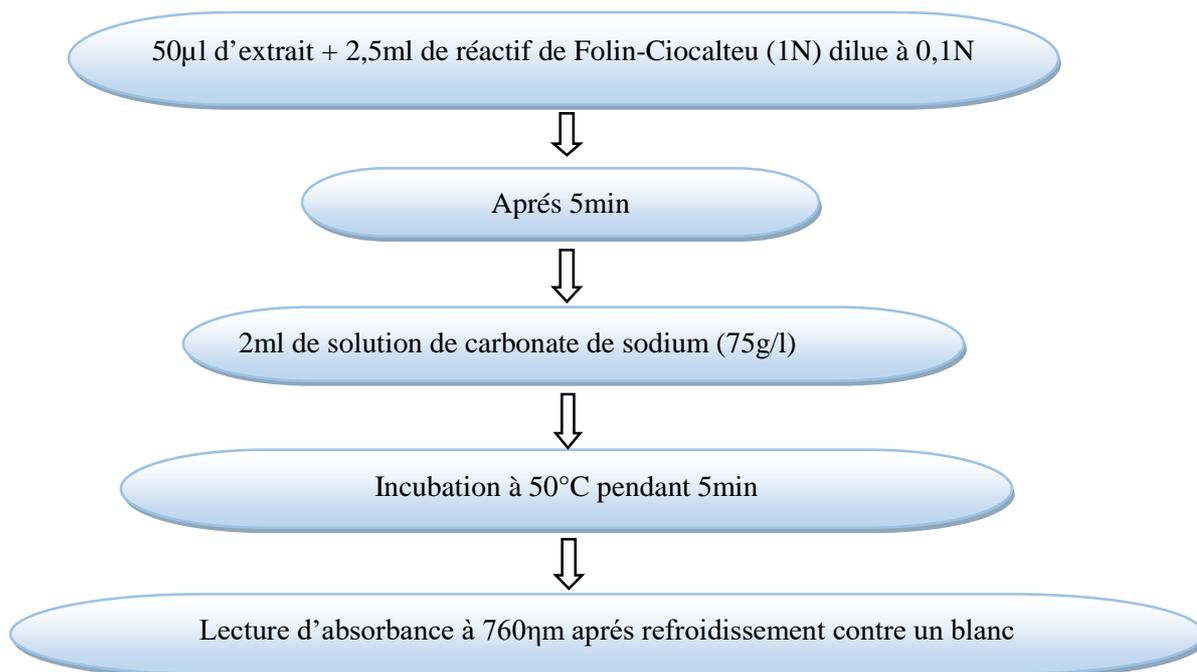
#### III.5.3.1. Dosage des polyphénols totaux solubles

Le dosage des phénols totaux solubles est effectué par la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par **Skerget et al., (2005)**.

- **Principe**

Le réactif de Folin-Ciocalteu, mélange de l'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>), est réduit en présence de polyphénols en un mélange d'oxydes bleu de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>23</sub>). La coloration bleue produite est proportionnelle au taux des composés phénoliques présents dans le milieu réactionnel (**Ribéreau-Gayon, 1968; Lapornik et al., 2005**).

- Mode opératoire



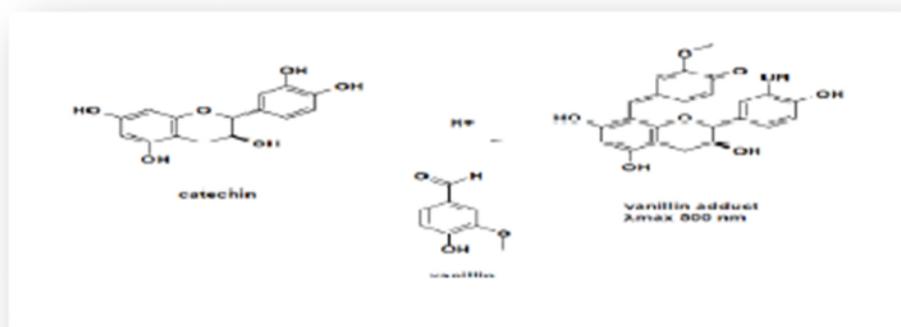
**Figure 11 :** Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Skerget et al., 2005).

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

### III.5.2.2. Dosage des tanins condensés

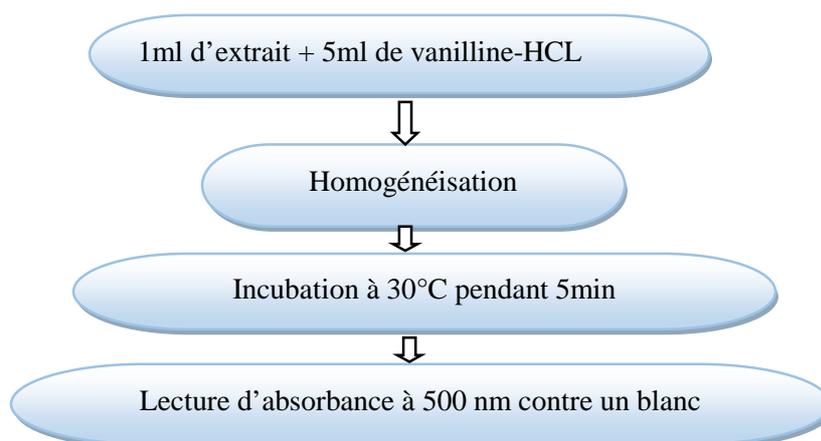
- Principe

Cette méthode est basée sur la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins condensés (Figure 12) dans un milieu acide pour produire un complexe rouge mesuré à 500 nm (Hagerman, 2002).



**Figure 12:** Réaction de la vanilline avec la catéchine (Hagerman, 2002).

- Mode opératoire



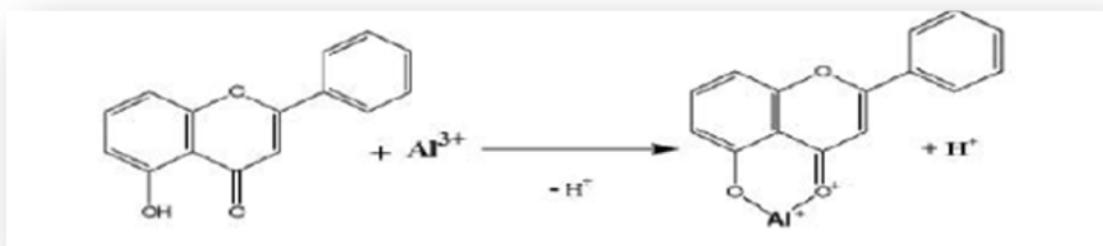
**Figure 13 :** Protocole de dosage des tanins condensés (Deshpande et al., 1986).

La teneur en tanins condensés est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec la catéchine (annexe II), Les résultats sont exprimés en (mg Eq CAT/g d'Ech).

### III.5.2.3. Dosage des flavonoïdes

- Principe

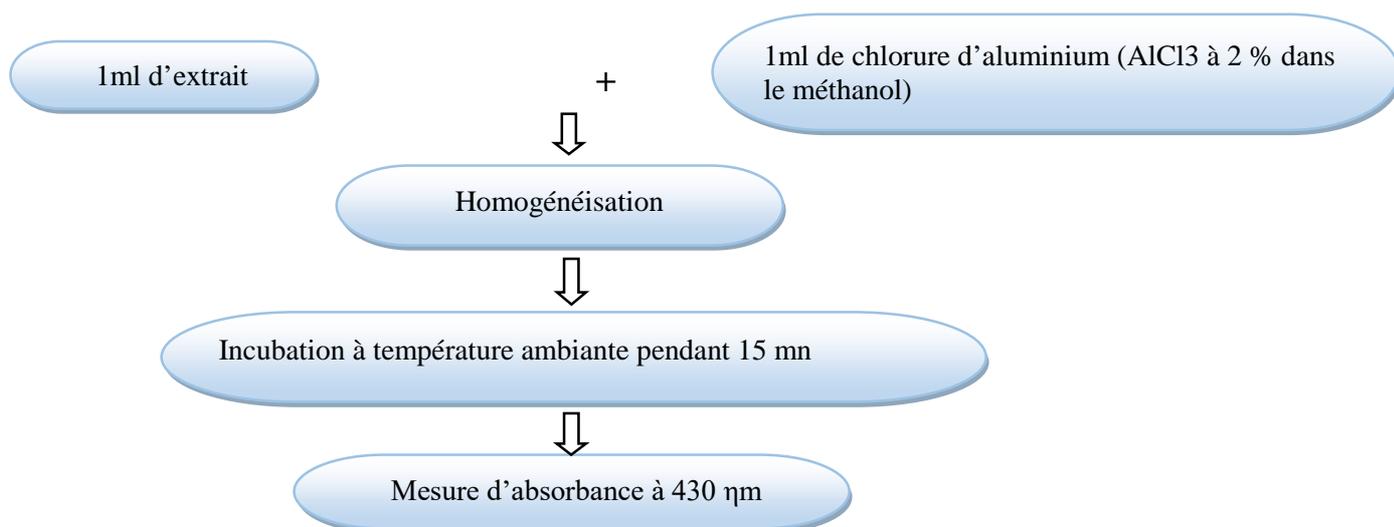
Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation de complexe jaunâtre par chélation de l'ion  $Al^{3+}$  par la réaction de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) avec les flavonoïdes qui possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre (Figure 14). La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (Ribéreau-Gayon, 1968).



**Figure 14 :** Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes (Ribéreau-Geyon., 1968).

- Mode opératoire

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



*Figure 15 : Protocole de dosage des flavonoïdes.*

### III.5.4. Activité antioxydant

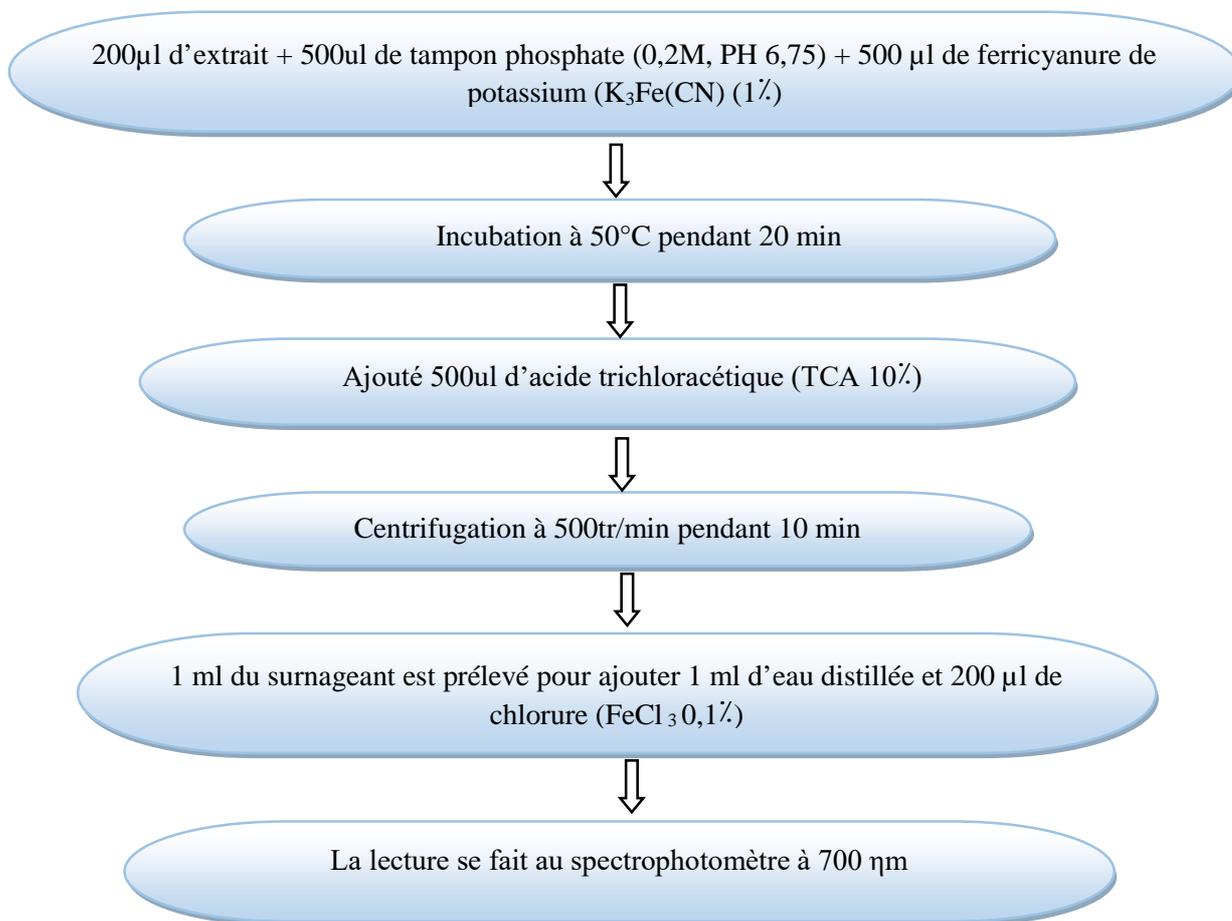
#### III.5.4.1. Test du Pouvoir réducteur

- Principe

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

- **Mode opératoire**

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



*Figure 16 : Protocole du pouvoir réducteur (Li et al., 2009).*

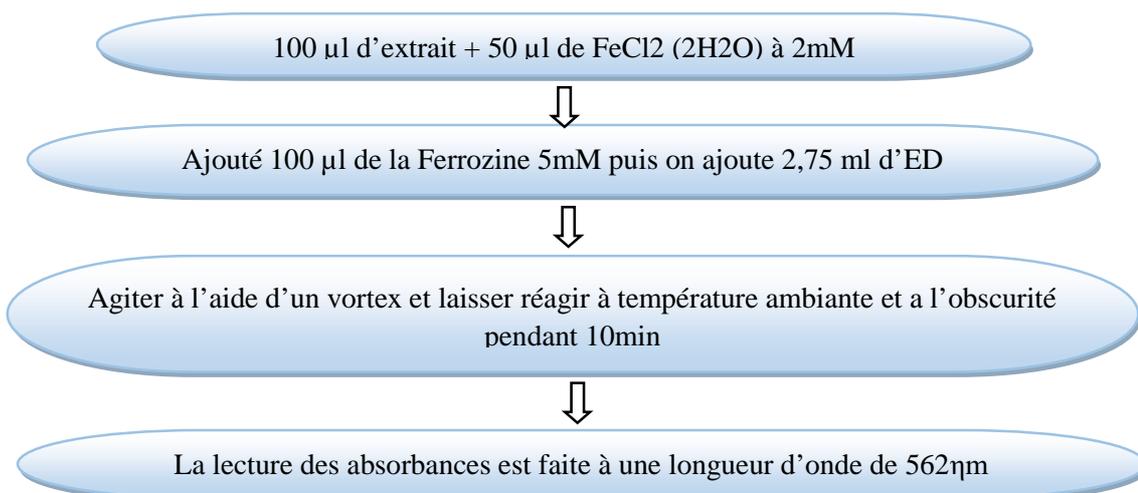
#### III.5.4.2. Chélation du fer ferreux

- **Principe**

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 incubation des échantillons avec le fer divalent, permettant ainsi la complexion du fer résiduel et la formation d'un chromophore rouge (Fe<sup>2+</sup>-Ferrozine) ayant un maximum d'absorption à 562 nm.

- **Mode opératoire**

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



Un contrôle est préparé à base de la Ferrozine pure.

*Figure 17 : Activité anti-oxydante de chélation du fer ferreux (Bourgou et al., 2008).*

### III.5.4.3. Activité anti-radicalaire du DPPH

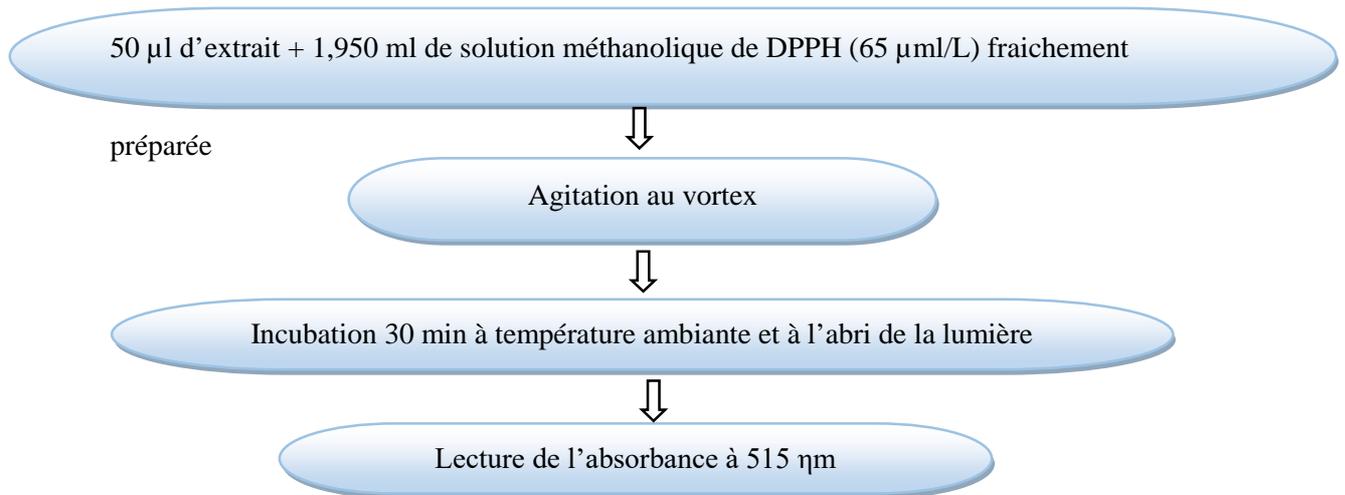
- **Principe**

L'activité anti-radicalaire du DPPH des extraits phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par **Brand-Williams (1995)**. Celle-ci est basée sur la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radicalaire) en acceptant un atome d'hydrogène (**figure18**) plus la perte de couleur est rapide plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant fort.



*Figure 18 : Réduction du radical DPPH.*

- Mode opératoire



L'acide ascorbique et DPPH sont utilisés dans les mêmes conditions comme témoin positifs.

**Figure 19** : Protocole du pouvoir anti-radicalaire du DPPH (Brand William et al., 1995).

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

$$\%Inhibition = \frac{AbsC - AbsEch}{AbsC} \times 100$$

**Abs C** : Absorbance du contrôle.

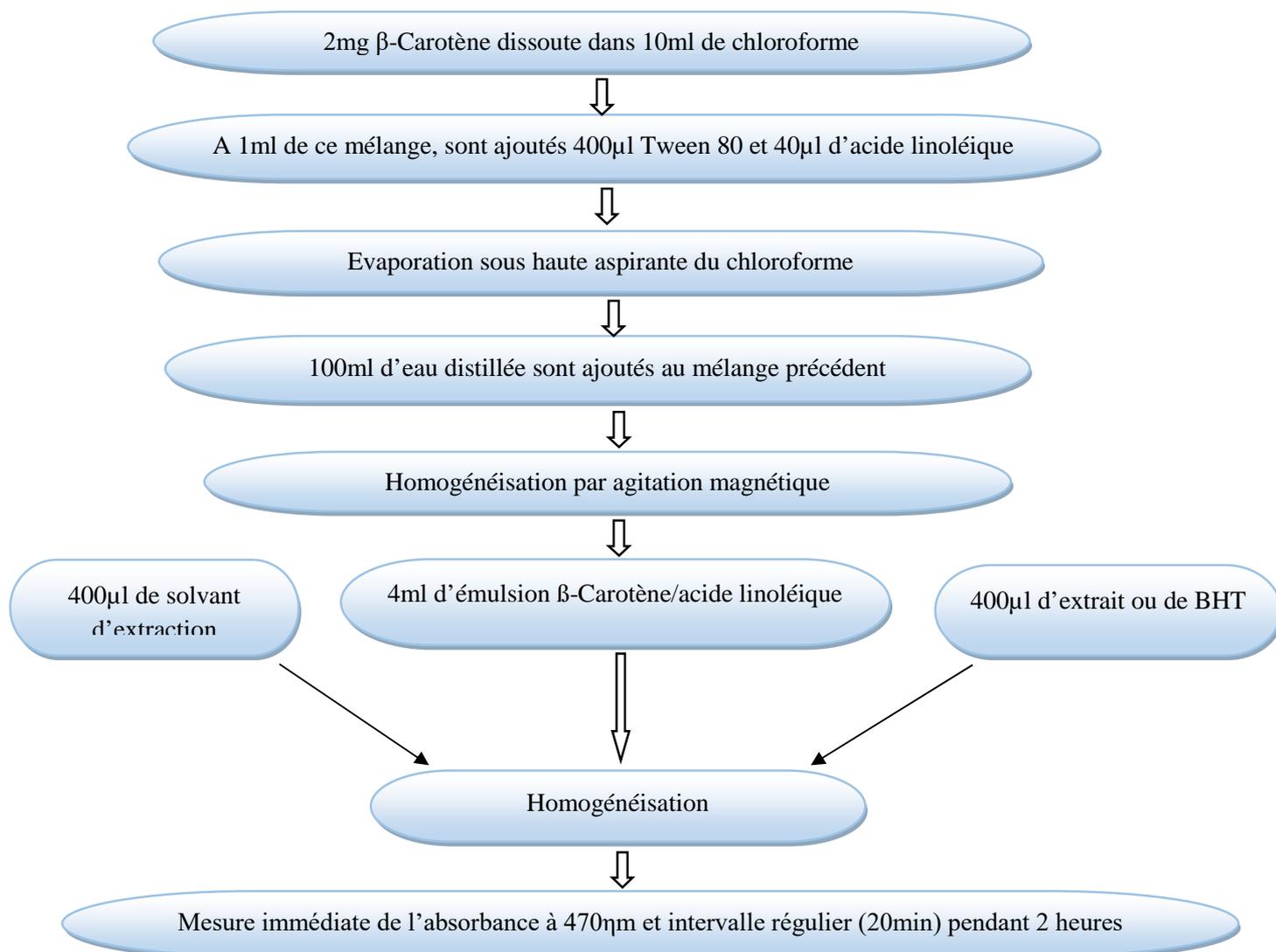
**Abs Ech** : Absorbance Échantillon.

#### III.5.4.4. Test du blanchiment du $\beta$ -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 20** : test d'inhibition de du  $\beta$ -Carotène par les extraits phénoliques de *Moringa oleifera*.

**III.6. Analyses microbiologiques**

Une solution physiologique est utilisée comme diluant dans la préparation des différentes dilutions décimale (9g de NaCl / 1L d'eau distillé). La préparation d'une solution mère par prélèvement de 1g de l'échantillon dans 9ml d'eau physiologique, et les dilutions destinées à l'analyse physiologique, sont réalisées à partir de la solution mère, elles sont effectuées de façon classique (jusqu'à  $10^{-8}$ ).

Les différentes analyses microbiologiques effectuées sur le beurre, sont :

- Dénombrement et recherche des coliformes fécaux et les coliformes totaux.
- Dénombrement de la flore totale mésophiles.
- Dénombrement et recherche des levures et moisissure
- Recherche de bactéries pathogène (*Salmonelles* et *staphylococcus aureus*).

**III.6.1. Préparation des échantillons**

◆ Dans les conditions d'asepsie, un gramme de beurre est introduit dans 9ml de solution à 2% de phosphate dipotassique, pH 7,5  $\pm$  0,1 stérile. Le mélange est fondue dans un bain marie à 45°C puis homogénéisé par agitation.

◆ A partir de la solution mère, des dilutions décimales ( $10^{-1}$  et  $10^{-8}$ ) ont été réalisées et, 1 ml de la dilution appropriée est ensemencé en profondeur dans les milieux suivants :

◆ Le milieu PCA (plate count agar) pour le dénombrement de la flore microbienne totale aérobie. Le nombre de colonies par gramme est déterminé selon la référence de l'IDF (international dairy federation) (IDF, 1991).

◆ Le milieu MRS solide ; pH 6,8 (De Main *et al.*, 1960) incubé en anaérobiose à 45°C pendant 48h pour l'isolement des lactobacilles et les *Streptococcus thermophiles*.

◆ Le milieu M17 est incubé à 30°C pour l'isolement des *lactocoques* (terzaghi et sandine, 1975).

◆ Le milieu Chapman est utilisé pour la recherche des staphylocoques dorée. L'incubation se fait à 37°C pendant 24h (ISO 6888-1, 2003).

◆ Le milieu VRBL est utilisé pour le dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux. Le milieu est incubé à 37°C et 44°C respectivement (ISO 7251, 2005).

◆ Le milieu OGA pour la recherche des levures et moisissure à 25 °C pendant 3 jours (Tantaoui *et al.*, 1983).

◆ Le milieu heckton pour la recherche de salmonelles à 37°C pendant 24h (ISO 6579, 2002).

Le nombre de colonies UFC/ml est calculé puis converti en log UFC/ml

$$UFC /ml = \frac{\text{nombre de colonies}}{\text{volume étalé (ml)} \times \text{facteur de dilution}} \quad (\text{Sun- Waterhouse et al., 2013})$$

### III.7. Analyse sensorielle

- Mode opératoire

IV. Le panel est constitué de 08 personnes (membres du juré expert), recruté selon leur disponibilité et leur motivation pour participer à l'étude.

V. Nous avons présenté à chaque dégustateur cinq produits qui sont : le beurre non incorporé, quatre mélanges du beurre et la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* (0,5%, 1%, 1,5% et 2%) codés successivement par les lettres A, B, C, D et E (**Figure 21**).

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



**Figure 21** : Présentation des échantillons pour l'analyse sensorielle.

Les propriétés organoleptiques sont 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 IV**).

**III.8. Analyse statistique**

Chaque test étudié est répété 3 fois, la comparaison entre les échantillons a été réalisée par une analyse de la variance (ONE WAY ANOVA) effectuée avec le test LSD sur Statistica5.5 en prenant un intervalle de confiance de 95%. Les échantillons sont considérés statistiquement différents à  $P < 0,05$ .

# Chapitre IV

## Résultats et Discussions

## IV.1. Composition chimique

### IV.1.1. Teneur en eau (Humidité)

La teneur en eau ne montre aucune différence significative entre les beurres étudiés et qui affiche une teneur qui est de [15.20%,14.17%, 13,90, 14.43%, et 16,11%] respectivement pour les concentrations [témoin, 2%, 1.5%, 1%, et 0.5%].

### IV.1.2. Le brix

Les résultats analytiques n'affichent aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) pour le brix de tous les échantillons étudiés. Le brix a donné une valeur stable pour tous les échantillons (68%), ceci indique que l'incorporation de poudre des feuilles de MO dans le beurre n'a aucun effet sur le taux de brix.

## IV.2. Analyse physicochimiques

### IV.2.1. Analyse physique

#### IV.2.2. Point de fusion

Les données analytiques ne montrent pas une différence significative ( $p > 0.05$ ) pour le point de fusion entre les beurres préparés. Les beurres incorporés à 1% et 2% afficher le même point de fusion que celui de beurre témoin, et qui est de 31.58.

A l'exception des beurres incorporés à 0.5% et 1.5% qui affichent un point de fusion similaire (28.33), et qui est inférieur à celui du témoin, et celui des beurres incorporés à 1% et 2%

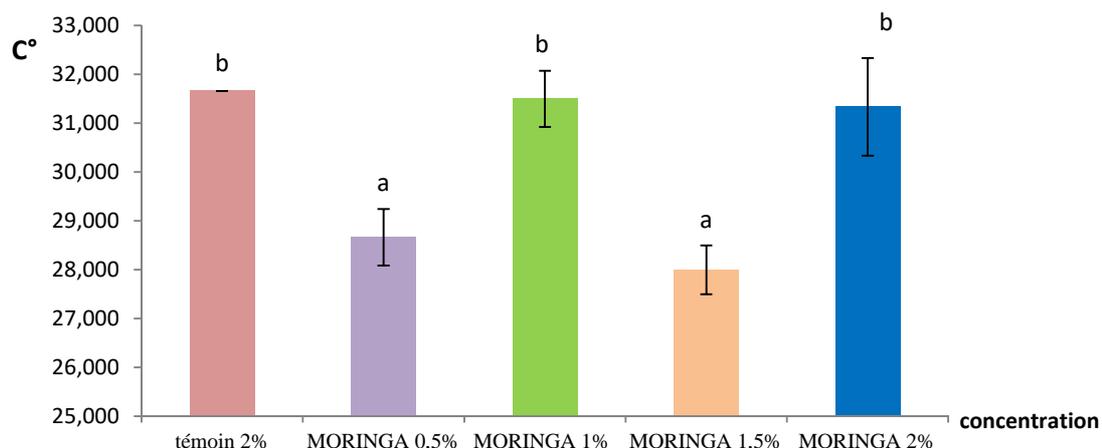


Figure 22 : Données de point de fusion

### IV.3. Analyse chimique

#### IV.3.1. Mesure du pH

Le suivi du pH des beurres préparés est résumé dans la figure (23) ne montre aucune différence significative au cours du stockage et qui correspond à une valeur moyenne de pH égale à 5,5.

L'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* n'affecte en rien le pH des beurres préparés. Cependant, on remarque au cours de la période de stockage (J21 -J28) une diminution qui va de 5,5 à 5,3 pour le beurre témoin et le beurre incorporé à 1.5%.

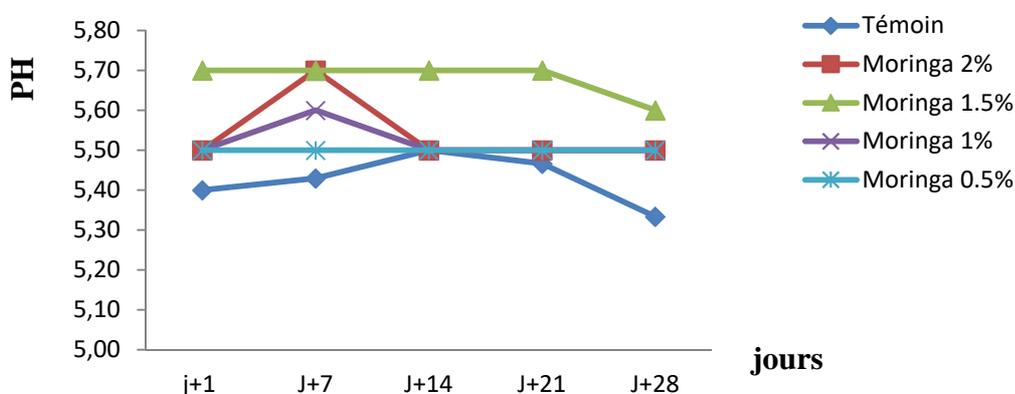


Figure 23 : Suivi du pH au cours de stockage.

#### IV.3.2. Mesure de l'acidité

L'analyse de la variance a montré une acidité titrable qui ne montre pas une différence significative ( $p > 0.05$ ) pour les échantillons étudiés entre jour 1 jusqu'au jour 14 du suivi au cours du stockage.

L'évolution de l'acidité titrable au cours de stockage montre trois phases. Une phase (j1-j14) caractérisée par une acidité similaire ( $p > 0.05$ ), une deuxième phase (j14-j21) : qui révèle une augmentation significative ( $p < 0.05$ ) d'acidité de tous les beurres préparés. Une troisième et dernière phase (j21 -j28) : qui affiche une diminution progressive de l'acidité pour tous les échantillons.

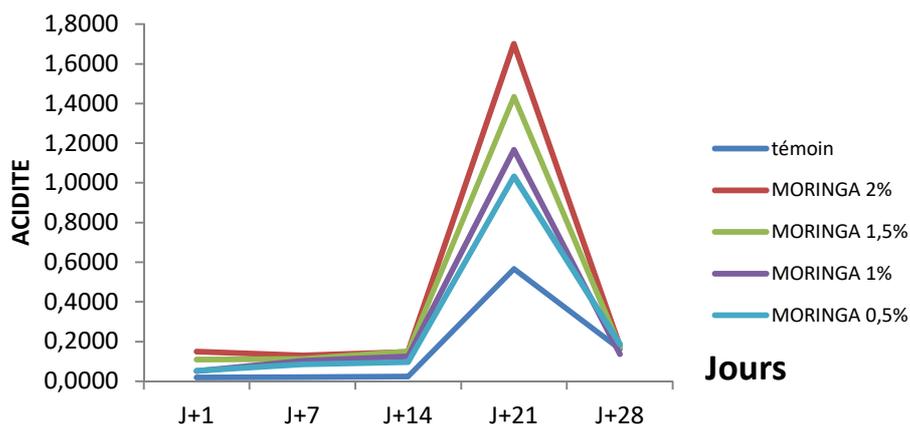


Figure 24 : Suivi de l'acidité au cours du stockage.

### IV.3.3. L'indice de peroxyde (IP)

L'évolution de l'indice de peroxyde au cours des 28 jours de stockage de beurre décrit trois phases (figure 25) ; la première phase (j1 – j7) est caractérisée par un indice de peroxyde stable pour tous les échantillons.

Une deuxième phase (j7 – j21) qui montre un début de diminution de l'indice de peroxyde qui va de 2.1 à 1.7 mg d'O<sub>2</sub> /kg de beurre pour le témoin et 2.9 à 0.67 mg d'O<sub>2</sub>/kg pour les beurres incorporés.

La troisième phase (j21 – j28) affiche une stabilité de l'indice de peroxyde pour tous les beurres préparés à l'exception de celui du beurre témoin qui diminue jusqu'à une valeur de 0.27 mg d'O<sub>2</sub> /kg.

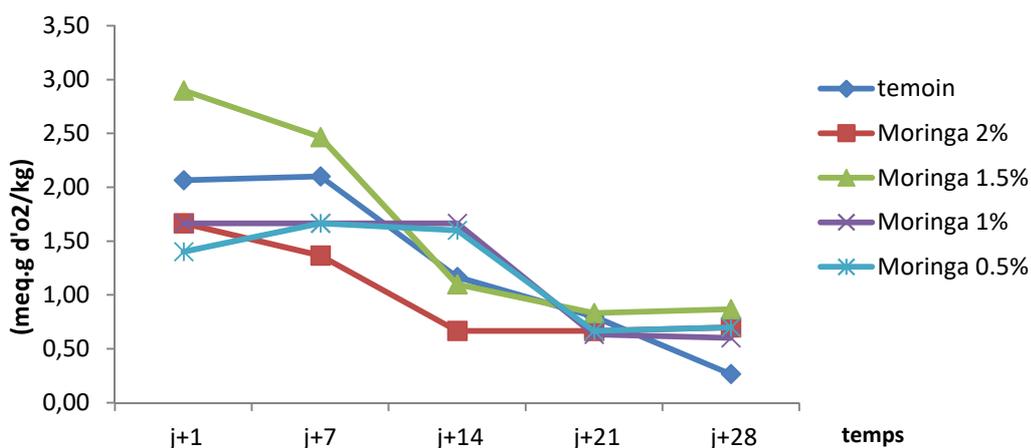


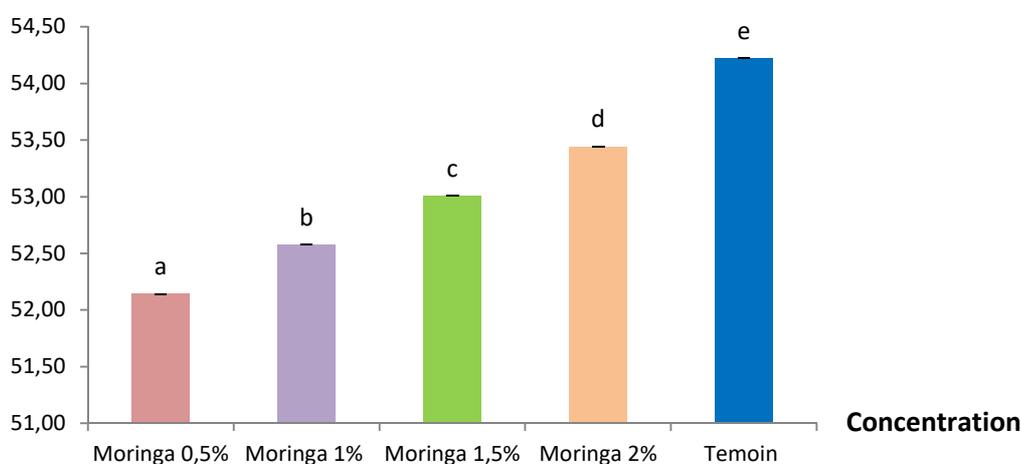
Figure 25 : Suivi de l'indice de peroxyde au cours de stockage.

#### IV.3.4. Indice de réfraction

L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) pour tous les beurres enrichis. Les différents échantillons affichent un indice de réfraction similaire qui est de 1.45.

#### IV.3.5. Indice d'iode

L'analyse statistique a révélé une différence significative ( $P < 0,05$ ) pour l'indice d'iode des beurres préparés (figure 26). Cette variabilité va de 52,14 pour le beurre incorporé à 0,5% à 53,44 pour le beurre incorporé à 2%, et cet indice d'iode est inférieur à celui du beurre témoin.



**Figure 26** : Indice d'iode des beurres stockés à 4°C.

L'indice d'iode des beurres préparés augmente avec l'augmentation du taux d'incorporation de la poudre des feuilles de MO.

#### IV.3.6. Taux de sel

Les résultats des données analytiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative dans le taux de sel des beurres préparés (figure 27).

L'incorporation de la poudre des feuilles de MO dans les beurres préparés n'a aucun effet sur le taux de sel des échantillons étudiés (0.25 pour le beurre témoin et 0.20 à

0.3 pour les beurres incorporés).

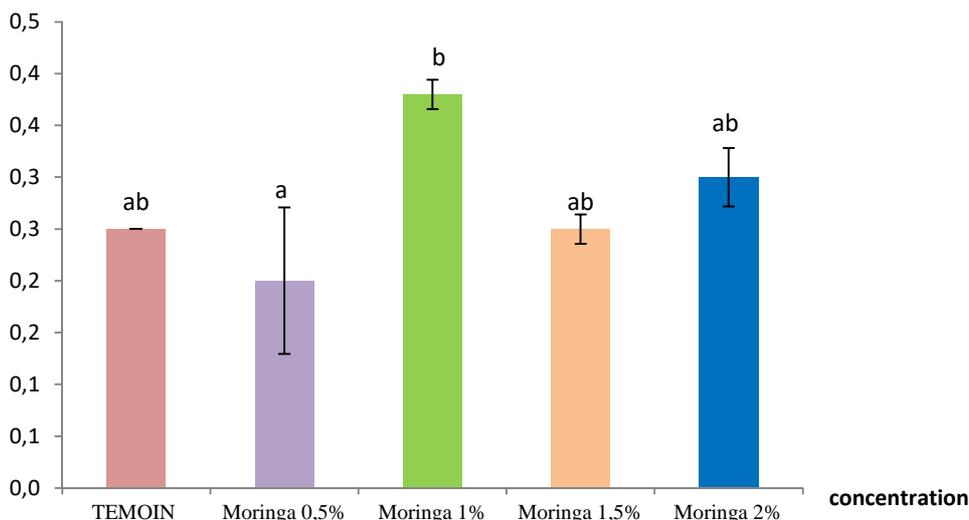


Figure 27 : Le taux de sel

#### IV.4. Composés phénoliques et activité antioxydante

##### IV.4.1. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires

La mise en évidence des métabolites secondaires à révélé la présence des saponines, et absence des alcaloïdes, terpénoïdes et tanins catéchique. Les résultats sont présentés dans le tableau ci dessous.

Tableau XIII : Mise en évidence des saponines, alcaloïdes, terpénoïdes et tanins catéchiques.

	Saponines	Alcaloïdes	Terpénoïdes	Tanins catéchique
<b>Observation</b>	+	-	-	-
	Présence de mousse persistante	Absence d'un anneau brun noir	Absence d'un anneau brun rouge à l'interface	Absence de la couleur vert foncé

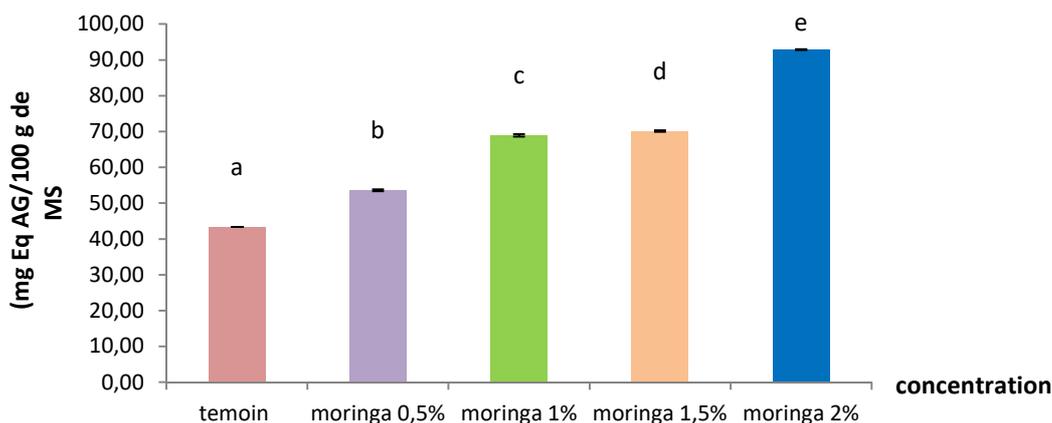
(-) = Absence du composé

(+) = Présence du composé

#### IV.4.2. Les phénols totaux solubles

Les résultats des analyses du dosage des phénols totaux solubles illustrés par la figure (28) montrent que le facteur mis en jeu exerce un effet significatif pour tous les échantillons étudiés.

Des résultats illustrés par la figure (28) révèlent que la teneur des phénols totaux soluble augmente avec l'incorporation de poudre des feuilles de MO

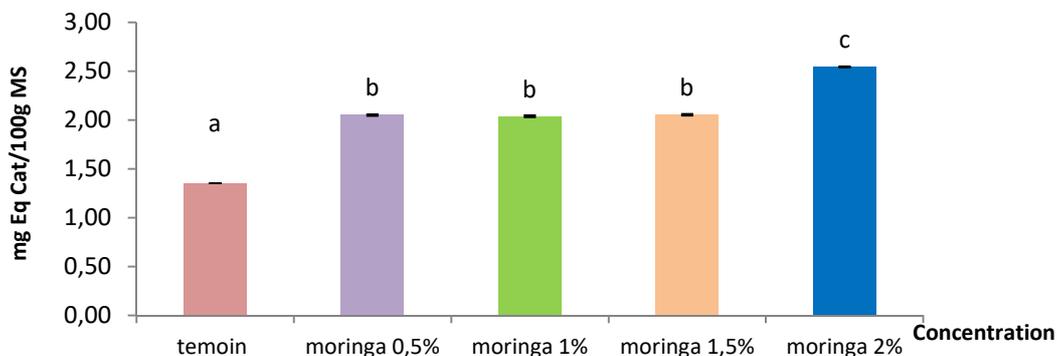


**Figure 28:** Teneur en phénols totaux solubles.

La teneur en phénols totaux soluble varie de 43,27mg eq acide gallique/100g MS pour le beurre témoin et cette valeur est augmentée de 2.15 fois pour le beurre enrichi à 2% par rapport au beurre enrichi à 2%.

#### IV.4.3. Les tanins condensés

L'incorporation de la poudre de feuille de *MO* dans les beurres préparés s'accompagne d'une différence significative ( $P < 0,05$ ) pour la teneur en tanins condensés. Ces teneurs varient de 1,35 mg eq cat /100 g MS à 2,45mg eq cat /100g MS pour le beurre témoin et incorporé à 2% respectivement.

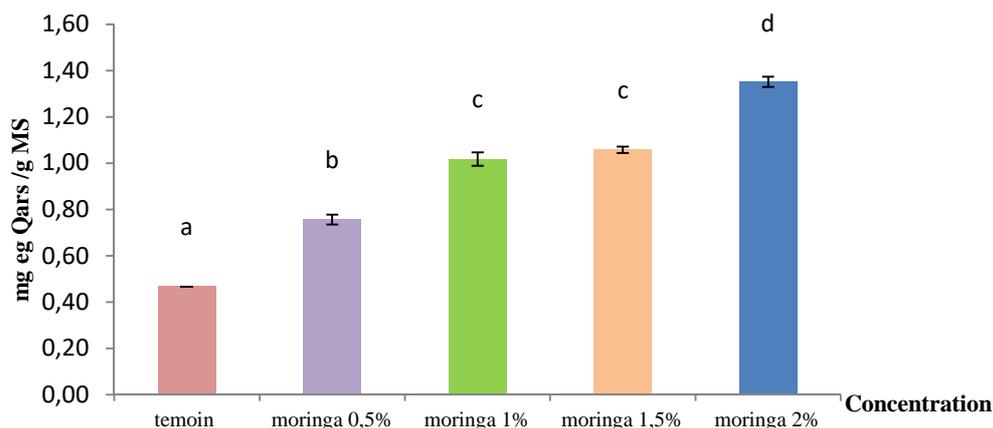


**Figure 29 :** Teneur en tanins condensés.

Les résultats présentés par la figure (29) ne montrent aucune différence significative ( $P > 0,05$ ) pour les beurres incorporés à 0,5, 1 et 1,5 et qui affichent une teneur de 2,5 mg eq cat /100g MS.

#### IV.4.4. Les flavonoïdes

L'analyse de la variance (**annexe III**) montre une différence significative ( $P < 0,05$ ) pour les teneurs en flavonoïdes.



**Figure 30** : Teneur en flavonoïdes.

Cette teneur s'accompagne d'une augmentation avec l'augmentation de l'incorporation de la poudre des feuilles de *MO* avec une teneur la plus élevée de 1,35 mg eq quercétine /g MS pour le beurre au maximum d'incorporation. Ces teneurs se voient augmentées de 3 fois la teneur en flavonoïde par rapport au beurre témoin.

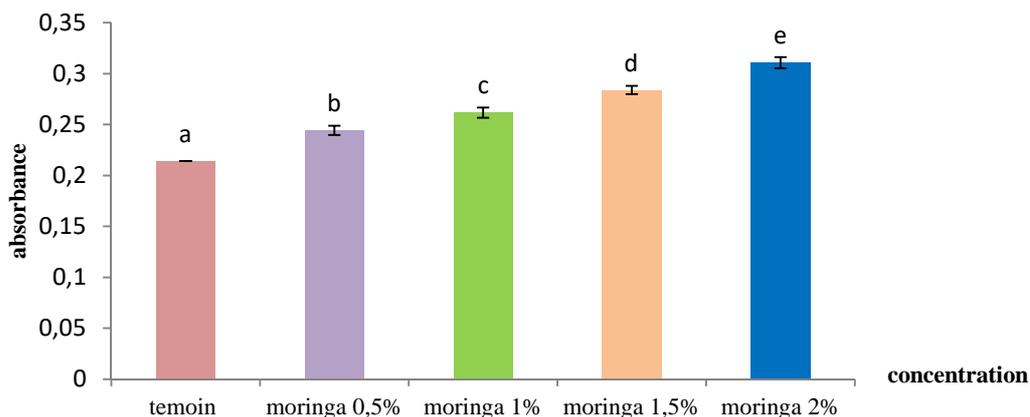
#### IV.5. Activité antioxydant

Quel que soit le test antioxydant considéré (DPPH, fer ferreux, et le blanchiment de la  $\beta$ -carotène) tous les beurres préparés affichent des pourcentages d'inhibitions notamment inférieurs à ceux des standards utilisés.

##### IV.5.1. Le pouvoir réducteur

L'analyse de la variance (**annexe II**) montre que le facteur mis en jeu exerce un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur le pouvoir réducteur des beurres préparés.

Ce pouvoir varie de 0,21 à 0,31 avec le beurre incorporé à 2% qui présente le pouvoir réducteur le plus élevé contre celui du témoin qui affiche un faible pouvoir réducteur.



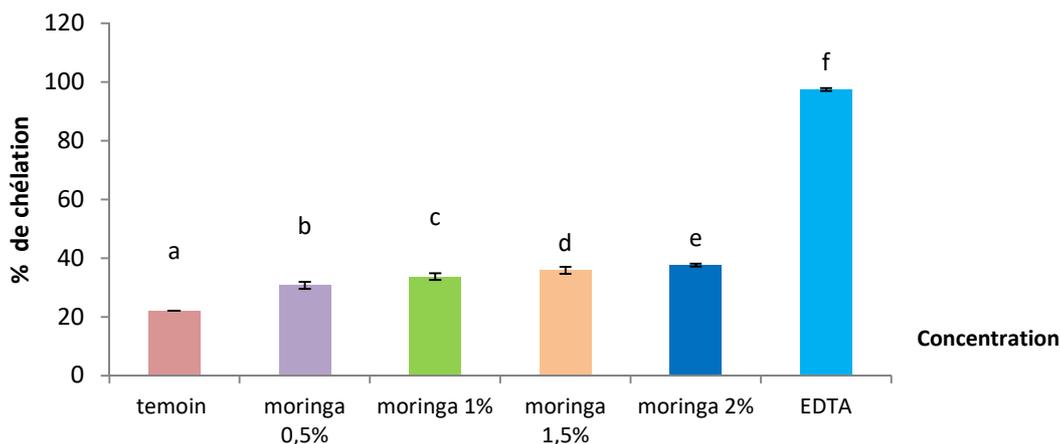
*Figure 31 : Teneur en pouvoir réducteur.*

Plus le taux d'incorporation augmente, plus le pouvoir réducteur augmente progressivement.

#### IV.5.2. Chélation de fer ferreux

Le pouvoir de chélation de fer ferreux illustré par la figure (32) des échantillons préparés est significativement plus faible ( $P < 0.05$ ) que celui de l'EDTA (97,43%) utilisé comme standard.

Les données analytiques de chélation de fer ferreux augmentent avec l'incorporation de la poudre des feuilles de *MO* avec le pourcentage d'inhibition de 22,04% pour le beurre témoin à 37,63% pour le beurre enrichi à 2%.



*Figure 32 : Pourcentage en chélation de fer ferreux.*

### IV.5.3. L'activité anti-radicalaire du DPPH

L'analyse de la variance montre une différence significative ( $P < 0,05$ ) pour l'activité anti-radicalaire de DPPH de tout les échantillons testés.

Cette activité augmente avec l'incorporation de la poudre des feuilles de *MO* avec des pourcentages d'inhibition de 10,37 % pour le témoin, et 24,62% pour le beurre incorporé à 2%. Ces résultats sont (2.3) fois inférieurs à ceux du standard BHA utilisé (97.79%)

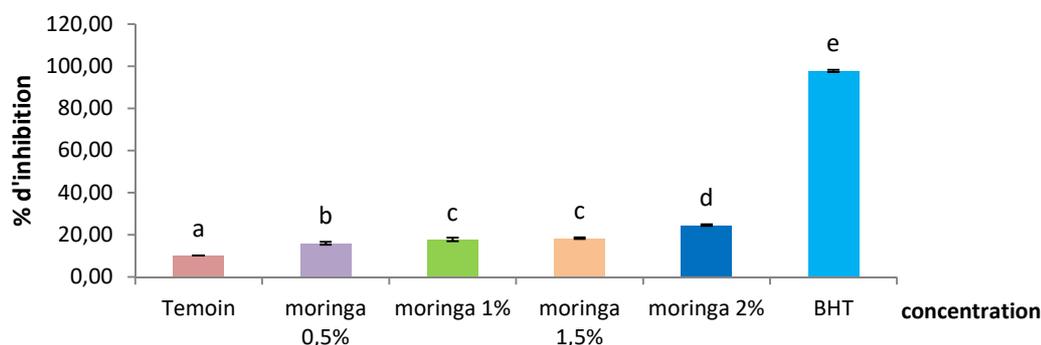


Figure 33 : Teneur en DPPH.

### IV.5.4. Blanchiment de la $\beta$ -Carotène

Les résultats d'analyse statistique de blanchiment de  $\beta$ -carotène illustré dans la figure (34) montrent une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les échantillons préparés.

Dans nos conditions expérimentales les 5 échantillons manifestant une activité antioxydante, de blanchiment de la  $\beta$ -Carotène inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des deux standards utilisés ; la BHT (65,04%) et la BHA (60,26%).

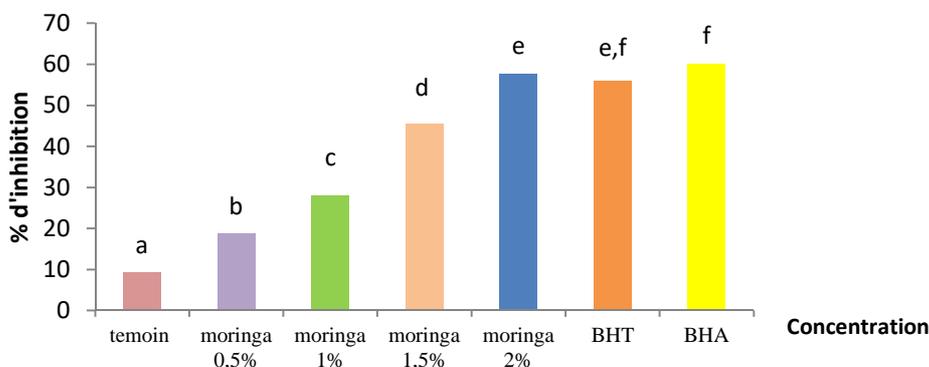


Figure 34: Teneur en blanchiment de  $\beta$ -carotène.

L'activité antioxydante de blanchiment de  $\beta$ -Carotène augmente avec l'incorporation de la poudre des feuilles de *MO* avec un pourcentage de peroxydation lipidique qui va de 9,28 % pour le témoin à 75,80% pour le beurre enrichi à 2%. Ce dernier affiche le pourcentage d'inhibition le plus élevé et qui est similaire à celui du standard BHT.

**IV.6. Les analyses microbiologiques**

Nos résultats d'analyse microbiologique (**tableau XIV**) ne montrent pas une présence de bactéries pathogènes, Les données d'analyse microbiologique des beurres enrichis sont résumées dans le tableau si dessous.

**Tableau XIV:** Résultats de dénombrement et de recherche de bactéries.

Germe recherché / Beurre	Coliforme fécaux	Coliforme totaux	Staphylocoques	Salmonelle	Levure	moisissure	Flore totale mésophile lactique
Beurre témoin	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	16.10 <sup>5</sup>
Beurre à 2%	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	18,76.10 <sup>5</sup>
Beurre à 1,5%	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	18,41.10 <sup>5</sup>
Beurre à 1%	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	17,38.10 <sup>5</sup>
Beurre à 0,5 %	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	17,02.10 <sup>5</sup>
Normes	Abs	Abs	10/g	Abs	102/g	Abs	(3-300).10 <sup>5</sup>

**IV.7. Analyse sensorielle**

Avant d'effectuer les différents tests sur XL STAT, un plan d'expérience a été réalisé. Une fois les données du jury expert sont rapportées sur un logiciel. Pour chacune des catégories d'expert un plan d'expérience optimal a été trouvé, ce qui valide les autres tests sur XL STAT MX.

- Caractérisation du produit ;
- Analyse en composantes principales (ACP) ;
- Classification ascendante hiérarchique (CAH) ;
- Cartographie de préférence.

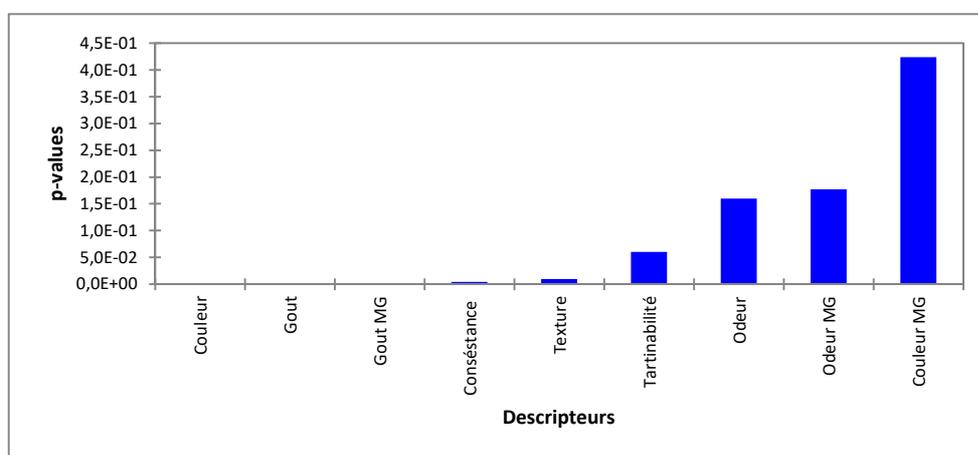
### IV.7.1. Caractérisation des produits

Ce test permet de caractériser et d'identifier rapidement les produits perçus par le jury. Il s'agit d'identifier, dans le cadre de l'analyse sensorielle, les descriptions qui discriminent le mieux les produits et de déterminer leurs caractéristiques importantes.

L'apparition de la couleur bleu, indique que le coefficient du descripteur est positif (apprécié), en rouge, le coefficient est significativement négatif (non apprécié). Alors que la couleur blanche, signifie que les caractéristiques n'ont pas été détectées (**annexe IV**).

#### IV.7.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible. Les valeurs de la p-value sont aussi affichées. Les résultats du test sont présentés dans la figure ci-dessous:



*Figure 35 : Pouvoir discriminant par descripteur*

La figure montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les différents types d'échantillons. On remarque que :

Les descripteurs les plus discriminants sont : couleur, goût, goût MG, consistance cela prouve que les experts ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les cinq échantillons selon les différentes concentrations.

Les descripteurs les moins discriminants sont : texture, tartinabilité, odeur, odeur de MG, couleur de MG cela prouve que les experts n'ont pas constaté des divergences des descripteurs énumérés précédemment pour les cinq échantillons utilisés.

#### IV.7.1.2. Moyennes ajustées par produit

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

Tableau XV : Moyennes ajustées par produit.

	Couleur	Tartinabilité	Odeur	Consistance	Odeur MG	Couleur MG	Texture	Gout	Gout MG
D	5,0000	1,6250	3,6250	2,0000	2,1250	3,7500	2,7500	1,7500	2,0000
E	4,8750	1,6250	3,7500	1,7500	2,1250	3,7500	3,0000	2,3750	2,1250
B	4,5000	1,5000	3,3750	1,3750	2,2500	3,7500	2,8750	2,7500	2,7500
A	4,0000	1,5000	3,1250	1,1250	2,7500	3,7500	3,2500	3,2500	3,0000
C	2,8750	1,2500	3,0000	1,2500	2,5000	4,0000	3,6250	4,5000	3,5000

Le tableau XV permet de faire ressortir les moyennes quand les différents produits et caractéristiques sont croisés. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés

Comme suit :

- ✓ Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale,
- ✓ Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement plus petites que la moyenne globale,
- ✓ Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives.

Cela implique que pour :

Pour le beurre C : est caractérisé par une texture lisse, et gout de lait et gout de MG moyennement appréciée qui présente une intensité positive et très importante. Sauf les caractérisations, couleur jaune et tartinabilité très facile ont une intensité négative.

Le caractère odeur de MG moyennement appréciée pour le beurre A.

Pour le beurre B, toutes les caractéristiques ont une intensité moyenne.

Pour le beurre E : il est caractérisé d'une couleur vert foncé intense, par contre un gout de MG rance qui affiche une intensité négative.

Pour le beurre D : il est considéré comme un beurre d'une texture moyenne, gout, et gout de MG ne sont pas intense, Et comme un beurre intense pour les caractères consistance et couleur.

#### IV.7.2. Cartographie des préférences

Nous avons fait la cartographie de préférence des juges, afin d'avoir une idée sur la préférence des juges.

La cartographie externe des préférences permet de visualiser sur une même représentation graphique d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le

Niveau de préférence de juges (en général des consommateurs) en certains points de L'espace de représentation.

**IV.7.2.1. Analyse en composantes principales (ACP)**

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi-variées les plus utilisées. Elle permet d'explorer des jeux de données multidimensionnels constitués de variables quantitatives.

La carte ci-dessous présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP.

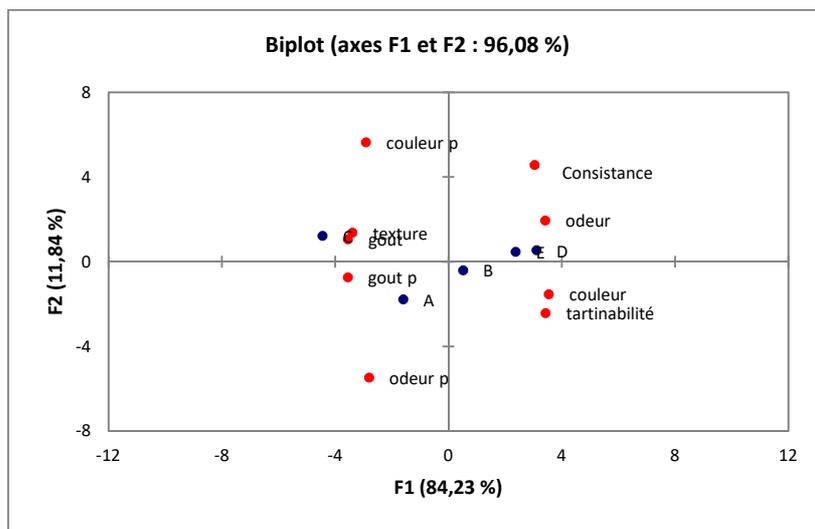


Figure 36 : Corrélations entre les variables et les facteurs Par ACP.

La figure obtenue montre que tous les descripteurs sont présentés, et que le niveau de variabilité est de 96,08% (F1-F2 : 84.23% -11.84%). Cela permet de constater que les produits ont été perçus par les experts comme assez différents.

**IV.7.2.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

La classification ascendante hiérarchique est une méthode de classification qui permet de visualiser le regroupement progressif des données. On peut alors se faire une idée d'un nombre adéquat de classes dans lesquelles les données peuvent être regroupées.

Les dendrogrammes suivants permettent de présenter les différentes classes créés par les jurés experts.

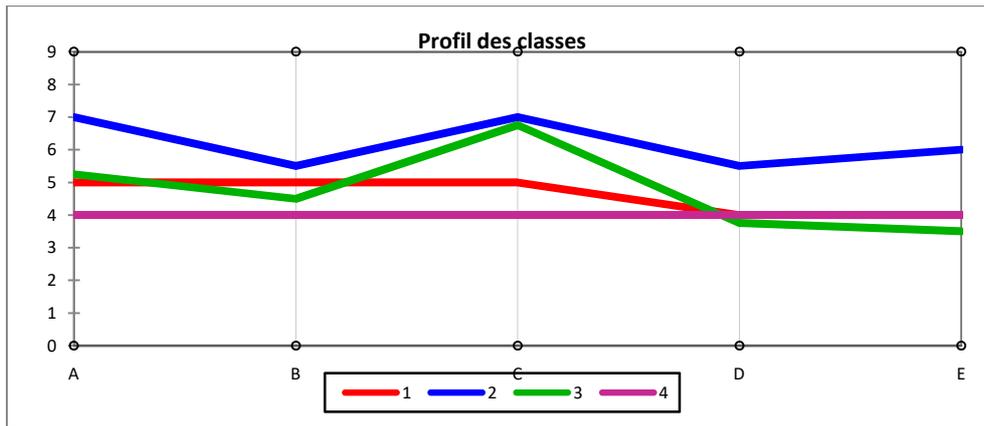


Figure 37 : Profil des différentes classes créées.

La figure 37 permet de visualiser et de comparer graphiquement les moyennes des cinq classes générées par la CAH. Une fois que les étapes précédentes sont effectuées, le PREFMAP peut être réalisé.

#### IV.7.2.3. Synthèse de mapping des préférences

D'après la figure N° 38, on remarque que les dégustateurs des quatre classes favorisent le beurre C (80% - 100%) qui correspond au beurre frais sans incorporation et le beurre incorporé à 0.5% avec de poudre des feuilles de *Moringa oleifera*.

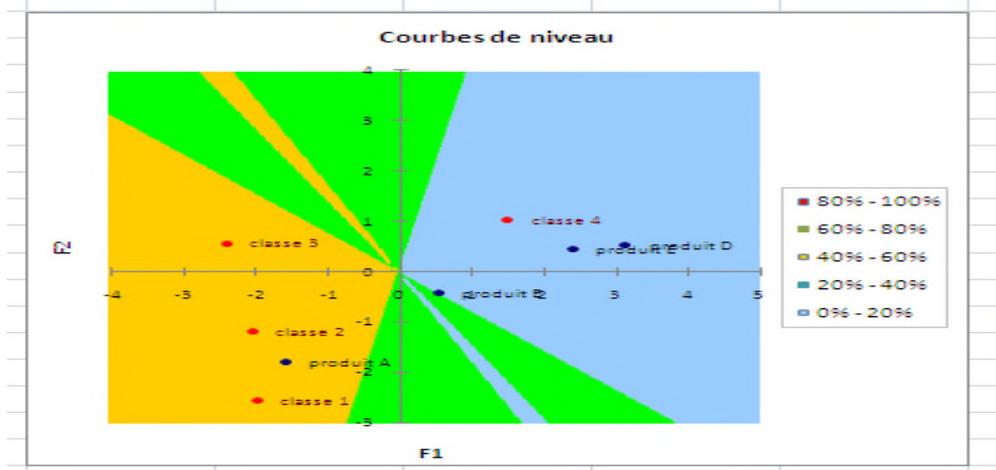


Figure 38 : Courbes de niveau et carte des préférences.

D'après la norme (**NE. 1.2 -47, 1985**) le taux d'humidité d'un beurre ne doit pas dépasser 16%, le beurre préparé avec la poudre des feuilles de MO avec des différentes concentrations présentent des taux d'humidité qui varie de 13.90% à 16.11% données qui sont conformes à la norme.

Le brix des échantillons préparés (68%) est proche de celui rapporté par (**Khalili et al, 2002**) qui varie de [69.15% à 69.58%].

Le point de fusion donne une indication sur la température à laquelle le beurre devrait fondre dans la bouche, selon les résultats obtenus les beurres préparés peuvent fondre à une température inférieure à 32°C, résultats qui est similaire en **norme** fixé par l'entreprise **CO.G.B- LABELLE**. Néanmoins les résultats obtenues sont inférieure [33.0 – 36.9] à ceux des 15 margarines de la Turquie (**Karabulut et al, 2006**).

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

Les résultats d'acidité de tous les beurres incorporés avec PFMO présentent une augmentation progressive pendant toute la période de stockage, ses résultats sont comparable à ceux trouvés par **Pourmorad et al, (2006)** qui ont travaillé sur les échantillons de crème de beurre. Pour le pH des beurres enrichis avec la poudre des feuilles de MO sont restés stable durant la période de stockage, et ces résultats diffèrent de ceux trouvés par (**Poumorad et al, 2006**).

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**). Nos résultats se caractérisent par une diminution de l'indice de peroxyde durant la période de stockage, données qui sont comparables à celles de (**Sreelatha et pedma, 2009 et ashfak et al, 2012**), et qui sont inférieure au seuil fixé par l'entreprise <10 Meg d'O<sub>2</sub>/ Kg.

La diminution de l'indice de peroxyde au cours de la période J1 et J21 puis sa stabilité à la fin de la période de stockage renseigne sur l'effet antioxydant de poudre des feuilles de MO incorporé, ceci peut être dû à la présence des différents composés phénoliques qui inhibent la formation des produits d'oxydation.

L'augmentation d'indice d'iode des beurres préparés avec l'augmentation de l'incorporation ne concordent pas avec les travaux de (**Mouhammed Nadeem et al, 2003**) qui montre une stabilité de l'indice d'iode des beurres enrichi avec la poudre des feuilles de MO au cours du stockage.

Sur l'ensemble des valeurs de salinité, les 5 échantillons préparés répondant aux normes qui sont d'un taux inférieur à 0.50 (BPF : bonne pratique fabricant). La moyenne calculée donne un taux de sel de 0.30 et concorde avec les résultats de (**Karleskind et wolf, 1992**) sur la salinité de margarine en pots (0.1 à 0.3%).

L'incorporation des poudres de MO enrichi les beurres en phénol totaux soluble, flavonoïde et tanin condensé est considérablement la valeur passe de [43.28 mg eg AG/ 100g MS à 92.84 mg eg AG/ 100g MS] pour les PTS, et de [0.45 mg eg quercétine /g MS à 1,35 mg eq quercétine /g MS] pour les flavonoïdes, et passe de [1,35 mg eq cat /100 g MS à 2,45mg eq cat /100g MS] pour les tanins condensés.

Il est difficile de comparer nos résultats au données d'autre en raison de l'implication de divers facteurs dans l'évolution des teneurs en composés phénoliques des matières premières (**Elais, 1979**) (méthode d'extraction, de dosage et d'expressions des résultats (**Garcia et al 1985, Ramires, 1988**)).

L'activité antioxydante (DPPH, chélation de fer ferreux, pouvoir réducteur et  $\beta$ -carotène) améliorée passe de (10.37% à 24.62%) pour le DPPH, et de (22.04% à 37.63%) pour chélation de fer ferreux, et passe de (0.21% à 0.31%) et (9.28% à 57.80%) pour le pouvoir réducteur et la  $\beta$ - carotène respectivement. Cette amélioration peut être due a la présence d'une concentration plus élevé de composés phénoliques qui inhibent la formation de produit d'oxydation, d'après (**Fahey, 2005; Ashfaq et al, 2012**) les feuilles de MO 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.

L'analyse microbiologique est le deuxième critère de qualité le plus important qui détermine l'acceptabilité et la durée de conservation des produits. Les résultats des analyses microbiologiques des beurres enrichis montrent clairement leur conformité aux normes et exigences réglementaires. Nos résultats nous montrent l'absence de bactéries

pathogène, et l'existence de bactéries lactique (flore totale mésophile lactique) à un nombre compris dans l'intervalle des normes établé par (J.O.R.A. 1998), ceci confirme le respect des bonnes pratiques d'hygiènes lors de manipulation.

L'analyse sensorielle a été évaluée au moyen de différents tests : l'odeur, la saveur, le gout, le gout de matière grasse, la tartinabilité et la texture. Nos résultats révèlent que l'addition de poudre de feuille de *Moringa oleifera* au beurre a amélioré le gout et la texture sans nuire à la qualité, ces résultats sont comparables à ceux observés par **Salem et al. (2015)**.

# Conclusion

Le présent travail a pour but d'étudier l'effet de l'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* cultivée en Algérie dans la formulation et la conservation d'un beurre traditionnel frais.

A l'issue de notre travail, nous avons enregistré de nombreux avantages liés à l'utilisation de poudre de feuilles de *Moringa oleifera*.

Concernant les résultats obtenus pour le pH, une stabilité a été constatée (pH=5), pendant la période de stockage des échantillons.

La détermination des différents paramètres physico-chimiques du beurre enrichi de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* montre que leurs indices de peroxyde diminuent significativement d'une valeur de 2.1 à 1.7 mg d'O<sub>2</sub>/kg pour le beurre témoin et 2.9 à 0.67 mg d'O<sub>2</sub>/kg pour les beurres incorporés. Un indice qui renseigne sur une bonne conservation du beurre préparé.

Les indices de caractérisation de beurre élaboré (point de fusion, taux de sel, taux d'humidité) s'avèrent conformes à la recette préétablie et aussi aux normes internes et réglementaires.

En constate une augmentation de l'indice d'iode des beurres préparés avec l'augmentation du taux d'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*.

L'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* a induit à une augmentation des teneurs en PTS, flavonoïdes et tannins avec une teneur la plus élevée de 92,84mg eq AG/100g MS, 1,35 mg eq quercétine/g MS et 2,54 mg Cat/g MS respectivement pour le beurre au maximum d'incorporation.

Les données analytiques ont montré que quelques soit le test antioxydant considéré (DPPH, fer ferreux, pouvoir réducteur, et le blanchiment de la β-carotène) tous les beurres préparés affichent des pourcentages d'inhibitions inférieurs à ceux des standards utilisés mais qui augmente avec le taux d'incorporation de *Moringa oleifera*.

L'analyse microbiologique du beurre enrichi est satisfaisante et ne présente pas une pathogénicité particulière (absence de levures, moisissures, coliformes fécaux et totaux, staphylocoques et salmonelle), donc il est de bonne qualité microbiologique.

Toutefois l'analyse sensorielle nous a révélé une moindre acceptabilité du beurre enrichi par la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* par rapport au témoin.

Les résultats obtenus méritent d'être poursuivis et approfondis pour préciser les conditions et modalités d'utilisation de *Moringa oleifera* dans les produits laitiers et valoriser ses nombreuses potentialités en :

- Elargissant la valorisation de sous-produits de *Moringa oleifera*.
- Allonger le temps de conservation du beurre au-delà d'un mois.
- Faire diminuer les concentrations en poudre de feuille de *Moringa oleifera* incorporés.
- Ou utiliser la poudre de feuille de *Moringa oleifera* traité.

Identification et quantification des différents constituants phénoliques

*Références*  
*Bibliographiques*

## A

**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.

**Acem Kamel, (2016),** Technologies des corps gras, Deutscher Nationalbibliothek, Allemagne, 27

**Agroconsult, (2016):** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du Moringa en Haïti, ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement rural (marndr). p 211, Haïti.

**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.

**Amlle de Sain Saveur et Dr Mélanie Broin., 2010, "Produire et transformer les feuilles de moringa"** , Moringanews / Moringa Association of Ghana.

**Atakpama W, Goussivi E, Kponor E , Kanda M, Dourma M, Nare M, Batawila K, Akpagana K,(2014):** *Moringa oleifera* LAMARCK (MORINGACEAE) : une ressource phytogénétique 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.

**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.

## B

**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.

**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), 48-55.

## C

**Chuang, H.-Y., Ho, Y.-L., Sheu, M.-J., Lin, Y.-H., Tseng, M.-C., Wu, S.-H., Huang, G.J., and Chang, Y.-S. (2007).** "Antioxidant and free radical scavenging activities of *Phellinus merrillii* extracts." *Botanical Studies*, 48(4), 407-417.

**Chumark P., Khunawat P., . Y Phornchirasilp S., Morales N.P., Phivthong-ngam L., Ratanachamnong P., Srisawat S., Pongrapeeporn K.S.** The *in vitro* and *ex vivo* antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves *Journal of Ethnopharmacology*, 2008, Volume 116, Issue 3, pp. 439-446.

**Chukwuebuka E, (2015):** *Moringa oleifera* "The Mother's Best Friend". International Journal of Nutrition and Food Sciences. Vol. 4, N°. 6, pp. 624-630.

## D

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

**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.

## F

**Fahey, J. W. (2005).** "Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1." *Trees for life Journal*, 1(5).

**Foidl, N., Makkar, H., and Becker, K. (2001).** "Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie." *Potentiel de développement des produits de Moringa*. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.

## G

**Garcia , L., Vélez , A Roso M . (1985).** Isolation of polyphénols from the **exetracs of olive leaves ( *Olea europaea* L.) by adsorption on silkfibroin.** **Biochemecal Engineering Research Laboratory (BERL).** **Departement of ChemicalEngineering . Izmir institute of Technologi.**1-3.

**Gupta M, Mazumder U.K, Chakrabarti S.** CNS activities of methanolic extract of *Moringa oleifera* root in mice. *Fitoterapia*, 1999, *Volume 70, Issue 3*, pp. 244-250.

**Guevara A.P., Vargas C., Sakurai H., Fujiwara Y., Hashimoto K., Maoka T., Kozuka M., Ito Y., Tokuda H., Nishino H.** An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 2002, *Volume 440, Issue 2*, pp. 181-188.

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

## H

**Haddouchi, F., Chaouche, T., & Halla, N.(2016).** Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. *Phytothérapie*, 1-9.

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

**Haldar R, Kosankar. S, (2017):** *Moringa oleifera*: The Miracle Tree. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, V 3, I 6, pp.966-970, Inde, ISSN: 2454-132X.

**Hêdji C. C, Kpoguè Gangbazo D.N.S, Houinato M. R et Fiogbé E .D, (2014):** Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz et de coproduits de volaille et de poisson en alimentation animale, *Journal of Applied Biosciences* 81:7277 – 7289, pp.7277-7289, Benin, ISSN 1997–5902.

## I

**IDF. (1992).** Milk and milkproducts. Preparation of samples and dilutions microbiological examination. Brussels, Belgium.

**Ijarotimi O.S, Adeoti O.A et Ariyo.O, (2013):** Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented *Moringa oleifera* seed flour. Food Science & Nutrition vol.1.No(6),pp. 452–463 ; doi: 10.1002/fsn3.70.

**ISO International Standard. (2005).** Method 7251, Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli* –Most probable number technique.

## **J**

**Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M ., Schuch,P., Brulé G, (2008).**"Les produits laitiers", TEC & doc, Lavoisier, Paris. Edition II : 65- 83.

## **K**

**Kar A., Choudhary B.K ., Bandyopadhyay N.G .** Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003, *Volume 84, Issue 1, pp. 105-108.*

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

**Katre U.V , Suresh C.G, Khan M.I , Gaikwad S.M .** Structure–activity relationship of a hemagglutinin from *Moringa oleifera* seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2008, *Volume 42, Issue 2, pp. 203-207.*

**Kao, J. C., Sung, W.-P., and Chen, R. (2014).** Green Building, materials and Civil Engineering: CRC Press.

**Khalil ,K.E.,Abd-El- Bari,M.S,Hafiz,N.E,Ahmed ,E.Y.,2002.**Production ,evaluation and utilization of date syrup concentrate ‘Dibis).Egypt.J.Food Sci,30,2,179-203.

## L

**Lapornik B., prosek M., et Wondra A.G. 2005.** Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of food engineering*. 71: 214-222.

**Liyana-Pathirana, CM, Shahidi, F. (2006).** Antioxidant properties of commercial soft and hard winter wheats (*triticum aestivum* L) and their milling fractions. *J Sci Food Agric*, 86,477-85.

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

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

**LOUNI, S. (2009).** *Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de graines de Moringa oleifera.*

## M

**Mangale S. M, Chonde S. G, Jadhav A. S, et Raut P. D, (2012):** Study of *Moringa oleifera* (Drumstick) seed as natural Absorbent and Antimicrobial agent for River water treatment; *J. Nat. Prod. Plant Resour*, 2 (1):89-100 Inde, ISSN: 2231 – 3184 CODEN (USA): JNPPB7.

**Makkar, H., and Becker, K. (1996).** "Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves." *Animal feed science and technology*, 63(1-4), 211-228

**Makkar, H., and Becker, K. (1997).** "Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree." *The Journal of Agricultural Science*, 128(3), 311-322.

**Muhammad NADEEMI, Muhammad ABDULLAH1, Imtiaz HUSSAINI, Saima INAYATI, Arshad JAVID2 and Yasir ZAHOOR , 2013** Antioxidant Potential of *Moringa oleifera* Leaf Extract for the Stabilisation of Butter at Refrigeration Temperature.

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

**Morton, J. F. (1991).** "The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—a boon to arid lands?" *Economic botany*, 45(3), 318-333.

## N

**Neto J.X.S, Pereira M. L, Oliveira1 .T. A, Rocha-Bezerra L. C. B, Lopes T. D. P, Costa H. P. S, Sousa et al., (2017):** A Chitin-binding Protein Purified from *Moringa oleifera* Seeds Presents Anticandidal Activity by Increasing Cell Membrane Permeability and Reactive Oxygen Species Production, p 12, ed: Yuji Morita, l'universite Aichi Gakuin, Brazil doi: 10.3389/fmicb.2017.00980.

## O

**Oumarou Palou Madi, Sali Bourou, Woin Noé. J. Appl. Biosci.** 2012. Utilisations et importance socio-économiques du *Moringa Oleifera* au Maroua, Cameroun.

## P

**Price, M. L. (1985).** "Le Moringa." *Note technique-ECHO (revue en 2000, en 2002 et en 2007)*.

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

## Q

**Quellec, J.-L. i. L., and Tréal, C. (2006).** *Maisons du Sahara: habiter le désert*: Hazan.

## R

**Ramirez, J. (2002).** Effect of diferent chemicaletreatment on nutritional and antinutritionel proprieties of coffe pulp. *Animal Feed Science and technology*,99 ,201..

**Ribéreau-Gayon, P. (1968).** Les composes 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.

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

## S

**Salem, S., Salama, M., and Ragab, W. A. (2015).** "Prolonged shelf life of sour cream by adding *Moringa oleifera* Leaves Extract (MOLE) or *Moringa oleifera* Oil (MOO)." *Am. J. Food Technol*, 10, 58-67.

**Sashidhara K.V., Rosaiah J.N., Tyagi E., Shukla R., Raghubir R., Rajendran S.M.** Rare dipeptide and urea derivatives from roots of *Moringa oleifera* as potential anti-inflammatory and antinociceptive agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2009, Volume 44, Issue 1, pp. 432-436.

**Shori, A., and Baba, A. (2013).** "Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by *Azadirachta indica*-yogurt." *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(3), 295-301.

**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.

**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.

## T

**Tahiliani et Kar A .** Role of *Moringa oleifera* leaf extract in the regulation of thyroid hormone status in adult male and female rats. *Pharmacological Research*, 2000, Volume 41, Issue 3, pp. 319-323.

**Tantaoui-Elaraki, A., & El Marrakchi, A. (1987).** Study of the Moroccan dairyproduct: Lbenand smen. MIRCEN Journal of Applied Microbiology and Biotechnology, 3, 211–220.

## V

**Vilaseca M, Grimau V.L et Gutiérrez-BouzánC, (2014):** Valorization of Waste Obtained from Oil Extraction in *Moringa Oleifera* Seeds: Coagulation of Reactive Dyes in Textile Effluents. L’Españe ; pp.6569-6584; doi:10.3390/ma7096569, ISSN 1996-1944.

## Y

**Yadav R.,Agarwala M.(2011).**Phytochemical analysis of some medicinal plants.*journal of Phytology*,3(12):10-14.

**Yusuf J, Yuakubu M. B et Balarabe A. M, (2015):** The Use of *Moringa Oleifera* Seed As A Coagulant For Domestic Water Purification. IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS, p-ISSN: 2319-7676. Vol 10, N 1 , PP.06-09.

# Annexes

## Annexe I

Tableau XV : Préparation des solutions

Méthanol 80%	80% de méthanol pure ajuste jusque à 28.59 ml d'eau distillé
Chlorure d'Aluminium (ALCl <sub>3</sub> 2%,P/V)	2g ALCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O dans 100ml de méthanol
Réactif de Bouchardât	2g de l'iode bisubliné (I <sub>2</sub> ) +2 g de KI ajusté a 100 ml de l'eau distillée.
Chlorure ferrique (FeCl <sub>3</sub> ) à 0.1%	0.1g de FeCl <sub>3</sub> ajusté à 100 ml d'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.
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
Solution DPPH (65Mm/L)	024 µg dans 100ml méthanol pure
Chlorure ferrique (Fe Cl <sub>3</sub> ) à 0.1%(P/V)	0.1g de FeCl <sub>3</sub> dans 100ml d'eau distillée
Vanilline HCL	Ça préparation est faite juste avant utilisation en mélangeant à volume équivalent la solution de vanilline à 5,8% et la solution d'HCl 24%.
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.
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.
BHA	0.0002 mg dans 100 ml de l'eau distillée
Folinciocalteau 1/10	10ml de folincioclateau + 90 ml 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

## **Préparation des milieux de culture**

- ❖ **PCA** : Plate count agar : suspendre 23.5 g dans 1l d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution complète, autoclave à 121°C/ 15 min.
- ❖ **OGA** : Dissoudre 33g dans un litre d'eau distillé, autoclaver 15 min à 121°C.
- ❖ **VRBL** : Violet red bile agar, suspendre 48.25g dans 950 ml d'eau distillé, chauffer jusqu'à ébullition, autoclaver à 121°C / 15 min.
- ❖ **Hecktoen** : Mettre en suspension 75.1g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée ou déminéralisée ; ébullition sous agitation constante jusqu'à dissolution, ne pas autoclaves, refroidir et maintenir le milieu à 44-47°C
- ❖ **Chapman** : Dissoudre 111g dans 1Ld'eau distillé jusqu'à ébullition, repartir en flacon puis autoclaves à 121°C/15 minute
- ❖ **Préparation du MRS** : Dissoudre 35.15 g de poudre de MRS dans 500 ml d'eau distillée autoclaves à 120C°/20 minute.

## Annexe II

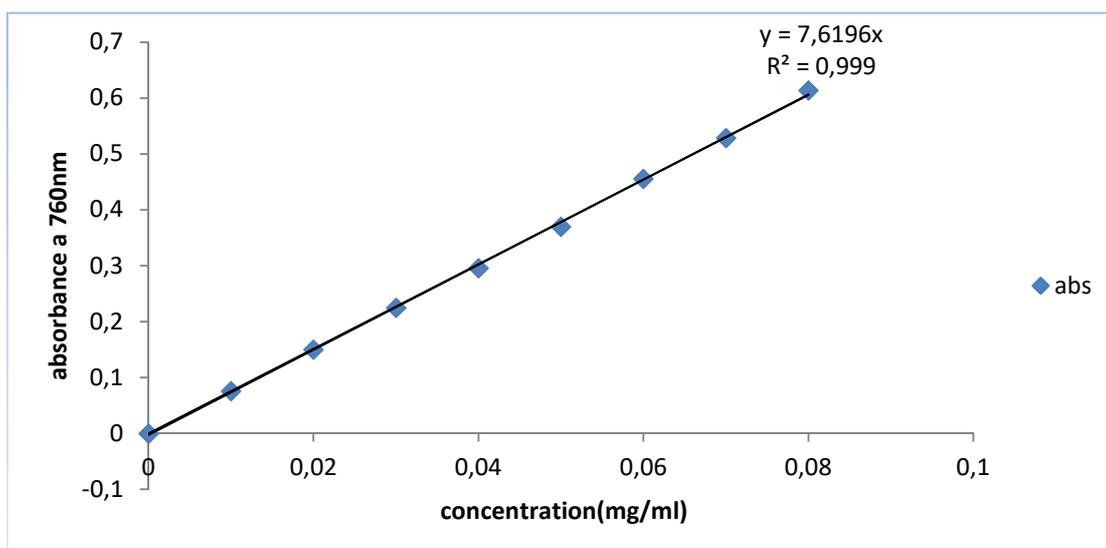


Figure 39 : courbe étalonnage d'acide gallique.

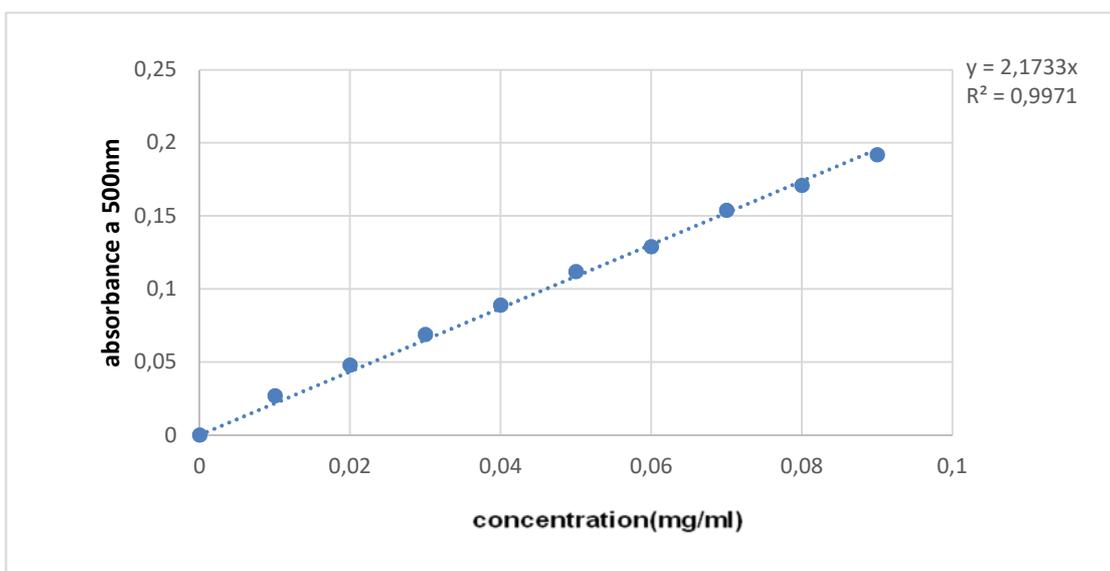


Figure 40 : Courbe étalonnage des catéchine .

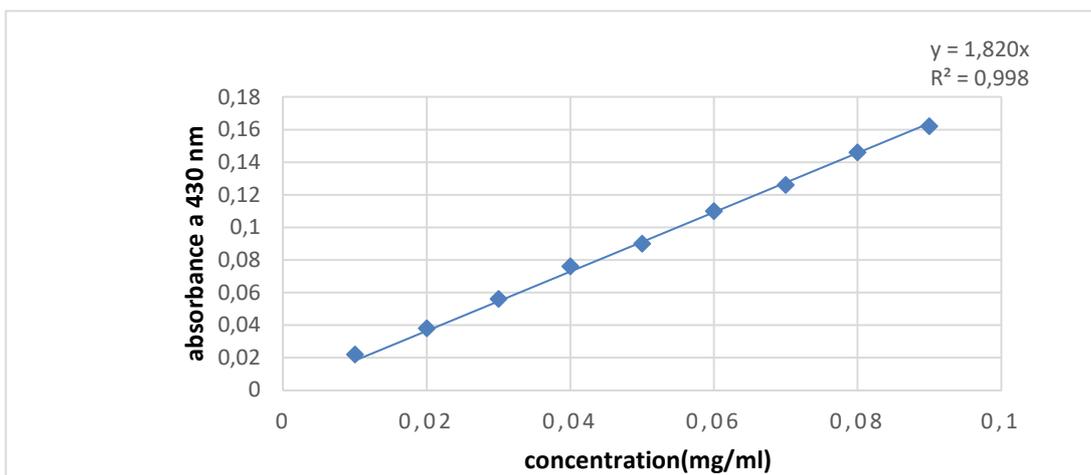


Figure 41 : Courbe étalonnage de quercitine.

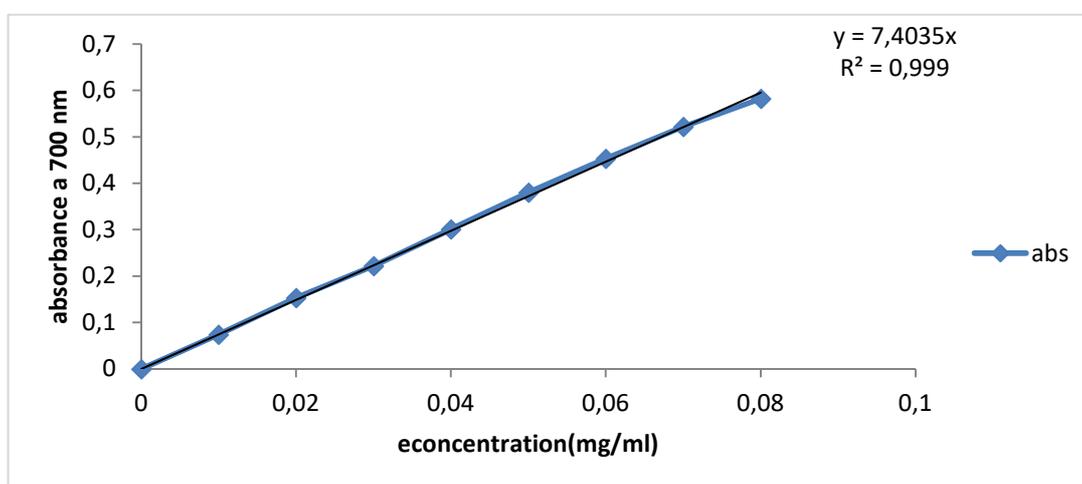


Figure 42 : courbe étalonnage d'acide ascorbique.

## Annexe III

 Statistica

 Acidité

Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000069	17506,25	5	6,00000	,000000
CONC	Wilks	,000000	114,00	20	20,84962	,000000

 Acidité j+1

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00000, df = 10,000				
Cell No.	CONC	ACIDI_J1 Mean	1	2	3	4
1	t1	,018687	****			
4	c3	,051393		****		
5	c4	,052950		****		
3	c2	,108390			****	
2	c1	,148587				****

 Acidité+14

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00001, df = 10,000				
Cell No.	CONC	ACID_J14 Mean	1	2	3	4
1	t1	,023050	****			
5	c4	,096553		****		
4	c3	,125830			****	
2	c1	,146990				****
3	c2	,149813				****

 Acidité+21

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00004, df = 10,000					
Cell No.	CONC	ACID_J21 Mean	1	2	3	4	5
1	t1	,052947	****				0,00
5	c4	,096553		****			0,00
4	c3	,109013			****		0,00
3	c2	,133933				****	0,00
2	c1	,157540					0,00

 Acidité+28

LSD test; variable ACID_J28 (new ph ouarda.sta)						
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00012, df = 10,000				
Cell No.	CONC	ACID_J28 Mean	1	2	3	
4	c3	,137047	****			
1	t1	,161963		****		
3	c2	,171303		****	****	
2	c1	,178220		****	****	
5	c4	,186570				****

### □ Indice de peroxyde

Multivariate Tests of Significance (new stat ph.sta)						
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000601	1996,121	5	6,00000	,000000
CONC	Wilks	,000003	46,412	20	20,84962	,000000

### Indice de peroxyde j+1

LSD test; variable IP_J1 (new stat ph.sta)						
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00600, df = 10,000				
Cell No.	CONC	IP_J1 Mean	1	2	3	4
5	c4	1,400000	****			
2	c1	1,666667		****		
4	c3	1,666667		****		
1	t1	2,066667			****	
3	c2	2,900000				****

### IP J+7

LSD test; variable IP_J7 (new stat ph.sta)						
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01667, df = 10,000				
Cell No.	CONC	IP_J7 Mean	1	2	3	4
2	c1	,366667	****			
5	c4	1,666667		****		
4	c3	1,666667		****		
1	t1	2,100000			****	
3	c2	2,466667				****

## IP J+21

LSD test; variable IP_J21 (new stat ph.sta)					
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00667, df = 10,000				
Cell No.	CONC	IP_J21 Mean	1	2	3
4	c3	,633333	****		
5	c4	,666667	****	****	
2	c1	,666667	****	****	
1	t1	,800000		****	****
3	c2	,833333			****

## IP J+28

LSD test; variable IP_J28 (new stat ph.sta)					
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00933, df = 10,000				
Cell No.	CONC	IP_J28 Mean	1	2	3
1	t1	,266667	****		
4	c3	,600000		****	
2	c1	,700000		****	****
5	c4	,700000		****	****
3	c2	,866667			****

## Indice d'iode

Univariate Tests of Significance for I_D_IODE					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	42259,75	1	42259,75	--	--
CONC	7,71	4	1,93	--	--
Error	0,00	10	0,00		

LSD test; variable I_IODE (newi refraction.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00000, df = 10,000						
Cell No.	CONC	I_IODE Mean	1	2	3	4	5
5	c4	52,14357	****				0,00
4	c3	52,57653		****			0,00
3	c2	53,00943			****		0,00
2	c1	53,44243				****	0,00
1	t1	54,22160					0,00

- Indice de réfraction

Suite...					
Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	31,49402	1	31,49402	944820E2	0,000000
CONC	,00001	4	,00000	10,	,001946
Error	,00000	10	,00000		

Suite...					
Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00000, df = 10,000					
Cell No.	CONC	IR Mean	1	2	3
5	c4	1,447667	****		
3	c2	1,448667	****	****	
4	c3	1,448667	****	****	
2	c1	1,449667		****	****
1	t1	1,450333			****

- Taux de sel

Suite...					
Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	,784000	1	,784000	130,6667	,000090
CONC	,046000	4	,011500	1,9167	,246030
Error	,030000	5	,006000		

Suite...					
Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00600, df = 5,0000					
Cell No.	CONC	T_SEL Mean	1	2	
5	c4	,200000	****		
3	c2	,250000	****	****	
1	t1	,250000	****	****	
2	c1	,300000	****	****	
4	c3	,400000		****	

- Taux de brix

Suite...					
Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	69237,65	1	69237,65	2415267,	0,000000
CONC	,11	4	,03	1,	,473231
Error	,29	10	,03		

LSD test; variable BRIX (new indice d'iode 2.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02867, df = 10,000		
Cell No.	CONC	BRIX Mean	1
2	c1	67,83333	****
3	c2	67,86667	****
1	t1	67,93333	****
5	c4	68,00000	****
4	c3	68,06667	****

- Point de fusion

Univariate Tests of Significance for P_FUSION					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	13710,82	1	13710,82	21093,56	0,000000
CONC	36,93	4	9,23	14,21	,000394
Error	6,50	10	,65		

LSD test; variable P_FUSION (new stat point de fusion.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,65000, df = 10,000			
Cell No.	CONC	P_FUSION Mean	1	2
3	c2	28,00000	****	
5	c4	28,66667	****	
2	c1	31,33333		****
4	c3	31,50000		****
1	t1	31,66667		****

- Phénols totaux solubles

Multivariate Tests of Significance (new stat pts amel z.sta)						
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000006	423610,8	3	8,00000	0,00
CONC	Wilks	,000000	1105,7	12	21,45751	0,00

LSD test; variable PTS (new stat pts amel z.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05834, df = 10,000						
Cell No.	CONC	PTS Mean	1	2	3	4	5
5	c4	43,27738	****				0,00
4	c3	53,61771		****			0,00
3	c2	68,89740			****		0,00
2	c1	70,15233				****	0,00
1	t	92,84353					0,00

- Tanin condensé

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00012, df = 10,000			
Cell No.	CONC	T_CONDEN Mean	1	2	3
5	c4	1,352674	****		
3	c2	2,038266		****	
4	c3	2,050598		****	
2	c1	2,053146		****	
1	t	2,543762			****

- Flavonoïdes

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00052, df = 10,000				
Cell No.	CONC	VLAVONOI Mean	1	2	3	4
5	c4	,467434	****			
4	c3	,756505		****		
3	c2	1,017894			****	
2	c1	1,057539			****	
1	t	1,351201				****

- Pouvoir réducteur

Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000080	62712,85	2	10	0,00
CONC	Wilks	,000023	415,61	10	20	0,00

Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00002, df = 10,000						
Cell No.	CONC	POUVOIR Mean	1	2	3	4	5	6
1	t1	,214000	****					0,00
2	c1	,244333		****				0,00
3	c2	,261667			****			0,00
4	c3	,284000				****		0,00
6	c5	,298556					****	0,00
5	c4	,310667						0,00

- Chélation de fer ferreux

LSD test; variable FER (pts flvo tan.sta)								
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,85445, df = 11,000						
Cell No.	CONC	FER Mean	1	2	3	4	5	6
1	t1	22,04301	****					0,00
2	c1	30,69404		****				0,00
3	c2	33,72434			****			0,00
4	c3	35,87488				****		0,00
5	c4	37,63441					****	0,00
6	c5	97,43402						0,00

- DPPH

LSD test; variable DPPH (pts flvo tan.sta)								
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,30600, df = 11,000						
Cell No.	CONC	DPPH Mean	1	2	3	4	5	
1	t1	10,36514	****					
2	c1	16,01885		****				
3	c2	17,78563			****			
4	c3	18,43345			****			
5	c4	24,61720				****		
6	c5	97,79152						****

- Blanchiment de  $\beta$ -carotène

Univariate Tests of Significance for B_CAROT					
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	32598,66	1	32598,66	6993,047	0,000000
CONC	7650,36	6	1275,06	273,525	,000000
Error	65,26	14	4,66		

LSD test; variable B_CAROT (new stat b- caroteinne.sta)								
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 4,6616, df = 14,000						
Cell No.	CONC	B_CAROT Mean	1	2	3	4	5	6
1	t1	9,28935	****					
2	c1	18,74840		****				
3	c2	28,07655			****			
4	c3	45,58272				****		
6	c5	56,04123					****	
5	c4	57,80220					****	****
7	c6	60,25574						****

## Annexe IV

## 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 échantillon

## 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

xl stat

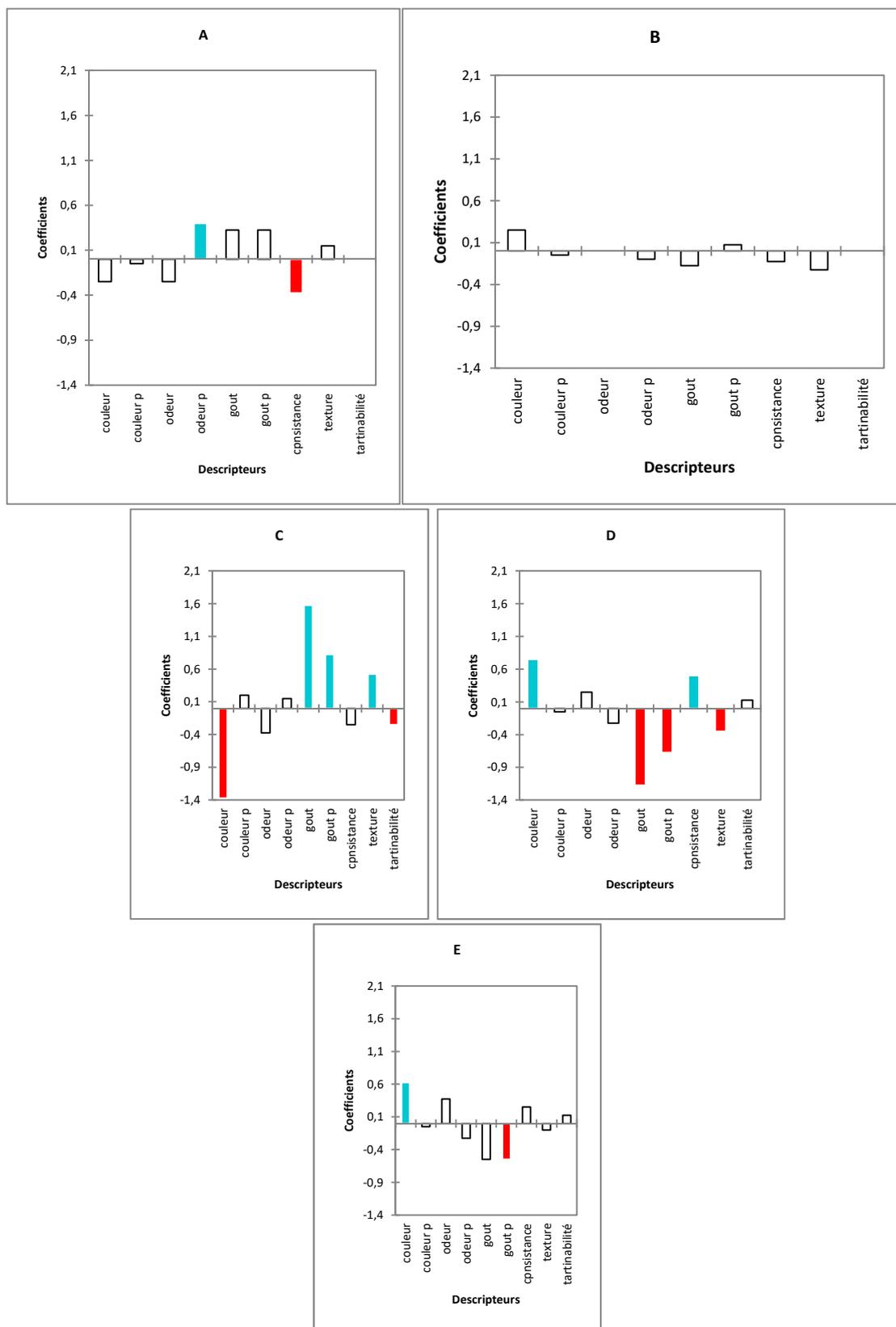


Figure 41 : Coefficients des modèles des échantillons du beurres A, B, C, D, et E

## Annexe VI

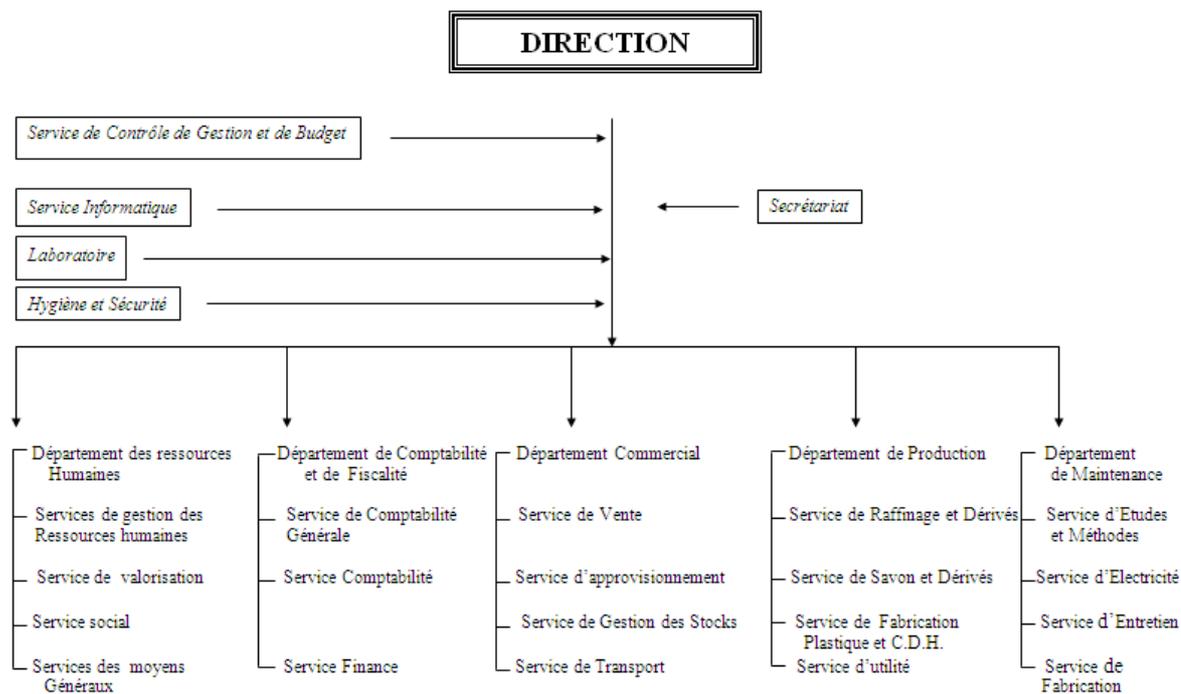


Figure 43 : diagramme de l'unité CO.G.B - LABELLE.

## Abstract

**Moringa oleifera** is a tree belonging to the family of Moringaceae, native to India. It is a plant of nutritional and medicinal interest, which is found in tropical regions. The objective of this work is the enrichment of butter by adding the powder of MO leaves to different concentrations (0.5%, 1%, 1.5%, and 2%). Various analytical tests have been established, first physicochemical analysis tests (pH, acidity, and peroxide index) are performed during the storage period (J1-J28). Secondly, an evaluation of the hours is focused on the content of pts, flavonoids and tannins as well as their antioxidant activity. Finally, a study is made on the microbiological quality and sensory analysis of enriched butters.

The results show that butters enriched with the powder of OM **leaves** reveal a decrease in PI during storage, and the values are between 1.20 and 1.28 meq of O<sub>2</sub> / kg. The melting point is <32C ° and the salt level <0.50. The pH shows stability during storage (pH = 5), while their acidity increases significantly during this storage period.

Incorporation of the extracts enrich the 2% butter in **phenolics** (PTS, flavonoids, and tannins) considerably; the value increases from 92.84 mg eq AG / 100g MS, 1.35 mg eq quercetin / g MS and 2.54 mg Cat / g MS respectively. All **antioxidant tests** (DPPH, ferrous iron, reducing power, and β-carotene bleaching) of the enriched samples are improved to 24.62%, 37.63%, 0.30, and 57.80% respectively.

Regarding the **microbiological quality** is satisfactory, which is due to the absence of pathogens. **Sensory analyzes** show that samples incorporated with PFMO are less acceptable for butter without incorporation.

**Key words:** Moringa oleifera, leaves, phenyl compounds, antioxidant tests, microbiological quality, sensory analysis.

## Résumé

*Moringa oleifera* est un arbre appartenant à la famille des Moringacées, originaire d'Inde. C'est une plante d'intérêt nutritionnel et médicinaal, qui se trouve dans les régions tropicales. L'objectif de ce travail est l'enrichissement du beurre par l'ajout de la poudre des feuilles de MO à des concentrations différentes (0.5%, 1%, 1.5%, et 2%). Différents tests analytiques ont été établis, premièrement des tests d'analyse physicochimique (pH, acidité, et l'indice de peroxyde) sont réalisés durant la période de stockage (J1-J28). Deuxièmement, une évaluation des beures est portée sur la teneur en polyphénole totaux soluble, flavonoïdes et tanins ainsi que leur activité antioxydant. Enfin une étude est portée sur la qualité microbiologique et l'analyse sensorielle des yaourts enrichis.

Les résultats affichent que les beurres enrichis avec la poudre des **feuilles** de MO révèlent une diminution de l'IP au cours de stockage, et les valeurs sont comprises entre 1.20 et 1.28 meq d'O<sub>2</sub>/kg. Le Point de fusion est < à 32C° et taux de sel < à 0.50. Le pH affiche une stabilité au cours du stockage (pH=5), tandis que leur acidité augmente significativement pendant cette période de conservation.

L'incorporation des extraits enrichissent le beurre à 2% en **composés phénoliques** (PTS, flavonoïdes, et tanins) Considérablement ; la valeur passe de 92,84 mg eq AG/100g MS, 1,35 mg eq quercétine/g MS et 2,54 mg Cat/g MS respectivement. Tous les **tests antioxydants** (DPPH, fer ferreux, pouvoir réducteur, et le blanchiment de la β-carotène) des échantillons enrichis sont améliorés et passent de 24,62 %, 37,63 %, 0,30, 57,80 % respectivement.

Concernant la **qualité microbiologique** est satisfaisante, qui est due à l'absence des pathogènes. Les **analyses sensorielles** montrent que les échantillons Incorporés avec PFMO sont moins acceptables par rapport au beurre sans incorporation.

**Mots clés** : *Moringa oleifera*, feuilles, composés phényliques, tests antioxydant, qualité microbiologique, analyse sensorielles.