

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

**Domaine :** SNV    **Filière :** sciences Alimentaire  
**Spécialité :** Technologie Agro-alimentaire et contrôle de qualité

**Présenté par :**

*MANSOURI Yousra & ARABI Nour el Houda*

*Thème*

**Essai d'incorporation de la poudre des feuilles de *moringa oleifera* dans une crème dessert (HOUDNA-LAIT)**

**Soutenu le :** 27 / 09 / 2020

**Devant le jury composé de :**

*Nom et Prénom*

*Grade*

*Mme DOUMANDJI W.*

*MAA*

*Univ. de Bouira*

*Présidente*

*Mme FERHOUM F.*

*MAA.*

*Univ. de Bouira*

*Examinatrice*

*Mme BOURFIS N.*

*MAA.*

*Univ. de Bouira*

*Promotrice*

*Mme BENSMAIL S.*

*MAA*

*Univ. de Bouira*

*Co-Promotrice*

*Année Universitaire : 2019/2020*

## **REMERCIEMENTS**

*Avant de commencer, nous tenons à remercier « le bon Dieu » d'Avoir donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser notre rêve et de mener à terme ce travail.*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance et notre plus grand respect à Mme. Bourfis N. pour avoir assuré l'encadrement de ce mémoire, pour nous avoir fait confiance et pour nous avoir fait bénéficier de ses larges compétences, et notamment de ses précieux et judicieux conseils scientifiques et surtout pour sa patience dans la correction de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent à Mme DOUMANDJI W. pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.*

*Nous remercions également Mme FERHOUM F. d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce présent travail.*

*Nous voudrions exprimer nos remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.*

*Nous remercions également à Mr Latreche Bilel pour leurs précieuses aides.*

*A toute l'équipe du laboratoire de Houdna Lait.*

*Enfin, que tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici notre profond gratitude.*

*Yousra & Nour*



# *Dédicaces*

*Merci Allah de m'avoir appris, protégé, guidé tout au long  
De ma vie*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes parents qui m'ont soutenue et encouragée durant toutes mes années  
d'étude. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne  
cessent de me combler.*

*Mes très chers frères Ahmed et Nadir.*

*Ma grand-mère.*

*Mon grand-père.*

*Mes oncles, tantes, cousins et cousines paternels et  
maternels.*

*Mes très chère amie Bouchra, Imane, Assma.*

*Ma collègue Houda et toute sa famille, pour toutes les  
épreuves et moments partagés ensemble je te remercie pour  
ton soutien et tes précieux conseils.*

*Toute la promotion Sciences Alimentaires 2019-2020.*

*Enfin tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce  
mémoire.*

***Yousra***



# *Dédicaces*

*À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant*

*Je dédie ce travail à :*

*Ma chère mère Zohra ma source de vie, d'amour et de la tendresse qui est toujours présente et prête à sécher mes larmes.*

*Mon chère père **Ahmed** mon sens de l'honneur et de la responsabilité.*

*Ma grande mère **Jridane Daoui** que dieu la protège pour nous.*

*Mon adorable frère : **Ahcen***

*Mes adorables sœurs : **Salima, Wahida, Sarah***

*Ma chers amie : **Iman** et A toute la famille **Aliouat***

*A mon chère amie **Sofiane** et A toute la famille **Bouheraoua**.*

*Mon cher binôme **Yousra** merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble, merci de me soutenir pendant cette année.*

*Toute la promotion Master Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité, qui va vraiment me manquer.*

**NOUR EL HOUDA**

# Table des matières

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction**.....01

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

I.1.Historique et origine.....03

I.2.Description botanique.....04

I.2.1.Morphologie.....04

I.2.2.Systématique et classification de *Moringa oleifera*.....05

I.2.3.Nomenclature.....05

I.3.culture.....06

I.4. Composition chimique de feuille de *Moringa oleifera*.....06

I.5.Composition nutritionnel de *Moringa oleifera* .....07

I.6.Domains d'utilisations.....09

I.6.1.Alimentation humaine.....10

I.6.2.Alimentation animale.....11

I.6.3.Domaine médical.....12

I.6.4. Purification des eaux.....12

I.6.5. Utilisations industrielles.....13

I.7. Le stockage des poudres conditionnées.....13

## **Chapitre II : desserts lactés**

II. Produits laitiers .....	14
II.1. Historique des desserts lactés frais.....	14
II.1.1. Définition des desserts lactés .....	14
II.1.2. Les types de desserts lactés .....	15
II.1.3. Le contrôle microbiologique.....	15
II.1.4. La flore de contamination des desserts lactés.....	16
II.1.5. Le contrôle physicochimique.....	16
II.1.6. L'intérêt nutritionnel.....	16
II.1.7. La consommation.....	17
II.2. Crèmes desserts .....	17
II.2.1. Définition .....	17
II.2.2. Composition de la crème dessert .....	17
II.2.3. Les additifs alimentaires de la crème dessert .....	18
II.2.3.1. L'amidon.....	19
II.2.3.2. Les carraghénanes.....	19
II.2.3.3. Pectine.....	20
II.2.4. Technologie de fabrication de la crème dessert .....	21
II.2.5. Les défauts généralement rencontrés.....	23

## **Chapitre III : synthèse des travaux des autres**

III. Analyses chimiques de la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .....	24
III.1. Matière grasse .....	24
III.2. Taux de cendre.....	24

III.3. Teuneur en protéine.....	25
III.4. Sucres totaux .....	26
III.5. Vitamine C.....	27
III.6. $\beta$ -carotène (provitamine A) .....	28
III.7. Calcium.....	28
III.8. Le fer.....	29

## **Chapitre IV : Partie expérimentale**

IV.1. Matériel végétal.....	30
IV.2. Incorporation de la poudre des feuilles de <i>M. oleifera</i> dans la crème dessert.....	30
IV.3. Analyse sensorielle .....	31
IV.4. L'échelle métrique.....	31
IV.5. Résultats de l'analyse sensorielle des produits obtenus.....	32
IV.5.1. Couleur .....	32
IV.5.2. Aspect .....	33
IV.5.3. Texture.....	33
IV.5.4. Odeur .....	34
IV.5.5. Goût .....	35
IV.5.6. Test globale de dégustation.....	36
<b>Conclusion</b> .....	37

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **Résumé**

## Liste d'abréviation

**DLF** : Dessert lacté frais.

**MG** : Matière Grasse.

**MO** : *Moringa Oleifera*.

**MS** : matière sèche.

**PH** : Potentiel Hydrogène.

*Listes des tableaux et  
des figures*

## Liste des figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Répartition géographique de <i>M. oleifera</i>	<b>03</b>
<b>02</b>	Tronc (A), fruit(B), graine(C), fleur(D), racine(E) et feuille(F) de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>04</b>
<b>03</b>	Valeur nutritionnelle de poudre des feuilles de <i>M. oleifera</i> .	<b>09</b>
<b>04</b>	Les principales utilisations des différents organes de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>10</b>
<b>05</b>	Poudre des feuilles de Moringa ajoutée à un plat.	<b>11</b>
<b>06</b>	Coloration du jaune d'œuf des poules pondeuses nourries respectivement de farine de feuilles de <i>M. oleifera</i> .	<b>11</b>
<b>07</b>	Eau d'étang non traitée (bouteille à gauche) et traitée avec les graines de Moringa.	<b>13</b>
<b>08</b>	Diagramme de fabrication de la crème dessert selon la laiterie HODNA- Lait	<b>22</b>
<b>09</b>	Photographie des feuilles sèches et la poudre des feuilles des <i>Moringa oleifera</i>	<b>30</b>
<b>10</b>	les résultats de l'appréciation des produits selon la couleur.	<b>32</b>
<b>11</b>	les résultats de l'appréciation des produits selon l'aspect.	<b>33</b>
<b>12</b>	les résultats de l'appréciation des produits selon la texture.	<b>34</b>
<b>13</b>	les résultats de l'appréciation des produits selon l'odeur.	<b>34</b>
<b>14</b>	les résultats de l'appréciation des produits selon le gout.	<b>35</b>
<b>15</b>	Influence de Poudre de moringa oleifera dans l'acceptabilité de crème dessert.	<b>36</b>

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	La systématique de <i>M. oleifera</i> .	<b>05</b>
<b>02</b>	Différentes nomenclatures de <i>Moringa oleifera</i> selon différentes langues.	<b>05</b>
<b>03</b>	Principales exigences écologiques de <i>M. oleifera</i> .	<b>06</b>
<b>04</b>	Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>07</b>
<b>05</b>	La composition chimique des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> .	<b>08</b>
<b>06</b>	Composition de la crème dessert.	<b>18</b>
<b>07</b>	Les fonctions des agents de texture.	<b>19</b>
<b>08</b>	les caractéristiques de certains agents de texture.	<b>21</b>
<b>09</b>	teneur en matière grasse de la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>24</b>
<b>10</b>	taux de cendre de la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>25</b>
<b>11</b>	teneur en protéines totales dans la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>26</b>
<b>12</b>	taux des sucres totaux de la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>26</b>
<b>13</b>	Teneur de poudre des feuilles de <i>Moringa</i> en vitamine c (valeurs pour 100g de portion consommable).	<b>27</b>
<b>14</b>	résultats de la Teneur en $\beta$ -carotène (provitamine A) dans La poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>28</b>
<b>15</b>	teneur de calcium dans la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>29</b>
<b>16</b>	résultats de la teneur en fer dans la poudre des feuilles de <i>moringa oleifera</i> .	<b>29</b>

# *Introduction*

### Introduction

Les plantes ont toujours été vitales pour l'homme. Elles sont très bénéfiques spécialement dans les pays qui souffrent de la pauvreté et de la malnutrition (**Pothitirat et Gritsanapan, 2009**). Elles élaborent diverses substances appelées métabolites secondaires qui représentent une source importante d'antioxydants et de produits actifs naturels. Ces derniers sont pour la plupart utilisés actuellement comme additifs dans les aliments fonctionnels ou comme composants bioactifs dans les préparations pharmaceutiques (**Naczek et Shahidi, 2004**).

L'homme a toujours cherché à se servir des plantes pour assurer sa survie et à en tirer des remèdes pour soigner les maladies (**Tabuti et al., 2003**). La carence en substances nutritives protectrices ou en substances antioxydantes nécessaires dans le régime alimentaire peut influencer négativement l'équilibre entre les pro-oxydants et les antioxydants (**Butterfield et al., 2002**).

Aujourd'hui, l'innovation dans la technologie alimentaire joue un rôle crucial dans la traduction de l'information nutritionnelle en produits de consommation pour fournir de nouveaux ingrédients alimentaires et des ingrédients nutritifs ou fonctionnels spécifiques. Dans le domaine de la transformation des aliments, les fabricants d'aliments ajoutent de la valeur à leurs produits répondant à la demande actuelle des consommateurs pour des produits alimentaires plus sains (**Hsieh et Ofori, 2007**).

*Moringa oleifera* est l'espèce largement cultivée de la famille des *Moringaceae* dans plusieurs pays asiatiques et africains (**Padma et Sreelatha, 2009**). La plupart des parties de cet arbre (feuilles, fleurs, fruits et gousses immatures) sont utilisées dans diverses formulations alimentaires traditionnelles, médicaments et à usage industriel. Les feuilles sont riches en vitamines et en composés phénoliques, y compris les acides phénoliques et les flavonoïdes (**Becker et Makkar 1996; Coppin et al., 2013**) avec une fonctionnalité antioxydante prometteuse qui peut être appliquée dans les aliments pour améliorer la nutrition humaine.

Bien qu'utilisée dans les aliments traditionnels, l'incorporation de *Moringa oleifera* dans les produits commerciaux est limitée. En outre, il est sous-utilisé en raison de sa moindre inclusion dans les produits alimentaires pratiques prêts à l'emploi ou prêts à consommer (RTE).

En Algérie, la filière lait est considérée comme étant la plus importante après la filière céréale. Parmi les produits laitiers on distingue les desserts lactés, qui permettent de consommer du lait à tout âge sous des formes différentes grâce à la variété des goûts, textures et présentations proposées.

Les desserts lactés sont des aliments essentiellement à base du lait, conçus pour apporter les qualités nutritionnelles de base du lait sous des formes faciles à assimiler et d'une grande variété de point de vue de la texture, de la flaveur et d'autres qualités organoleptiques. Ils subissent des traitements thermiques limités au strict nécessaire pour atteindre les caractéristiques hygiéniques requises ou pour élaborer leurs structures (Luquet, 1990).

L'objectif de cette étude porte sur une synthèse des travaux des autres sur la composition chimique de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* et la possibilité d'enrichissement d'un produit alimentaire laitier de large consommation: le crème dessert chocolat. De manière spécifique, il vise à évaluer les effets de l'incorporation à différents taux de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* sur la qualité d'un crème dessert et l'évaluation de la qualité sensorielle et organoleptique.

*Chapitre I*

*Généralités sur*

*Moringa oleifera*

## I. Généralités sur *Moringa oleifera*

### I.1. Historique et origine

*Moringa oleifera* Lam. (Synonyme: *Moringa pterigosprema* Gaertner) appartient à une famille monogénérique d'arbres et des arbustes, les Moringacées. Il semble d'être originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au Nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagnes de l'Himalaya. *Moringa oleifera* est mentionné dans le «Shushruta Sanhita», écrit au début du premier siècle avant J-C, sous le nom de «Shigon». Il semble que la culture de cet arbre en Inde ait en fait été établie il y a plusieurs milliers d'années (Odee, 1998).

*Moringa oleifera* est aujourd'hui cultivé à travers le Moyen-Orient (Morton, 1991), le Nord-est du Pakistan, au Nord-est Bangladesh, Sri Lanka, Asie de l'Ouest et la péninsule arabique (Roloff et al., 2009) ainsi que tout le long de la ceinture tropicale. Il a été introduit en Afrique de l'Est au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Au Nicaragua, le «Marango» (nom local de *M. oleifera*) a été introduit vers les années 1920 comme plante ornementale et utilisée dans les haies vives. Bien qu'étant répertorié dans les inventaires forestiers à travers tout le pays, c'est dans la partie occidentale (Morton, 1991) le sud de la Floride, en Amérique centrale et du sud du Mexique au Pérou, ainsi qu'au Brésil et au Paraguay (Figure 1) (Roloff et al., 2009) qu'il est le plus répandu et qu'il se développe le mieux. Il n'est pas cultivé mais on le connaît pour ses capacités de résistance à la sécheresse et aux maladies (Morton, 1991).



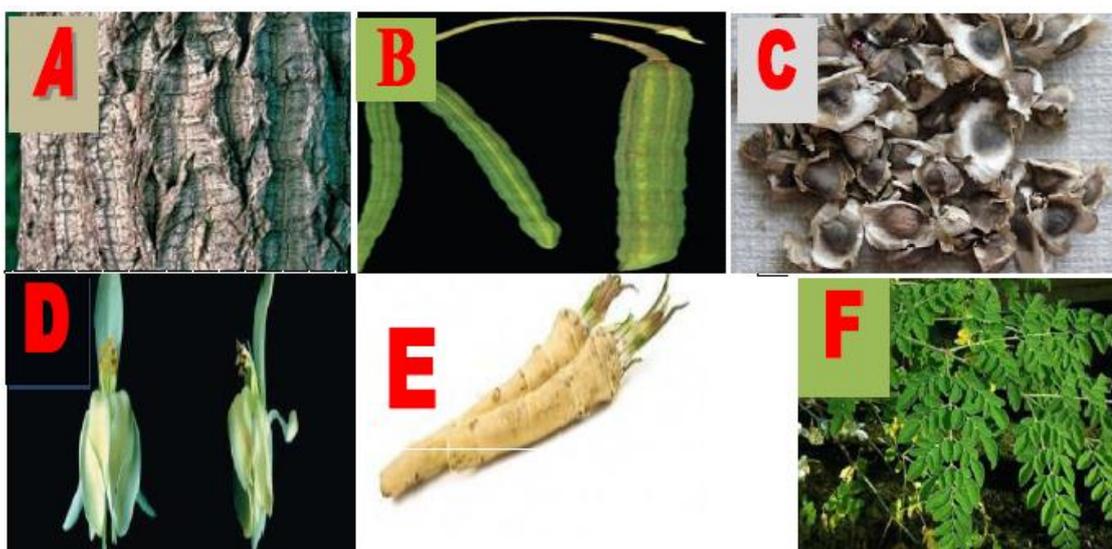
Figure 01: Répartition géographique de *M. oleifera* (Rongead et al., 2014).

## I.2. Description botanique

### I.2.1 Morphologie

Avec une taille de près de 7 à 8 m de hauteur, *M. oleifera* est un arbre à écorce lisse, à grosse lenticelle, de couleur grise foncée et violacée (Besse, 1996). Le bois du *Moringa* est mou, très tendre (Séverin, 2002; Besse, 1996), il donne un mauvais charbon (Séverin, 2002). Son tronc mesure de 20 à 40 cm de diamètre (Figure 2A).

Ses fruits sont des gousses allongées à trois valves, de 10 à 50 cm de long (Figure 2B), brunes à maturité et qui contiennent chacune entre 12 et 35 graines rondes, avec une coque marron (Figure 2C). Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an où chaque graine pèse en moyenne 0,3 g et la coque représente 25% de la graine (Besse, 1996; Makkar et Becker, 1997). Ses fleurs sont de couleur blanche ou crème et présentent parfois des taches rouges (Figure 2D). Elles sont généralement abondantes et dégagent une odeur agréable (Price, 1985; ECHO, 2007). Le système racinaire est de structure tubulaire, il est formé d'un pivot central qui peut s'enfoncer dans le sol jusqu'à 1,30 m (Figure 2E) de profondeur lui offrant ainsi une grande résistance à la sécheresse (Rosa, 1993). Les feuilles sont alternes, tripennées à la base et bipennées au sommet (Foidl et al., 2001). Elles mesurent 20 à 70 cm de longueur avec un long pétiole et 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposées, plus une terminale. Les folioles (Figure 2F) sont ovales et longues de 1 à 2 cm (Morton, 1991).



**Figure 02 :** Tronc (A) (Roloff et al., 2009), fruit (B) (Parrotta, 2009), graine (C) (Delph et al., 2011), fleur(D) (Parrotta, 2009), racine(E) (Parrotta, 2009) et feuille (F) (Price, 2007) de *M. oleifera*.

### I.2.2. Systématique et classification de *M. oleifera*

*Moringa oleifera* est l'espèce la plus connue parmi les 13 espèces du genre *Moringa* (Tableau 1). Elle est souvent appelée simplement Moringa (Foidl *et al.*, 2001; Hédji *et al.*, 2014; Tahir Mahmood *et al.*, 2010).

Tableau N°01 : La systématique de *M. oleifera* (Laleye *et al.*, 2015).

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobiophyta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Mangoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Dilleniidae
<b>Ordre</b>	Capparales
<b>Famille</b>	Moringaceae
<b>Genre</b>	<i>Moringa</i>
<b>Espèce</b>	<i>Moringa oleifera</i>

### I.2.3. Nomenclature

*Moringa oleifera* est un arbre connu sous diverses appellations dans le monde (Tableau 2).

Tableau N°02: Différentes nomenclatures de *M. oleifera* selon différentes langues (Fuglie, 2001 ; Yongabi *et al.*, 2012).

Langue	Nomenclature
Arabe	Rawag, ou Shagara Al Ruwag
Anglais	Drumstick tree, radish tree
Français	Bèn ailè, benzolive, moringa
Espagnol	Morango, moringa
Italien	Sàndalo ceruleo

### I.3. Culture

Moringa est un arbre peu exigeant en eau et en matières minérales. Ainsi, son introduction dans un environnement riche en biodiversité est bénéfique à la fois pour l'exploitant et pour l'écosystème environnant (Foidl *et al.*, 2001). *M. oleifera* s'adapte à des milieux différents et se plaît en milieu aride ou semi-aride mais elle peut se trouver aussi dans les zones très arides comme le Sahara. Il peut se planter par semis ou repiquage en plein champ ou par boutures (Millogo-Koné *et al.*, 2008). Le tableau 3 résume les principales exigences écologiques de *M. oleifera*.

**Tableau N°03:** Principales exigences écologiques de *M. oleifera* (Saint Sauveur et Broin, 2010).

Paramètre	Valeur/fourchette
Climat	Tropical ou subtropical
Altitude	0-2000 m
Température	25-35°C
Pluviométrie	250 mm-2000 mm. Irrigation nécessaire pour la production de feuilles si la pluviométrie < 800 mm
Type de sol	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux
pH du sol	Légèrement acide à légèrement alcalin (pH: 5 à 9)

### I.4. Composition chimique des feuilles de *M. oleifera*

Plusieurs travaux ont mis en évidence les qualités nutritionnelles exceptionnelles des feuilles de Moringa (Tableau 4). Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19 à 35% de MS (Olugbemi *et al.*, 2010). Elles ont une teneur élevée en fibres, notamment en cellulose brute variant de 9,13 à 28,2% de MS (Pamo *et al.*, 2005). Elles possèdent les 10 acides aminés essentiels à l'homme (Laleye *et al.*, 2015) avec une teneur relativement élevée en énergie métabolisable, 2273 et 2978 kcal/kg MS (Makkar et Becker, 1997). Elles contiennent une très grande concentration en vitamines A (6,8 mg), B (423 mg), C (220 mg) etc. Cette famille de plantes peut agir comme une bonne source d'antioxydants naturels en raison de la présence de divers types de composés antioxydants tels que l'acide ascorbique,  $\beta$ -carotène (Fuglie, 2001), en minéraux (fer, calcium, zinc, sélénium, etc.) et occupent une part modeste de la matière sèche avec des teneurs de 0,6 à 11,42% de MS alors que la matière grasse varie de 2,3 à 10% MS (Fuglie, 2001).

**Tableau N°04** : Composition moyenne des feuilles de *M. oleifera* (Données pour 100g de MS) (Broin, 2005).

Composition globale	Teneurs
Protéines (g)	25
Minéraux (g)	12
Glucides (g)	40
Lipides (g)	8
Fibres (g)	15
Teneur en eau	75%

### I.5. Composition nutritionnelle

*M. oleifera* se caractérise par une forte teneur en nutriments, en antioxydants et en composés phytochimiques (**Tableau 5**) et en particulier en  $\beta$ -carotène, le fer et les facteurs antinutritionnels. Les feuilles de *M. oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle et sont l'un des meilleurs légumes tropicaux (Yang *et al.*, 2008).

Un grand nombre de rapports sur les qualités nutritionnelles de *Moringa* existent maintenant à la fois dans le domaine scientifique et la littérature populaire. Ses feuilles contiennent plus de vitamine A que les carottes, plus de calcium que le lait, plus de fer que les épinards, plus de vitamine C que les oranges et plus de potassium que les bananes (**Figure 03**). La qualité des protéines de *Moringa* rivalise avec celle du lait et des œufs. En fait, les propriétés nutritionnelles de cette plante sont maintenant bien connues et il semble de ne pas douter que les bénéfices substantiels pour la santé soient réalisés (Fuglie, 1999, 2000).

**Tableau N°05** : La composition chimique des feuilles de *M. oleifera* (Données pour 100g de matière sèche (**Broin, 2005**)).

Minéraux (mg)		Acides aminés (mg)	
Calcium	2100	Arginines	1600
Cuivre	1	Histidines	530
Fer	27	Leucines	2050
Potassium	1300	Lysines	1200
Magnésium	405	Méthionines	370
Phosphore	310	Phénylalanines	1400
Manganèse	8	Thréonine	1080
Sélénium	2,6	Tryptophane	580
Zinc	2,6	Valine	1400
Molybdène	0,5	Isoleucine	1140
Sodium	100	Vitamines	
Acides gras		Vitamine A (mg)	14300
C16:0	530	Vitamine B (mg)	850
C18:0	70	Vitamines B1 (mg)	264
C18:1	60	Vitamines B2 (mg)	205
C18:2	170	Vitamines C (mg)	220
C18:3	11400	Vitamines E (mg)	130



**Figure 03:** Valeur nutritionnelle de la poudre des feuilles de *M. oleifera* (Fuglie, 2002).

### I.6. Domaines d'utilisation

Plusieurs parties de l'arbre *M. oleifera* ont un intérêt nutritionnel qui permet son utilisation dans divers domaines (**Figure 04**).

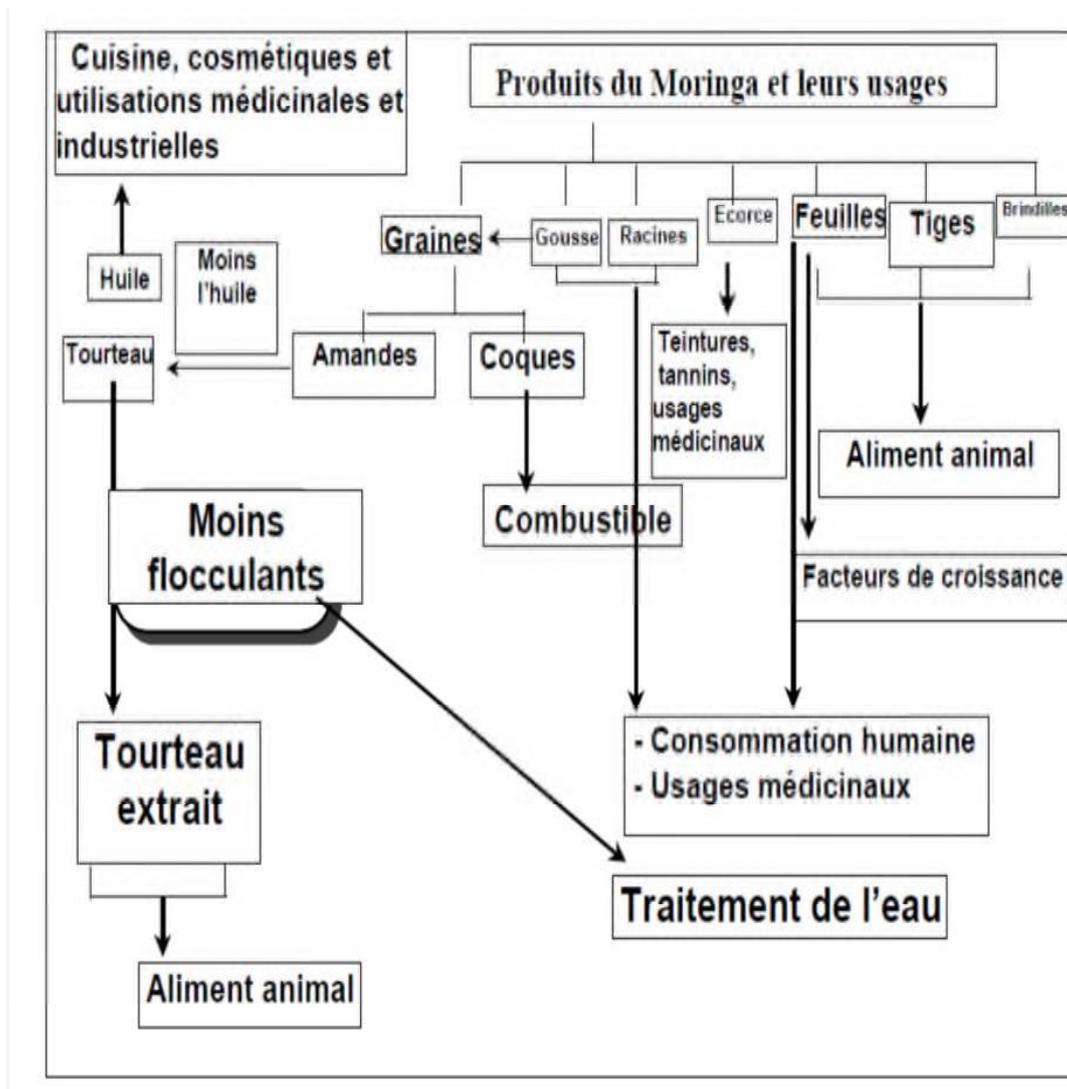


Figure 04: Les principales utilisations des différents organes de *M. oleifera* (Foidl *et al.*, 2001).

### I.6.1. Alimentation humaine

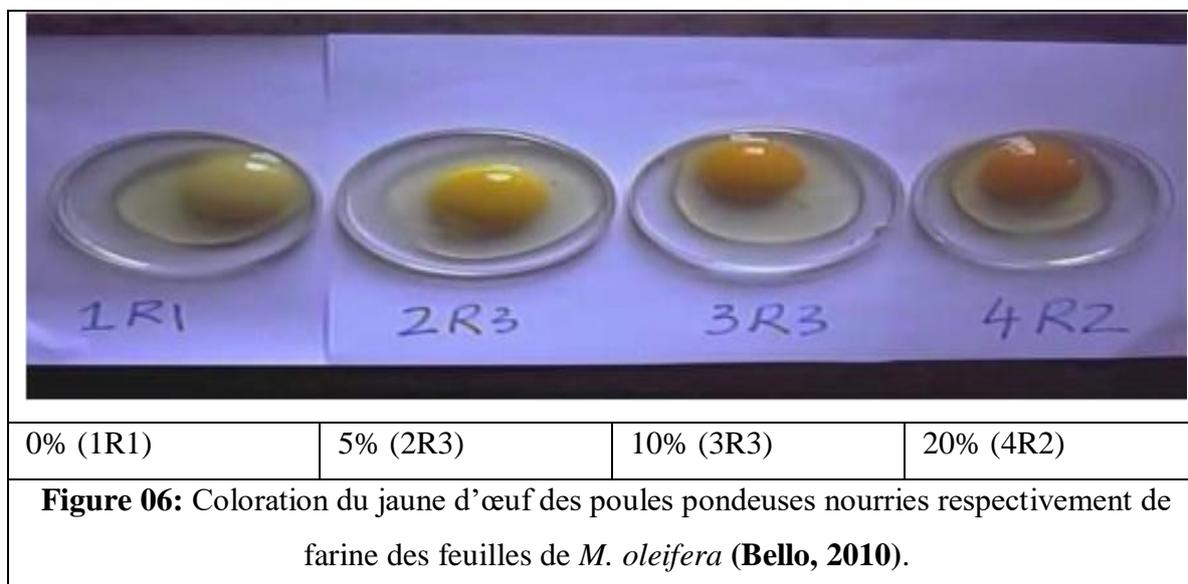
Toutes les parties de la plante rentrent dans la préparation des aliments pour les humains et se consomment partout dans le monde à l'état frais ou sous forme de poudre (Broin, 2005) et même associées aux épices comme le piment. Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade (Foidl *et al.*, 2001), ou utilisées pour la prévention et la correction de la malnutrition en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles (Saint Sauveur et Broin, 2010).



**Figure 05 :** Poudre des feuilles de Moringa ajoutée à un plat (Fahey, 2005).

### I.6.2. Alimentation animale

Moringa représente un grand fourrage pour le bétail de très bonne qualité (Foidl *et al.*, 2001). Les effets positifs sur le taux de croissance chez les moutons (Ben Salem et Makkar, 2009) et un double rendement du lait chez des vaches ont été rapportés par Reyes (2006). Aussi l'incorporation de la farine des feuilles de *M. oleifera* dans les rations des poulets (Paguia *et al.*, 2014) a montré une amélioration significative de la coloration du jaune d'œuf (Figure 06).



**Figure 06:** Coloration du jaune d'œuf des poules pondeuses nourries respectivement de farine des feuilles de *M. oleifera* (Bello, 2010).

### I.6.3. Domaine médical

*M. oleifera* a un énorme potentiel médical, qui a longtemps été reconnu dans le système ayurvédique et unani (**Mughal et al., 1999**). Presque chaque partie de cette plante, y compris la racine, l'écorce, la gomme, les feuilles, les fruits (gousses), les fleurs, les graines et leur huile ont été utilisés pour diverses affections en médecine indigène (**Farooq et al., 2012**).

Toutes ces utilisations n'ont pas encore été vérifiées scientifiquement, mais le Moringa est considéré comme un traitement contre l'anémie, la perte d'appétit et il augmente la lactation des femmes. Il est utilisé pour traiter les douleurs gastriques, l'ulcère de l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colite et il peut être appliqué comme laxatif, purgatif et diurétique. Il est également efficace contre les rhumes, les bronchites, la fièvre et les maux de tête, les rhumatismes, les crampes musculaires, les bleus et les ecchymoses, les infections cutanées, la gale, les mycoses et les piqûres d'insectes. Le Moringa peut être aussi utilisé dans certains cas de diabète pour stabiliser le taux de sucre et la tension artérielle (**Fuglie, 2002**).

### I.6.4. Purification des eaux

*M. oleifera* joue un rôle « d'arbre clarifiant » (Shagarat al Rauwāq) dans le nord du Soudan. Après confirmation scientifique des propriétés flocculantes des graines, que les femmes du village avaient principalement l'utilisé pour traiter l'eau très trouble (**Price, 2007**), la recherche systématique de coagulants naturels était également étendue aux graines d'autres espèces de *Moringa*. Le succès a été obtenu avec *M. peregrina* (Forssk.) Fiori (Égypte), *M. stenopetala* (Bak. F.) coupé. (Kenya), *M. longituba engl* (Somalie), *M. drouhardii* Jumelle (Madagascar) et *M. ovalifolia* Dinter et Berger (Namibie). Comme pour les graines de *M. oleifera*, tous les types de graines étudiés contiennent des coagulants primaires comparables au coagulant conventionnel. Les suspensions de poudre de graines de Moringa appliqué à des doses de 30 à 200 mg/L conformément à la qualité de l'eau brute, pourraient clarifier différents types d'eaux de surface tropicales à turbidité faible, moyenne et haute à l'eau de robinet dans une ou deux heures (**Figure 07**) (**Jahn et al., 1986**). Une élimination efficace de la turbidité est accompagnée d'une élimination des bactéries indicatrices à 98-99%. Le traitement de l'eau domestique avec les graines de Moringa est devenu une technologie peu coûteuse à utiliser pour améliorer la qualité de l'eau et la santé dans les communautés rurales des pays en développement tropicaux (**Foidl et al., 2001**).



**Figure 07:** Eau d'étang non traitée (bouteille à gauche) et traitée avec les graines de Moringa (Fahey, 2005).

### I.6.5. Utilisations industrielles

L'huile des graines de Moringa est utilisée dans les arts et pour la lubrification des montres et autres machines délicates, et utile dans la fabrication de parfums et de coiffures. Le gâteau pressé obtenu après l'extraction de l'huile peut être utilisé comme engrais. Les utilisations industrielles de l'arbre de la baguette incluent l'utilisation de son bois dans les industries du papier et du textile, l'écorce dans l'industrie du tannage et les semences dans la purification de l'eau (Foidl *et al.*, 2001).

### I.7. Stockage des poudres conditionnées

La poudre de feuilles de Moringa peut être stockée un certain temps avant d'être consommée. Dans ce cas, la poudre doit être conservée dans un emballage étanche à l'eau, à l'air et à la lumière, pour préserver le maximum de vitamines et éviter les contaminations microbiennes. Pendant le stockage, le contenu en protéines et en minéraux sera stable pendant une durée de six mois, tandis que la teneur en vitamines peut diminuer jusqu'à 50% de sa valeur pendant la même période.

Une fois l'emballage est ouverte, la poudre de feuilles doit être consommée rapidement (en une semaine) car sa teneur en eau augmentera et l'exposera à des contaminations microbiennes. Pour cette raison, il est conseillé de conditionner la poudre dans des emballages de petite contenance (Saint Sauveur et Broin, 2010).

*Chapitre II*

*Desserts lactés*

## II. Produits laitiers

Ils sont définis comme « les produits dérivés exclusivement du lait, étant donné que des substances nécessaires pour leurs fabrications peuvent être ajoutées, pourvue que ces substances ne soient pas utilisées en vue de remplacer, en tout ou en partie, l'un des constituant du lait » (Luquet Corrieu *et al.*, 2006).

### II.1. Historique des desserts lactés frais (DLF)

Les desserts lactés frais ont d'abord été des préparations traditionnelles ou familiales à base de lait. Entre le XVI<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle, ces préparations pouvaient être sucrées ou salées. Elles étaient servies entre les plats «entremets» pour occuper les convives pendant les banquets. Ce n'est qu'au XIX<sup>e</sup> siècle que l'entremets sucré tel qu'on le connaît aujourd'hui a vraiment pris sa place dans la culture culinaire française.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, les techniques de conservation s'améliorent (pasteurisation du lait, appertisation) et de nouveaux produits apparaissent, en particulier les desserts lactés en boîte appertisée (qui ne répondent donc pas encore au critère du «frais»). Le développement et la généralisation de la conservation par le froid dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, grâce aux réfrigérateurs domestiques et aux rayons frais des grandes surfaces, permettent le développement des DLF.

Aujourd'hui, la maîtrise des technologies de fabrication variées autorise la production d'une gamme très riche de DLF, alliant savoir-faire et innovation et proposant une grande variété de goûts, de textures et de présentations.

Contrairement aux laits fermentés, aux fromages blancs et à la crème fraîche, il n'existe pas de texte réglementaire qui définisse précisément la composition des DLF. En revanche, certaines caractéristiques sont établies par le code de bonnes pratiques de la profession (Syndifrais, 2012).

Les DLF doivent contenir au minimum 50% du lait et d'ingrédients laitiers (par exemple de la poudre du lait ou de la crème) dans leur composition. En pratique, la plupart des DLF ont une teneur en lait et en ingrédients laitiers de 60 à 75% et parfois plus (Syndifrais, 2014).

#### II.1.1. Définition

Les desserts lactés sont des préparations, crémeuses ou gélifiées, comportant une proportion majoritaire du lait ou de crème, de sucre et des arômes et ne bénéficiant pas d'une protection acide. Leur fabrication nécessite un traitement thermique systématique et un conditionnement soigné. Cette grande famille regroupe les laits gélifiés, les mousses, les flans

nappés et les crèmes desserts (**Jeantet et al., 2008**). Ces dernières sont consommées partout dans le monde et elles sont très appréciées du fait de leur grande variété de textures.

Deux principales catégories des desserts lactés sont à distinguer: acide et neutre dont les crèmes desserts appartiennent à cette deuxième catégorie (**Matignon et al., 2014**).

### II.1.2. Types des desserts lactés

La famille des desserts lactés regroupe entre autres les desserts gélifiés (laits gélifiés, flans), les crèmes desserts et les desserts foisonnés (mousses), que l'on distingue par les agents de texture utilisés (épaississants, gélifiants, émulsifiants) (**Branger et Madeleine, 2009**).

- **Dessert gélifiés**

Les desserts gélifiés aromatisés, type flans, sont préparés à partir du lait entier, partiellement écrémé ou écrémé, pasteurisé ou stérilisé. Ils sont obtenus en ajoutant au lait du sucre, des colorants, des épaississants et/ou des gélifiants (dans la limite de 2% de poids du produit fini) et du lait en poudre (**Jeantet et al., 2008**).

- **Crèmes desserts**

Elles sont préparées à partir du lait entier, partiellement écrémé ou écrémé, pasteurisé ou stérilisé. Elles sont obtenues en ajoutant au lait des matières sucrantes, épaississantes, gélifiantes, aromatisants et éventuellement de la crème (**Branger et Madeleine, 2009; Poillot, 2011**).

- **Desserts foisonnés ou mousses**

Ils sont des produits à base du lait additionné de matières sucrantes, de matières aromatisants, œufs et crèmes. L'obtention de leur texture repose sur l'utilisation des agents de texture (gélifiants, épaississants) et éventuellement des agents de foisonnement (**Branger, 2007**).

### II.1.3. Le contrôle microbiologique

Il permet de contrôler l'absence des microorganismes dangereux et le niveau de la flore totale tolérable. Les résultats sont comparés aux critères microbiologiques qui sont établis par des commissions de spécialistes au sein d'organismes internationaux ou nationaux et souvent repris par les différentes législations (**Guiraud et Rosec, 2004**).

### II.1.4. La flore de contamination des desserts lactés

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes qui se trouvent dans le lait, de la collecte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération et d'une flore pathogène (Lamontagne *et al.*, 2002).

- **La Flore d'altération**

Elle cause des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduit la vie des desserts lactés. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas* sp., *Proteus* sp., les coliformes (entérobactéries, bacilles Gram<sup>-</sup>, sporulées, glucose<sup>+</sup>, oxydase<sup>-</sup>, nitrate réductase<sup>+</sup>, aérobies anaérobies facultatives, qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C sont connues comme des coliformes totaux, mais à 44°C sont les coliformes fécaux au bout de 24 h de culture), les bactéries sporulées telles que *Bacillus* sp. et certaines levures et moisissures (Guiraud, 2003; Lamontagne *et al.*, 2010).

- **La Flore pathogène**

Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers capables de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers sont : *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (Lamontagne *et al.*, 2002).

### II.1.5. Le contrôle physicochimique

Les analyses physicochimiques du lait et des produits laitiers sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de ce dernier. Elles sont dans certains cas, communes aussi bien pour la matière première que pour le produit fini (Scriban, 1999).

### II.1.6. L'intérêt nutritionnel

Les desserts lactés sont des produits laitiers; même s'ils contiennent d'autres ingrédients que le lait (sucre, œufs, épaississants...). La part du lait reste toujours la plus importante: plus de 75% dans la majorité des cas, jamais moins de 50%; ce qui assure un bon apport de protéines et de calcium (Paillot, 2011).

### II.1.7. La consommation

À l'échelle internationale, les néerlandais sont les plus gros consommateurs de DLF avec en moyenne un pot de DLF de 100 g consommé tous les trois jours (12,6 kg/pers/an). Les Français sont les deuxièmes consommateurs de DLF (environ un pot tous les quatre jours), suivis par les Allemands et les Espagnols (environ un pot tous les huit à neuf jours). La consommation est beaucoup plus anecdotique dans les autres pays (autour de 0,5kg/pers/an en Italie ou aux États-Unis, soit moins d'un pot tous les deux mois), voire quasi-nulle (Chine, Roumanie et Russie) (**Euromonitor International, 2013**).

Par ailleurs, les DLF « classiques », comme les crèmes desserts et les laits gélifiés, sont les plus consommés (environ 80% du marché) et incluent les DLF destinés aux enfants. Au contraire, les DLF « élaborés », comme les crèmes aux œufs et les îles flottantes, sont consommés de façon plus occasionnelle (environ 20% du marché) et touchent une cible de consommateurs plutôt adultes, notamment seniors.

De nombreuses innovations viennent constamment élargir la gamme de produits existants: +27% de nouveaux produits entre 2010 et 2012 (un nouveau produit correspond à une innovation, un nouvel emballage, une nouvelle formulation ou une nouvelle variété) (**Mintel Group, 2012**). Le dynamisme de ce secteur permet ainsi de proposer un choix abondant de saveurs (traditionnelles: chocolat, vanille, caramel et café; exotiques: mangue, noix de coco; ou nouvelles: réglisse-menthe) et de textures. Mais aujourd'hui, au-delà du plaisir et de la praticité qu'apportent les DLF, les consommateurs recherchent également des produits authentiques (**Harel, 2014**).

## II.2. Crèmes dessert

### II.2.1. Définition

Les crèmes dessert sont des produits à base du lait additionné de matières sucrantes, de matières aromatisants, les agents de texture (gélifiants, épaississants), et éventuellement de crème. La texture présente un caractère épais (visqueux), à la différence des laits gélifiés dont la texture est un gel (**Branger, 2007; Poillot-Peruzzetto, 2011**).

### II.2.2. Composition de la crème dessert

Une crème dessert est habituellement composée du lait, du sucre, d'amidon, du carraghénane (extrait d'algue), du chocolat en poudre (**Korolczuk et al., 2003**), dont la composition de la crème dessert au chocolat est donnée dans le **tableau 6**.

**Tableau N°06** : Composition de la crème dessert chocolat (**Jeantet *et al.*, 2008**).

Composants	Pourcentage (%)
Lait entier	77,35
Sucre	12,30
Crème 40% MG	4,50
Poudre de lait écrémé	3,80
C.M.C	0,30
Gélifiant	0,50
Cacao en poudre	01,70

### II.2.3. Additifs alimentaires de la crème dessert

Les additifs qui jouent un rôle important sur la stabilité physique et la texture de la crème dessert sont les agents de texture (gélifiants, émulsifiants, épaississants); les arômes et les colorants qui jouent un rôle sur le goût, la saveur et la couleur du produit fini (**Guion, 1998**).

Les agents de texture sont des polymères glucidiques ou protéiques (hydro- colloïdes), utilisés pour maintenir ou améliorer la consistance des produits alimentaires, leur viscosité, leur rhéologie ou leur souplesse. Ils présentent de différentes propriétés qui dépendent de la forme que vont adopter les macromolécules en solution, de leur rigidité et de leurs possibilités de s'associer entre elles. Leur pouvoir épaississant varie beaucoup d'un polyside à l'autre, dont certains mélanges de polysides peuvent présenter des phénomènes de synergie assez spectaculaires et ils peuvent avoir plusieurs fonctions et caractéristiques (**Tableau 7**) (**Doublier *et al.*, 2002**).

Tableau N°07: Les fonctions des agents de texture (Branger, 2007).

Agent de texture	Fonction	Conséquence
Emulsifiants	Adsorption à l'interface entre phase aqueuse et phase lipidique, qui diminue la coalescence molécules amphipolaires	Stabilisation de l'émulsion
Epaississants	Gonflement des molécules par hydratation	Augmentation de la viscosité
Gélifiants	Formation d'un réseau tridimensionnel, dans les mailles auquel se logent d'autres molécules ou la phase continue (eau)	Formation d'un gel

### II.2.3.1. L'amidon

L'amidon est un polysaccharide d'origine végétale composé d'unités glucose. Il représente une fraction pondérale importante dans un grand nombre de matière première agricole telle que les céréales (30 à 70%), les tubercules (60 à 90%) et les légumineuses (25 à 50%) (Schoch, 1945).

Le granule d'amidon est constitué de deux macromolécules dont le glucose est l'unique monomère (Schoch, 1945). L'amylose, un polysaccharide à chaîne linéaire, formé d'unités de D-glucose liées par des liaisons  $\alpha$ -1,4 glycosidique (comme dans le maltose). L'amylopectine (ou isoamylose) est un polysaccharide formé de chaîne principales identiques à celles d'amylose (liaison  $\alpha$ -1,4 glycosidique), mais sur lesquelles viennent s'attacher par des liaisons  $\alpha$ -1,6 glucosidiques (Jacques, 2005).

La gélatinisation est l'ensemble des changements physiques des granules d'amidon en milieu aqueux et en présence de chaleur (Eliasson, 2004). L'amidon est insoluble dans l'eau, mais à chaud (70°C), il forme une solution colloïdale qui épaisse en donnant un gel communément appelé empois (Malumba *et al.*, 2010).

### II.2.3.2. Les carraghénanes

La carraghénane est un hydrocolloïde naturel extrait de certaine algue rouge, qui forme un gel en milieu aqueux à des concentrations de 0,1 à 0,5% en présence de calcium et potassium (Romain *et al.*, 2012). Il est formé d'un dimère d'unités alternées de  $\alpha$ -D-1,3 et  $\beta$ -D-1,4 galacto-pyranose. Tous les carraghénanes sont solubles dans l'eau et le lait chaud (75°C), dont la viscosité de la solution limite la solubilité (Zamorano, 1999).

---

Les carraghénanes SIN 407 sont utilisés pour 3 propriétés principales: la formation d'un gel qui peut gonfler en absorbant de l'eau, l'épaississement et la stabilisation des émulsions et des dispersions (**Campo et al., 2009**). En ce qui concerne les produits lactés, les carraghénanes sont incorporés à de nombreux produits tels que les laits aromatisés ou chocolatés, les crèmes épaissies, les glaces industrielles, les flans ou encore les yaourts. Ils jouent alors principalement soit un rôle de stabilisant, permettant le maintien en suspension de fruits ou le maintien d'une émulsion, soit un rôle de gélifiant /épaississant dans le cas des gels à base de lait (flans, crème...) (**Therkelsen, 1993**).

### II.2.3.3. Pectine

Bien que la pectine se produise généralement dans la plupart des tissus végétaux, elle n'a pas la même capacité de gélification, puisque la capacité des pectines à former un gel dépend de la taille et du degré moléculaire de l'estérification, degré de ramification, l'acétylation et la réticulation des molécules de pectine qui affectent également la texture des gels de pectine (**Chang et al., 1994**).

Les réglementations internationales reconnaissent que la pectine est un additif alimentaire de valeur et inoffensif, répertorié sous le code (E 440) (**Manfred et al., 1998**).

La pectine est un hydrocolloïde présent dans tous les végétaux, constituée d'une chaîne principale d'acides galacturoniques liés en (1-4).

Selon **May (2000)** dans toutes les applications de pectine, l'action de la pectine dépend fortement de la dissolution de la pectine, du pH, de la concentration, de la composition ionique, de la concentration et la nature des sucres, et même de la quantité et de la nature de la pectine fournie par le fruit.

**Tableau N°08:** Les caractéristiques de certains agents de texture (**Branger et Madeleine, 2009**).

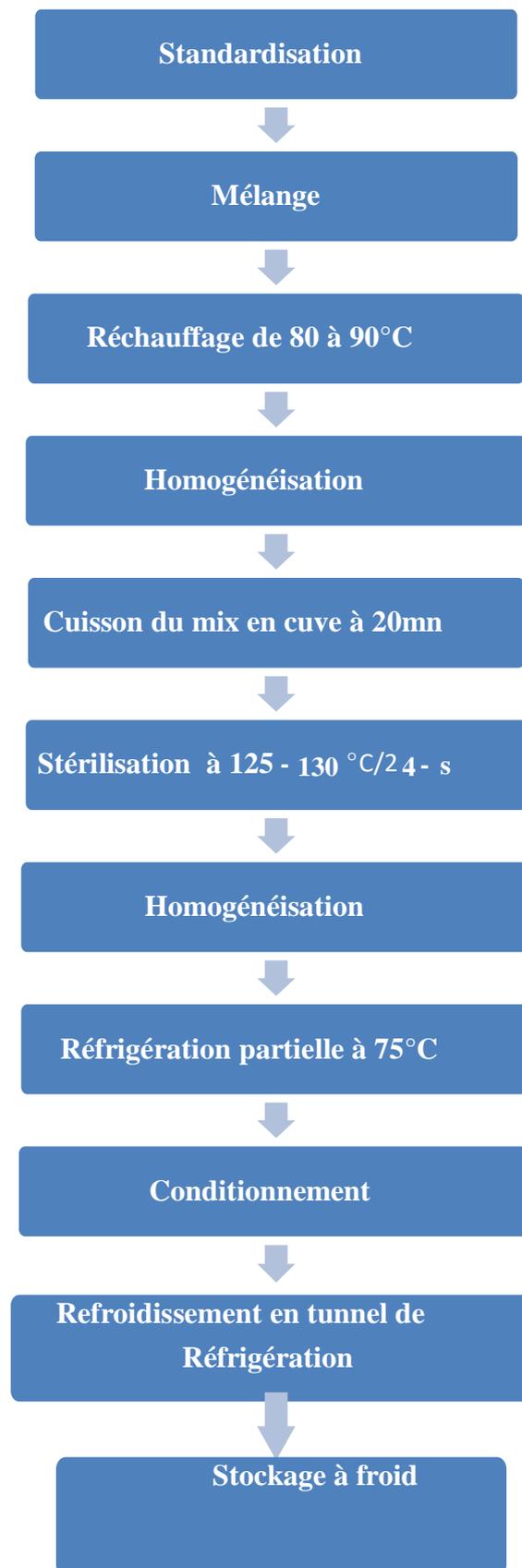
Origine	Nom	Rôle
Grains	Amidon modifié	Gélifiant, épaississant
	Caroube, Guar	Gélifiant, liant
	Pectine	Liant, stabilisant
	Dérivés de cellulose	Epaississant, gélifiant
Algues	Alginates	
	Carraghénanes	
	Agar-Agar	Gel
Microorganismes	Xanthanes	Epaississant
Origine animale	Gélatine	Gélifiant
	Poudre du lait /lactose	Texturant, émulsifiant

#### II.2.4. La technologie de fabrication de la crème dessert

La fabrication comprend plusieurs étapes : la préparation du mix qui correspond au mélange des ingrédients : lait, agents de texture, sucre, parfum et l'eau de reconstitution. Cette étape est suivie par un traitement thermique et par une homogénéisation. Une stérilisation du mélange est effectuée avant le refroidissement et le conditionnement (**Figure 8**) (**Luquet, 1999**).

- **La préparation du mix**

Le lait écrémé ou non, concentré ou non, est pasteurisé à une température de l'ordre de 90°C. Il est normalisé en matières grasses par un apport de crème et enrichi en matière sèche par addition du lait en poudre ou du lait concentré. Ce produit est conservé à basse température quelques heures ou même une nuit avant l'incorporation d'autres ingrédients (agents de texture, sucre, arôme, cacao et.), généralement au froid pour éviter la formation de grumeaux (**Poillot, 2011**).



**Figure 08:** Diagramme de fabrication de la crème dessert (Boudier, 1990).

- **La stérilisation**

Lorsque l'amidon a été empesé, le mélange va subir une stérilisation en continu à haute température (voisine de 135°C), pendant quelques secondes (2 à 4 s) sur un échangeur à plaque. Cette stérilisation permet une conservation du produit et elle est nécessaire car les desserts n'ont pas de protection acide.

- **Le refroidissement et conditionnement**

Après la stérilisation, mais avant le conditionnement, le produit est refroidi partiellement (température proche de 75 à 80°C) et on dit alors qu'il est conditionné à chaud. Le produit conditionné est refroidi par passage dans un tunnel. Le conditionnement à chaud assure une meilleure hygiène au produit et minimise les risques d'altération microbiologique.

- **Le stockage et la conservation**

Le stockage en chambre froide (+6°C) est indispensable pour assurer la conservation. La chaîne de froid doit être maintenue jusqu'à la vente au consommateur. La durée de conservation est laissée à l'appréciation du fabricant, généralement 2 à 3 semaines au froid (+6°C) (**Poillot, 2011**).

### **II.2.5. Les défauts généralement rencontrés**

Les défauts de fabrication de la crème dessert sont d'ordre physicochimique (exsudation du sérum due à un extrait sec trop faible ou un chauffage insuffisant), d'ordre bactériologique (contamination par des *Leuconostoc* qui sont gazogènes et/ou moisissures et les levures) ou encore d'ordre thermodynamique (séparation de phases) (**Jeantet et al., 2008**).

# *Chapitre III*

## *Synthèse des travaux des autres*

### III. Analyses chimiques de la poudre des feuilles de *M. oleifera*

À partir des travaux déjà conduits sur la détermination de la composition chimique de la poudre des feuilles de *M. oleifera*, nous avons résumé l'ensemble des résultats obtenus dans les tableaux suivants.

#### III.1. Matière grasse

Le tableau 9 représente les résultats notés pour quelques travaux concernant la teneur en matière grasse des feuilles de *M. oleifera*.

**Tableau N°09 :** Teneur en matière grasse (MG) de la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Méthode d'extraction	Variété	MG (g/100g)	Référence
1	(AFNOR)	<i>M.stenopetala</i>	7,85± 0,28	Ndong <i>et al.</i> , (2007)
			7,50 ± 0,27	
2	Soxhlet	<i>M.oleifera</i>	2,3	Price, (1985)
3			15,5 ± 0,07	Zongo <i>et al.</i> , (2001)

Les feuilles de la plante d'intérêt sont un légume de bonne qualité nutritionnelle. Elles contiennent 8g de lipides/100g de matière sèche (MS), avec un pourcentage important en acides gras essentiels **Fuglie (2002)**.

Selon les travaux réalisés par **Fuglie (2002)**, **Richter *et al.* (2003)**, **Ndong *et al.* (2007)** et **Olugbemi *et al.* (2010)**, la matière grasse contenue dans les feuilles de *M. oleifera* varie entre 2,3 et 10% par rapport la matière sèche.

D'après les résultats de la matière grasse (Tableau 09), les valeurs trouvées par **Ndong *et al.* (2007)** de l'ordre de 7,50g et 7,85g/100g de MS se concordent bien avec les données des chercheurs mentionnées ci-dessus. Par contre, la valeur révélée par **Zongo *et al.* (2001)** qui correspond à 15,7g/100g de MS est plus élevée. Cette différence est probablement due à l'origine géographique, les facteurs génétiques et la période de récolte des feuilles de la plante et la variété.

#### III.2. Taux de cendre

Le tableau 10 résume les résultats de taux en cendres des feuilles de *M. oleifera* pour cinq différents articles.

Tableau N°10 : Taux de cendres de la poudre des feuilles de *M. oleifera*

Document	Méthode utilisée	Variété	Cendre (%)	Référence
1	(AFNOR) Méthode par incinération	<i>M.oleifera</i>	10,2 ± 0,02	Zongo <i>et al.</i> , (2001)
2		<i>M. stenopetala</i>	10,68 ± 0,90	Ndong <i>et al.</i> , (2007)
		<i>M.oleifera</i>	11,39± 0,66	
3			12,5	Tedonkeng Pamo <i>et al.</i> , (2005)
4			13,6	Faihun, (2019)
5	2,38±0,06	Houndji <i>et al.</i> , (2013)		

D'après les travaux de **Houndji *et al.* (2013)**, le taux en cendres obtenu au début de la conservation de la poudre des feuilles de *M. oleifera* est de 2,36%. Ils ont constaté que cette valeur reste constante même après 18 mois de conservation avec une très faible modification pour atteindre en moyenne 2,38%. Ces valeurs sont proches de celles trouvées par **Rozier et Bolinot (1985)** et **Leyral et Vilerling (1997)** durant les analyses réalisées sur certains produits alimentaires séchés.

Les minéraux occupent une part modeste de la matière sèche des feuilles de *M. oleifera* avec des teneurs de 0,6 à 11,42% de la MS (**Mahan Makado *et al.*, 2017**).

Selon **Moringanews (2005)**, la teneur moyenne de minéraux des feuilles de *M. oleifera* est de 12g/100 g de MS. D'après les résultats du tableau 10, on déduit que les valeurs obtenues (10,2%, 10,68%, 11,39%) sont très proches à cette moyenne. Les deux taux de 12,5% et 13,6% sont un peu plus élevés, qui peuvent être attribué à l'influence de l'origine géographique, le type de sol, les conditions climatiques et la maturité des feuilles.

### III.3. Teneur en protéines totales

Le tableau 11 récapitule l'ensemble des résultats de la teneur en protéines totales de la poudre des feuilles de *M. oleifera* tirés à partir de quatre travaux différents.

Selon **Michel Biton (1993)**, le traitement thermique modifie la nature et la teneur des protéines par l'effet de cuisson plus important que ceux observés classiquement. Elle provoque une hydrolyse partielle aboutissant à la formation de polypeptides et des acides aminés.

**Tableau N°11** : Teneur en protéines totales dans la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Méthode	Variété	Protéines totales (%)	Référence
1	(AFNOR) Méthode de Kjeldahl (1883)	<i>M. stenopetala</i>	35,03± 0,01	<b>Ndong et al., (2007)</b>
2		<i>M.oleifera</i>	39,69 ± 0,01	
3			21,8 ± 0,7	<b>Zongo et al., (2001)</b>
4			26,37	<b>Tedonkeng Pamo et al., (2005)</b>
			27,1	<b>Price, (1985)</b>

Les feuilles de *M. oleifera* sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35% de la MS (**Makkar et Becker, 1996**) avec très peu de gras et de glucides (**Price, 1985**).

Selon **Mélanie Broin (Moringnews, 2005)**, la teneur moyenne de protéines totales des feuilles de *M. oleifera* est de 25 g/100 de MS. Donc à partir des données du tableau 11, on déduit que les valeurs des teneurs en protéines de 21,8% ; 26,37% et 27,1% sont très acceptables et en accord avec celles antérieurement précisées.

La teneur la plus élevée de l'ordre de 39,69% (**Ndong et al., 2007**) peut être expliquée par l'influence du type de sol et les conditions climatiques.

#### III.4. Sucres totaux

Le tableau 12 représente les résultats du taux des sucres totaux de la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

**Tableau N°12** : Taux des sucres totaux de la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Méthode	Variété	Sucres totaux (%)	Référence
1	(AFNOR) Calculés par différence	<i>M. stenopetala</i>	35,33	<b>Ndong et al., (2007)</b>
2		<i>M.oleifera</i>	38,24	
3	(ISO) Chromatographie(CLHP)			39,6 ± 0,0
			49,52 ± 0,00	<b>Tchiégang et Aissatou, (2004)</b>

Le taux en sucres est calculée par différence : 100g d'aliment-(eau+matières grasses+ protéines +cendre).

Selon **Zarkadas *et al.* (1995)**, la teneur en fibres des feuilles de *M. oleifera*, notamment en cellulose brute, varie entre 9,13 à 28,2% de la matière sèche. Mais selon **Mélanie Broin (Moringnews, 2005)**, la teneur moyenne en glucides des feuilles de *M. oleifera* est de 40 g/100g de MS. Une moyenne très proche a été précisée par le groupe de médecine de la nature (**ONG**), où le taux en carbohydrates dans la même poudre est de l'ordre de 38,2 g/100g de MS.

Toutes les données présentées dans le tableau 12 sont en concordance avec les gammes précédemment notées, à part pour la valeur de 49,52% (**Tchiégang et Aissatou, 2004**). Cette valeur peut être interprétée sur la base des points suivants :

- La présence des fibres alimentaires dans l'échantillon qui restent liés aux polysaccharides (cellulose) ;
- L'utilisation des méthodes de travail différentes.
- La variété.

### III.5. Vitamine C

La teneur moyenne en vitamine C de la poudre des feuilles de *M. oleifera* varie d'une référence à l'autre : elle est de l'ordre de 17,3mg/100g de MS selon **Fuglie (2002)**, mais varie entre 15-100 mg/100 g de MS d'après **Melanie Broin (Moringnews, 2005)**.

D'après les données du tableau 16, les deux valeurs de 17,3mg et 19 mg/100g de MS sont en accordance avec les moyennes déjà données. Mais une teneur plus faible a été révélée par **Toury *et al.* (1963)** (9,18 mg/100g de MS), car les mauvaises conditions de séchage peuvent provoquer une contamination du produit.

**Tableau N°13** : Teneur en vitamine C de la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Vitamine C (mg/100g)	Méthode	Référence
1	17,3	(AFNOR) Microfluorométrie	<b>Price, (1985)</b>
2	19,0 ± 0,2		<b>Zongo <i>et al.</i>, (2001)</b>
3	9,18		<b>Toury <i>et al.</i>, (1963)</b>

### III.6. $\beta$ -carotène (provitamine A)

*Moringa* représente une source intéressante en vitamine A qui s'absorbe dix fois mieux que celui fabriqué synthétiquement. Les feuilles de *Moringa* contiennent plus de  $\beta$ -carotène

que la carotte, concrètement, dans 100 g de poudre des feuilles séchées de *Moringa*, il y a 18,9-19 mg/100g de MS (Fuglie, 2002 ; Landinfo, 2003).

La vitamine A des feuilles fraîches ou séchés de *Moringa* est utilisable biologiquement de manière optimale et peut effectivement compenser la carence aussi bien chez les animaux que chez l'homme (Landinfo, 2003).

Les résultats du tableau 14 montrent que la poudre de feuilles de *Moringa* contient une teneur élevée en  $\beta$ -carotène qui peut atteindre une valeur de 19.8 mg/100g de MS.

**Tableau N°14** : Résultats de la teneur en  $\beta$ -carotène dans la poudre des feuilles de *M. oleifera*

Document	Vit A (mg/100g)	Méthode	Référence
1	2,8 ± 0,03	(AFNOR)	Zongo <i>et al.</i> , (2001)
2	19.8	Chromatographie liquide à haute performance (CLHP)	Millogo-Koné <i>et al.</i> , (2008)
3	18,9		Price, (1985)

Plusieurs paramètres peuvent affecter la teneur de cette vitamine, notamment :

- Le type de séchage de la matière première et les mauvaises conditions pratiquées durant cette étape sont capables de réduire la teneur.
- Par contre, la modification de la zone de récolte, l'origine géographique, les facteurs génétiques ainsi que la période de la récolte participent parfois dans l'amélioration du taux de la vitamine A dans les feuilles de *M. oleifera*.

### III.7. Calcium

D'après les données du tableau 13, nous pouvons conclure que les feuilles de *M. oleifera* peuvent être considérées comme une bonne source de calcium. Selon Fuglie, (1999; 2000), la teneur en calcium dans les feuilles de *Moringa* sont plus élevées par rapport à celle du lait et qui couvre presque 40% de la demande en calcium (Price, 1985).

**Tableau N° 15** : Teneur de calcium dans la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Méthode	Variété	Ca (mg/100g)	Référence
1	(AFNOR) Spectrophotométrie	<i>M. stenopetala.</i>	1457,58 ± 47,77	Ndong <i>et al.</i> , (2007)
		<i>M.oleifera.</i>	1526,74 ± 50,03	

2	d'absorption atomique	<i>M.oleifera.</i>	2550 ± 45	Zongo <i>et al.</i> , (2001)
3			2450±150	Tete–Benissan <i>et al.</i> , (2012)
4			2 003	Price, (1985)

D'après le tableau 13, on note que les valeurs 1,457g, 1,526 g et 2, 003g/100g de MS sont très proches de la moyenne du taux de calcium dans les feuilles de *M. oleifera* qui est de l'ordre de 2,1 g/100g de MS (Mélanie Broin, Moringnews, 2005).

Les teneurs qui sont plus élevées par rapport à cette moyenne sont probablement en relation avec l'effet des conditions climatiques, le type du séchage et de sol.

### III.8. Le fer

Le fer est un élément essentiel de l'hémoglobine et la myoglobine pour le transport de l'oxygène et les processus de la croissance et de la division cellulaire. Les feuilles de *M. oleifera* contiennent une très grande concentration en minéraux y compris le fer (Fuglie, 2002; Mbora *et al.*, 2004).

Selon Fuglie (2002), Mélanie Broin et Armelle de Saint Sauveur (Moringnews, 2005), la teneur moyenne de fer des feuilles de *M. oleifera* est entre 18-28,2 mg/100g de MS.

A partir du tableau 15, nous constatons que les trois premières valeurs sont en accord avec l'intervalle déjà donné, par contre la valeur de 37,9 mg/100g de MS est plus élevée. Cela est dû à plusieurs raisons telles que le type de sol, les conditions climatiques et la maturité de la plante.

**Tableau N°16 :** Résultats de la teneur en fer dans la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Document	Méthode	Variété	Fer (mg/100g)	Référence
1	(AFNOR) Spectrophotométrie d'absorption atomique	<i>M. stenopetala</i>	18,39 ± 0, 60	Ndong <i>et al.</i> , (2007)
		<i>M.oleifera</i>	18,86 ± 1,20	
2	20 ± 6		Tete–Benissan <i>et al.</i> , (2012)	
3	37,9 ± 0,13		Zongo <i>et al.</i> , (2001)	

# *Chapitre IV*

## *Partie Expérimentale*

## IV. Partie expérimentale

### IV.1. Matériel végétal

L'échantillon utilisé dans cette étude, qui correspond aux feuilles de *M. oleifera*, a été récolté dans la Wilaya de Oued-Souf en mois de Décembre 2019. Après avoir trié et nettoyé les feuilles, celles-ci sont mises à sécher sur un filet à l'air libre et à l'abri de la lumière, puis broyées à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue a été ensuite tamisée afin d'avoir une poudre dont la taille des particules est inférieure à 500  $\mu\text{m}$  puis conservée dans des récipients en verre à l'abri de la lumière pour éviter toute détérioration de l'échantillon jusqu'à le jour d'utilisation.



**Figure 09 :** Photographie des feuilles sèches et la poudre des feuilles des *Moringa oleifera*.

### IV.2. Incorporation de la poudre des feuilles de *M. oleifera* dans la crème dessert

L'objectif de notre partie expérimentale est l'évaluation de l'enrichissement des crèmes dessert au chocolat par la poudre des feuilles de *M. oleifera*. Le type de la crème dessert choisi est fabriqué par la laiterie **HODNA-Lait**, dont le processus de production et la composition chimique sont présentés dans l'Annexe I.

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons testé trois concentrations différentes de l'ordre de 1%, 2% et 3% de la poudre des feuilles de *M. oleifera* ajoutée à la crème dessert. Les produits obtenus sont évalués par un panel de dégustateurs composé de 30 personnes recrutés selon leur disponibilité et leur motivation pour participer à l'étude. L'évaluation a été

réalisée par comparaison à un témoin correspondant à la crème dessert avec à 0% de la poudre des feuilles.

### **IV.3. Analyse sensorielle**

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (**Tariket, 2016**). Elle se base sur l'analyse et la description des propriétés organoleptiques des produits par les organes du sens.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement :

- L'apparence (couleur, aspect) révélée par la vision.
- La saveur (arôme, saveur) révélée par le goût.
- La texture (résistance, consistance) révélée par le toucher.

La qualité sensorielle des crèmes dessert obtenues a été évaluée. Cette analyse sensorielle comporte les critères de qualité les plus élémentaires de la dégustation, à savoir l'appréciation de l'aspect général et de la saveur.

Le test de dégustation réalisé est basé sur une fiche de dégustation. Il s'agit de présenter les différentes crèmes dessert fabriquées aux dégustateurs de manière anonyme. Donc, il faut servir aux sujets une quantité suffisante qui leurs permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent. Les pots ont été codés en A, B, C, D.

Pour neutraliser les impressions gustatives, il faut prendre un peu du pain puis un peu de pomme et finalement le lavage buccal qui doit se faire avec de l'eau.

### **IV.4. L'échelle métrique**

Les échelles de note métrique ont des divisions de 5 à 10, critère de diapason de variation de qualité, il facilite la mémorisation des échantillons, c'est l'échelle de 5 points qui est utilisée :

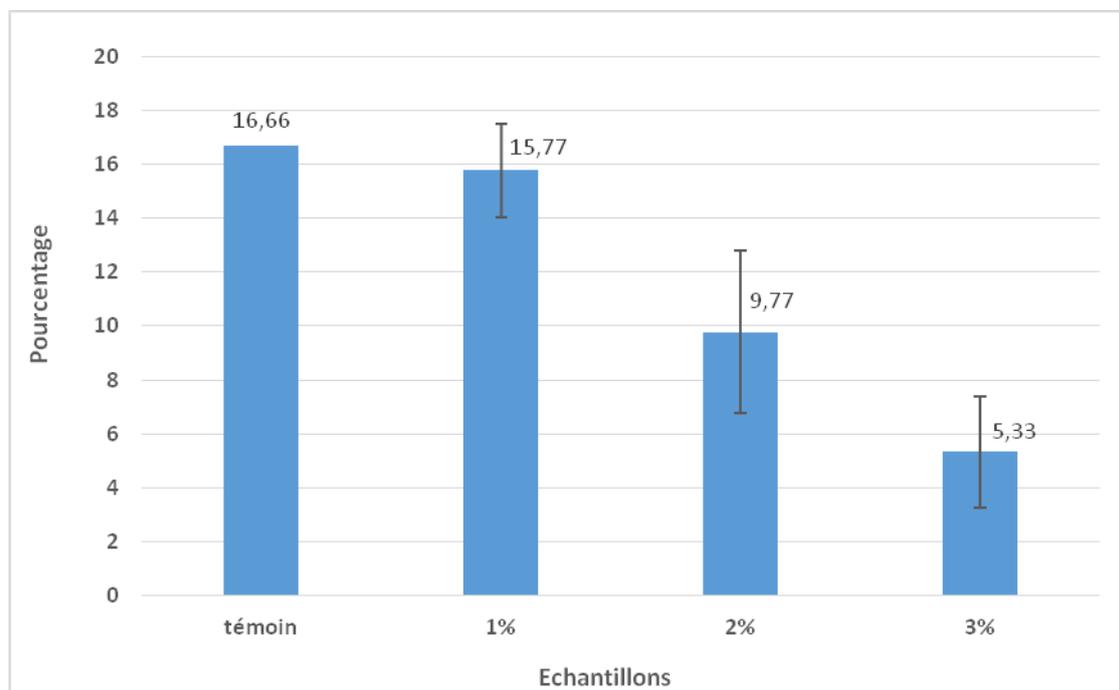
- 1 point : le produit est non standard, impropre à la consommation.
- 2 point : le produit est de qualité insatisfaisante mais d'utilisation possible.
- 3 point : le produit est de qualité satisfaisante.
- 4 point : le produit est de bonne qualité.
- 5 point : le produit est de qualité excellente.

### IV.5. Résultats de l'analyse sensorielle des produits obtenus

Les résultats du test de dégustation des quatre crèmes dessert élaborées (témoin, 1%, 2% et 3% de la poudre des feuilles de *M. oleifera*) sont présentés sous forme de graphes pour chaque caractère à part (couleur, aspect, texture, odeur et goût), où les valeurs sont indiquées en moyenne  $\pm$  écartype et exprimées en pourcentage.

#### IV.5.1. Couleur

La Figure 10 présente les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon la couleur.



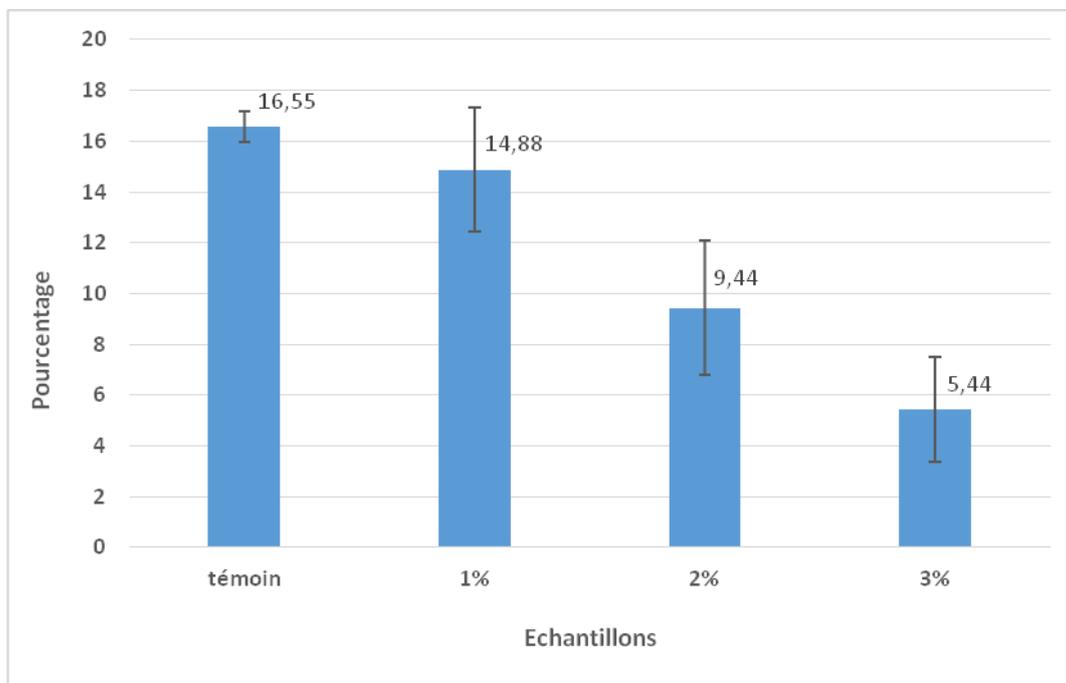
**Figure 10 :** Les résultats de l'appréciation des produits élaborés selon la couleur.

L'analyse de la couleur des quatre échantillons de crème dessert a révélé une préférence pour le témoin et le crème dessert à 1%. Les moyennes et les écarts-types des deux autres crèmes dessert sont significativement différentes.

Les résultats obtenus indiquent que l'écartype de produit témoin est inférieur à ceux des crème dessert à 1%, 2% et à 3%, ce qui nous montre que les dégustateurs préfèrent la couleur du crème dessert témoin avec une faible affinité pour les autres produits à base de la poudre de *M. oleifera*.

### IV.5.2. Aspect

Les résultats de l'appréciation des produits obtenus selon l'aspect sont illustrés dans la Figure ci-après.



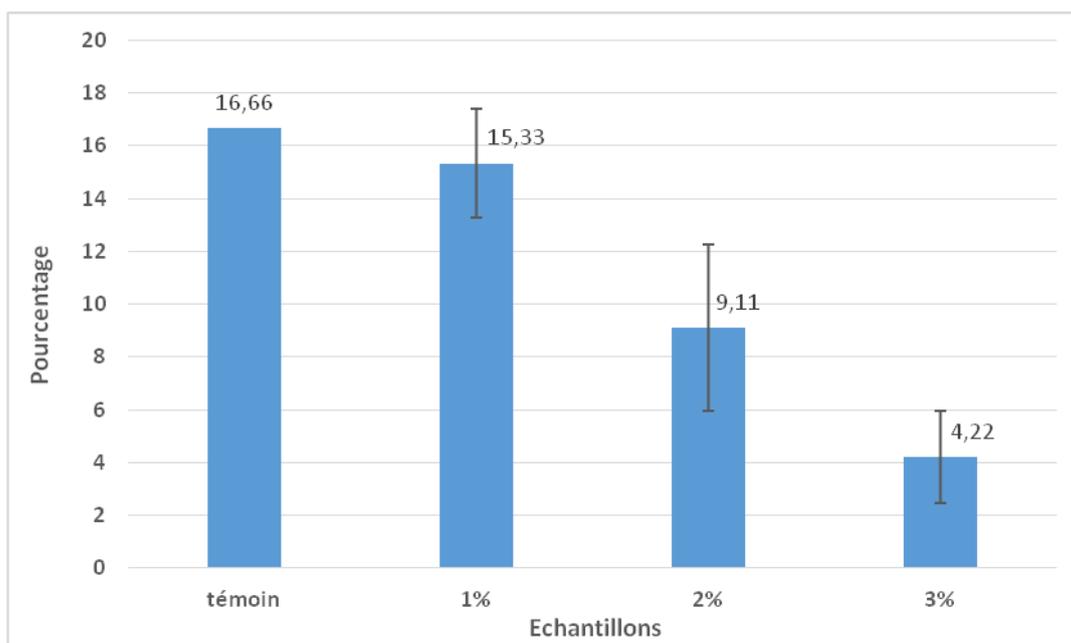
**Figure 11 :** Les résultats de l'appréciation des produits obtenus selon l'aspect.

Pour ce paramètre nous avons constaté une préférence pour le témoin et le crème dessert à 1%. Les concentrations les moins appréciées par les dégustateurs sont celles à 2% et à 3% de la poudre des feuilles.

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que l'écart type du témoin est plus faible par rapport aux écarts types des crèmes dessert à 1%, 2% et à 3%, ce qui signifie que l'aspect de la crème dessert témoin est le plus apprécié.

### IV.5.3. Texture

Les résultats de l'appréciation des produits obtenus selon la texture sont présentés dans la Figure 12.



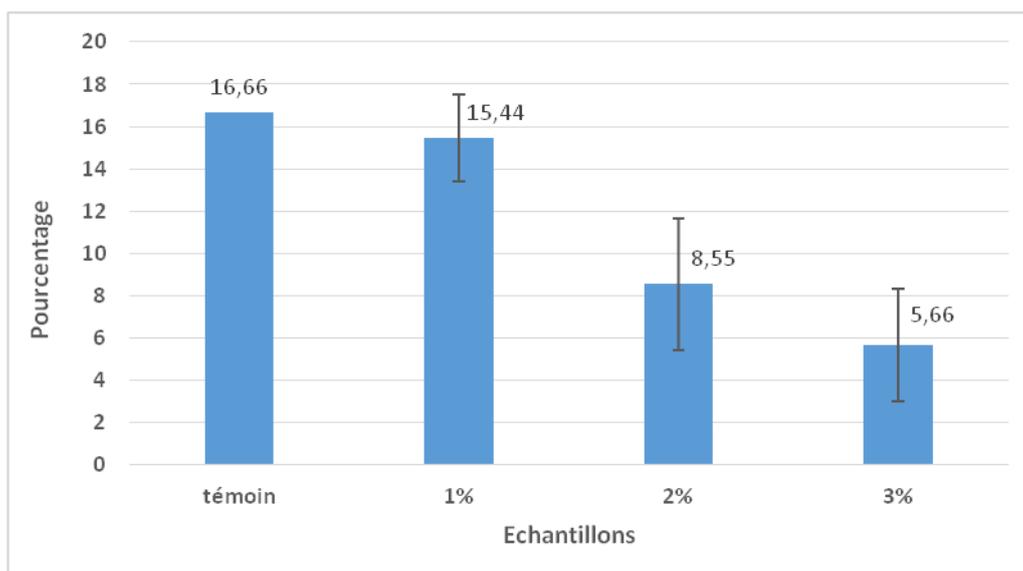
**Figure 12 :** Les résultats de l'appréciation des produits obtenus selon la texture.

Concernant la texture des produits élaborés, nous avons remarqué également une préférence pour le témoin et la crème dessert à 1%. La texture de la crème dessert à 2% était acceptable par rapport à celle à 3%.

D'après l'écart type, nous remarquons que pour l'ensemble des textures obtenues, il y a une acceptabilité intéressante pour le produit témoin par rapport aux autres produits.

#### IV.5.4. Odeur

L'appréciation des quatre produits selon l'odeur est résumée dans la Figure 13.



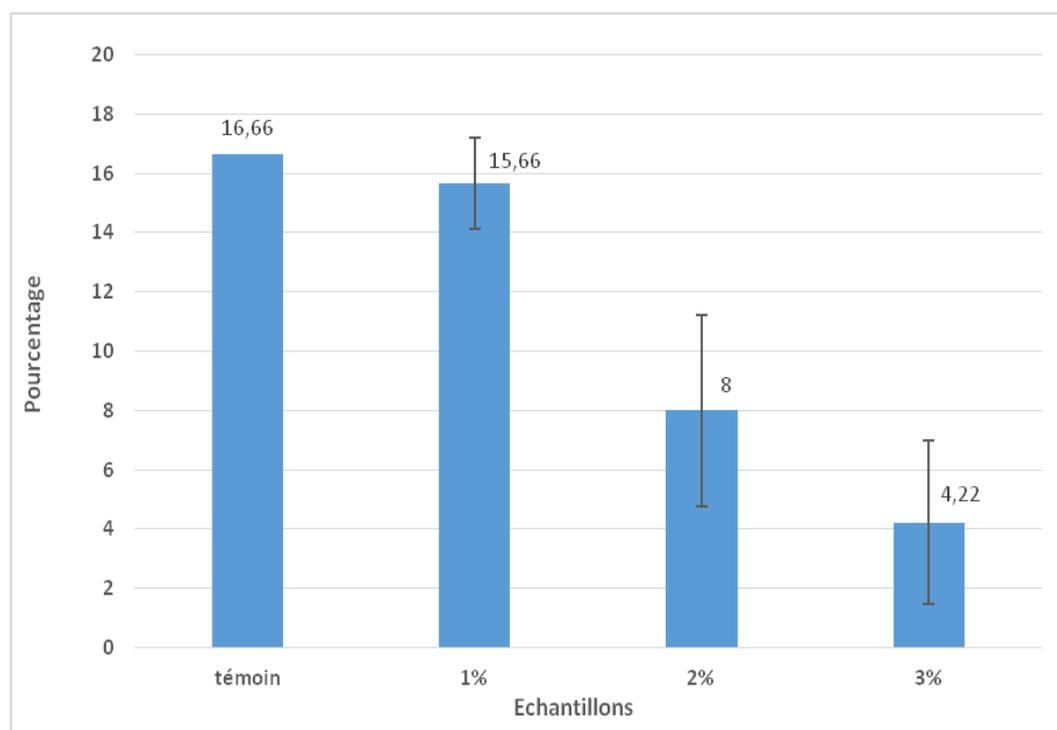
**Figure 13 :** Les résultats de l'appréciation des quatre produits selon l'odeur.

Les moyennes obtenues pour l'odeur des quatre crèmes desserts sont significativement différentes. Il ressortit une préférence pour l'odeur du crème dessert témoin, suivi de celle à 1% de la poudre des feuilles de *M. oleifera*.

Malgré que le témoin et la crème dessert à 1% de la poudre ont presque la même odeur, mais les résultats de l'écart type obtenues des échantillons sont différents, ce qui montre que les dégustateurs préfèrent l'odeur du produit témoin.

#### IV.5.5. Goût

L'appréciation des produits selon le goût est illustré dans la Figure 14.

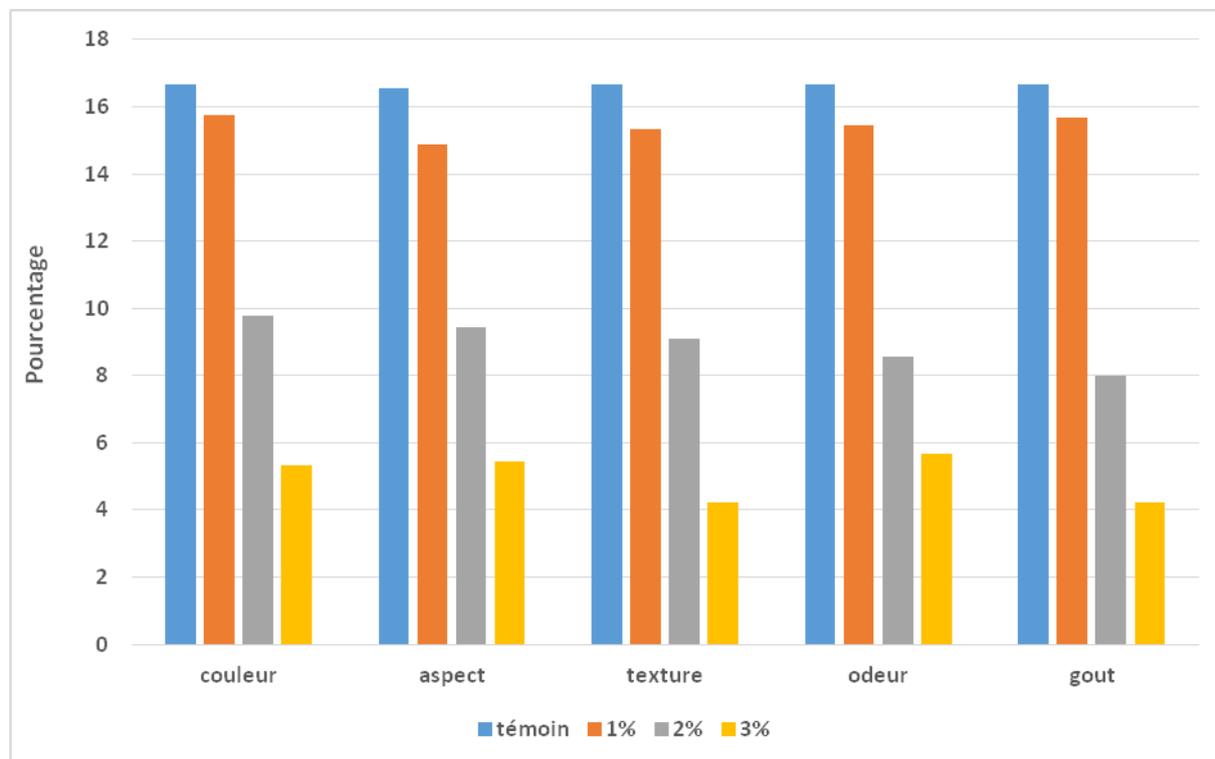


**Figure 14:** Les résultats de l'appréciation des produits selon le goût.

Pour le dernier caractère, le pourcentage des moyennes et des écarts types sont significativement différents au niveau des tests du goût. La crème dessert témoin vient en tête de la préférence suivi de la crème dessert à 1% de la poudre des feuilles de *M. oleifera*. Les concentrations les moins appréciées par les dégustateurs sont celles à 2% et à 3% de la poudre des feuilles.

#### IV.5.6. Test globale de dégustation

Les résultats globaux de test de dégustation sont présentés dans la Figure 15.



**Figure 15:** Influence de l'incorporation de la poudre des feuilles de *M. oleifera* à différentes concentrations sur l'acceptabilité de la crème dessert au chocolat.

La Figure 15 représente le pourcentage des moyennes des notes de chaque descripteur pour les différentes crèmes dessert enrichies avec 0%, 1%, 2% et à 3% de la poudre des feuilles de *M. oleifera*. La synthèse des données du panel de dégustation, illustré par la figure N°15, révèle que la crème dessert témoin est la mieux appréciée pour chacun des critères de l'analyse sensorielle.

- La crème dessert à 3% est la moins appréciée par les dégustateurs pour tous les critères.
- La crème dessert à 1% se classe en 2<sup>ème</sup> position pour les critères de couleur, aspect, texture, odeur et goût.
- La crème dessert à 2% se classe en 3<sup>ème</sup> position.

# *Conclusion*

### Conclusion

Le présent travail a pour but d'étudier l'effet de l'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* cultivé dans le sud de l'Algérie dans la fabrication des crèmes desserts et la détermination de l'impact de cette incorporation sur la qualité nutritionnelle et culinaire ainsi que l'activité antioxydante du produit fini.

Grace à la qualité nutritionnelle et la composition biochimique de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*, déjà élaborées par plusieurs travaux, son incorporation dans la formulation du crème dessert au chocolat a induit un enrichissement qualitatif et quantitatif significatif du contenu en éléments nutritifs (matière minérale, protéines, matière grasse, sucre, vitamines).

Toutefois, l'analyse sensorielle nous a révélé une faible acceptabilité du crème dessert enrichi par rapport au témoin. Cet inconvénient pourrait être pris en charge par l'étude de l'effet éventuel des traitements à même de corriger les problèmes du goût ou combiner cette utilisation avec l'incorporation d'arômes naturels.

Au terme de ce travail, l'enrichissement des crèmes desserts par la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* est possible et intéressant à double titre : d'une part la préparation de ces crèmes desserts enrichis permet de diversifier le marché local, d'autre part il permet d'obtenir des crèmes dessert de meilleure qualité pour prévenir et traiter les carences alimentaires.

En fin, nous pouvons conclure que la poudre des feuilles de *moringa oleifera* peut être considérée comme un agent conservateur très prometteur pour l'industrie alimentaire capable d'empêcher l'oxydation des aliments et de réduire la croissance micro-organismes responsable d'altération des aliments.

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

- Etudier l'effet de taux plus élevés de poudre de *MO* sur la qualité du crème dessert.
- Effectuer des recherches plus approfondie sur le pouvoir antioxydant.
- Amélioration de la qualité organoleptique de la poudre de *Moringa* par application de moyens de traitement ainsi que la possibilité de l'associer à un arôme naturel.
- Une analyse physico chimique est nécessaire pour évaluer la composition de nos crèmes desserts enrichis.
- Application de l'extrait de feuille de *Moringa* dans la crème dessert.

*Références  
Bibliographiques*

**A**

**Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. et Gilani, A. H., (2007).** "Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses." *Phytotherapy research*, 21(1), 17-25.

**B**

**Bello, H., (2010).** *Essai d'incorporation de la farine de feuilles de Moringa oleifera dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique*, Thèse soutenue à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

**Bennett, R. N., Mellon, F. A., Foidl, N., Pratt, J. H., Dupont, M. S., Perkins, L., et Kroon, P. A., (2003).** "Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L." *J Agric Food Chem*, 51(12), 3546-3553.

**Ben Salem, H., et Makkar, H., (2009).** Defatted *Moringa oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 150: 27-33.

**Besse, F., (1996).** *Moringa oleifera* LAM ; L'arbre du mois, Le Flamboyant no 40, 4-7p.

**Branger, A., (2007).** Alimentation et processus technologiques, Educagri Editions

**Broin, M., (2005).** Composition nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA, 5p.  
Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

**Boudier J-F., (1990).** Produits frais. In : Lquet F.M. Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Edition Lavoisier. Paris. p 35 -65

**Butterfield, D. A., Castegna, A., Pocernich, C. B., Drake, J., Scapagnini, G., et Calabrese, V., (2002).** "Nutritional approaches to combat oxidative stress in Alzheimer's disease." *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(8), 444-461.

**C**

**Campo, V.L., Kawano, D.F., Silva Jr, D.B., Carvalho, I., (2009).** Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis: A review. *Carbohydrate Polymers* 77, 167-180.

**Chang, K.C., Dhurandhar, N., You, X. et Miyamoto, A., (1994).** Cultivar/location and processing methods affect the quality of sunflower pectin. *J. Food Sci.*, 59: 602.

**D**

**Delpha ISIS., (2011).** Moringa (*moringa oleifera lam*): current uses and pharmacological interest.

**Doublier, J., Thibault, J., (2002).** "Agents épaississants et gélifiants de nature glucidique. Additifs and auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaire. J." L. Multon. Paris, Lavoisier: 373-414.

**E**

**Euromonitor International., (2013).** Données spécifiques pour Syndi-frais; 2013.

**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), 1-15.

**Fahey, J. W., Zalcmann, A. T. et Talalay, P., (2001).** "The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants." *Phytochemistry*, 56(1), 5- 51.

**Farooq, F., Rai, M., Tiwari, A., Khan, A. A., et Farooq, S., (2012).** "Medicinal properties of Moringa oleifera: An overview of promising healer." *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(27), 4368-4374.

**Foidl, N., Makkar, H. et 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.*

**Foidl, N., makkar, H.P.S. et becker, K., (2001).** Potential de moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie . Casa N°5, Managua.

**Fuglie, L., (2000).** "New Uses of Moringa Studied in Nicaragua. ECHO Development Notes# 68, June, 2000". City.

**Fuglie, L., (2002).** "Noms vernaculaires du Moringa oleifera (163-167) In: L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa." *Wageningen: CTA.*

**Fuglie, L. J., (1999).** "The miracle tree: Moringa oleifera, natural nutrition for the tropics."

**Fuglie, L. J., (2001).** Combating malnutrition with Moringa. Development potential for Moringa products. Dar es Salaam, Tanzanie

## **G**

**Guion, S. G., (1998).** "Velar palatalization: Coarticulation, perception, and sound change."

**Guiraud J-P., (2003).** Microbiologie alimentaire. Edition Dunod Paris. p 651.

**Guiraud J.P., Rosec J.P., (2004).** Pratique des normes microbiologie alimentaire. Edition : AFNOR. Paris. P : 50.

**Guiraud J-P et Rosec J-P., (2004).** Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. Edition.AFNOR. France. p 268.

## **H**

**Harel, C. Le naturel et l'authentique plébiscités., ( 2014).** [Enligne]. In LSA. Disponible sur : <http://www.lsa-conso.fr/le-naturel-et-l-authentique-plebiscites.145958>.

**Hedji, C.C., Kpogué Gangbazo, D.N.S., Houinato, M.R. et Fiogbé, E.D., (2014),** Valorisation de Azollasp, *Moringa oleifera*, Son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale : synthèse bibliographique. *Journal of applied biosciences*, 81(1): 7277-7289.

**Houndji, B.V.S., Ouetchehoul, R., Londji ., Eamouzou, K.S.S., Yehournou, B. et Ahohuendo, C.B., (2013).** Caractérisations microbiologiques et physico chimiques de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* (Lam.), un légume feuille traditionnel au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(1): 75-85.

**Hsieh, P. Y.-H., et Ofori, J. A., (2007).** "Innovations in food technology for health." *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 16(S1), 65-73.

## **J**

**Jahn, S., Musnad, H. A. et Burgstaller, H., (1986).** "The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan." *Unasyva*, 38(152), 23-28.

**Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuk, P., Brulé, G., (2008).** Les produits laitiers. Ed : Lavoisier. Paris : 57p

**Jacques-Henry, W., Joham, A., Hubert, B., Yves, B., Nassim, D ., Youcef, D.D ., Catherme, F., Valerie, F., Claude, K., Sabelle, L-R., Marcl, M ., Jean, M ., Willy Morelle., Maurice, O., Pierre, O., Sebastien, P., Gerand, R ., Jean – Michel, R., Jean –Luc, S., James, S., Eric, W., (2005) :** biochimie générale. 11eme edition. Paris pp209-213.

## **K**

**Korolczuk, J., Garawany, J., Maingonnat, JF., (2003).** Propriétés rhéologiques des desserts lactés. Disponible sur : [www-connexe.univ-brest.fr/gfr2003/cd/documents/.../Korolczuk-Oral.pdf](http://www-connexe.univ-brest.fr/gfr2003/cd/documents/.../Korolczuk-Oral.pdf) (Consulté le 14/03/2017).

**L**

**Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., Laleye, A., (2015),** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise : *Khaya senegalensis* (Desr) A, Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(5) : 2682-2700.

**Lamontagne, M., Claude, P., Champane, D., Reitz-Asseur, J., Moineau, S., Gardner, N., Lamoureux, M., Jean, J. et Fliss, I.,(2002).** Microbiologie du lait. In : Science et technologie du lait. Vignola C. L.Ed, Presses internationales polytechnique, Québec, 574P.

**Lamontagne, M., Claude, P., Champane, Ausseur, J-R., Moineau,S., Gardner.N., Lamoureux, M., Jean, J. et Fiss, I., (2010)** Microbiologie du lait. Sciences et Technologie du lait. (Edis) : Fondation de technologie laitière du Québec. Ecole polytechnique de Montréal. P 75- 153.

**Luquet, F. M., Corrieu, G., (2006).** "Bactéries lactiques et probiotiques." *Acta Endoscopica* 36(3) : 376-376.

**Luquet, F., (1990).** "Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Tome 2 : Les produits laitiers, transformation et technologies. Ed., Lavoisier." *Sciences et Techniques Agroalimentaires* : 637.

**M**

**Makkar, H. et 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.

**Malumba, P., (2010).** Comparative study of the effect of drying temperatures and heatmoisture treatment on the physicochemical and functional properties of cornstarch. *Carbohydr. Polym.*, 79, 633-641.

**Manfred et Micolie ., Moll, Juin., (1998).** «Les additifs alimentaires et auxiliaires technologiques » pp 117-118.

**Martin, L., Price., (1985).** Echo note technique.23p.

**Matignon, A., Barey, P., (2014).** "Etude des interactions amidon/carraghénane/protéines de lait pour une formulation de crèmes desserts : vers l'ingénierie inverse." *Innovations Agronomiques* 36: 111-124.

**May, C.D., (2000).** Pectins. In : *Handbook of hydrocolloids*. CRC Press (Ed). USA, pp 169-188. *C. R. Soc. Biol.*, 159, 1582-1585

**Millogo, K., Guissou IP., Nacoulma, O., Traore, A.S., (2008).** Comparative Study of leaf and stem bark extracts of *Parkia Biglobosa* against enterobacteria. *Afr J Tradit Complement Altern Med.* : 238–243.

**Mintel Group. Innovations laitières., (2012)** -France, rapportréalisé pour le CNIEL ; 2013.

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

**Mughal, M. H., Ali, G., Srivastava, P. et Iqbal, M., (1999).** "Improvement of drumstick (*Moringa pterygosperma* Gaertn.)—a unique source of food and medicine through tissue culture." *Hamdard Med*, 42(1), 37-42.

## **N**

**Nacz, M. et Shahidi, F., (2004).** "Extraction and analysis of phenolics in food." *Journal of Chromatography A*, 1054(1), 95-111.

**Ndong, M., Wade, S., Dossou1N., Gning,R.D., (2007).** Valeur nutritionnelle du moringa oleifera, étude de la biodisponibilité de fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. Volume 7 No. 3.

**O**

**Odee, D., (1998).** "Forest biotechnology research in drylands of Kenya: the development of Moringa species." *Dryland Biodiversity*, 2, 7-8.

**Olugbemi, T.S., Mutayoba, S.K., Lekule, F.P., (2010).** Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens.

**P**

**Pagua, H. M., Paguia, R.Q., Balba, Ch., et Flores, R. C., (2014).** Utilisation and evaluation Of *Moringa oleifera* L. As poultry feeds. *Apchee Procedia*. 8: 343 – 347.

**Parrotta, J. A. P., Moringa oleifera LAM., (1785).** Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie; Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B.; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim; 2009; 8p.

**Poillot, M., (2011).** Guide pratique. Transformer les produits laitiers frais à la ferme. (Eds) Educagri. p63-76.

**Poillot-Peruzzetto, S., (2011).** "La priorité de l'Espace de Liberté, de Sécurité et de Justice et l'élaboration d'un code européen de droit international privé." Quelle architecture pour un Code Européen de Droit International Privé. Bruselas: PIE Peter Lag: 51-67.

**Pamo, E.T., Niba, A.T., Fonteh, F.A., Tedonkeng, F., Kana, J.R., Boukila, B., Tsachoung, J., (2005).** Effet de la supplémentation au Moringa oleifera ou aux blocs multinutritionnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L.). *Livestock Research for Rural Development*, 17.

**Price, M. L. et Équipe ECHO; Le Moringa - ECHO Note Technique; Publié en 1985;** Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO; 22p.

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

**Pothitirat, W. et Gritsanapan, W., (2009).** "HPLC quantitative analysis method for the determination of  $\alpha$ -mangostin in mangosteen fruit rind extract." *Thai Journal of Agricultural Science*, 42(1), 7-12.

## **R**

**Rosa, D., (1993).** *Moringa oleifera* : un arbre parfait pour les jardins à la maison. Forest service, Dept. Of Agriculture, U. S. A. Cité le 12/11/2003 sur [www.winrock.org](http://www.winrock.org)

**Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U., et Stimm, B., (2009).** "Moringa oleifera LAM., 1785." *Sea*, 10(10).

**Reyes Sanchez, N., (2006).** *Moringa oleifera and Cratylia argentea: Potencial Fodder Species for ruminants in Nicaragua*: Uppsala.

**Reyes, S.N., (2006).** *Moringa oleifera and Cratylia argentea: potential fodder species for ruminants in Nicaragua*. Thèse pour obtenir le grade de docteur

**Rongead., (2014).** *Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses*.p3.

## **S**

**Saint-sauveur, A., Broin, M., (2010).** Produire et transformer les feuilles de moringa In Moringa Association of Ghana.

**Scriban, R., (1999).** Biotechnologie. Edition. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. p1042.

**Séverin, F., (2002).** *Plant ak pyebwa tè d Ayiti*: Por-au-Prince, HT: Ed. Quitel, 2002.

**Schoch, A., (1945).** Fractionation of starch by selective precipitation with butanol, *Journal of the American Chemical Society*, 64, 2957-2961.

**Syndifrais., (2012).** Sécurité et Justice et l'élaboration d'un code européen de droit international privé. 2(11) :775-781.

**T**

**Tabuti, J. R., Dhillion, S. S., et Lye, K. A., (2003).** "Ethnoveterinary medicines for cattle (*Bos indicus*) in Bulamogi County, Uganda: plant species and mode of use." *Journal of Ethnopharmacology*, 88(2), 279-286.

**Tahir Mahmood k., Mugal TandHaq, I.U., (2010).** *Moringa oleifera* :anatural gift-A review. *Journal of pharmaceutical sciencesand Research*. 2(11):775-781.

**Tchiégang, C., Aissatou, K., (2004).** Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun).

**Tedonkeng Pamo ,T., Niba, A.T., Fonteh, F.A., edonkeng ,F.T., Kana, J.R., Boukil., et J,Tsachoung., (2005).** Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* ou au bloc multinutritionnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L).

**Therkelsen, G. H., (1993).** Carrageenan. In *Instria Gums. Polysaccharides and their Derivatives*. Third Edition. pp. 146-180. Edited by R. L. WHISTLER, BEMILLER, J. N.: Academic Press.

**Y**

**Yang, Y., et Zhang, F., (2008).** Ultrasound-assisted extraction of rutin and quercetin from *Euonymus Alatus*(Thumb.) Sieb. *Ultrasonics Sonochemistry*. 15(4) : 308-313.

**Z**

**Zamorano, J., (1999).** Carraghénanes : agents gélifiants, épaississants et stabilisants, éditions Techniques de l'ingénieur, Sciences et Techniques, n° F5080, 8p.

**Zongo, U., Savadogo., Zoungrana, A., Sekone, S.L., Traore, P.L.,** Interet nutritionnel de Moringa oleifera Lam. (syn. Moringa pterygosperma C.F. Gaertn.).

# *Annexes*

## Annexe I

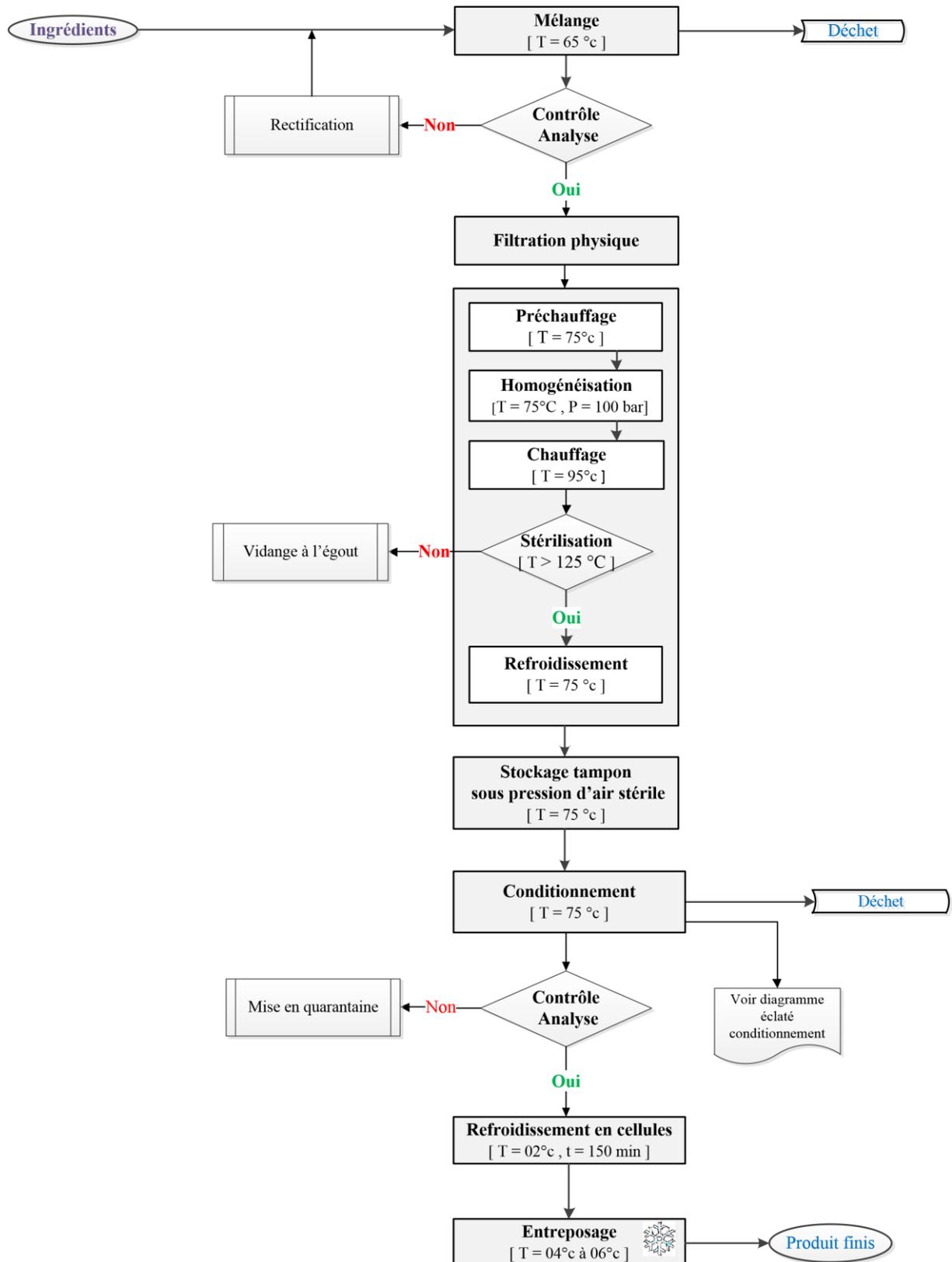


Figure I : fabrication de « Crèmes desserts à chaud »

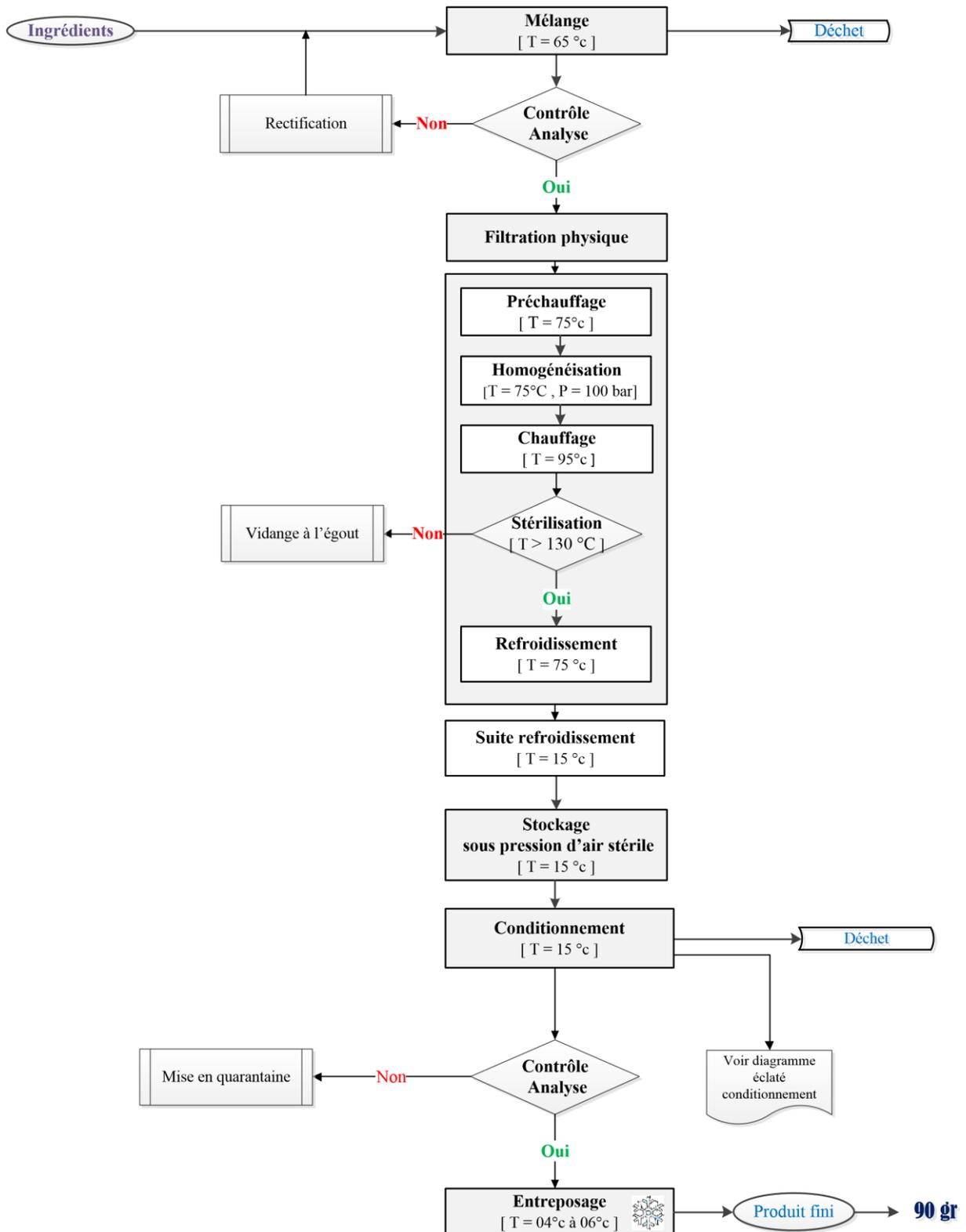


Figure I : fabrication de « Crèmes desserts à froid »

Tableau I : Composition de la crème dessert chocolat fabriquées au niveau de la laiterie HODNA -Lait

Ingrédients	Crème dessert chocolat
Poudre 26% MG (Kg)	250
Poudre 0% MG (Kg)	275
Sucre (Kg)	800
Amidon natif (Kg)	175
Gélifiant CP132 (Kg)	16
Gélifiant MM460 (Kg)	0
Sel (Kg)	6
Arome (L)	0
Eau (L)	4600
Cacao (Kg)	75

## Annexe II

Tableau I : Fiche de dégustation

Echantillon \ Attribut	A	1%	2%	3%
Couleur				
Aspect				
Texture				
Odeur				
Goût				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Notez chaque crème dessert selon l'échelle en face.</li> <li>Notée de 1 à 6</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>désagréable</li> <li>plutôt désagréable</li> <li>peu agréable</li> <li>Ni agréable, Ni désagréable</li> <li>plutôt agréable</li> <li>agréable</li> </ol>			

Tableau II : notes de dégustateur sur le crème dessert témoin.

dégustateurs	couleur	aspect	texture	odeur	gout
1	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5
16	5	5	5	5	5
17	5	5	5	5	5

18	5	5	5	5	5
19	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5
21	5	5	5	5	5
22	5	5	5	5	5
23	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	5
26	5	5	5	5	5
27	5	4	5	5	5
28	5	5	5	5	5
29	5	5	5	5	5
30	5	5	5	5	5

**Tableau III :** note de dégustateur sur le crème dessert à 1% de poudre de MO.

dégustateurs	couleur	aspect	texture	odeur	gout
1	5	5	5	5	4
2	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5
4	5	5	5	4	5
5	5	5	5	5	5
6	5	4	5	5	5
7	4	3	5	5	5
8	5	4	4	5	5
9	5	5	5	6	5
10	5	5	5	4	5
11	5	5	5	4	4
12	4	5	5	5	5
13	5	5	4	5	5
14	4	3	5	5	5
15	5	4	3	4	5
16	5	4	5	4	5
17	5	5	5	5	4
18	5	5	4	4	4
19	5	5	5	5	5
20	4	5	4	4	5
21	4	5	5	5	5
22	5	5	5	4	4
23	5	4	5	5	4
24	5	4	4	5	4
25	5	5	4	4	5
26	5	5	3	4	5
27	5	4	4	5	5
28	3	4	5	5	5
29	4	3	5	5	4
30	5	3	4	3	4

**Tableau IV:** note de dégustateur sur le crème dessert à 2 % de poudre de MO.

dégustateurs	couleur	aspect	texture	odeur	gout
1	3	2	1	3	2
2	3	3	3	3	3
3	4	3	3	3	3
4	3	4	2	4	1
5	3	2	3	2	3
6	2	3	2	2	2
7	3	3	2	1	3
8	4	4	2	3	1
9	2	3	2	4	2
10	2	3	4	1	3
11	2	3	2	3	1
12	2	4	3	2	1
13	3	2	4	2	2
14	2	2	3	2	3
15	4	3	2	3	1
16	2	3	1	1	1
17	4	2	3	2	2
18	3	3	4	2	2
19	2	2	1	1	2
20	3	4	4	2	1
21	3	3	3	3	3
22	1	3	3	4	4
23	5	2	2	3	4
24	4	2	2	2	3
25	2	1	3	2	3
26	3	2	4	3	4
27	3	3	3	4	3
28	4	4	3	3	3
29	3	4	4	4	3
30	4	3	4	3	3

**Tableau V:** note de dégustateur sur le crème dessert à 3 % de poudre de MO.

dégustateurs	couleur	aspect	texture	odeur	gout
1	2	1	1	2	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	3	1
4	1	2	1	2	1
5	2	2	1	2	1
6	2	1	1	1	1
7	1	2	2	2	1
8	2	2	1	1	1

9	2	2	1	1	1
10	1	3	2	3	1
11	2	2	1	1	1
12	1	2	2	2	1
13	1	2	1	3	5
14	1	2	1	1	1
15	1	1	2	2	1
16	1	1	1	1	1
17	2	1	2	1	1
18	2	2	1	2	2
19	2	1	1	1	1
20	2	2	1	1	1
21	2	2	3	3	3
22	3	1	1	3	1
23	3	1	1	2	1
24	2	2	1	1	1
25	2	2	1	1	1
26	1	2	1	3	1
27	1	1	1	2	2
28	1	3	2	1	1
29	2	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1

**Tableau IV** : Résultats des caractéristiques organoleptiques des crème dessert élaborés (moyenne  $\pm$  ecartype).

	Couleur %	Aspect %	Texture %	Odeur %	Gout %
Témoin	16.66 $\pm$ 0	16.55 $\pm$ 0.60	16.66 $\pm$ 0	16.66 $\pm$ 0	16.66 $\pm$ 0
1%	15.77 $\pm$ 1.73	14.88 $\pm$ 2.43	15.33 $\pm$ 2.07	15.44 $\pm$ 2.04	15.66 $\pm$ 1.55
2%	9.77 $\pm$ 3.02	9.44 $\pm$ 2.63	9.11 $\pm$ 3.14	8.55 $\pm$ 3.11	8 $\pm$ 3.22
3%	5.33 $\pm$ 2.07	5.44 $\pm$ 2.04	4.22 $\pm$ 1.73	5.66 $\pm$ 2.64	4.22 $\pm$ 2.75

## Résumé

*Moringa oleifera* est un arbre miracle, d'une valeur nutritionnelle très importante et d'intérêt médicinal élevé. L'addition de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans les crèmes desserts nous a permis d'obtenir des crèmes desserts enrichis en protéines et en sucres.

Les principaux objectifs assignés par ce travail sont d'explorer l'impact de l'enrichissement en poudre de feuilles de *Moringa oleifera* (PFMO) cultivées en Algérie dans une crème dessert à différentes concentrations (0%, 1%, 2%, 3%) sur les propriétés organoleptiques de la crème dessert.

D'après les résultats, les crèmes desserts enrichis sont les moins appréciés par les jurys de dégustations, dont les propriétés sensorielles sont négativement affectées par l'adjonction d'une proportion de poudre dépassant 1%, en effet le goût et l'odeur se trouvent majorés.

**Mots clés:** *Moringa oleifera*, feuilles, poudre, crème dessert, analyse sensorielles, éléments nutritifs.

## Abstract

*Moringa oleifera* is a miracle tree, with a very important nutritional value and of high medicinal value. The addition of *Moringa oleifera* leaf powder in dessert creams has enabled us to obtain dessert creams enriched with proteins and sugars.

The main objectives assigned to this work is to explore the impact of enrichments with powder from *Moringa oleifera* leaves (PFMO) cultivated in Algeria in a dessert cream with different concentrations (0%, 1%, 2%, 3%) on the organoleptic properties of the dessert cream.

According to the results, fortified dessert creams are the least appreciated by the tasting panels, where the sensory properties are negatively affected by the addition of a proportion of powder exceeding 1%; in fact the taste and smell are increased.

**Key words:** *Moringa oleifera*, leaves, powder, cream dessert, sensory analysis, nutrient elements.

## ملخص

المورينجا أوليفيرا (الشجرة المعجزة)، لها قيمة غذائية مهمة للغاية وذات قيمة طبية عالية. إن إضافة مسحوق أوراق المورينجا أوليفيرا في الحلوى القشدية مكنتنا من الحصول على منتج غني بالبروتينات والسكريات. تتمثل الأهداف الرئيسية لهذا العمل في استكشاف تأثير إضافة مسحوق أوراق المورينجا المزروعة في الجزائر في الحلوى القشدية بتركيزات مختلفة (0%، 1%، 2%، 3%) على الخصائص الحسية لهذا الأخير. وفقاً للنتائج، فإن الحلوى القشدية المدعمة بمسحوق المورينجا هي الأقل تقديراً من قبل المتذوقين، وتتأثر الخصائص الحسية سلباً بإضافة نسبة من المسحوق تزيد عن 1%، بازدياد الطعم والرائحة. **الكلمات المفتاحية:** المورينجا أوليفيرا / أوراق / مسحوق / الحلوى القشدية / التحليل الحسي / العناصر الغذائية.