

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI OUZOU**

**Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques**



Département de Biochimie –Microbiologie

**MEMOIRE**

De fin d'Etudes en vue de l'obtention du

**Diplôme de Master II**

**Filière : Biotechnologies**

**Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

***Thème***

**Evaluation de quelques activités biologiques des extraits de  
*Moringa oleifera* Lam, de la région d'Adrar**

Réalisé par :

**Bessah Kahina et Nazef Katia**

**Devant les membres de jury :**

Mme Boudiaf M	Maitre de conférence A (UMMTO)	Présidente
Mme Mezaour N	Maitre assistante A (UMMTO)	Examinatrice
Mme Mohamed Ouali D	Maitre assistante A (UMMTO)	Promotrice

**Année universitaire 2018- 2019**

## Remerciements

*Au terme de ce rapport, nous avons le réel plaisir d'exprimer notre sincère Remerciements à tous ceux qui nous a accompagnés au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer notre remerciements et reconnaissances, les plus distingués, envers notre promotrice Mme Mohamed Ouali D pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer, pour sa disponibilité, ses remarques, ses conseils et ses orientations et la confiance qu'elle nous a accordée.*

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

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

*Nos plus vifs remerciements vont particulièrement à :*

*Monsieur Ouahedi A, directeur des ressources humaines groupe SAIDAL*

*Madame Bounzira M, chef de service pharmacotoxicologie du groupe SAIDAL*

*Monsieur Sali O, vétérinaire au niveau du groupe SAIDAL*

*Monsieur Aliane A et Ait belkacem O, ingénieurs au niveau de la station d'épuration El chahid Ibaroudene Tahar Imsouhale*

*Madame Ladjel S, responsable de laboratoire d'analyse d'eau ADE*

*Madame Fettah F, chef de service bactériologie et Madame Khettab O, chef de service physicochimique, ainsi que toutes les technicien de l'ADE*

*Monsieur Ait oussaid N, chef de service de moyens généraux au laboratoire VENUS®*

*Madame Tarabet D, chef de service laboratoire de conception et développement du VENUS®*

*Madame Ben Marzouga A, responsable de laboratoire conception et développement du VENUS®*

*À toutes les techniciens de laboratoire VENUS®*

*Merci infiniment pour votre accueil aux seins de vos laboratoires et entreprises, c'est grâce a vous que ce travail a été réalisé.*

*Merci pour vos conseils et votre générosité avec nous.*

*Nous tenons également à remercier toutes les enseignants qui ont contribué à notre formation, ainsi que nos collègues du Master pour tous les bons moments que nous avons partagé ensemble.*

***KAHINA & KATIA***

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études.

À mes chers frères ALI, MOUMOUH et FARID

À ma chère petite Sœur MELISSA

À la mémoire de mon cher grand père MAHAND  
qu'Allah repose son âme en paix

À mes chères amies : DJOHAR, SAMIRA, DALYA et ZINA

À mon binôme, KATIA pour tout son soutien et son courage et à  
tout sa famille

À toute la promotion de Biotechnologie et valorisation des plantes

KAHINA

# Dédicaces

## *À la mémoire de*

*Mes grand parents Ahmed et Ourdia*

*Mes tantes Aldjia , Turkia et djegdjiga*

*Mon cousin Yahia*

*Que Dieu les accueille dans son infinie miséricorde*

## *À mes chers parents*

*Ma mère Sadia, ma source de joie et soutien*

*Mon père Ouahmed, ma source de fierté*

*Mon frère Mehdi*

*Mes sœur Lydia, Leila, Kamelia*

*Pour lesquelles je souhaite une longue vie, pleine de bonheur, santé et surtout de réussite  
pour mes frères dans leurs études et dans leur vie privée.*

## *À tout la familles Nazef et Nechiche*

*À mes professeurs, du primaire, moyen, secondaire et universitaires*

*À mes chers amis, Dalia, Ali, Kader, Siham, Djelloul, lynda*

*À mes amis et collègues de la promotion 2019,*

*À mon binôme KAHINA et toute la famille BESSAH*

*À toutes les personnes qui m'ont aidée, soutenue ou encouragée du près ou de loin pour  
que ce projet soit réalisé.*

***Je vous remercie et je vous dédie ce modeste travail.***

**KATRINA**

## Liste des figures

<b>N° Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Aspect morphologique de <i>M.oleifera</i> Lam	<b>4</b>
<b>2</b>	Les différents organes de <i>M. oleifera</i> Lam. A. Racine ; B. Tronc ; C. Feuille ; D. Fleur ; E. Fruit ; F. Graine	<b>6</b>
<b>3</b>	Biosynthèse des composés phénoliques	<b>10</b>
<b>4</b>	Squelette de base des flavonoïdes	<b>12</b>
<b>5</b>	Squelette de base des sous-classes de flavonoïdes	<b>13</b>
<b>6</b>	Localisation de la zone d'échantillonnage de <i>M.oleifera</i> Lam	<b>21</b>
<b>7</b>	Méthode d'extraction des anthocyanes et des aglycones flavoniques des feuille, fleurs et graines de <i>M.oleifera</i> Lam	<b>23</b>
<b>8</b>	Résultats de rendement des extraits d'aglycones flavoniques des organes végétatifs de <i>M. oleifera</i> Lam	<b>34</b>
<b>9</b>	Pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris albinos	<b>36</b>
<b>10</b>	Pourcentage de réduction d'œdème chez les souris albinos	<b>37</b>

## Liste des tableaux

<b>N° tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Caractéristiques et conditions d'élevages des souris Albinos.	<b>21</b>
<b>2</b>	Résultats de toxicités des différents extraits de feuilles, fleurs et graines <i>M. oleifera</i> Lam.	<b>35</b>
<b>3</b>	Résultats du dénombrement de germes de contamination pour l'eau brute ainsi que l'eau traitée avec le lait et la poudre de <i>M. oleifera</i> Lam.	<b>38</b>
<b>4</b>	Résultats d'analyses physicochimiques avant et après traitements avec le lait de la poudre de graines de <i>M. oleifera</i> Lam.	<b>40</b>
<b>5</b>	Résultats d'analyses physicochimiques du champoing formulé avec les extraits de feuilles et fleurs de <i>M. oleifera</i> Lam comme conservateur naturel et le conservateur synthétique.	<b>41</b>
<b>6</b>	Résultats d'analyses microbiologiques du champoing formulé avec les extraits de feuilles et fleurs de <i>M. oleifera</i> Lam comme conservateur naturel et le conservateur synthétique.	<b>43</b>

## Liste des abréviations

**APG III** : Angiosperm phylogeny group III

**pH** : Potentiel Hydrogène

**UV** : Ultraviolet

**AINS** : Anti-inflammatoire non Stéroïdienne

**AIS** : Anti-inflammatoire Stéroïdienne

**COX**: Cyclo-oxygénase

**CI**: Indice de Couleur

***M.oleifera* Lam** : *Moringa oleifera* Lam

**BCPL**: Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol

**ROTH**: Bouillon à l'azide de sodium et au glucose

**EVA LITSKY**: Bouillon à l'azide et à l'éthyl-violet

**BLBVB**: Bouillon lactose bilié au vert brillant

**NPP**: Nombre le Plus Probable

**Cocamide DEA** : Cocamide diéthanolamine

**Gélose PCA**: Gélose pour dénombrement (Plate Count Agar)

**Gélose SAB** : Gélose Sabouraud

**INCI**: Nomenclature Internationale des Ingrédients Cosmétique

**NaOH**: Hydroxyde de sodium

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**E. Coli**: Escherichia Coli

**ADE**: Algérienne Des Eaux.

## Liste des unités

**DA** : Dalton

**NTU**: Unité de Turbidité Néphélométrique

**UFC**: Unité formant colonie

**mPa.s**: mille pascals-seconde

**µs/cm**: Micro siemens par centimètre

**ml** : millilitre

**L** : litre

**min** : minute

**g** : gramme

**h** : heure

## Glossaire

**Cocamide DEA** : est une diéthanolamine obtenu par réaction du mélange d'acides gras d'huile de coco avec de la diéthanolamine. Il s'agit d'un liquide visqueux utilisé comme agent moussant dans les produits pour le bain tels que les shampooings et les savons pour les mains, et dans les cosmétiques comme agent émulsifiant.

**Cocamidopropyl bétaine** : est un tensioactif dérivé de l'huile de noix de coco et de la diméthylaminopropylamine. Il est utilisé dans de nombreux produits nettoyants, dont les gels douchent et shampooings pour ses propriétés peu irritantes en comparaison à d'autres agents de surface.

**Laureth sulfate de sodium (SLES)** : c'est un détergent et tensioactif ionique fort, couramment utilisé en biochimie et biologie moléculaire. On le retrouve dans divers produits ménagers (savons, shampooings, pâtes dentifrices, etc.). IL est peu onéreux et est un agent moussant très efficace.

**Milieu BCPL** : bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPI) est utilisé comme milieu présomptif de détection des bactéries coliformes dans l'eau. C'est un milieu différentiel, comportant un indicateur de pH, le pourpre de bromocrésol donne une couleur pourpre au milieu, et passe au jaune si le lactose du milieu est utilisé par les bactéries, par fermentation.

**Milieu Eva Litsky** : le milieu de Litsky est utilisé pour la confirmation lors des recherches et dénombrements des Streptocoques fécaux dans les eaux d'alimentation et résiduaires, les produits surgelés et les autres denrées alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.

**Milieus Roth** : le bouillon de Rothe est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et de dénombrement des entérocoques dans les eaux d'alimentation, les produits surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.

**Milieu Tryptophane** : le bouillon au tryptophane permet la culture des germes ne présentant pas d'exigences particulières. Ce milieu est surtout employé dans le contrôle des eaux pour l'identification d'Escherichia coli par la production d'indole.

**Milieu VBL** : c'est un milieu de culture gélosé pour les coliformes totaux et thermo tolérants. La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) est un

milieu sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires.

**Plate Count Agar (PCA) :** également appelé Standard Method Agar (SMA), c'est un milieu de croissance microbiologique couramment utilisé pour évaluer ou surveiller la croissance bactérienne "totale" ou viable d'un échantillon.

**Pycnomètre** désigne un instrument de laboratoire utilisé pour mesurer, à une température déterminée, la masse volumique d'un produit liquide, pâteux (mastic, adhésif, peinture, etc.) ou solide (poudre, par exemple).

**SAB (sabouraud) :** dit aussi la gélose de Sabouraud constitue un milieu classique pour la culture, l'isolement et l'identification des levures et des moisissures saprophytes ou pathogènes.

## Table de matière

Introduction	1
<b>Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique</b>	
1. Présentation de la plante <i>Moringa oleifera</i> Lam	3
1.1. Généralités	3
1.2. Classification	3
1.3. Description botanique	4
1.4. Ecologie de la plante	6
1.5. Composition chimique de <i>M. oleifera</i> Lam	7
1.6. Utilisation de <i>M. oleifera</i> Lam	7
1.7. L'intérêt médicamenteux et pharmacologique de <i>M. oleifera</i> Lam	8
2. Métabolite secondaire	9
2.1. Généralités	9
2.2. Les composés phénoliques	9
2.2.A. Biosynthèse des poly-phénols	10
2.2.B. Rôle et intérêt des composés phénoliques	11
2.2.1. Les flavonoïdes	11
2.2.1.1. Généralités	11
2.2.1.2. Structure et classification des flavonoïdes	12
2.2.1.3. Activités biologiques et pharmacologiques des flavonoïdes	14
3. Généralités sur quelques activités biologiques	14
3.1. Activité anti-inflammatoire	14
3.1.1. Les anti-inflammatoires	14
3.1.1. les anti-inflammatoires non stéroïdiens	15
3.1.2. les anti-inflammatoires stéroïdiens	15
3.1.3. les anti-inflammatoires d'origine végétale	15
3.2. Purification d'eau	15
3.2.1. Agents adsorbant	15
3.2.2. Agents coagulant-floculant	16
3.2.3. Agent désinfectant	16
3.3. Utilisation cosmétologique	16
3.3.1. Définition d'un produit cosmétique	16

<b>3.3.2.</b>	Les ingrédients utilisés dans la formulation d'un produit cosmétique	<b>17</b>
<b>A.</b>	Ingrédient lipophile	<b>17</b>
<b>B.</b>	Ingrédient hydrophile	<b>17</b>
<b>C.</b>	les additifs	<b>17</b>
<b>D.</b>	Les ingrédients actifs	<b>18</b>
<b>3.3.3.</b>	La phytocosmétique	<b>18</b>
<b>3.3.4.</b>	Évaluation de la qualité du produit cosmétique	<b>18</b>
<b>3.3.4.1.</b>	Contrôles physicochimiques	<b>18</b>
<b>3.3.4.2.</b>	Contrôle microbiologique	<b>19</b>
<b>4.</b>	Biotechnologie et plantes médicinales	<b>19</b>

## **Chapitre 2. Matériel et Méthodes**

<b>1.</b>	Matériel	<b>20</b>
<b>1.1.</b>	Matériel végétale	<b>20</b>
<b>1.2.</b>	Matériel animal	<b>21</b>
<b>1.3.</b>	Purification de l'eau	<b>22</b>
<b>1.4.</b>	préparation du produit cosmétique	<b>22</b>
<b>2.</b>	Méthodes	<b>22</b>
<b>2.1.</b>	Extraction des poly-phénols	<b>22</b>
<b>2.2.</b>	Extraction des flavonoïdes	<b>22</b>
<b>2.2.1.</b>	Extraction des aglycones flavoniques et des anthocyanes	<b>22</b>
<b>2.3.</b>	Calcul du rendement des extraits	<b>24</b>
<b>2.4.</b>	Activités anti-inflammatoires	<b>24</b>
<b>2.5.</b>	Purification de l'eau	<b>25</b>
<b>2.5.1.</b>	Méthode de prélèvements d'eau pour l'analyse bactériologique	<b>25</b>
<b>2.5.2.</b>	Méthode de traitements de l'eau	<b>26</b>
<b>2.5.3.</b>	L'analyse bactériologique de l'eau	<b>26</b>
a-	Test de présomption	<b>26</b>
b-	Test de confirmation	<b>26</b>
<b>2.5.4.</b>	L'analyse physicochimique de l'eau	<b>28</b>
<b>2.6.</b>	Utilisation des extraits polyphénoliques et aglyconiques dans une Formulation cosmétologique	<b>29</b>
<b>2.6.1.</b>	Contrôle physicochimique du shampooing	<b>30</b>
<b>2.6.2.</b>	Contrôle microbiologique du shampooing	<b>32</b>

## **Chapitre 3. Résultats et discussion**

<b>1. Analyse des extraits de <i>M. oleifera</i> Lam</b>	<b>34</b>
<b>1.1. Rendement des extraits aglyconiques</b>	<b>34</b>
<b>2. Activité anti-inflammatoire</b>	<b>35</b>
<b>2.1. Pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris</b>	<b>35</b>
<b>2.2. Réduction d'œdème chez les souris</b>	<b>36</b>
<b>3. Purification d'eau</b>	<b>38</b>
<b>3.1. L'analyse bactériologique de l'eau</b>	<b>38</b>
<b>3.2. L'analyse physicochimique de l'eau</b>	<b>39</b>
<b>4. Utilisation des extraits poly-phénoliques et aglyconiques dans une formulation cosmétologique</b>	<b>41</b>
<b>4.1. L'analyse physicochimique du shampoing</b>	<b>41</b>
<b>4.2. L'analyse microbiologique du shampoing</b>	<b>43</b>
<b>Conclusion</b>	<b>45</b>
<b>Référence bibliographique</b>	<b>47</b>

# Introduction

## **Introduction**

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité comme remèdes pour le traitement de diverses maladies parce qu'elles contiennent des composants riches en principes thérapeutiques (khaldi et *al.*, 2012). Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) près de 80% de populations dépendent de la médecine traditionnelle. La plupart des plantes sont utilisées empiriquement et sans validation scientifique de leur efficacité et sécurité (Moutinho, 2013).

La présence des substances phytochimiques notamment les polyphénols et les flavonoïdes s'avèrent très utiles sur la santé humaine (Barnes, 1998). En effet, leur utilisation comme anti-inflammatoire en remplacement aux anti-inflammatoires stéroïdiens (glucocorticoïdes) et non stéroïdiens (diclofenac) permettent de réduire les effets indésirables qui gênent leur utilisation à long terme dans le cas des inflammations chroniques (Jick, 1994 ; Henzen, 2003 ; Risser et *al.*, 2009). Grâce à leurs propriétés antimicrobiennes ces substances peuvent être une solution primordiale dans le domaine cosmétique, car ils vont assurer la diminution des infections bactériennes et les allergiques qui sont produits par l'ajout des conservateurs synthétiques (chimiques) (Martini et Seiller, 2006), et permettent aussi d'élargir la durée de vie des produits cosmétiques.

Par ailleurs, plusieurs revues scientifiques ont révélé l'utilité des extraits de plantes dans le traitement des eaux usées (Yusuf *et al.*, 2015). Cela a inspiré le développement d'un nouveau traitement révolutionnaire, c'est un procédé naturel respectueux de l'environnement (Idris *et al.*, 2016) qui ne provoque pas la formation des sous-produits qui peuvent être nocifs sur la santé humaine, comme dans le cas de chlore, l'élément chimique le plus utilisé dans le traitement des eaux qui conduit à la formation des sous-produits chlorés notamment trihalométhanes (Tremblay, 1995).

Le Sahara Algérien dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, constituée d'environ 500 espèces végétales (Ozanda, 1991). Ce sont en effet des réservoirs de substances naturelles à intérêt majeur. *Moringa oleifera* Lam, est une espèce introduite dans les zones arides du Sahara Algérien et plus particulièrement dans la région d'Adrar, connue des autochtones pour son apport nutritionnel et médicamenteux, et qui résistent bien à la sécheresse.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'axe de recherche sur la biodiversité floristique Algérienne et plus particulièrement des plantes aromatiques et médicinales au niveau du Laboratoire de Recherche sur les Zones Arides (LRZA), de Bab Ezzouar. En effet, cette étude est une première ébauche pour présenter l'espèce et essayer de la valoriser pour un développement durable.

Nous présentons, dans une première partie une synthèse bibliographique qui comporte deux volets : l'un est consacré à la présentation de *Moringa oleifera* Lam, l'autre portera sur les métabolismes secondaires. La seconde partie concerne l'ensemble du matériel et méthodes utilisées. La dernière partie regroupera l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une discussion. Enfin nous terminons par une conclusion et certaines perspectives pour les travaux ultérieurs.

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

## 1. Présentation de *Moringa oleifera* Lam

### 1.1. Généralités

*Moringa oleifera* lam ou *Moringa pterigosperma* Gaertner appartient à la famille des **Moringaceae**, elle comprend environ 13 espèces (Olson, 2002). Les plus connues sont : *M. arborea*, *M. concanensis*, *M. borziana*, *M. drauhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. peregrina*, *M. ovalifolia*, *M. pygmaea*, *M. rival*, *M. uspoloniana*, *M. stenopetala* (Hêdji et al., 2014).

*M. oleifera* Lam est originaire d'Asie du sud où elle pousse sur les contreforts de l'Himalaya, des régions d'Agra et d'Oudh ou nord-est de l'Inde, du Pakistan et de l'Afghanistan (Mangale, 2012 ; Atkpama, 2014). Elle est cultivée aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde (Rajangam et al., 2002) ( Annexe 1). Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20<sup>ème</sup> siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période (Foidl et al., 2001). Des essais d'introduction de *M. oleifera* Lam en Algérie ont été réalisés à titre expérimental à partir de semences en provenance de Dar Salam (Tanzanie).

*M. oleifera* Lam 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, elle est décrite comme l'arbre miracle, l'arbre de vie, le don de Dieu à l'homme (Ijarotomi et al., 2013 ; Haldar et Kosankar., 2017). Diverses appellations sont attribuées à *M. oleifera* Lam : en Afrique francophone, l'arbre est appelé nébéday, nom vraisemblablement dérivé de l'anglais « *never die* » en référence à sa résistance à la sécheresse (Hêdji et al., 2014). Au Soudan, il est connu sous le nom Shagarat Al Ruwag (Yongabi, 2012 ; Yusoff, 2016). En Algérie dans la région d'Adrar, il est connu sous le nom de Shadjarat El Hayète.

### 1.2. Classification

Selon APG III (2009), *M. oleifera* Lam appartient au ;

**Règne** : Végétal

**Embranchements** : Spermaphytes

**Sous embranchements** : Angiospermes

**Classe :** Dicotylédone

**Ordre :** Brassicales

**Famille :** Moringaceae

**Genre :** *Moringa*

**Espèce :** *Moringa oleifera* Lam.

### 1.3. Description botanique

*M. oleifera* Lam est un petit arbre, parfois même considéré comme un arbuste, mesurant en moyenne entre 4 à 5 mètres ; il peut atteindre 20 mètres et son diamètre jusqu'à 3 mètres (Fig.1). L'arbre croît rapidement et peut se régénérer lorsqu'il subit une coupure très sévère (Delpha, 2011).



**Figure 1.** Aspect morphologique de *M. oleifera* Lam (Anonyme, 2019)

## Synthèse bibliographique

---

Ses racines sont tubéreuses à odeur piquante caractéristique (Fig.2A), dotée de racines latérales plutôt clairsemées (Roloff *et al.*, 2009). Les arbres cultivés à partir des graines développent une profonde racine pivotante robuste avec un système à large diffusion composée d'épaisses racines latérales tubéreuses.

Le tronc est généralement droit (Fig.2B), mais parfois peu développé. En générale il atteint 1,5 à 2 mètre de hauteur avant de se ramifier (Foild *et al.*, 2001).

Ses feuilles sont alternes (Fig.2C), composées bipennées ou tripennées (Panchal *et al.*, 2011), se développent principalement dans la partie terminale des branches, 3 à 6 cm de long avec 2 à 6 paires de pinnules. Chacun de pinnule a 3 à 5 feuillettes elliptiques qui sont de 1 à 2 cm de long et de 0.3 à 0.6 cm de large. Le feuillet terminal est ovale et souvent légèrement plus grand (Olson, 2001). Ses fleurs mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires de 10 à 25 cm (Fig.2D). Elles sont blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base et dégagent une odeur agréable (Foidl *et al.*, 2001).

Ses fruits sont généralement appelées gousses ou silique, de section triangulaire munie de 3 ouvertures de 20 cm de long et de 2 cm de diamètre (Besse, 1996) qui pendent des branches (Fig.2E). Les gousses, contenant généralement jusqu'à 26 graines (Roloff *et al.*, 2009). Les graines sont munies latéralement de trois ailes, sont rondes, marron, empilées sur trois rangées centrales (Fig.2F). Elles ont un diamètre de 10 à 12 mm (Besse, 1996). Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines/an. Une graine pèse en moyenne 0.3g et la coque représente 25% du poids de la graine (Makker *et Becker*, 1997).



**Figure 2.** Les différents organes de *M. oleifera* Lam. A. Racine ; B. Tronc ; C. Feuille ; D. Fleur ; E. Fruit ; F. Graine (Anonyme, 2019).

### 1.4. Ecologie de la plante

*M. oleifera* Lam est un arbre qui est particulièrement résistant à de nombreuses conditions de cultures différentes : sols pauvres ou riches en sels minéraux, conditions plutôt sèches ou plutôt humides. Exige au minimum 250 mm de précipitations annuelles et au maximum à plus de 300 mm et elle pousse dans des sols dont le pH varie entre 5 et 9 (Kafuku et Mbarawa, 2010). La meilleure croissance de *M. oleifera* Lam est observée dans des sols sablonneux.

L'arbre pousse de 3 à 4 mètres par an et présente donc un grand intérêt pour le reboisement et pour la protection des sols contre l'érosion. D'après Foidl et al (2001) Moringa joue un rôle dans l'accélération de croissance végétale.

### 1.5. Composition chimique de *M. oleifera* Lam

Les extraits des tiges contiennent de l'hydroxymelléine, de la vanilline, de l'acide octacosanoïque, du bêta-sitostérol et de la betasitosténone, identifiée pour la première fois dans une espèce végétale, et les racines contiennent de l'anthomine et de la ptérygospermine (Rajangam *et al.*, 2001).

les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux, elles possèdent des acides aminés et des acides gras essentiels (Broin, 2005; Osman *et al.*, 2012 ; Harimalala et Razanamparany, 2014). Les feuilles contiennent des alcaloïdes, des flavonoïdes des phénols totaux et des tanins (Makkar et Becker, 1996 ; Richter *et al.*, 2003 ; Siddhuraju et Becker, 2003 ; Tchiégang et Kitikil, 2004).

Des études faites sur l'écorce et les fleurs de *M. oleifera* Lam ont indiqué la présence des stérols, des glycosides, des alcaloïdes, des triterpénoïdes, des flavonoïdes, des anthraquinones, des caroténoïdes et des tannins (Kumbhare *et al.*, 2012 ; Alhakmani *et al.*, 2013). Les fruits contiennent aussi des acides aminés (alanine, arginine, glycine, sérine, thréonine, valine) et des acides glutamiques et aspartiques.

Les graines de *M. oleifera* Lam sont du type oléagineuse, elles renferment 42% d'huile dont le profil d'acides gras comporte 70% d'acide oléique proche de l'huile d'olive 72% (Foidl *et al.*, 2001).

### 1.6. Utilisation de *M. oleifera* Lam

*M. Oleifera* Lam, est passé en une décennie du statut de plante marginale à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique, permettant ainsi une utilisation multiple (Atakpama *et al.*, 2014).

Les feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre (Broin 2005) et même associées aux épices comme le piment. Les feuilles et les fleurs peuvent également être consommées comme crudités (salade). Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots (Foidl *et al.*, 2001). Par ailleurs, les feuilles, les gousses et les jeunes branches peuvent être utilisé comme fourrage des bétails (vaches, moutons, chèvres, porc et lapins).

Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces. Elles sont utilisées pour traiter l'eau, grâce à sa richesse en polyélectrolytes cationiques actifs (Poumaye *et al.*, 2012), cette protéine peut être utilisée comme polypeptide naturel

non toxique pour provoquer la sédimentation des particules minérales et organiques dans les processus de purification de l'eau. Elle agit comme un coagulant primaire en créant en permanence des ponts naturels entre les particules colloïdales, contrairement aux coagulants industriels qui sont parfois toxiques (Doerr et Staff, 2005 ; Price, 2007).

L'huile de graines de *M. oleifera* Lam est utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine, comme l'horlogerie, pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante (Asante *et al.*, 2012). Aussi, elle est utilisée dans l'industrie cosmétique et de parfums pour stabiliser les senteurs ( Foidl *et al.*, 2001).

### **1.7. L'intérêt médicinale et pharmacologique de *M. oleifera* Lam**

#### **Activité anti-inflammatoire et antalgique**

Les isothiocyanates, les flavonoïdes et les acides phénoliques présents dans les feuilles, les gousses et les graines de *M. oleifera* Lam ont des propriétés anti-inflammatoires et antalgiques (Ndiaye *et al.*, 2002 ; Manaheji *et al.*, 2011).

#### **Effet antidiabétique**

*M. oleifera* Lam semble avoir des effets antidiabétiques, probablement grâce à des composants végétaux bénéfiques retrouvés dans les feuilles, parmi lesquels les isothiocyanates. Des études ont confirmé les propriétés hypoglycémiantes chez les patients atteints de diabète de type II suite à une consommation des feuilles de *M. Oleifera* Lam sur une période de 40 jours (Ghasi *et al.*, 2000 ; Kumari, 2010 ; Giridhari *et al.*, 2011).

#### **Activité Antimicrobienne**

Les isothiocyanates, les glucosinates et les pterygospermines présents dans les feuilles, les graines, les racines et l'écorce de *M. oleifera* Lam ont des propriétés antimicrobiennes (Anwar *et al.*, 2007).

#### **Activité antioxydant**

Les polyphénols contenus dans les feuilles, racines, fruits et graines de *M. oleifera* Lam protègent l'organisme du stress oxydant (Atawodi *et al.*, 2010).

L'extraits de feuilles de *M. oleifera* Lam possède une activité antioxydant lie à la présence de l'acide ascorbique, les flavonoïdes, et des caroténoïdes (Laleye *et al.*, 2015).

## 2. Métabolite secondaire

### 2.1. Généralités

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques synthétisés à partir des précurseurs originaires du métabolisme primaire (Acétyl COA, acides aminés, acides gras) (Kabera et *al.*, 2014). Le terme «métabolite secondaire», est utilisé pour décrire une vaste gamme des substances présente dans un organisme et qui ne participe pas directement aux processus de base des cellules vivantes.

Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches pour leur intérêt multiple, ils sont mis à profit aussi bien dans l'industrie alimentaire, cosmétique que pharmaceutique. Ils sont largement utilisés en thérapie comme vasculo-protecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires (Bruneton, 1993 ; Krief, 2003).

Ces métabolites secondaires peuvent être divisés en plusieurs familles chimiques : les composés phénoliques, les terpènes, les alcaloïdes et les saponines (Mamadou, 2011).

### 2.2. Les composés phénoliques

Les polyphénols ou composés phénoliques sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'un noyau benzénique portant au moins un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction chimique (éther, ester, hétéroside...) (Bruneton, 1999 ; Lugasi et *al.*, 2003).

En effet, les composés phénoliques constituent le groupe le plus largement distribué chez les végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Lugasi et *al.*, 2003). Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boizot et Charpentier., 2006).

Les principales classes de composants phénoliques sont: les acides phénoliques, les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines (King et Young, 1999 ; Tapiero et *al.*, 2002).



### 2.3. B. Rôle et intérêt des composés phénoliques

#### ✓ Chez les végétaux

les polyphénols intervenant dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interaction avec certains microorganismes symbiotiques, parasites, bactéries...), dans les critères de qualités (couleur et qualité nutritionnelle), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (Macheix *et al.*, 2005).

#### ✓ Chez les humains

Les polyphénols possèdent de multiples propriétés biologiques notamment les activités antioxydants, antimicrobiennes, anti-thrombotiques, antiallergiques, anti-inflammatoires (Arribas *et al.*, 2013), antiulcéreuses, anti-carcinogènes et antimutagènes (Nawaze *et al.*, 2006). Ils ont également des propriétés contre les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives, divers types de cancer et le diabète (Krook *et al.*, 2012 ; Abdulla *et al.*, 2013).

### 2.2.1. Les Flavonoïdes

#### 2.2.1.1. Généralités

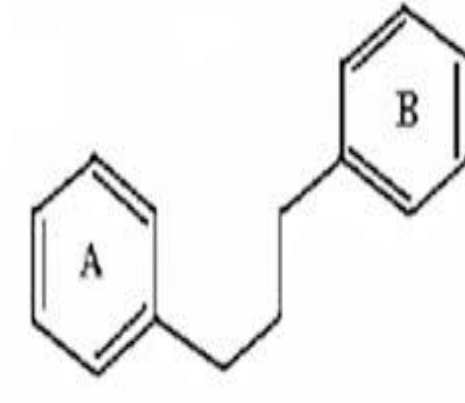
Le nom flavonoïde est dérivé du mot «Flavus» en latin, qui signifie jaune. Ils sont les plus représentatifs des composés phénoliques, ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (Benhammou, 2011).

Les flavonoïdes sont des pigments responsables de la coloration des fleurs et des fruits (Bruneton, 1993 ; Ghestem *et al.*, 2001). A l'état naturel ils existent le plus souvent sous forme d'hétérosides (Ghestem *et al.*, 2001 ; Marfak, 2003) qui s'accumulent dans les vacuoles. Selon les espèces, elles se concentrent dans l'épiderme des feuilles ou se répartissent entre l'épiderme et le mésophylle. Dans le cas des fleurs, elles sont concentrées dans les cellules épidermiques (Bruneton, 1999).

Les flavonoïdes sont souvent produits dans les tissus végétaux dans des conditions de stress comme la lumière d'intensité élevée, la basse température, la carence en éléments nutritifs et l'attaque d'un pathogène ou de la sénescence (Gutha *et al.*, 2010).

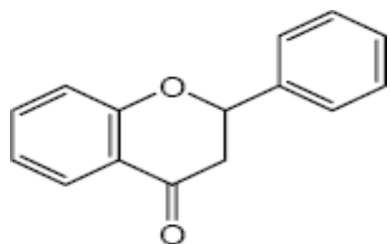
### 2.2.1.2. Structure et classification des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo-y-pyranne (Skerget et *al.*, 2005). Leur structure de base est celle d'un diphényl propane à 15 atomes de carbone (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>) (Fig.4), constitué de deux noyaux aromatiques A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné C (Dacosta, 2003).

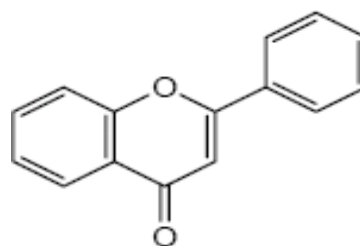


**Figure 4.** Squelette de base des flavonoïdes (Dean, 1963).

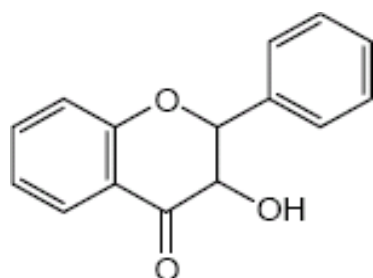
Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes (Fig.5) dont les plus importantes sont: flavones, isoflavandiols, flavanols, flavondiols, aurones, chalcones, anthocyanins (Effendi et *al.*, 2008).



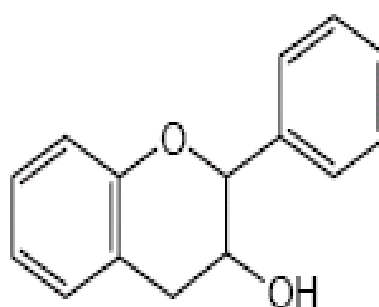
**Flavanone**



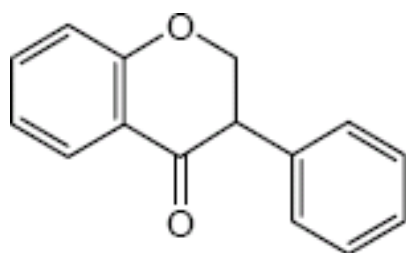
**Flavone**



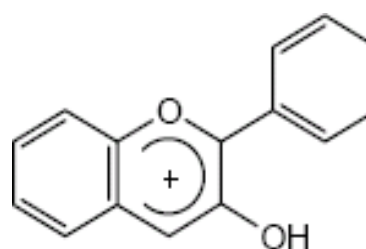
**Dihydroflavonol**



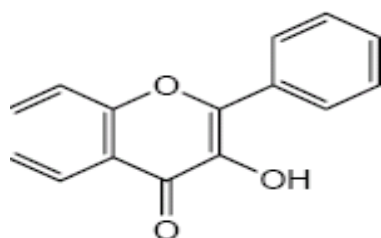
**Flavanol**



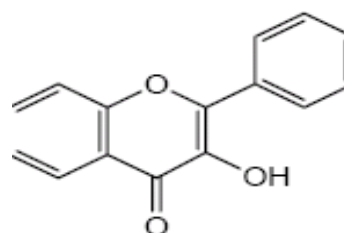
**Isoflavone**



**Anthocyanidol**



**Flavonol**



**Chalcone**

**Figure 5.** Squelette de base des sous-classes de flavonoïdes (Fiorucci, 2006).

### 2.2.1.3. Activités biologiques et pharmacologiques des flavonoïdes

#### ✓ Chez les végétaux

Les flavonoïdes sont responsables de la couleur, la saveur et l'arôme des fruits et des fleurs (Wojakowska *et al.*, 2013) et sont impliqués dans plusieurs processus physiologiques et biochimiques des plantes tels que la protection contre les UV, l'attraction des insectes, la défense contre les herbivores et la symbiose (Brunetti *et al.*, 2013).

#### ✓ Chez les humains

les flavonoïdes sont doués d'activité antimicrobienne, anticancéreuse, antivirale, anti-leishmaniose, radioprotection (Xie *et al.*, 2013) antiallergique, anti inflammatoire, antidiabétique, antioxydant (Dong Woo et Kim, 2013).

## 3. Généralités sur quelques activités biologiques

### 3.1. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation désigne l'ensemble des réactions déclenchées dans un organisme vivant, par une agression qui peut être d'origine immunitaire ou non (traumatique, infectieuse, micro cristalline, chimique). Cet ensemble de phénomènes réactionnels siégeant dans les tissus vascularisés à fin de limiter et de réparer les effets de l'agression (Kumar *et al.*, 2005 ; Zhou et Jian, 2006). La réponse inflammatoire provoque la libération de divers médiateurs inflammatoires. Ces médiateurs affectent le développement et la résolution de l'inflammation en agissant sur les différentes cellules impliquées dans la réaction inflammatoire (Rankin, 2004).

#### 3.1.1. Les anti-inflammatoires

Les anti-inflammatoires sont des médicaments capables de diminuer ou de supprimer les réactions inflammatoires. Les anti-inflammatoires sont répartis en plusieurs groupes :

##### 3.1.1.1. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont des médicaments à propriétés anti-inflammatoires, antipyrétiques et analgésiques. Ils présentent une grande hétérogénéité chimique mais ils ont en commun l'inhibition non sélective de l'enzyme cyclo-oxygénase (COX) (Ortega *et al.*, 2014).

### 3.1.1.2. Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS)

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) ou les glucocorticoïdes sont des dérivés du cortisol. Ils représentent le traitement le plus efficace utilisé pour les maladies inflammatoires chroniques notamment l'arthrite rhumatoïde et les maladies auto-immune (Kessel *et al.*, 2014). L'usage des glucocorticoïdes est associé à de nombreux effets indésirables, le risque d'apparition de ces effets s'accroît avec le prolongement de la durée du traitement, conduisant à des troubles aigus tels que l'hypertension artérielle et les ulcères gastroduodénaux (Henzen, 2003 ; Chung, 2014).

### 3.1.1.3. Les anti-inflammatoires d'origine végétale

L'incorporation et l'utilisation des plantes médicinales dans le traitement de plusieurs réactions inflammatoires, en particulier le rhumatisme, sont des pratiques communes dans la médecine traditionnelle.

Aujourd'hui, c'est un fait remarquable que les substances anti-inflammatoires d'origine végétale présentent un intérêt grandissant car elles offrent des avantages par rapport aux anti-inflammatoires classiques, comme par exemple l'inexistence des effets secondaires (Al-sobarry, 2012).

## 3.2. Purification d'eau

L'utilisation des matériaux naturels d'origine végétale pour purifier l'eau n'est pas nouvelle car leur utilisation remonte à l'antiquité (Yusuf *et al.*, 2015), *M. oleifera* Lam a été utilisée pour le traitement domestique de l'eau par des femmes au Soudan, qui ont placé des graines en poudre dans un petit sac en tissu qui a ensuite été tourbillonné dans de l'eau trouble (Firth *et al.*, 2010). Cela a inspiré le développement d'un nouveau traitement révolutionnaire de l'eau d'assainissement naturel, respectueux de l'environnement (Idris *et al.*, 2016). De nombreuses revues scientifiques ont révélé l'énorme utilité des extraits de graines de *M. oleifera* Lam pour le traitement des eaux usées, en tant que adsorbant, coagulant et désinfectant :

### 3.2.1. Agent adsorbant

Plusieurs études ont montré que les graines de *M. oleifera* Lam ont d'excellentes propriétés absorbantes. La capacité de la graine à éliminer les métaux lourds a mis en évidence des interactions acides aminés-métal responsable du phénomène d'adsorption (Sotheeswaran *et*

*al.*, 2011; Nand *et al.*, 2012) par le mécanisme de charge du patch électrostatique. Ce mécanisme de la coagulation avec les graines de *M. oleifera* Lam consiste en l'adsorption et la neutralisation des protéines chargées positivement issues de celles-ci, qui attirent les impuretés chargées négativement dans l'eau (colloïdales) (Ravikumar et Sheeja, 2013).

### 3.2.2. Agent coagulant-floculant

Le *M. oleifera* Lam est un coagulant naturel, qui peut en effet, remplacer les floculant minéraux, tels que le sulfate d'alumine, qui est largement utilisé dans le monde entier (Vilaseca *et al.*, 2014), une propriété qui permet de traiter l'eau de boisson, les eaux usées et les effluents d'usines (Aruna et Srilatha, 2012).

En effet les graines contiennent des poly électrolytes cationiques actifs, utilisés comme polypeptide naturel. Ces protéines cationiques chargées positivement s'attachent à des surfaces de particules minérales et organiques chargées négativement par des interactions électrostatiques (Milind *et al.*, 2012) . Cela conduit à la formation de zones chargées négativement et positivement de la surface de la particule. En raison de la collision de particules et de la neutralisation, il se produit des floes (Amagloh et Benang, 2009) qui se déposent par sédimentation sous l'effet de la gravité, laissant l'eau trouble plus ou moins claire (Mangale *et al.*, 2012 ; Atakpama *et al.*, 2014 ; James *et al.*, 2017).

### 3.2.3. Agent désinfectant

L'utilisation de la graine de *M. oleifera* Lam comme désinfectant pour l'eau suscite un intérêt considérable. De nombreuses revues de la littérature ont révélé sa propriété antimicrobienne contre les bactéries à Gram négatif et à Gram positif pour traiter des eaux usées (Aruna et Srilatha , 2012 ; Meenakshi *et al.*, 2015 ; Otunyo et Wokocha , 2015).

## 3.3. Utilisation cosmétologique

### 3.3.1. Définition d'un produit cosmétique

Un produit cosmétique est défini comme toute substance ou une préparation destinée à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles. » (Article L.5131-1 du Code de la santé publique).

Les produits cosmétiques mis sur le marché doivent être sûrs pour la santé humaine. Ils ne font pas l'objet d'une autorisation préalable à leur mise sur le marché. Aussi il appartient à la réglementation et de garantir qu'ils ne présentent aucun risque pour la santé.

### **3.3.2. Les ingrédients utilisés dans la formulation d'un produit cosmétique**

Le terme « ingrédient » provient du latin « ingredi » qui signifie « qui entre dans ». Il désigne l'ensemble des matières premières utilisées dans la formulation d'un produit cosmétique. Il existe environ 8000 matières premières différentes, répertoriées dans le dictionnaire européen des ingrédients cosmétiques (Martini et Seiller, 2006).

#### **A. Ingrédients lipophiles (excipient)**

Les ingrédients lipophiles (les hydrocarbures, les triglycérides, les cires, les acides et les alcools gras) entrent dans la composition de tous les produits cosmétiques anhydres et dans la phase huileuse des émulsions auxquels ils confèrent leurs principales propriétés d'étalement et de véhicules de principes spécifiques (Martini, 2006).

#### **B. Ingrédients hydrophiles (adjuvant)**

Les ingrédients hydrophiles entrent dans la composition de tous les produits cosmétiques exclusivement aqueux ou hydro-alcooliques et dans la phase aqueuse des émulsions de tout type. Parmi ces ingrédients nous trouvons l'eau, les humectants (glycérol, sorbitols), les solvants (éthanol, isopropanol), les polymères hydrophiles (polysaccharide, polymères acryliques et vinyliques) et les produits minéraux (silice, silicate) (Martini, 2006).

#### **C. Les additifs**

Les additifs sont des substances qui entrent dans la composition des produits cosmétiques afin d'améliorer la conservation, apporter une couleur, une texture ou un parfum agréable.

- **Les conservateurs**

Les conservateurs sont des substances d'origine naturelle ou de synthèse ajoutés à des faibles concentrations, indispensables dans toutes les préparations destinées à être appliquées sur la peau, surtout lorsque celles-ci contiennent de l'eau. La liste positive des conservateurs inscrite à l'annexe VI de la Directive Cosmétique, garantit la non toxicité du produit jusqu'à une limite de concentration maximale (Roy, 2013). Ils possèdent chacun un

spectre d'activité différent. Les conservateurs sont actifs soit sur les bactéries Gram +, soit sur les bactéries Gram -, soit sur les champignons ou les levures (Roy, 2013).

- **Les colorants**

D'origine synthétique, minérale ou encore végétale peuvent être classés en différentes catégories en fonction de leurs caractéristiques de solubilité, les colorants sont reconnaissables dans une formule par la dénomination CI (indice de couleur) suivie d'un numéro (Roy, 2013).

### **D. Les ingrédients actifs**

Les ingrédients actifs sont des substances isolées ou des mélanges de substances ayant une origine naturelle ou synthétique et qui apportent au produit cosmétique sa spécificité. La présence de ces molécules dans la formule autorise la revendication d'une activité précise qui doit impérativement être confirmée par des tests d'efficacité. Le marché des cosmétiques repose sur l'innovation permanente. C'est pourquoi, nous rencontrons régulièrement de nouveaux ingrédients actifs (Roy, 2013).

#### **3.3.3. La phytocosmétique**

On assiste depuis de nombreuses années au développement du naturel dans l'industrie cosmétique. Ces substances végétales sont : des extraits végétaux, des huiles, des cires, des huiles essentielles ou des compositions parfumantes (Roy, 2013).

Le monde végétal est donc devenu un axe de recherche majeur pour les industries cosmétiques. Elles sont à la recherche de la molécule la plus innovante, la plus performante, la plus exotique. De l'Amazonie à Madagascar, tous les continents sont explorés afin de trouver cette matière première rare aux propriétés novatrice (Roy, 2013).

#### **3.3.4. Evaluation de la qualité du produit cosmétique**

L'évaluation de la qualité des produits cosmétiques se fait selon deux types de contrôle qui sont :

##### **3.3.4.1. Contrôle physico-chimique**

Avant d'entreprendre la production d'un produit cosmétique, il est important de préciser au mieux l'identité de ses constituants. L'identification d'un ingrédient consiste ainsi à recueillir le maximum de données sur sa qualité. Ces données concernent en particulier :

l'origine de l'ingrédient (substance chimique de synthèse, ingrédient complexe d'origine végétale ou animale ...), sa dénomination (nom INCI, nomenclature internationale des ingrédients cosmétique), son mode détaillé d'obtention, ses propriétés organoleptiques et physico-chimiques (viscosité, solubilité, point de fusion...) et surtout son degré de pureté, son profil en impuretés, la présence éventuelle d'ingrédients résiduels ainsi que sa stabilité (Elkassouani, 2013).

### 3.3.4.2. Contrôle microbiologique

Les industriels doivent contrôler la qualité microbiologique et la composition des produits cosmétiques qu'ils fabriquent. En conséquence, ils sont amenés à vérifier la contamination des produits, ou l'absence de bactéries pathogènes, ou encore le taux de bactéries commensales. Ces contrôles microbiologiques sont ainsi réalisés tout au long de la chaîne de fabrication, de la matière première au produit fini, en passant par l'environnement de production (Elkassouani, 2013).

## 4. Biotechnologie et plantes médicinales

La Biotechnologie est l'application de la science et du génie aux organismes vivants pour développer des produits utiles, et peut comprendre la manipulation de ces organismes ou de leurs composantes. Les techniques biotechnologiques sont utilisées pour apporter un grand appui à la valorisation des plantes médicinales et aromatiques. La flore médicinale est très utilisée par les populations qui possèdent un savoir-faire en matière de son utilisation, sa culture et sa conservation. En effet, la plupart des populations rurales utilisent les plantes médicinales et aromatiques comme remèdes aux problèmes de leur santé, et les utilisent en cosmétologie, en parfumerie, en alimentation (Bellakhdar, 1997 ; Ennabili et *al.*, 2000 et 2006 ; Gharnit et *al.*, 2006).

La Biotechnologies offre des outils très puissants qui peuvent aider les chercheurs à élaborer des méthodes très utiles pour valoriser les plantes médicinales et aromatiques en faisant appel au génie génétique (production de substances nouvelles ou, plus efficacement, certains métabolites propres à la souche ou à l'espèce), au génie enzymatique (catalyse de réactions spécifiques), et à la culture et fusions cellulaires, et aussi à des procédés d'ordre physico-chimique destinés généralement à extraire et à purifier certaines substances recherchées (El Meskaoui, 2008).

# Chapitre II

## Matériel et méthodes

Notre travail consiste à évaluer quelques activités biologiques des extraits de feuilles, fleurs et graines de *M. oleifera* Lam, de la région d'Adrar. Cette étude rentre dans les travaux de recherche effectuée par Mme Mohamed Ouali D sur *M. oleifera* Lam. Notre stage s'est déroulé durant une période de quatre mois allant de mai à août 2019.

- L'échantillonnage a été réalisé par Mme Mohamed ouali D au niveau de la station d'Oulad Aissa, à Adrar en mars 2017.
- L'extraction des poly phénols et les aglycones flavoniques a été réalisée au niveau du Laboratoire de Biologie Végétale, à l'Ecole National Supérieure d'Agronomie (ENSA), El Harrach Alger.
- L'activité anti-inflammatoire a été réalisée au niveau du Laboratoire de Pharmacologie et Toxicologie du groupe industriel SAIDAL-BIOTIC, au Gué de Constantine.
- La Purification de l'eau a été réalisée au niveau de Laboratoire Central d'Analyse des Eaux, (E P Algériennes des Eaux), Unité de Boukhalfa Tizi Ouzou.
- L'utilisation de nos extraits en cosmétologie a été réalisée au niveau du Laboratoire de Conception et Développement de Venus / SAPECO, Société Algérienne de produits d'Entretien et Cosmétique, à Ouled Yaich Blida.

### 1. Matériel

#### 1.1. Matériel végétal

L'échantillonnage a été réalisé durant le mois de mars 2017, au niveau de la station d'Ouled Aissa, à la wilaya d'Adrar (27°54 Nord, 00°17 à l'Ouest de l'Algérie) (Fig.6), par une matinée ensoleillée à une température de 30°C.



**Figure 6.** Localisation de la zone de l'échantillonnage (Anonyme, 2019).

Les organes récoltés ont été séchés à températures ambiante, à l'air libre et à l'ombre pendant une semaine. Par la suite, ils ont été broyés. La poudre obtenue est conservée pour une utilisation ultérieure.

### 1.2. Matériel animal

Pour évaluer l'activité anti inflammatoire, 22 souris de souche Albinos de sexe mâle et femelle ont été utilisées. Elles sont obtenues suite à l'élevage au niveau de l'animalerie de souris de l'unité SAIDAL-BIOTIC, de Gué de Constantine.

Les caractéristiques des souris sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 1.** Caractéristiques et conditions d'élevage des souris Albinos.

Nombre	Sexe	Poids	Alimentation	Conditions d'élevages
22 souris	Mâle et Femelle	Varie entre 24 et 27 g	Granulés (mélange de maïs, d'oligoélément) et l'eau de robinet	Températures: 23C° Humidité : 69,7% Eclairage : 16h/24h

### 1.3. Purification de l'eau

Afin d'évaluer l'effet purifiant des graines de *M. oleifera* Lam, nous avons utilisé l'eau brute provenant de la station d'épuration des eaux brutes Echahid Ibaroudene Tahar, à Imsouhale Tizi-Ouzou.

### 1.4. Préparation du produit cosmétique

Les ingrédients rentrant dans la formulation de notre shampooing selon désignation INCI (Nomenclature International des Ingrédients Cosmétiques) sont les suivants :

- ✓ Eau déminéralisé
- ✓ Laureth sulfate de sodium
- ✓ Cocamide diéthanolamine
- ✓ Cocamidopropyl bétaine
- ✓ Chlore de sodium
- ✓ Acide citrique
- ✓ Polyquaterium-7-
- ✓ Conservateur (synthétique, extraits polyphénoliques et aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam)

## 2. Méthodes

### 2.1. Extraction des polyphénols

5g de poudre végétale sont infusés dans 150 ml d'eau distillée. Ensuite, nous avons filtré sur du papier wattman. L'infusé a servi pour l'activité anti-inflammatoire et pour l'utilisation cosmétologique.

### 2.2. Extraction des flavonoïdes

#### 2.2.1. Extraction des anthocyanes et aglycones flavoniques

La technique utilisée (Fig.7) a été mise au point par (Bath Smith, 1954), reprise par (Lebreton et al, 1967) et enfin améliorée par Laracine (1984).

#### Mode opératoire

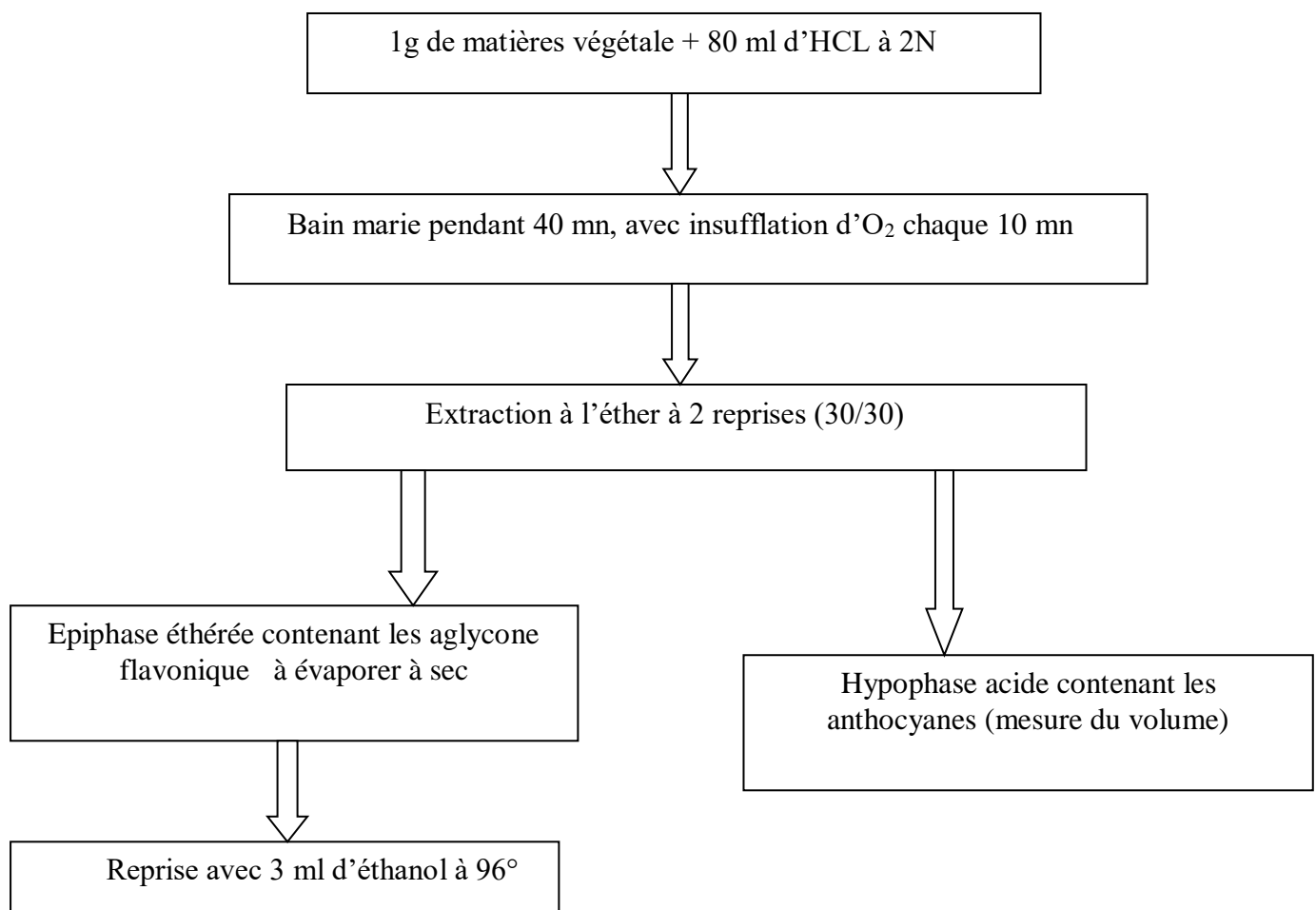
1g de matière végétale est mis en suspension dans 80 ml d'HCL à 2N. Après 5 minutes de contact à froid, Le mélange est porté à ébullition à 100C° pendant 40 minutes en procédant

à des insufflations d'air toutes les 10 minutes. Après refroidissements, les extraits sont filtrés pour éliminer les traces de la matière végétale.

Deux décantations à l'éther diéthylique (30/30) sont réalisées. A chaque décantation, deux phases sont obtenues (Annexe 5) :

- Hypophase (phase aqueuse) contenant les anthocyanes (anthocyanidines), de couleur rouge orangé selon les échantillons.
- Epiphase (phase organique) de couleur jaune vert contenant les aglycones flavoniques.

Celle-ci est récupérée dans des petits béchers, puis mise à évaporer à l'air libre pendant 24h (Annexe 6). Après évaporation, les aglycones flavoniques sont récupérés avec 3 ml d'éthanol 96° dans des tubes à essai et conservés à froids pour d'un côté les tester dans l'activité anti-inflammatoire et de l'autre pour une éventuelle utilisation en cosmétologie.



**Figure 7.** Méthode d'extraction des anthocyanes et des aglycones flavoniques des feuilles, fleurs et graines de *M.oleifera* Lam (Laracine, 1984).

### 2.3. Calcul du rendement des extraits

Après 24h, nous avons calculé le rendement exprimé en pourcentage des différents extraits de la phase aglyconiques des feuilles, fleurs et graines *M. oleifera* Lam.

Toutes les déterminations sont menées en triples, et le rendement (R) en extrait sec est calculé selon la formule suivante :

$$R = (m - m_0) / m_T \times 100$$

Avec :

m : le poids du bécher vide.

m<sub>0</sub> : le poids du bécher avec l'extrait sec.

m<sub>T</sub> : poids de la matière végétale sèche en g.

### 2.4. Activité anti-inflammatoire

Pour l'évaluation *in vivo* de l'activité anti-inflammatoire, nous avons adopté la méthode de Levy et *al* (1969).

#### Mode opératoire

Des souris regroupées en 11 lots de 2 souris chacun (Annexe 7) sont mises à jeûne 18 heures avant l'expérimentation. Les souris du lot essai sont traitées oralement par 0.5 ml d'extraits polyphénoliques, extraits de la phase aglyconiques et anthocyaniques de feuilles, fleurs et graines de *M. oleifera* Lam. En parallèle, le lot de référence a reçu 0.5 ml de Diclofinac à la dose de 12,5 mg/kg et le lot témoin de l'eau physiologique au même volume.

Après 30 minutes, nous avons provoqué une inflammation chez les souris par l'injection de 0,025 ml de carragénine à 1 % (Annexe 8) sous l'aponévrose plantaire de la patte postérieure gauche des souris.

Quatre heures après l'injection, nous avons sacrifié les souris par de l'éther di-éthylique. Par la suite, nous avons coupé les pattes postérieures gauches et droites à hauteur de l'articulation. Ces dernières sont pesées à l'aide d'une balance analytique.

### Expression des résultats

Toutes les déterminations de pourcentage d'augmentation ou de réduction d'œdème chez les souris sont menées en un seul essai.

Le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% œdème) a été calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'œdème} = \frac{\text{Moyenne des poids de la patte gauche} - \text{Moyenne des poids de la patte droit}}{\text{Moyenne des poids de la patte droite}} \times 100$$

Par la suite, nous avons calculé le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins par la formule suivante :

$$\% \text{ de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\% \text{ de l'œdème témoin}} \times 100$$

## 2.5. Purification de l'eau

### 2.5.1. Méthode de prélèvement d'eau pour l'analyse bactériologique

Le prélèvement d'eau destiné à l'analyse bactériologique a été réalisé selon les consignes suivantes :

- ✓ L'eau à analyser doit provenir du robinet d'eau froide le plus utilisé et ne doit pas avoir été modifiée par un système de filtration. .
- ✓ L'extérieur et l'intérieur du bec du robinet doivent être nettoyés à l'aide d'une pièce de coton propre, imbibée d'une solution d'eau de javel (environ 5 % d'hypochlorite de sodium) ou de l'alcool (alcool à friction).
- ✓ Afin de s'assurer que l'eau prélevée est représentative de celle circulant dans le système de distribution, il faut laisser couler l'eau pendant 5 minutes avant le prélèvement.
- ✓ Le contenant doit être rempli au moins jusqu'au niveau indiqué sur le flacon d'environ 2 cm entre la surface du liquide et du bouchon.

- ✓ L'eau à analyser doit être conservée à environ 4 °C entre le moment du prélèvement et la réception au laboratoire.
- ✓ L'eau à analyser doit parvenir la même journée que le prélèvement.

### 2.5.2. Méthodes de traitements de l'eau

#### - Traitement avec la poudre des graines de *M. oleifera* Lam

Le traitement de l'eau a été réalisé selon la méthode traditionnelle (Artisanale).

1 g de la poudre de graines de *M. oleifera* Lam est versée dans une compresse stérile, puis mise à l'intérieur d'un flacon contenant 700 ml d'eau brute et conservée au réfrigérateur.

#### - Traitement avec le lait de la poudre des graines de *M. oleifera* Lam

Le lait des graines est préparé selon la méthode décrite par *Lea*, (2010) modifiée (Annexe 9) :

0,8g de la poudre de graines *M. oleifera* Lam sont mélangées avec 10 ml de l'eau distillé. Par la suite, nous avons agité le mélange vigoureusement pendant 10 min pour favoriser l'extraction des protéines coagulantes par l'eau. Ensuite, nous avons filtré sur de papier wattman. Le filtra est partagé en deux parties : une versée dans un flacon qui contient 300 ml de l'eau brute servant à l'analyse bactériologique et l'autre versée dans un flacon de 700ml d'eau brute servant à l'analyse physicochimique. Nous mélangeons bien les flacons et nous les avons laissé agir pendant 1 à 3 heures.

Pour déterminer l'efficacité des graines de *M. oleifera* Lam dans la purification de l'eau brute, nous avons procédé à deux analyses: l'une bactériologique et l'autre physico-chimique qui sont menées en un seul essai.

### 2.5.3. Analyse bactériologique de l'eau

L'analyse bactériologique de l'eau permet l'identification du taux de contamination par les bactéries qui rend cette eau impropre pour la consommation.

L'analyse est effectuée selon le protocole de Laboratoire, qui se base sur la méthode liquide par la Technique du Nombre le Plus Probable (NPP) (Annexe 10). Cette méthode consiste à la recherche et le dénombrement des Coliformes totaux, *Escherichia Coli* et Streptocoques fécaux. Dans ce cas nous avons abordés deux tests : test de présomption et test de confirmation.

### **a- Test de présomption**

Le test de présomption consiste à supposer et préjuger une éventuelle existence des Coliformes totaux, l'*E. Coli* et les Streptocoques fécaux dans l'eau à analyser.

#### **Pour *E. Coli* et Coliformes totaux**

Dans des conditions d'asepsie, des volumes de 10ml (double concentré), 1ml et 0,1ml (simple concentré) d'eau à analyser sont apportés aseptiquement dans une série de 9 tubes contenant le Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol BCP (BCPL). Le milieu et l'inoculum sont mélangés et incubés à 37C° pendant 48h. Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent à la fois un dégagement de gaz et trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (Annexe 11).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Nombre le Plus Probable (NPP).

#### **Pour les Streptocoques Fécaux**

Dans des conditions d'asepsie, des volumes de 10ml(double concentré) , 1ml et 0,1ml (simple concentré) d'eau à analyser sont apportés aseptiquement dans une série de 9 tubes contenant le de Bouillon à l'azide de sodium et au glucose (ROTH). Le milieu et l'inoculum sont mélangés et incubés à 37C° pendant 48h. Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent à la fois un dégagement de gaz et trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (Annexe11).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Nombre le Plus Probable (NPP).

### **b- Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des germes éventuellement présents dans les tests de présomption.

#### **Pour les Coliformes totaux**

À partir de bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL), nous avons réalisé un repiquage à des volumes de 10ml (double concentré), 1ml et 0,1 ml (simple concentré) dans une série de 9 tubes contenant le Bouillon Lactose Bilé au Vert Brillant (BLBVB). Le

milieu et l'inoculum sont mélangés et incubés à 37C° pendant 24h. Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent à la fois un dégagement de gaz et trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Nombre le Plus Probable (NPP).

### **Pour *Escherichia coli***

À partir de bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL), nous avons réalisé un repiquage à des volumes de 10ml (double concentré), 1ml et 0,1 ml (simple concentré) dans une série de 9 tubes contenant le bouillon au Tryptophane. Le milieu et l'inoculum sont mélangés et incubés à 44C° pendant 24 heures. Après incubation, nous avons ajouté 2 à 3 gouttes de réactif de Kovac. Les tubes considérés comme positifs présentent à la fois un dégagement de gaz et formation des anneaux rouges cerise.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Nombre le Plus Probable (NPP).

### **Pour les Streptocoques fécaux**

À partir de Bouillon à l'azide de sodium et au glucose (ROTH), nous avons réalisé un repiquage à des volumes respectivement de 10ml (double concentré), 1ml et 0,1 ml (simple concentré) dans une série de 9 tubes de bouillon à l'azide et à l'éthyl-violet (EVA LITSKY). Le milieu et l'inoculum sont mélangés et incubés à 37C° pendant 48h. Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un dépôt des pastilles blanchâtre ou violaces au fond des tubes.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Nombre le Plus Probable (NPP).

### **2.5.4. Analyse physicochimique de l'eau**

Cette analyse est basée sur la mesure de la conductivité, le pH ainsi que la turbidité.

#### **- Mesure de la conductivité**

Cette mesure est faite à l'aide d'un conductimètre de type HACH sensION156 de la manière suivante:

Après avoir calibré le conductimètre avec une solution standard de 1413 $\mu$ S/cm, nous avons trempé les électrodes dans un bécher contenant 100 ml de l'eau à analyser. Par la suite, nous avons noté les valeurs de la conductivité affichées sur l'écran de l'appareil en micro siemens par centimètre ( $\mu$ S/cm).

### - Mesure de pH

La mesure de potentiel hydrogène se fait par un pH-mètre de type WTW 450 GPL en suivant ces étapes :

Après avoir calibré le pH-mètre avec des solutions tampons (pH=4, pH=7), nous avons trempé les électrodes dans un bécher contenant 100 ml de l'eau à analyser. Nous avons laissé stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation. Enfin, nous avons noté les valeurs de pH ainsi que la température.

### - Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité est effectuée à l'aide d'un turbidimètre de type HACH TL2300.

Après avoir calibré le turbidimètre avec des solutions d'étalons (0.01NTU, 20.0NTU, 200NTU, 1000NTU, 4000NTU), nous avons versé 10 ml de l'eau à analyser dans le tube de turbidimètre après avoir nettoyé et séché bien la surface du tube. Enfin, nous avons placé le tube dans le turbidimètre et appuyé sur READ, les valeurs de la turbidité sont affichées sur l'écran de l'instrument en Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU).

## 2.6. Utilisation des extraits polyphénoliques et extrait de la phase aglyconiques dans une formulation cosmétologique

Dans ce chapitre, nous avons essayé de tester pour la première fois l'efficacité des extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques des feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateurs naturels en remplacement aux conservateurs synthétiques dans la formulation d'un shampoing.

La préparation de shampoing est réalisée en suivant le protocole adopté par le Laboratoire de Conception et Développement du VENUS.

Dans un bécher qui contient 499 ml de l'eau déminéralisé, les ingrédients suivants sont rajoutés: le lauryl sulfate de sodium 60% ; le cocamide DEA 18% ; le cocamidopropyl

bétaine 6% ; le polyquateruim-7 0.6% ; l'acide citrique 0.6 % et le chlore de sodium 9%. Le tout est mélangé avec un agitateur à turbine de type IKA EUPOSTAR 20 pendant 1h 30min jusqu'à dissolution et homogénéisation complète de la préparation. Enfin, nous avons versé la préparation dans des lots de 100 g aux quelles nous avons ajouté respectivement:

Lot 1 : un conservateur synthétique.

Lot2 : un conservateur à base de l'extrait sec de fleurs à 2%.

Lot3 : un conservateur à base d'extrait sec de feuilles à 2%.

Lot 4: un conservateur à base d'extrait aqueux de fleurs à 0.06%.

Lot 5 : un conservateur à base d'extrait aqueux de feuilles à 0.06%.

### 2.6.1. Contrôle physicochimique du shampoing

Afin de s'assurer de la qualité du shampoing suite à l'utilisation de l'extrait polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel, nous avons déterminé sa densité, son pH et sa viscosité ainsi que la teneur en matière anionique; toutes ces déterminations sont menées en un seul essai .

#### Détermination de la densité relative à 20° C

Afin de déterminer la densité du shampoing, nous avons procédé à ces étapes :

- Peser le pycnomètre vide (mv) avec une balance de type OHAUS.
- Remplir le pycnomètre avec l'eau distillée et peser (me).
- Vider le pycnomètre, puis rincer et sécher.
- Peser le pycnomètre rempli avec le shampoing (mg).
- Les différents poids enregistrés sont utilisés dans le calcul des valeurs de la densité.

Elle est mesurée avec la formule suivante :

$$D = \frac{M \text{ produit (mg-mv)}}{M \text{ eau (me-mv)}}$$

Avec :  $M_{\text{produit}}$  : masse (g) de shampoing

$M_{\text{eau}}$  : masse (g) de l'eau distillée.

### Détermination de la viscosité

La viscosité est mesurée à l'aide d'un viscosimètre de type LABOMAT en suivant les étapes suivantes :

- Monter le mobile choisi sur l'axe de l'appareil en tenant fixe cet axe.
- Abaisser l'appareil sur son support de telle sorte que le mobile soit immergé dans le bécher qui contient 100g de shampoing.
- Mettre le moteur en marche et passer à la vitesse désirée.
- Débloquer l'aiguille et laisser tourner l'ensemble jusqu'à ce que l'aiguille ait atteint une position stable vis-à-vis du cadran.

La viscosité est calculée en mPa.s, selon la formule suivante :

$$V = K \times I$$

Où :  $V$  : viscosité

$K$  : coefficient qui dépend du couple mobile / vitesse spécifique au produit.

$I$  : valeur lue sur le cadran du viscosimètre.

### Mesure du potentiel d'Hydrogène (pH)

Ce paramètre est effectuée à l'aide d'un pH mètre de type HI 2550 pH/ORP et EC/TDS/NaCL Meter.

Après avoir calibré le pH-mètre avec des solutions tampons (pH=4, pH=7).nous avons trempé les électrodes dans le bécher qui contient le shampoing. Les valeurs de pH sont affichées sur l'écran du pH mètre.

### Teneur en matière anionique

Pour déterminer la teneur en matière anionique, nous procédons à la technique de titrage :

- Dissoudre 3 g de shampoing dans 150 ml d'eau distillé, sous agitation pendant 30 min.
- ajouter quelques gouttes de NaOH et phénophtaléine.

- Le mélange obtenue est versé dans une fiole 1L et compléter avec de l'eau, puis mettre sous agitation pendant 15 min.
- 25 ml de cette solution nommé solution A ont été versé dans un bécher qui contient une solution B (Annex12) contenant :
  - 10 ml d'eau distillé
  - 10 ml de solution mixte
  - 15 ml de chloroforme.
- Titrer le mélange avec une solution de chlorure benzentaniem jusqu'avoir un virage de coloration vert au bleu. le volume de titrage a été lu et utiliser pour le calcul de la teneur en matière anionique.

La teneur en matière anionique est calculée selon la formule suivant :

$$\text{Teneur \%} = 4 \times 0.004 \times M_{\text{tensioactif}} \times V_{\text{titrage}} / m_{0\text{produit}}$$

$M_{\text{tensioactif}}$  : Masse molaire de tensioactif

$V_{\text{titrage}}$  : Volume de titrage

$m_{0\text{produit}}$  : masse du produit

### 2.6.2. Contrôle microbiologique du shampoing

Le contrôle microbiologique a été réalisé dans des conditions d'asepsie sous hotte à flux laminaire de type ESCO ClassII BBC à température ambiante. Les déterminations de la qualité microbiologique du shampoing sont menées en un seul essai.

#### Mode opératoire

Le protocole adopté est celui utilisé par le Laboratoire VENUS.

Sous une hotte à flux laminaire (Annexe 12), prélever 5 g du shampoing de chaque lot et l'introduire dans des flacons stériles, puis compléter avec 50 ml du bouillon de neutralisation BROTH (D/E) et homogénéiser bien le mélange et laisser agir pendant 15 min pour permettre le contact entre le diluant et le conservateur.

À partir de chaque flacon, prélever 1ml et l'introduire dans des boites de pétris stériles pour lequel nous avons ajouté 15 ml de milieu de culture Sabouraud pour levures et moisissures et de milieu PCA (Plate Count Agar) pour les germes aérobies mésophiles totaux et agité le contenu des boite en faisant des mouvements circulaire et laisser solidifier.

Un témoin négatif contenant que le milieu de culture a été ajouté afin de s'assurer que la source de contamination ne soit pas due aux milieux de culture.

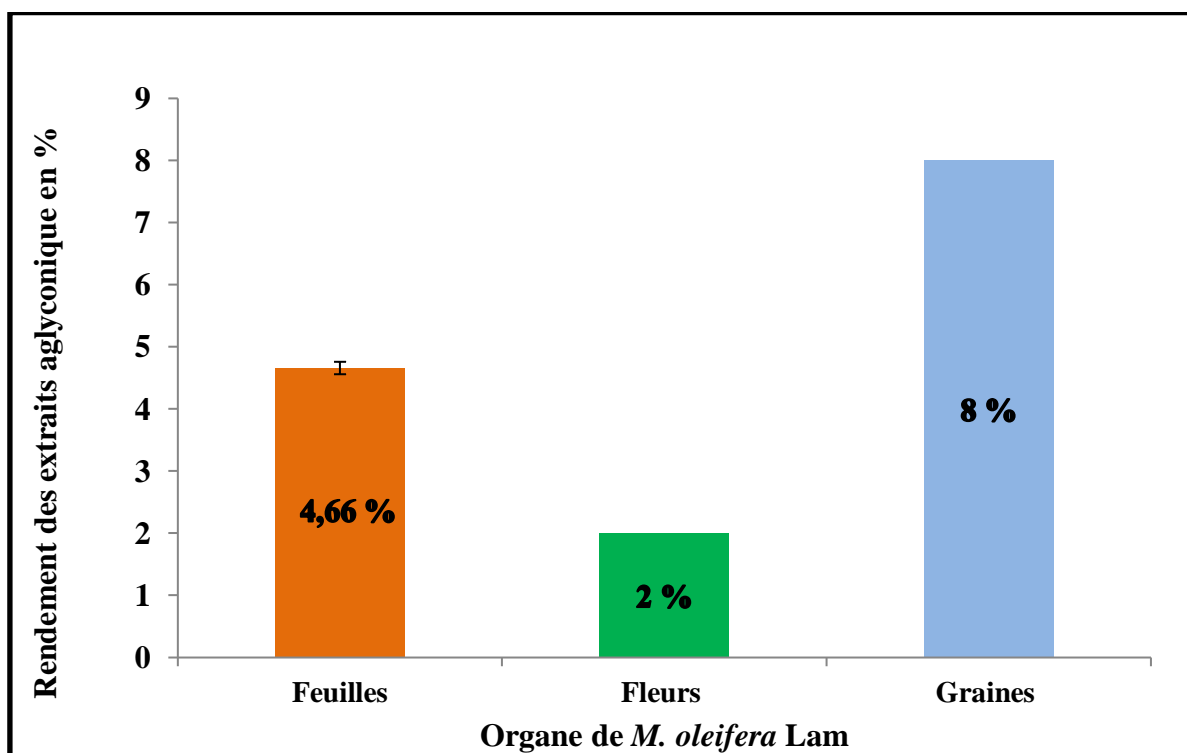
Incuber les boites dans l'étuve de type EN 02 0T à 32°C pour les germes aérobies mésophiles totaux et à 25°C pour levures et moisissures.

# Résultat et Discussion

### 1. Analyse des extraits de *M. oleifera* Lam

#### 1.1. Rendement des extraits aglyconiques

Les résultats de rendement en extraits aglyconiques des feuilles, fleurs et graines de *M. oleifera* Lam exprimés en % sont représentés dans la Figure 8.



**Figure 8.** Résultats de rendement des extraits aglyconiques des organes de *M. oleifera* Lam.

Nous notons que les feuilles présentent un écart type de 0.01.

Au vu des résultats, nous constatons que les aglycones flavoniques existent dans tous les organes étudiés. Cependant, le rendement en aglycones flavoniques au niveau des graines est deux fois plus élevé (8% ± 0) par rapport aux feuilles (4.66% ± 0.01) et quatre fois plus important par rapport aux fleurs (2% ± 0).

Les flavonoïdes sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la reproduction, la croissance cellulaire et la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Néanmoins, le rendement de l'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé, les conditions de séchage, la teneur en métabolites et de la nature du solvant utilisé (Bentabet-lasgaa, 2015).

### 2. Activité anti-inflammatoire

Les résultats de l'évaluation de la toxicité des extraits polyphénoliques, et les extraits de la phase aglyconiques et anthocyaniques de feuilles, fleurs et graines de *M. oleifera* Lam sur les souris albinos sont montrés dans le tableau 2.

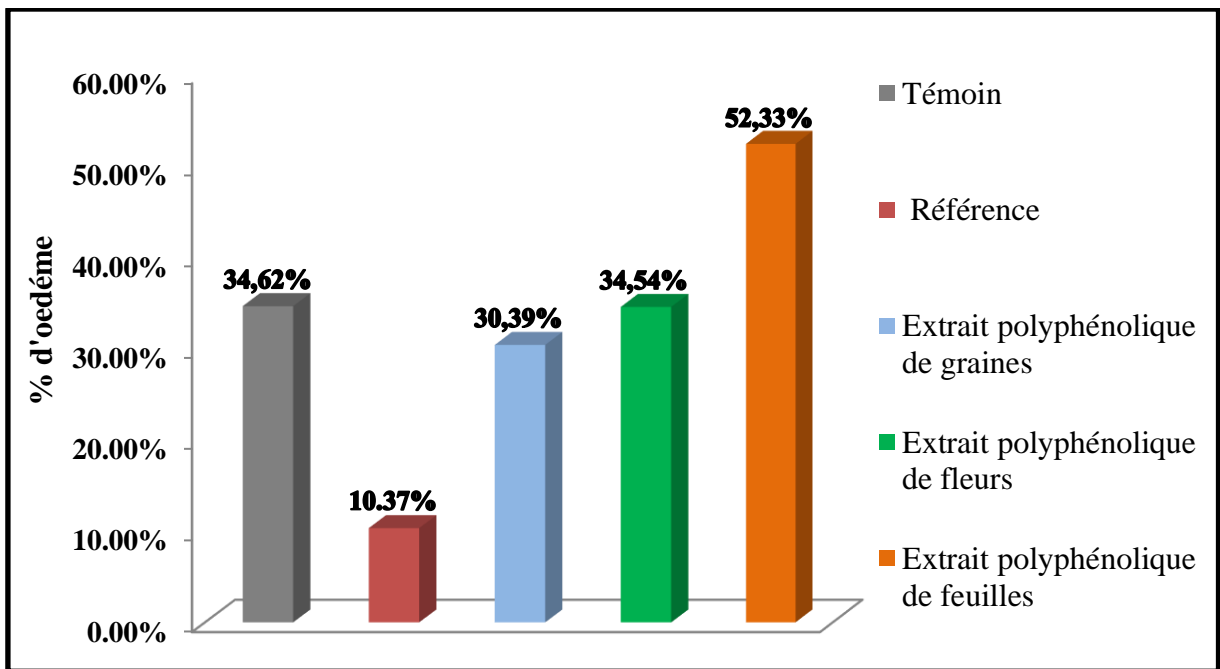
**Tableau 2.** Résultats de toxicités des différents extraits de feuilles, fleurs et graines *M. oleifera* Lam.

Organes \ Extraits	Extraits polyphénolique	Extraits de la phase aglyconiques	Extraits de la phase Anthocyaniques
Graines	Vivant	Mort	Mort
Fleurs	Vivant	Mort	Mort
Feuilles	Vivant	Mort	Mort

À un volume de 0.5ml, les extraits de la phase anthocyaniques ainsi que la phase aglyconiques de tous les organes étudiés ont montré un effet toxique, qui se traduit par la mort des souris traitées. Par ailleurs, au même volume, les souris traitées avec tous les extraits polyphénoliques ont montré une bonne résistance.

#### 2.1. Pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris

Les résultats de pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris albinos sont représentés dans la Figure 9.

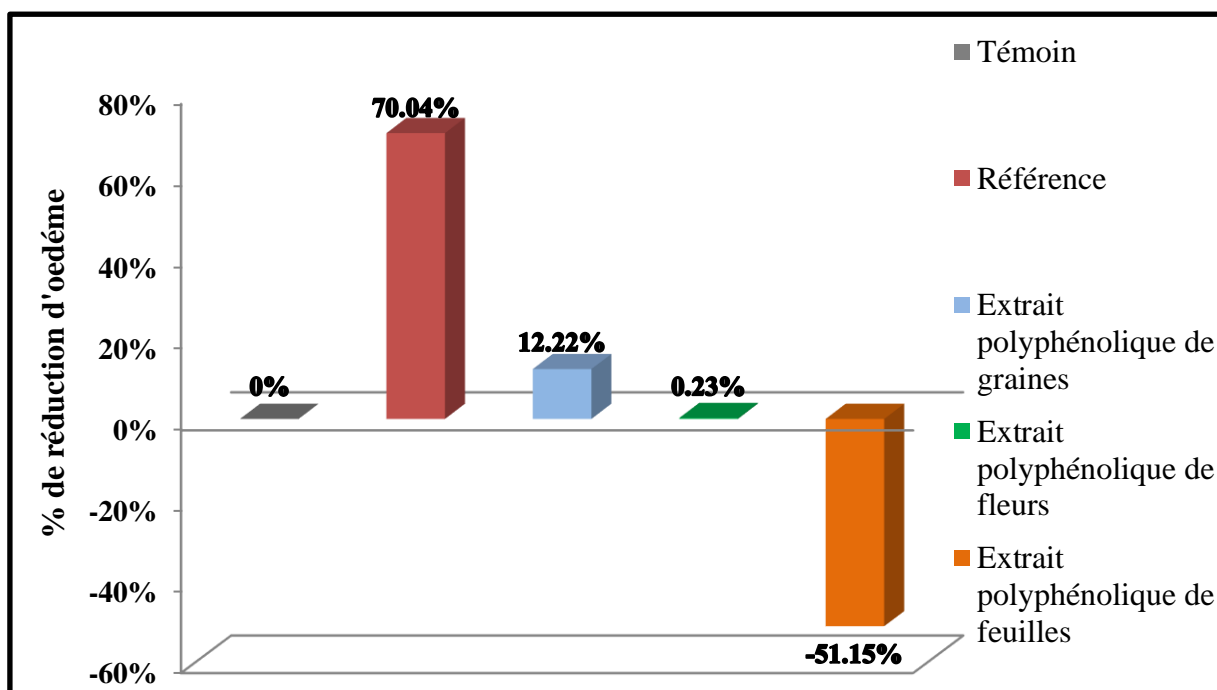


**Figure 9.** Pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris albinos.

C'est le lot de souris traités avec l'extrait polyphénolique de feuilles qui présente un pourcentage d'œdème le plus élevé, il est de l'ordre de 52.33%. Par contre, le lot témoin ainsi que les lots des souris traités avec les extraits polyphénoliques de fleurs et graines présentent des valeurs proches, respectivement d'ordre de 34.62%, 34.54% et 30.39%. Par ailleurs, le pourcentage d'œdème enregistré dans lot de référence est très faible, il est de l'ordre de 10.37%.

## 2.2. Réduction d'œdème chez les souris

Les résultats de pourcentage de réduction d'œdème chez les souris albinos sont représentés dans la Figure 10.



**Figure 10.** Pourcentage de réduction d'œdème chez les souris albinos.

Au vu des résultats, c'est le lot de référence qui présente un pourcentage de réduction le plus importante (70.04%), par rapport à ceux enregistrés avec les extraits polyphénoliques de graines (12.22%) et de fleurs (0.23%). Notons que l'extrait polyphénolique de feuilles n'a enregistré aucun effet.

Les travaux effectués sur les extraits de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam (Millongo-Koné et al., 2012 ; Alhakmani et al., 2013 ; Boudarn et al., 2017 ; Boualbani et al., 2018) révèlent l'existence de classe importantes de composés phénoliques notamment les tanins, alcaloïdes et les flavonoïdes. En effet, de nombreuses études semblent indiquer que les flavonoïdes ont une activité anti-inflammatoire et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations (Gonzalez-Gallego et al., 2007).

Des études antérieures, ont montré que les graines de *M. oleifera* Lam contiennent des glucosinolates qui combattent l'inflammation (Ferreira et al., 2008 ; Waterman et al., 2014). De plus, elles contiennent des isothiocyanates connus pour leur propriété anti-inflammatoire (Ndiaye et al., 2002 ; Manaheji et al., 2011).

### 3. Purification d'eau

#### 3.1. L'analyse bactériologique de l'eau

Les résultats de l'analyse bactériologique effectuée sur l'eau brute ainsi que l'eau traitée par la poudre et le lait de graines de *M. oleifera* Lam, semblent être identiques.

En effet, pour tous les prélèvements effectués, nous avons remarqué :

- Un dégagement de gaz.
- Un trouble microbienne accompagné d'un virage de couleur au jaune (donc fermentation de lactose) pour les coliformes totaux.
- Un trouble microbienne avec apparition d'anneau rouge à la surface (témoins de production d'indole) pour l'*E. Coli*.
- Un trouble microbienne accompagné par un dépôt des pastilles blanchâtres ou violacés au fond des tubes pour les streptocoques fécaux.

Le dénombrement des germes de contaminations est effectué selon la table de Nombre le Plus Probable (NPP), les résultats sont reportés dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Résultats du dénombrement de germes de contamination pour l'eau brute ainsi que l'eau traitée avec le lait et la poudre de *M. oleifera* Lam.

Essais Genres	L'eau brute	L'eau traitée avec poudre après 24H	L'eau traitée avec poudre après 48H	L'eau traitée avec le lait après 3H	Norme (OMS)
<b>Coliformes totaux</b>	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	100Germe/100ml
<i>Escherichia Coli</i>	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	0 Germe/100ml
<b>Streptocoques fécaux</b>	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	1100 UFC/100ml	0 Germe/100ml

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute révèlent la présence des germes de contamination dont le nombre est de l'ordre de 1100UFC/100ml pour les coliformes totaux, 1100 UFC/100ml pour l'*Escherichia Coli* et 1100 UFC/100ml pour les streptocoques fécaux.

Après le traitement avec la poudre et le lait de graines de *M. oleifera* Lam, le nombre de germes de contamination enregistré est de l'ordre de 1100UFC/100ml pour les coliformes totaux, 1100 UFC/100ml pour l'*Escherichia Coli* et 1100 UFC/100ml pour les streptocoques fécaux.

Au vu des résultats, nous constatons que les graines *M. oleifera* Lam de la région d'Adrar montrent peu d'efficacité dans le traitement des eaux ainsi que l'élimination des microorganismes photogènes, ce qui confirme le travail réalisé par Benkaddour (2015) sur les graines de *M. oleifera* Lam de la région d'Adrar dans purification de l'eau brute. En effet, les germes de contamination enregistrés dans l'eau à l'état brute ou après traitements, dépassent les limites fixées par OMS pour les eaux destinées à consommation humaine, et qui sont de l'ordre de 100 Germe/100ml pour les coliformes totaux, 0 Germe/100ml pour l'*Escherichia Coli* et 0 Germe/100ml pour les streptocoques fécaux.

Néanmoins, l'efficacité des graines de *M. oleifera* Lam s'est appréciée dans les travaux effectués dans les zones tropicales (Jahn, 1988 ; Faby et Eleli, 1993 et Kabore, 2011). Ceci pourrait être dû à leur faible teneur en composés organoleptiques qui pourrait être liée à la période et les conditions d'échantillonnage, aux conditions de conservations qui peuvent influencer l'état physiologique de la graine en provoquant par exemple une dégradation des protéines qui possèdent des propriétés majeures comme agents coagulants-floculant ainsi que désinfectants qui élimine les micro-organismes (Théophile, 2014).

### **3.2. L'analyse physicochimique de l'eau**

L'analyse physicochimique a été utilisée uniquement pour l'eau traitée avec le lait de graines de *M. oleifera* Lam, afin de savoir si ce dernier possède un effet coagulant-floculant ainsi que effet adsorbant. Cette analyse se base sur trois paramètres: Le pH, la turbidité et la conductivité.

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Résultats d'analyses physicochimiques de l'eau avant et après traitements avec le lait de la poudre de graine de *M. oleifera* Lam.

Paramètres physico-chimiques	L'eau brute	L'eau traitée	Norme Algérienne mars 2011
<b>pH</b>	8.34	8.30	6.5-8.5
<b>Conductivité</b>	672 $\mu\text{s/cm}$ à 19°C	679 $\mu\text{s/cm}$ à 19°C	Valeur maximale 2280 $\mu\text{s/cm}$
<b>Turbidité</b>	1.89TU	1.49 NTU	Valeur maximale 5NTU

L'eau traitée avec le lait de poudre présente un pH de l'ordre de 8.30, valeur pas très loin de celle de pH de l'eau brute qu'est de l'ordre de 8.34. Néanmoins, ces deux valeurs restent dans l'intervalle des normes Algériennes qui varie entre 6.5-8.5.

Les valeurs de turbidité enregistrées pour l'eau traitée avec la poudre des graines de *M. oleifera* Lam est de l'ordre de 1,89 NTU, valeur pas très loin de celle de turbidité de l'eau brute qu'est de l'ordre de 1,49 NTU. Ces valeurs restent inférieures à la norme Algérienne (5NTU).

Les valeurs de conductivité enregistrées à une température de 19 C° sont de l'ordre de 672 $\mu\text{s/cm}$  pour l'eau brute et 679 $\mu\text{s/cm}$  pour l'eau traitée avec la poudre des graines de *M. oleifera* Lam. Ces valeurs restent inférieures à la norme Algérienne qui fixe la conductivité au seuil de 2280 $\mu\text{s/cm}$ .

À la lumière de ces résultats, nous avons remarqué qu'il n'ya pas eu de changements significatifs entre les valeurs des paramètres étudiés (pH, turbidité, conductivité). En effet, les résultats de Folkard, 1997 ; Jahn, 1998 ; Benkkadour, 2015, ont montré que le traitement avec les graines *M. oleifera* Lam comme agent coagulant-floculant n'est pas très efficace pour l'eau brute.

Aussi, l'étude effectuée par Faby et Eleli (1993) a montré que l'eau à faible turbidité nécessite des concentrations assez élevés des protéines cationiques des graines car la

probabilité des collisions des particules est faible. La légère augmentation de conductivité marquée dans l'eau traitée peut être expliquée par augmentation de salinité (Laferiki, 2016).

### 4. Utilisation des extraits polyphénoliques et aglyconiques dans une formulation cosmétologique

#### 4.1. Analyse physicochimique du shampoing

Les résultats d'analyse physicochimique du shampoing avec les extraits de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel aussi qu'avec le conservateur synthétique, sont consignés dans le tableau 5.

**Tableau 5** .Résultats d'analyses physicochimiques du shampoing formulé avec les extraits de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel et le conservateur synthétique.

	pH à 20°C	Viscosité	Densité	Teneur en matière anionique
<b>Shampoing avec conservateur synthétique</b>	5.50	1500	1.021	7.66
<b>Shampoing avec l'extrait de la phase aglyconique de feuilles comme conservateur naturel</b>	4.68	750	1.021	7.72
<b>Shampoing avec l'extrait de la phase aglyconique de fleurs comme conservateur naturel</b>	4.82	450	1.012	7.66
<b>Shampoing avec l'extrait polyphénolique de feuilles comme conservateur naturel</b>	5.52	1600	1.021	7
<b>Shampoing avec l'extrait polyphénolique de fleurs comme conservateur naturel</b>	5.50	1500	1.015	7
<b>Norme du laboratoire Venus</b>	4 – 7	1200 - 3600	1 - 1.50	7 – 8

Les résultats de mesure du pH de shampoing avec les extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme

conservateur naturel ainsi que le conservateur synthétique, ont révélé des valeurs allant de 4.68 à 5.52, valeur jugées conformes à la norme fixée par le Laboratoire (4–7).

Le pH acide du shampoing limite ainsi la multiplication des germes pathogènes tout en préservant le développement de la flore résidente (Elkassouani, 2013). En effet, le pH du shampoing permet de protéger les cheveux qui ont à la base un pH acide qui varie entre 4.5 à 5.5, cette acidité naturelle empêche les champignons et les bactéries de croître dans les cheveux et permet aux cuticules de rester fermées et en bonne santé.

Le shampoing préparé avec les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam présente une viscosité de l'ordre de 450 et 750, valeurs jugées inférieures aux normes du laboratoire qui varie entre 1200 et 3600. Néanmoins, les valeurs de viscosité enregistrées avec les extraits polyphénoliques ainsi que le conservateur synthétique (1500 à 1600) sont jugées dans l'intervalle de norme du Laboratoire.

Les valeurs de densité du shampoing enregistrées avec les extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam ainsi que le conservateur synthétique sont de l'ordre de 1.012 et 1.022, valeurs jugées conformes aux normes fixées par le Laboratoire qu'est de l'ordre de 1 – 1.5.

Au vu des résultats, nous constatons que la densité et viscosité du shampoing sont jugées bonnes car leurs valeurs sont proches des normes du Laboratoire VENUS. Cependant, la concentration élevée des extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs ajoutés comme conservateur ont abaissé la viscosité du shampoing. La viscosité et la densité sont des agents de texture liés à la quantité de sodium chloride et cocamide diéthanolamine responsable de l'épaississement et l'aspect visqueux du shampoing.

Les teneurs en matières anioniques du shampoing avec les extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam et le conservateur synthétique varient entre 7 et 7.87. Elles restent néanmoins conformes à la norme du laboratoire (7–8).

La teneur en matière anionique à un rapport direct avec la concentration et la fonction principale du tensioactif qui se caractérise par la valeur de leur HLB (Balance hydrophile / lipophile) qui permette de chiffrer l'équilibre existant entre la partie hydrophile et lipophile de la molécule, à partir de sa solubilité dans l'eau. Dans notre cas, nous avons utilisé laureth sulfate de sodium qu'est un tensioactif anionique généralement utilisé pour

augmenter la durée de vie des mousses, ou comme détergent, ce qui explique leur présence dans de nombreux produits cosmétiques tels que les shampoings et les dentifrices (Tadoros, 2005).

Au vu des résultats, les valeurs de la teneur en matière anionique enregistré coïncide avec la valeur HLB (Balance hydrophile / lipophile) du tensioactifs utilisés suivant sa propriété principale comme agents mouillant et qui varie entre 7-9 (Lafforge, 2010).

### 4.2. Analyse microbiologique du shampoing

Les résultats d'analyses microbiologiques du shampoing formulé avec les extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques des feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel ainsi qu'avec le conservateur synthétique sont reportés dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Résultats d'analyses microbiologiques du shampoing formulé avec les extraits de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel et le conservateur synthétique.

	Nombre UFC		Normes Algériennes
	bactéries aérobies-mésophiles totaux	levures et moisissures	
<b>Shampoing avec conservateur synthétique</b>	0UFC/g	0UFC/g	<b>NA 8287 : maximums 102UFC/g des bactéries aérobies- mésophiles totaux</b>  <b>NA 8285 : maximums 103UFC/g des levures et moisissures</b>
<b>Shampoing avec l'extrait de la phase aglyconique de feuilles comme conservateur naturel</b>	0UFC/g	0UFC/g	
<b>Shampoing avec l'extrait de la phase aglyconique de fleurs comme conservateur naturel</b>	0UFC/g	0UFC/g	
<b>Shampoing avec l'extrait polyphénolique de feuilles comme conservateur naturel</b>	0UFC/g	0UFC/g	
<b>Shampoing avec l'extrait polyphénolique de fleurs comme conservateur naturel</b>	0UFC/g	0UFC/g	

Au vu des résultats, à la concertation de 2% pour l'extrait de la phase aglyconique et à 0.06% pour l'extrait polyphénolique des feuilles et fleurs, le taux des bactéries aérobies-mésophiles totaux est de 0 UFC/g. Ces résultats sont conformes et inférieures à la norme Algérienne, qu'est de l'ordre de 10<sup>2</sup> UFC/g.

À la même concentration d'extrait de la phase aglyconique et d'extrait polyphénolique de feuilles et fleurs, le taux de levures et moisissures est de 0 UFC/g. Ces résultats sont conformes et inférieures à la norme Algérienne, qu'est de l'ordre de 10<sup>3</sup> UFC/g.

À la lumière de ces résultats, les extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam pourraient être considérés comme conservateurs dans la formulation de shampoing grâce à leurs effets antimicrobiens. Ceci est lié à la richesse de *M. oleifera* Lam en polyphénols surtout en flavonoïdes, ces derniers sont des composés phénoliques qui suscitent un intérêt considérable en raison de leur large spectre et de la diversité de leurs effets biologiques (antimicrobien, antioxydant, antiviral...) (Guo, 2011; Maimoona, 2011). Les propriétés biologiques multiples de ces composés devraient être exploitées comme ingrédients cosmétiques.

Conclusion

### Conclusion

Le présent travail a porté sur l'évaluation de quelques activités biologiques de *M. oleifera* Lam, de la famille des Moringaceae, espèce introduite dans les zones arides du Sahara algérien et plus précisément dans la région d'Adrar.

Le rendement en extraits aglyconiques de *M. oleifera* Lam exprimé en pourcentage est plus important au niveau des graines par rapport au feuilles et fleurs, avec respectivement des valeurs  $8\% \pm 0$  ;  $4.66\% \pm 0.01$  et  $2\% \pm 0$ .

Les extraits polyphénoliques de graines et fleurs de *M. oleifera* Lam révèlent une réduction d'œdème avec respectivement un pourcentage de 12.22 % et 0.23%. Ces résultats montrent que ces extraits ont une très faible activité par rapport au Diclofinac qui présente un pourcentage de 70.04%. Par ailleurs, les extraits de la phase aglyconiques et anthocyaniques des graines, fleurs et feuilles se sont avérés toxiques ceci s'est traduit par la mort des souris.

Les résultats d'analyses bactériologiques effectuées sur l'eau brute confirment la présence des coliformes totaux, d'*E. Coli* et les streptocoques fécaux avec une concentration de 1100 UFC/100ml. Par ailleurs, l'analyse physicochimique nous a permis d'enregistrer un pH de l'ordre de 8.38, une turbidité de 1.89 NTU et une valeur de  $672\mu\text{s}/\text{cm}$  pour la conductivité.

Le traitement de l'eau brute avec la poudre et le lait de graines de *M. oleifera* Lam n'a aucune effet sur la purification de l'eau, car les concentrations des germes étudiées restent les même avec l'état brute et présente à la fois une concentration de 1100 UFC/100 ml. Le lait de graines n'a pas donné d'effet également sur l'aspect physicochimique de l'eau. En effet, les valeurs enregistrées sont de l'ordre de 8.30 pour le pH, 1.49 NTU pour la turbidité et  $679\mu\text{s}/\text{cm}$  pour la conductivité.

L'analyse microbiologique du shampoing formulé à partir des extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques de feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel a montré que ces dernières possèdent une meilleure activité antimicrobienne vis-à-vis des germes aérobies-mésophiles totaux, ainsi que les levures et moisissures avec un taux de contamination de 0 UFC/g. Par ailleurs, les extraits naturels utilisés comme conservateurs ainsi que le conservateur synthétique n'influencent pas sur l'aspect physicochimique de shampoing , ils présentent à la fois un pH de l'ordre de 4.68-

## Conclusion et perspective

---

5.52, une densité qui varie entre 1.012-1.022, une teneur en matière anionique allant de 7-7.87 , concernant la viscosité les valeurs enregistrées pour la préparation qui contiennent les extraits polyphénoliques est de 1500-1600 et 450-750 pour la préparation avec les extraits de la phase aglyconiques.

Ces résultats, suggèrent que *M. oleifera* Lam pourrait représenter une source naturelle prometteuse de substances chimiques qui possèdent des activités biologiques très importantes.

L'ensemble de ces résultats ne constitue qu'une première étape dans l'étude des différents activités biologiques de *M. oleifera* Lam, il est souhaitable de :

- ✓ Compléter ce travail par l'étude de l'activité anti-inflammatoire, in vitro, des extraits de la plante sur la stabilité membranaire du globule rouge.
- ✓ Etendre la recherche sur le plan mycologique, parasitologique et virologique dans traitement des eaux.
- ✓ élargir les essais pour la conservation d'autres formes de produits cosmétique (crème, gel, gel douche, masque, lotion) et définir d'autre concentrations d'utilisation.

# Référence Bibliographique

### Référence Bibliographique

#### A

**Abdulla A., Zhao X., et Yang F. (2013).** Natural polyphenols inhibit lysine-specific demethylase-1 in vitro. *Journal of Biochemical and Pharmacological Research* 1(1): 56-63

**Alhakmani F., Kumar S., Okindra A., et Khan A. (2013).** Estimation of total phenolic content, in vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of moringa oleifera. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3(8): 623-627

**Al-Sobarry M. (2012).** Valorisation pharmacologique *d'Aloe perryi baker et Jatropha unicostate balf*, plantes endémiques du Yamen : toxicité, potentiel anti-inflammatoire et analgésique .thèse doctorat en pharmacologie .faculté de médecine et de pharmacie de Rebat .214p.

**Amagloh F K., et Benang A. (2009).** Effectiveness of Moringa oleifera seed as a coagulant for water purification. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (1), pp 119-123, *Academic Journals, Ghana, ISSN 1991-637X*.

**Anonyme. (2019).** <http://moringa.alismiri.com/Images/Moringa%20SMIRI-TUNISIE-racine-moringa.jpg> . Consulter le 06/11/2019.

**Anonyme. (2019).** <http://peresblancs.org/image2/moringa2.jpg>. Consulter le 06/11/2019.

**Anonyme. (2019).** [https://static.wixstatic.com/media/e07a6e\\_6dfc4f45b7a34c44a04a33365e9bbdea~mv2.jpg](https://static.wixstatic.com/media/e07a6e_6dfc4f45b7a34c44a04a33365e9bbdea~mv2.jpg)  
Consulter le 06/11/2019.

**Anonyme. (2019).** <https://therapeutesmagazine.com/wp-content/uploads/2016/08/Moringa-oleifera-640x445.jpg>. Consulter le 06/11/2019

**Anonyme. (2019).** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Moringa\\_flower\\_5.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Moringa_flower_5.jpg). Consulter le 06/11/2019

**Anonyme. (2019).** [http://www.aquadesigner-shop.com/3837-home\\_default/graine-de-moringa-oleifera-x10.jpg](http://www.aquadesigner-shop.com/3837-home_default/graine-de-moringa-oleifera-x10.jpg). Consulter le 06/11/2019.

**Anonyme. (2019).** <https://www.google.com/maps/place/Ouled+Aissa/@29.4552404,-0.351726,10z/data=!4m5!3m4!1s0xd8a8757eda5bdb3:0xa57d0365e8e83bb0!8m2!3d29.4237071!4d-0.0886948>. Consulter le 08/11/2019.

**Anonyme. (2019).** [https://www.4emesinge.com/wp-content/uploads/2014/08/Ethiopia\\_-\\_Mature\\_Moringa\\_stenopetala\\_tree\\_-\\_March\\_2011.jpg](https://www.4emesinge.com/wp-content/uploads/2014/08/Ethiopia_-_Mature_Moringa_stenopetala_tree_-_March_2011.jpg). Consulter le 06/11/2019.

**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.

**Arribas A S., Martínez-Fernández M., Moreno M., Bermejo E., Zapardiel A., et Chicharro M. (2013).** Analysis of total polyphenols in wines by FIA with highly stable amperometric. *Food Chemistry* 136: 1183–1192.

**Aruna M., et Srilatha N. (2012):** Water clarification using Moringa oleifera Lam seed as a natural coagulant. *Current Biotica* 5(4): 472-486, ISSN 0973-4031.

**Asante W J., Ochire-Boadu K., et Baatuuwie N. (2012).** "Initial growth response of Moringa oleifera seedlings to different soil amendments." *African Journal of Agricultural Research*, 7(45), 6082-6086.

**Atakpama W., Goussivi E., Kponor E., Kanda M., Dourma M., Nare M., Batawila K., et 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.

**Atawodi, S. E., Atawodi, J. C., Idakwo, G. A., Pfundstein, B., Haubner, R., Wurtele, G., Bartsch, H., and Owen, R. W. (2010).** "Evaluation of the polyphenol content and antioxidant properties of methanol extracts of the leaves, stem, and root barks of Moringa oleifera Lam." *Journal of Medicinal Food*, 13(3), 710-716.

## B

**Barnes P J. (1998).** Anti-inflammatory actions of glucocorticoids: molecular mechanisms. *Clinical science*, 94(6), 557-572.

**Bath-Smith F. (1954).** The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. Linn, Soc. Of London, 58(371) p95.

**Bellakhdar J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. *Ibis Press*, Paris.

**Benhammou N. (2011).** Activité antioxydant des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-ouest Algérien. Thèse de Doctorat en biologie. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen. Algérie. 113 p.

**Benkaddour N. (2015).** Contribution a l'étude de l'efficacité de la graine de *Moringa oleifera* Lam dans la dépollution des eaux d'Oued Safsaf. Thèse d'ingénieure d'états en agronomie, université Abou Baker Belkaid, Tlemcen. Algérie.86p.

**Bentabet-lasгаа N. (2015).** Etude photochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes *Fredolia aretioides* et *Echium vulgare* de l'ouest Algérien. Thèse doctorat en biologie cellulaire et biochimie. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen. Algérie. 126p.

**Besse F. (1996).** L'Arbre du mois – *Moringa oleifera* Lam.; Le flamboyant – *Bulletin de liaison des membres du réseau Arbres tropicaux No 40 ; 5p.*

**Broin M. (2005).** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. *CTA. 5.*

**Boizot N., et Charpentier J P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. *Le cahier des techniques de l'Inra.* Pp 79-82.

**Boualbani N., et Mohamed Ouali D. (2018).** Etude de l'effet antimicrobienne et antioxydant des extraits de deux plantes médicinales de la region d'Adrar. Thèse master en génomique et Biotechnologie végétale, université de Blida-1.Algérie.

**Boudarn S., Boukedroun A., Mohamed Ouali D. (2017).** Evaluation de quelques activités biologiques des extraits de *Moringa oleifera* Lam, de la région d'Adrar. Thèse master en génomique et Biotechnologie végétale, université de Blida-1.Algérie.38.

**Bruneton J. (1993).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.* Technique et documentation .Ed. Lavoisier , Paris,915p.

**Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494.

**Brunetti C., Ferdinando M., Fini A., Pollastri S., et Tattini M. (2013).** Flavonoids as antioxidants and developmental regulators: relative significance in plants and humans. *International Journal of Molecular Sciences* 14: 3540-3555.

### C

**Chung W J. (2014).** Management of portal hypertensive gastropathy and other bleeding. *Clinical and Molecular Hepatology*, 20; 1-5.

Code de la santé publique article L5131- [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)

### D

**Dacosta Y. (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317p. (cited in DjemaiZoueglache S, 2008).

Dean F M, (1963). Naturell occuring Oxygen Ring Compounds, Buttrworths. Londres.

**Delpha I. (2011).** Le moringa (*moringa oleifera* Lam.): utilisations actuelles et intérêt pharmacologique.

**Dewick P M. (1998).** The biosynthethis of shikimates métabolites. *Nat.Prod.Rep.*, 17-58

**Doerr B., et Staff E. (2005).** *Moringa* water treatment. ECHO Technical Note. Florida, 3p.

**Dong Woo H., et Kim J. (2013).** Dietary flavonoid intake and risk of stomach and colorectal cancer. *World Journal Gastroenterol* 19 (7): 1011-1019.

### E

**Effendi L., Yajun Y., et Koffas M A. (2008).** Functional expression of a P450 flavonoid hydroxylase for the biosynthesis of plant-specific hydroxylated flavonols in *Escherichia coli* .*Metab.Eng.*8: 172-181.

**Ennabili A., Gharnit N., et EL Hamdouni M. (2000).** Inventory and social interest of medicinal, aromatic and honey -plants from Mokrisset (NW of Morocco). *Stud. Bot.*19: pp 57-74.

**Ennabili A., Gharnit N., Maach Y., EL Meskaoui A., et Bousta D. (2006).** Exploitation des plantes médicinales et alimentaires du bassin versant de l'oued Laou (nord-ouest du Maroc). *J. Bot. Soc. Bot. France* 36 : pp 71-79.

**Elkassouani N. (2013).** Les produits cosmétiques pour les soins du visage .thèse de doctorat en pharmacie .Université MOUHAMMED V –SOUISSI. Faculté de médecine et de pharmacie – RABAT.340P.

**EL Meskaoui A., Bousta D., Dahchour A., Greche H., Harki E., Farah A., et Ennabili A . (2008).** PLANTES MEDICINALES ET AROMATIQUES MAROCAINES : OPPORTUNITES ET DÉFIS. *Revue AFN Maroc*. N ° 2-3 : pp74-87.

### F

**Faby J A., et Eleli A. (1993).** Utilisation de la graine de Moringa, essais de floculation au laboratoire et en vraie grandeur. CIEH/EIER/Oieau, Série hydraulique urbaine et assainissement, Ouagadougou, Burkina Faso, 132 p.

**Ferreira I., Pelegrini D D., Tsuzuki J K., Amado Ciomar A B., Cortez Diogenes A G . (2008).** Biological activity and isolated compounds in *Sapindus saponaria* L. and other plants of the genus *Sapindus*. *Latin American journal of Pharmacy*, vol 27(6).922-927pp.

**Fiorucci S. (2006).** Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes : Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Thèse de doctorat. Université Nice-Sophia Antipolis, 212 p.

**Firth J., Balraj V., Muliyl J., Roy S., Rani L M., Chandresekhar R., et Kang G. (2010).** Point-of-use interventions to decrease contamination of drinking water: a randomized, controlled pilot study on efficacy, effectiveness, and acceptability of closed containers, *Moringa oleifera*, and In-home Chlorination in Rural South India. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 82(5), pp. 759–765 doi:10.4269/ajtmh.2010.09-0206

**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.

**Folkard. (1997).** The development of the *Moringa oleifera* and *stenopetala* tree to provide valuable products: coagulant for water/wastewater treatment and vegetable oil. Rapport à la Commission Européenne, DG 12, projet de recherche N° TS3CT94-0309, période 1995-1997.

### G

**Gharnit N., EL Mtili N., Ennabili A., et Sayah A. (2006).** Importance socio-économique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans la Province de Chefchaouen (nord-ouest du Maroc). *J. Bot. Soc. Bot. France* 33 : pp 43-48.

**Ghasi S., Nwobodo E., et Ofili J O. (2000).** Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed Wistar rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 69(1): 21-25.

**Ghestem A., Segun E., Paris M., et Orecchioni A M. (2001).** Le préparateur en pharmacie : Botanique-Pharmacognosie Phytothérapie - Homéopathie. Lavoisier Tec et Doc, Paris ,273p.

**Giridhari A V., Malathi D., et Geetha K. (2011).** Antidiabetic property of drumstick (*Moringa oleifera*) leaf tablets. *International Journal of Health and Nutrition*. 2 (1): 1-5.

**Gonzalez-gallego J., Sanchez-campos S., et Tunon M J. (2007).** Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids . *Nutricion hospitalaria* .2007.22(3):p.287-293.

**Guo T., Wei L., Sun J., Hou C., et Fan L. (2011).** Antioxidant activities of extract and fractions from *Tuber indicum* Cooke & Masee. *Food Chem*, 127, 1634-1640.4.

**Gutha L R., Casassa L F., Harbertson J F., et Naidu R A. (2010).** Modulation of flavonoid biosynthetic pathway Genes and anthocyanins due to virus infection in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves. *BMC Plant Biology* 10 (187): 1-18.

### H

**Haldar R., et 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.

**Harimalala A. N., et Razanamparany L. 2014.** Nutritional quality of fruit pastes enriched with *Moringa oleifera* leaves. *International Journal of Applied Science and Technology*. 4 (5).

**Henzen C. (2003).** Traitement aux glucocorticoïdes: risques et effets secondaires. *Forum médical suisse*, vol 19; 442-446.

**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

**Idris M A., Jami M S., Hammed A M., et Jamal P. (2016).** *Moringa oleifera* Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications. V11, N 6, pp. Malaysia 1469-1486, ISSN 0973-6077.

**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.

### J

**Jahn. (1988).** Using *Moringa* seeds as coagulants in developing countries. *J. AWWA*, 80, 43-50.

**Jahn. (1998).** Différents rôles des coagulants naturels dans la clarification de l'eau, dans les technologies appropriées à usage domestique et dans les installations communales

d'épuration. *Proceedings of International Seminar on the Use of Natural Coagulants for Water Treatment*, Yogyakarta, Indonesia, 2-7 October, 11 p.

**James A., et Zikankuba V. (2017).** *Moringa oleifera* a potential tree for nutrition security in sub-Saharan Africa. *American Journal of Research Communication*, 5(4): 1- 14 ISSN: 2325-4076.

**Jick H. (1994).** Risk of upper gastrointestinal bleeding and perforation associated with individual non-steroidal anti-inflammatory drugs. *The Lancet*, 343(8900), 769- 772.

### K

**Kabera J N., Semana E., Mussa A R., et He X. (2014).** Plant secondary metabolite: biosynthesis, classification, function and pharmacy and pharmacology 2.377-392.

**Kabore. (2011).** Étude du pouvoir flocculant et des qualités épuratoires des graines de *Moringa oleifera* dans le traitement des eaux brutes de consommation en Afrique subsaharienne Cas des eaux du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, Ouagadougou Burkina Faso, 54 p.

**Kafuku G., et Mbarawa M. (2010).** L'huile de *Moringa oleifera* est une source engageante pour la production de biodiesel. Alkaline catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil with optimized production parameters. *Applied Energy*. 87: 2561–2565.

**Kessel L., Tendal B., Jorgensen K J., Erngaard D., Flesner P., Andresen J L., et Hjortdal J. (2014)** .Post-cataract prevention of inflammation and macular edema by steroid and nonsteroidal anti-inflammatory eye drops. *Ophthalmology*, 121(10); 1915-1924.

**Khaldi A., Meddah B., Moussaoui A., Benmehdi H. (2012).** Screening phytochimique et effet antifongique de certains extraits de plantes sur le développement *in vitro* des moisissures. *European Journal of Scientific Research* **80(3)**: 311-321.

**King A., and Young G. (1999).** characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Jof the American dietetic association*. **99**:213-218. (cited in DjemaiZoueglache S, 2008

**Krief S. (2003).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.

**Krook A., Kulkarni S S., Salehzadeh F., Fritz T., et Zierath J R.(2014).** Les régulateurs mitochondriaux du métabolisme des acides gras reflètent un dysfonctionnement métabolique dans le diabète de type 2. *Journal de Métabolisme*, vol 61(2). 175-185p.

**Kumar V., Abbas A K., Fausto N., et Robbins C. (2005).** «Pathology Basis of Disease Philadelphia»; Elsevier Saunders 7th; 2005; pp: 48-86.

**Kumari D. (2010).** Hypoglycemic effect of *Moringa oleifera* and *Azadirachta indica* in type-2 diabetes. *Bioscan*. 5 : 211-14.

**Kumbhare MR., Guleha V., et Sivakumar T. 2012.** Estimation of total phenolic content, cytotoxicity and in-vitro antioxidant activity of stem bark of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 144-150.

### L

**Laferiki M. (2016).** Etude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'hamed Ben Taiba. Thèse de magister en génie de l'environnement, université DJilali Bounaama de Khemis Miliana. Algérie.91p.

**Lafforgue C. (2010).** Matières premières et produits cosmétiques. Cours de Master 2 Formulation et valorisation des produits cosmétiques présenté à; Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Châtenay-Malabry.

**Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., and 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.

**Laracine C. (1984).** Etude de la variabilité flavonique infra-spécifique chez deux conifère ; le *Pin sylvestre* et le *Genévrier commun*. Thèse de doctorat , université de Lyon I.

**Lea M. (2010).** Bioremediation of Turbid Surface Water Using Seed Extract from *Moringa oleifera* Lam. (Drumstick) Tree, Clearinghouse: Low-cost Water Treatment Technologies for Developing Countries, Emerging Technologies, Current Protocols in Microbiology, DOI: 10.1002/9780471729259.

**Lebreton P., Jay M., et Voirin B. (1967).** Sur l'analyse qualitative et quantitative des flavonoïdes, Chimie Analytique, Paris, 49(7) :375 – 383pp.

**Levy L.( 1969).** carragenan paw edema in the mouse. *Life Sci.*; 8,601-606.

**Lugasi A., Hovari J., Sagi K V., et Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutriments in the prevention of diseases. *Acta. Biologica Szegediensis*. 1 (4): 119-125.

### M

**Macheix J J., Fleuriet A., et Sarni-Manchado P. (2005).** Les composés phénoliques dans la plante : Structure, biosynthèse, répartition et rôles. In: Les polyphénols en agroalimentaire. Cheynier V., Sarni-Manchado P. Ed. Tec. & Doc. Lavoisier, Paris.

**Maimoona A., Naeem I., Saddiqe Z., et Jameel K. (2011).** A review on biological, nutraceutical and clinical aspects of French maritime pine bark extract. *Journal of Ethnopharmacology* 133 (2):261-277.

**Makkar H P S., et Becker K. (1996).** Valeur nutritionnelle et composants antinutritionnels de l'ensemble et de l'éthanol extrait *Moringa oleifera* feuilles. *journal of animal Feed Science and technology*, vol(63) : 211-228pp.

**Makkar H P S., et Becker K. (1997).** Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 128, 311-322, disponible sur <http://www.moringanews.org>. Consulté le 12/10/2013.

**Mamadou B. (2011)** .Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Other. University Blaise Pascal- Clermont Ferrand II, France.

**Manaheji H., Jafari S., Zaringhalam J., Razazadeh S., et Taghizadfarid R. (2011).** Effets analgésiques des extraits méthanoliques de la feuille ou de la racine de *Moringa oleifera* chez le rat. *ZhongJie Xi Yi XueBao* II. 9 (2) : 216-222.

**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.

**Marfak A. (2003).** Radiolyse Gamma des Flavonoïdes. Etude de Leur Réactivité avec Les Radicaux issus des Alcools : Formation de depsides. Thèse de doctorat. Université de LIMOGES. 187 p.

**Martini M C. (2006).** Actifs et additifs en cosmétologie 3ème édition Ed Lavoisier, 2006, 1051 p.

**Martini M C. (2006).** Ingrédients actifs en cosmétologie EMC Cosmétologie et Dermatologie esthétique, 50-120-A-10, 2006 9 p.

**Martini M C., et Seiller M. (2006)** .Actifs et additifs en cosmétologie. 5<sup>ème</sup> Ed. Lavoisier , Paris. 1080p.

**Meenakshi M., Manjunatha B M., et Manjunath N T. (2015).** Performance Assessment of *Moringa oleifera* in Clarification of Surface Water ; *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, V 4, N 7, pp 2342-2345, Inde, ISSN: 2278 – 7798.

**Medic-Saric M., Jasprica I., SmolicBubalo A., and Momar A. (2003).** Optimization of chromatographic conditions in Thin Layer Chromatography of Flavonoids and Phenolic Acids. *Croatica Chemica Acta* .77 (1-2): pp 361-366.

**Millogo-koné E H., Kini B F., Yougbaré Z., Yaro M B., Sawadogo M. (2012).** Etude de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne *in vitro* des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae). 1. Centre National de la recherche Scientifique et Technologique (CNRST)- Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS)-Département Médecine et Pharmacopée Traditionnelle-Pharmacie (MEPHATRA-PH) 2. Université de

Ouagadougou-03 BP 7021 – Ouagadougou 03- BURKINA FASO 3.Bureau National des Sols (BUNASOLS)-03 B.P.7021- Ouagadougou 03- BURKINA FASO.

**Milind R G., Anand R B., et Chetan N M. (2012).** Comparative Study of Different Forms of *Moringa oleifera* Extracts for Turbidity Removal. *International Journal of Engineering Research and Development*, Vol 2, N 1, PP. 14-21 ISSN: 2278-067X.

**Mohammedi. (2013).** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat en biologie, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Algérie. P 84.

**Moutinho C. (2013).** Antispasmodic activity of aqueous extracts from *Mentha piperita* native from Trás-os- Montes region (Portugal). *International Journal of Indigenous Medicinal Plants* **29(1)**: 1167-1174.

### N

**Nand V., Maata M., Koshy K., et Sotheeswaran S. (2012).** Water Purification using *Moringa oleifera* and Other Locally Available Seeds in Fiji for Heavy Metal Removal, *International Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 2 No. 5, p 5.

**Nawaz H., Shi J., Mittal G S., et Kakuda Y. (2006).** Extraction of polyphenols from grape seeds and concentration by ultra filtration. *Separation and Purification Technology* 48: 176-181.

**Ndiaye M., Dieye A M., Mariko F., Grand A., Sall D A., et Faye B. (2002).** Contribution à l'étude de l'activité anti-inflammatoire de *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Dakar Medical Journal*. 47 (2): 2010-2012.

### O

**Olson M E. (2001).** Wood and bark anatomy in *Moringa* (Moringaceae). *Haseltonia*. 8: 85- 121.

**Olson M E. (2002).** "Intergeneric relationships within the Caricaceae-Moringaceae clade (Brassicales) and potential morphological synapomorphies of the clade and its families." *International Journal of Plant Sciences* 163(1): 51-65.

**Ortega N., Doña I., Moreno E., Audicana M T., Barasona M.J., Berges-Gimeno M P., Blanca-Lopez N., Lobera T., Padial A., Rosado A., et Torres M J. (2014).** Practical Guidelines for Diagnosing Hypersensitivity Reactions to Nonsteroidal Anti-inflammatory Drugs. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 24(5); 308-323.

**Osman H. M., M. E. Shayoub ., et Babiker E. M. (2012)** .The Effect of *Moringa oleifera* Leaves on Blood Parameters and Body Weights of Albino Rats and Rabbits. *Jordan Journal of Biological Sciences. All 148 rights reserved.* 5 (3): 147 – 150.

**Otunyo A W., et Wokocha A N. (2015).** Moringa oleifera seed powder – a water coagulant for purification of fresh rain and borehole water in Nigeria, European International *Journal of Science and Technology*, pp 22-27. Vol. 4 No. 8 .ISSN: 2304-9693.

**Ozanda P. (1991).** Flore et végétation du Sahara 3éme éd. Ed. CNRS, Paris. France.662p.

### P

**Panchal M., Murti k., et Shah M. (2011).** Plant biology. *Romanian journal of biology.* 56 (1): 57–64.

**Poumayea N., Mabingua J., IutgendP., et biganc M. (2012).**contribution to the clarification of surface water from the Moringa oleifera: case M'Poka River to Bangui, cantral African REPUBLIC. *Chemical engineering research and design* .90 :2346-2352

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

### R

**Rankin J A. (2004).** Biological mediators of acute inflammation. *AACN Clin Issues*, 15, 3 17.

**Rajangam J., Azahakia M R S., Thangaraj T., Vijayakumar A., et Muthukrishan N. (2001).** Production et utilisation du *Moringa* en Inde: la Situation actuelle, 9p.

**Rajangam J., Azahakia Manavalan R., Thangaraj T., Vijayakumar A., et Muthukrishan, N. (2002).** Production et utilisation du Moringa en Inde du sud: la situation actuelle.

**Ravikumar K., et Sheeja A K. (2013).** Heavy Metal Removal from Water using Moringa Oleifera Seed Coagulant and Double Filtration. International Journal of Scientific and Engineering Research, Vol 4,N 5, ISSN 2229-5518 ;pp.10-13.

**Richter G. (1993).** Les composés phénoliques métabolisme des végétaux, (physiologie et biochimie), Edition Dunod. 331-339.

**Richter N., Siddhuraju P., et Becker K. (2003).** Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera Lam.*) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus L.*): *Aquaculture*. 217: 599– 611.

**Risser A., Donovan D., Heintzman J., et Page T. (2009).** NSAID prescribing precautions. American family physician, 80(12), 1371-8.

**Roloff A., Weisgerber H., Lang U., et Stimm B. (2009).** Moringa oleifera Lam 1785 . Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie

**Roy E. (2013).** Les plantes exotique dans les cosmétiques: réel intérêt ou effet marketing ?.Thèse pour le diplôme d'état de doctorat en pharmacie. Université de Nantes. 134p.

### S

**Škerget M., Kotnik P., Hadolin M., Hraš A R., Simonič M. et Knez Ž. (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food chemistry. 89(2): 191-198.

**Sotheeswaran S., Nand V., Matakite M., et Kanayathu K. (2011).** Moringa Oleifera and other local seeds in water purification in developing countries. Research Journal of Chemistry and Environment; Vol.15 (2); pp.135-138, Fiji.

**Siddhuraju P., et Becker K. (2003).** Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree

(*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51 (8): 2144-2155.

### T

**Tadoros T F. (2005).** *Applied Surfactants*. Weinheim: WILEY-VCH Verla GmbH & Co. KGaA.

**Tapiero H., Tew K D., Nguyen B G., et Mathé G. (2002).** Polyphenol do they play a role in the prevention, of the human pathologies? *Biomed.pharmacother*. 56: 200-207.

**Tchiégang C., et Aissatou K. (2004).** Données ethno-nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*. 22 (1): 11-18

**Théophile M. (2014).** Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringa oleifera* local et *Moringa oleifera* PKM-1 dans la Région des Cascades (Burkina Faso), Mémoire d'un master en production végétale, université de Burkina-Faso, pp 5-6.

**Trees for Life (2013).** [Consulter le 02/06/19]. ([www.treesforlife.org](http://www.treesforlife.org)).

**Tremblay L. (1995).** La production de trihalométhane dans les systèmes de distribution d'eau potable au Québec. Thèse magister en ressource renouvelable, université Québec à Chicoutimi.145p.

### V

**Vilaseca M., Grimau V L., et Gutiérrez-Bouzán C. (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.

### W

**Waterman C., Cheng D M., et Rojas-Silva P. (2014).** Stable, water extractable isothiocyanates from *Moringa oleifera* leaves attenuate inflammation in vitro. *Phytochemistry* : 1000.1016.

**Wojakowska A., Perkowski J., Goral T., et Stabiecki M. (2013).** Caractérisation structurale de glycosides flavonoïdes de feuilles de blé (*Triticum aestivum* L.) à l'aide du profilage C/ MS/ MS des composés cible .journal of Mass Spectrometry, vol 48 (3) .329-339pp.

### X

**Xie J., Lin Y. S., Shi X. J., Zhu X. Y., Su W. K. and Wang P. (2013).** Mechanochemical-assisted extraction of flavonoids from bamboo (*Phyllostachys edulis*) leaves. *Industrial Crops and Products* 43: 276-282.

### Y

**Yongabi K A. (2012).** A sustainable Low-Cost phytodisinfectant sand filter alternative for water purification, thèse de doctorat en sciences, université d'Adelaide, Australie, p 207.

**Yusoff M M. (2016).** Aqueous enzymatic extraction of *Moringa oleifera* oil with high pressure processing pre-treatment, these de doctorat en phylosophie, department aliment et sciences alimentaires, universite de Reading, angleterre, p214.

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

### Z

**Zhou G Y., Jiang X C. (ADAPTATION EDS.), Chandrasoma, Parakrama, Taylor, Clive R.(2006).** (ORIGINAL EDS: «Textbook of Pathology Part A. General Pathology, Chapter 4. Inflammation, Section 2. Acute inflammation. Sub-section. Morphologic and Functional Changes»; *Science Press, Beijing*; 2006; pp: 76–83.

Annexe

**Annexe 1. Zones au monde où pousse la plante *M. oleifera* Lam (Trees For Life, 2011).**






**Annexe 2. Matériels utilisés**

- ✓ Seringue
- ✓ Etuve
- ✓ Balance électrique
- ✓ Agitateur
- ✓ Plaque chauffante
- ✓ Micropipette
- ✓ Pipette
- ✓ Papier filtre
- ✓ Bec benzène
- ✓ Becher
- ✓ Réfrigérateurs
- ✓ Boite de pétri
- ✓ Entonnoir
- ✓ Pense stérilisée
- ✓ ciseaux

### Annexe 3. Les produits chimiques et milieu de culture utilisé

Activité anti-inflammatoire	Purification d'eau		Utilisation cosmétique	
	Produits chimique	Milieu de culture	réactifs et solution	Milieu de culture
Ether-diéthylique Carragenine Diclofinac	BCPL, ROTH VBL, EVA LITSKY TRYPTOPHANE	Réactifs de Kovac Solution de calibration de la conductivité 1413 $\mu$ s/cm Solution calibration ph=4 et ph= 7 Solution de calibration de turbidité 20 NTU	PCA (plat count agar) SAB (sabouraud)	Bouillon de neutralisation Broth NaOH (hydroxyde de sodium) Phénophtaléine Solution mixte (solution mère et acide sulfurique) Chloroforme Chlorure de benzentaniem

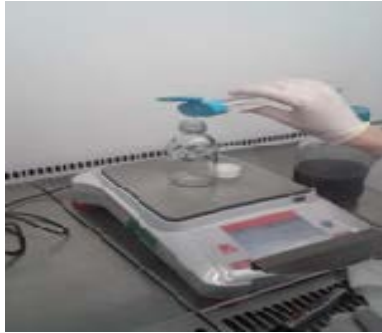
### Annexe 4. Appareillages utilisés

Purification d'eau		
		
Conductimètre HACH sensION156	pH-mètre WTW 450 GPL	turbidimètre HACH TL2300

## Utilisation cosmétologique



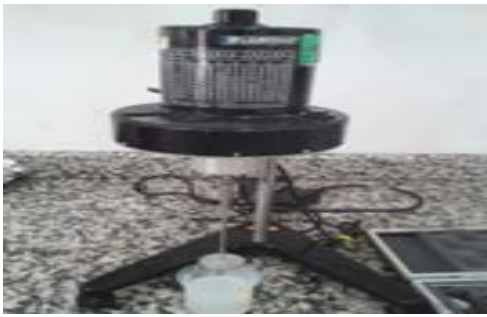
Agitateur à turbine  
IKA \* EUPOSTAR 20.



balance électrique  
OHAUS.



Hotte à flux lumineaire  
ESCO ClassII BBC

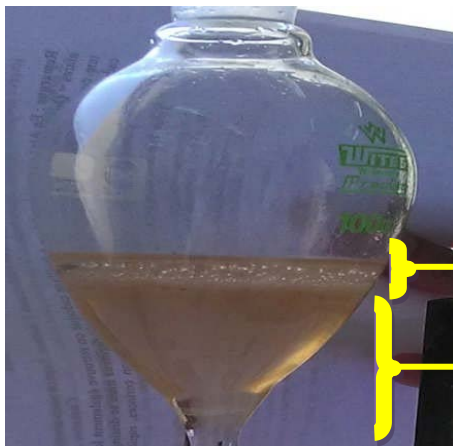


Viscosimètre  
LABOMAT



pH-mètre  
HI 2550 pH/ORP & EC/TDS/NaCL Meter

### Annexe 5. Les phases d'extraction des anthocyanes et aglycones flavoniques

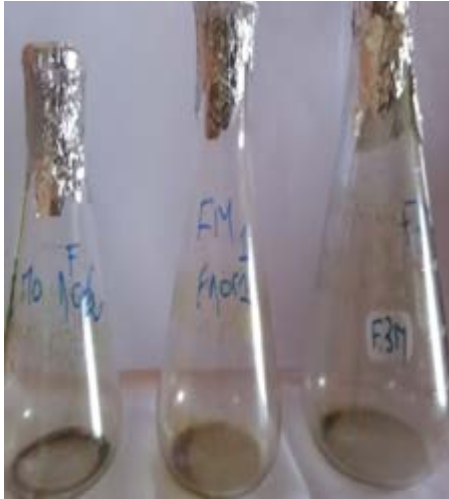


Phase organiques  
contient les aglycone  
flavonique

Phase aqueuse  
contient les  
Anthocyane

## Annexe 6. Les extraits secs d'aglycones flavoniques des différents organes de la plante

Extrait sec de la feuille



Extrait sec de la fleur



Extrait sec de graine



## Annexe 7 : les différents lots de souris albinos



## Annexe 8. Préparation de la carragenine 1%

1g de carragenine  $\longrightarrow$  100 ml eau distillée

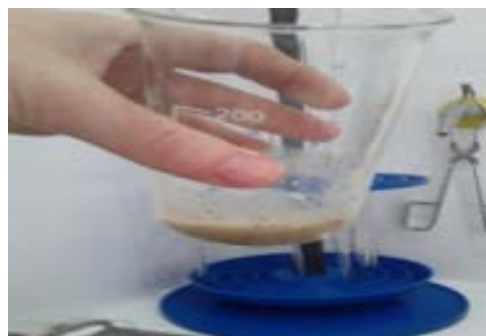
X  $\longrightarrow$  50 ml eau distillée

Donc :

$$X = 50 * 1/100 = 0.5g$$

**Pour la préparation :** Dans un bécher en met 25 ml d'eau distillée puis en ajoute progressivement la carragenine (0.5g), puis en ajoute l'eau distillée jusqu'à avoir le volume de 50 ml.

## Annexe 9. Préparation lait de poudre de graines *M. oleifera* Lam



## Annexe 10. Systèmes N° 1 de la Technique du Nombre le Plus Probable

Nombre des tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
2	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100

## Annexe 11. Résultats des teste de présomption



**BCPL**



**ROTH**

## Annexe 12. La solution utilisée dans le contrôle de produit cosmétique «Shampooing»

---

**Bouillon neutralisant  
BROTH**



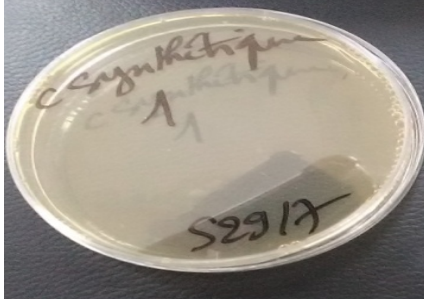

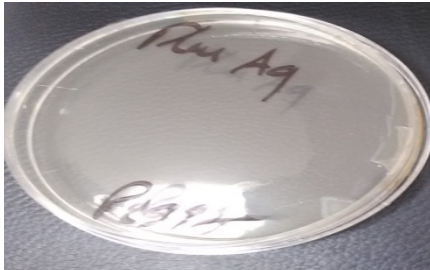
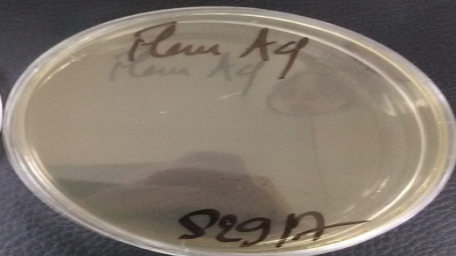
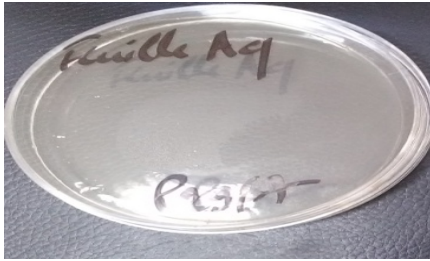
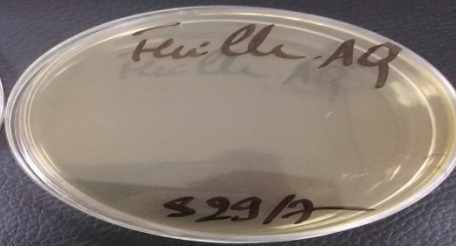

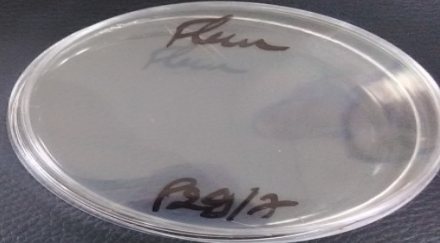
**Solution mixte**



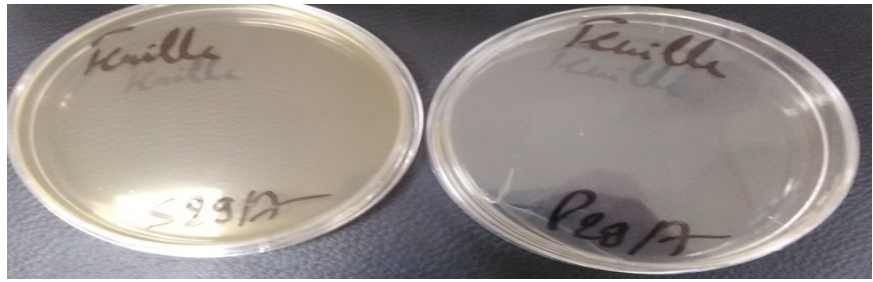
**Solution B**



**Annexe 13. Résultats microbiologique de Shampoing avec les différents types de conservateur**

	Photos des lots d'analyses microbiologiques	
Shampoing avec conservateur synthétique	 <p>SAB 0 UFC/g</p>	 <p>PCA 0 UFC/g</p>
Shampoing avec l'extrait polyphénolique de fleurs comme conservateur naturel	 <p>PCA 0 UFC/g</p>	 <p>SAB 0 UFC/g</p>
Shampoing avec l'extrait polyphénolique de feuilles comme conservateur naturel	 <p>PCA 0 UFC/g</p>	 <p>SAB 0 UFC/g</p>
Shampoing avec l'extrait de la phase aglyconique de fleurs comme conservateur naturel	 <p>SAB 0 UFC/g</p>	 <p>PCA 0 UFC/g</p>

**Shampoing avec  
l'extrait de la  
phase aglyconique  
de feuilles comme  
conservateur  
naturel**



**SAB 0UFC/g**

**PCA 0 UFC/g**

## Résumé

Dans le cadre d'une valorisation des ressources naturelles pour un développement durable en Algérie, nous avons entrepris une étude de quelques activités biologiques des extraits de *M.oleifera* Lam de la région d'Adrar. L'étude comparée de l'extrait polyphénolique de graines et fleurs de *M. oleifera* Lam et Diclofinac sur l'inflammation induit sur la patte des souris par la carragénine, a révélé les propriétés anti-inflammatoire de cet extrait. Par ailleurs, les extraits de la phase aglyconiques et anthocyaniques des graines, fleurs et feuilles ont montré un effet toxique qui a provoqué la mort des souris. L'analyse bactériologique de l'eau brute, suite à son traitement par la poudre et le lait de graines de *M. oleifera* Lam n'a montré aucun effet sur les coliformes totaux, l'*Escherichia Coli* et les streptocoques fécaux. En effet, le taux de contamination enregistré s'est avéré le même dans l'eau à l'état brute et à l'état traité. Par ailleurs, le lait de graines n'influence pas sur l'aspect physicochimique de l'eau, ceci est confirmé par les valeurs enregistrées sur pH, la turbidité et la conductivité. L'analyse microbiologique du shampoing formulé à partir des extraits polyphénoliques et les extraits de la phase aglyconiques des feuilles et fleurs de *M. oleifera* Lam comme conservateur naturel a montré que ces dernières possèdent une meilleure activité antimicrobienne vis-à-vis des germes aérobies-mésophiles totaux, ainsi que les levures et moisissures avec un taux de 0 UFC/g. Par ailleurs, les extraits naturels utilisés comme conservateurs ainsi que le conservateur synthétique n'influencent pas sur l'aspect physicochimique du shampoing.

**Mots clés :** *Moringa oleifera* Lam, Adrar, activité anti-inflammatoire, purification de l'eau, produit cosmétique, extraits polyphénoliques, extraits aglyconiques.

## Abstract

As part of a development of natural resources for sustainable development in Algeria, we have undertaken a study of some biological activities extracts of *M.oleifera* Lam from the region of Adrar. The comparative study of the polyphenolic extract of seeds and flowers of *M. oleifera* Lam and Diclofinac on the inflammation induced on the paws of mice by carrageenin revealed the anti-inflammatory properties of this extract. On the other hand, the extracts of the aglyconic and anthocyanic phase of the seeds, flowers and leaves showed a toxic effect which caused the death of the mice. Bacteriological analysis of raw water following treatment with *M. oleifera* Lam powder and seed milk showed no effect on total coliforms, *Escherichia coli* and faecal streptococci. In fact, the recorded contamination rate was the same in the raw water and in the treated state. In addition, the seed milk does not influence the physicochemical aspect of the water; this is confirmed by the values recorded on pH, turbidity and conductivity. Microbiological analysis of shampoo formulated from polyphenolic extracts and extracts of the aglyconic phase of leaves and flowers of *M. oleifera* Lam as a natural preservative has shown that the latter have a better antimicrobial activity with respect to the aerobic-mesophilic total bacteria, as well as yeasts and molds with a rate of 0 CFU / g. In addition, the natural extracts used as preservatives as well as the synthetic preservative do not influence the physicochemical aspect of the shampoo.

**Key words:** *Moringa oleifera* Lam, Adrar, anti-inflammatory activity, water purification, cosmetic product, polyphenolic extracts, aglyconic extracts.

## المخلص

تهدف هذه الدراسة لتقييم بعض الأنشطة البيولوجية لمقتطفات مورينغا اوليفرا لمنطقة أدرار. كشفت الدراسة المقارنة لمستخلص البوليفينول لبذور و أزهار المورينغا اوليفرا و الدكلوفيناك على الالتهاب الناتج على مستوى أرجل الفئران بواسطة الكر اجنين عن الخصائص المضادة للالتهاب لهذا المستخلص. من الناحية الأخرى ، أظهرت مستخلصات الانتوسيان و الفلافونويد الزلفوني للبذور ،الأزهار و الأوراق تأثيرا ساما تسبب في موت الفئران . كشف التحليل البيولوجي للماء المعالج بواسطة مسحوق و حليب بذور المورينغا اوليفرا أن هذه الأخيرة لم تؤثر على الاشرشيا كولي، القولنيات الكلية و بكتيريا البراز. بالإضافة إلى ذلك ، فان حليب بذور المورينغا اوليفرا لا يؤثر على الحالة الفيزيائية والكيميائية للماء. اظهر التحليل البيولوجي للشامبو الذي تم صياغته من المستخلصات البوليفينولية و الفلافونية للأوراق و أزهار مورينغا اوليفرا كمادة طبيعية حافظة إن هذه الأخيرة تملك نشاط مضاد للمكروبات بما في ذلك الخمائر و البكتيريا الهوائية، بالإضافة فان هذه المستخلصات الطبيعية و كذلك المواد الحافظة الاصطناعية لا يؤثر على الجانب الفيزيائي و الكيميائي للشامبو.

**الكلمات الدالة:** مورينغا اوليفرا ، ادرار ، النشاط المضاد للالتهاب، تنقية المياه ، مستحضرات التجميل ، المستخلصات البوليفينولية، المستخلصات الفلافونية.