

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 08 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité/Option: Immunologie appliquée  
Département: de Biologie

---

### Thème : Etude de l'activité anti-inflammatoire d'une plante médicinale: *Moringa oleifera*

---

Présenté par :

**BENBALIA Ahlem**  
**AGGOUN Abir**  
**BAALIA Basma**

Devant la jury composée de :

Présidente: M<sup>me</sup>BENDJEDDOU Dalila Professeur Université de Guelma

Examineur : M<sup>me</sup>BOUSSENANE Nadia M.C.B Université de Guelma

Encadreur : M<sup>me</sup>BOUKEMARA Hanene M.C.B Université de Guelma

Septembre 2020

## **Remerciements**

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

*Nous présentons nos sincères remerciements à notre promoteur **Mme Boukemara H.** pour son aide, ses précieux conseils et son suivi qu'Il nous a prodigués tout au long de notre recherche.*

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

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

*Nous associons à nos remerciements, le personnel de laboratoires d'immunologie en particulier **Mme Ghania**, qui nous a fourni de l'aide au cours de notre partie expérimentale.*

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

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

***Ben bafia Ahlem.    Aggoun Abir.    Baalia Basma.***



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers respectueux parents qui ont tout sacrifié pour notre bien et qui ont éclairé notre route pour leur compréhension*

*Mes très chères tantes **Fatima, Samara et Souhaila** pour tout ce qu'elles ont fait pour moi durant toutes mes années d'études ; pour leur encouragement et leur soutien.*

*Ainsi les petites : **Imad, Aïde, Jawad, Amira, Manel, Zaid, Bader el dîne, Khair el dîne et brahim.***

*A mon chère amie **Bouchra***

*Mes collègues **Abir et Basma***

*A toute la famille **BENBAALIA.***

*A toute la famille **BOUTAROUS***

*A tous mes amis sans qui la vie nous semble bien fade on vous souhaite prospérité et succès*

*A Tous nos enseignants avec notre profonde considération qui ne nous ont épargné aucun effort pour nous offrir un bon enseignement*

*A Tous ceux qui ont assisté dans la réalisation et le bon déroulement de ce travail*

*A tous la promotion 2019/2020.*

***Ahlem.***



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma belle-mère Nadia et Mon cher père «Med Salah» pour ses sacrifices et soutiens tout au long de ma vie.*

*Ma chère sœur Zina, et mes chers frères, Achrefet Alaeddin.*

*Mes tantes, mes oncles, ainsi que toutes leurs familles.*

*Mes chères amies Rania et Salima, pour tous les moments partagés ensemble je te remercie pour leur grande simplicité.*

*Mes collègues Bassma et Ahlem et*

*A toute la promotion de l'immunologie*

*2019/2020, et Tous ceux que j'aime.*

*Abir.*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail...*

*A ma très chère mère **GHANIA** Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance Et même à l'âge adulte .*

*A mon très cher père **SAAD** Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous*

*A mes chers frères **Adem, Waeif, Anes, et Jawed** Et mes chères sœurs **Sara, Loubna et Amel***

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de Bonheur, de santé, de réussite*

*A ma nièce **Ranim**.*

*A mes chers cousins et cousines **Rania, Khawla, Dounia, Sabrina, Wissal, Warda, Saida, Maissa, et Nariman**.*

*A tous les membres de la famille **BAALIA**.*

*A mes binômes **abir et ahlem** qui sont partagées avec moi les moments difficiles pour réaliser ce travail.*

*A mes amis de toujours **Insaf, Wahida, Khalida, Ilham**.*

*A tous mes collègues.*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

**BASMA**

## Table des matières

Remerciements.

Dédicace.

Résumé.

Abstract.

الملخص

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction

### Chapitre I :Revue bibliographique

#### I. Inflammation

1. Inflammation	03
1.1. Inflammation aigue	03
1.1.1. Phase vasculaire	04
1.1.2. Phase cellulaire	06
1.1.3. Phase de résolution et de réparation	07
1.2. L'inflammation chronique et pathologies inflammatoires	08
1.3. Les anti-inflammatoire	10
1.3.1. Anti-inflammatoires non stéroïdiens	10
1.3.2. Anti-inflammatoires stéroïdiens	12
1.3.3. Anti-inflammatoires d'origine végétale	13

#### II. *Moringa oleifera*

2. Moringa	16
2.1 Origine et distribution géographique du Moringa	16
2.2. Classification et description botanique	17
2.3. Utiliser le Moringa dans la médecine traditionnelle	20
2.3.1. Usage médicinal du Moringa	20
2.3.2. Purification des eaux	21
2.3.3. Valeurs nutritives et usages des feuilles du <i>Moringa oleifera</i>	22
2.3.4. Autres utilisations	23
2.4. Composition chimique de feuille de <i>Moringa oleifera</i>	23
2.5. Activité biologique de <i>Moringaoleifera</i>	24
2.5.1. Activité anti-inflammatoire et antalgique	24
2.5.2. Propriétés anti-bactériennes, anti-parasitaires et anti-fongiques	24
2.5.3. Propriétés anti-oxydants	25
2.5.4. Propriétés anti-cancéreuse	25
2.5.5. Propriétés anti-hypertensives	25
2.5.6. Propriétés anti-hyper-glycémiques	26
2.6. Toxicité de Moringa	26

## **Chapitre II : Etude expérimental**

### **Matériel et méthodes**

1. Matériel	27
1.1. Matériel biologique	27
1.1.1. Matériel végétal	27
1.1.2. Matériel animal	28
1.2. Produits chimiques	28
2. Méthodes	29
2.1. Préparation de l'extrait	29
2.2. Analyse qualitative des composés phytochimiques	30
2.2.1. Mise en évidence des tanins	30
2.2.2. Mise en évidence des saponosides	30
2.2.3. Mise en évidence des flavonoïdes	30
2.2.4. Mise en évidence des alcaloïdes	30
2.2.5. Mise en évidence les anthocyanes	30
2.2.6. Mise en évidence le mucilage	31
2.2.7. Mise en évidence les glucosides	31
2.3. Etude de la toxicité	31

### **Chapitre III : Résultat et discussion**

1. Résultats et discussion	33
1.1. Préparation de l'extrait	33
1.2. Etude phytochimique	34
1.3. Etude de la toxicité par le Test d'innocuité	38

### **Conclusion**

Conclusion et perspectives	39
<b>Références bibliographiques</b>	

**Résumé** :

*Moringa oleifera* ou l'arbre de vie, communément appelée Moringa, est une plante à usages multiples décrite dans la littérature comme une plante d'intérêt nutritionnel, médicinal et pharmaceutique.

Le présent travail vise à étudier la composition phytochimiques de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera*, évaluer la toxicité de l'extrait sur les souris ainsi que de rapporter par une étude bibliographique les effets anti-inflammatoires de la plante.

Les résultats du screening phytochimiques des différentes préparations des feuilles de *Moringa oleifera* ont révélé la richesse de cette plante en tanins, flavonoïdes et alcaloïdes, par contre. Cependant, le test de la présence des saponosides était négatif dans l'extrait, alors que les souris n'ont montré aucun symptôme indiquant la toxicité de la plante. D'autre part, la bibliographie montre que la plante présente des propriétés anti-inflammatoires remarquables.

Cette étude soutient l'utilisation traditionnelle de cette plante pour traiter certains désordres liés à l'inflammation. Ainsi, *Moringa oleifera* pourrait être exploitée comme une source potentielle de composés bioactifs pour développer de nouveaux médicaments naturels pour traiter les désordres inflammatoires.

**Mot-clés:** *Moringa oléifera*, Phytochimie, , Toxicité, Anti-inflammatoire.



## **Abstract :**

Tree of life or *Moringa oleifera*, commonly referred to as Moringa, is a multi-use plant, described in the literature as a plant of nutritional, medical and pharmaceutical interest. This work was designed to study the phytochemical composition of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera*, assess the toxicity of extract in mice and to theoretically study the anti-inflammatory effect of the plant.

Results of phytochemical screening of the various preparations of *Moringa oleifera* leaves revealed that this plant is rich in tannins, flavonoides and alkaloids; while the saponosides detection test was negative and mice did not show any symptoms indicating the toxicity of the plant. On the other hand, literature reports that the plant has remarkable anti-inflammatory properties.

This study supports the traditional use of this plant to treat certain disorders related to the inflammation. Thus, *Moringa oleifera* could be exploited as a potential source of bioactive compounds to develop new natural drugs to treat inflammatory disorders.

**Key words :** *Moringa oleifera*, Phytochemical studie, Toxicity, Anti-inflammatory.

## المخلص :

تعتبر نبتة الحياة، أو مورنجا اوليفيرا (*Moringa olifeira*)، نبتة متعددة الاستخدامات وتوصف في المراجع بأنها نبتة ذات فوائد غذائية وطبية و دوائية هامة .

تم في هذه العمل دراسة التركيب الفيتوكيميائي للمستخلص المائي لأوراق المورنجا اوليفيرا، وتقييم سمية المستخلص على الفئران، كما قمنا كذلك بدراسة نظرية للتأثير المضاد للالتهاب للنبتة.

أظهرت نتائج الفحص الفيتوكيميائي للتحضيرات المختلفة لأوراق المورنجا اوليفيرا أن النبتة غنية بالتانين والفلافونويدات والألكالويدات ، في حين أن إختبار السابونوزيدات في المستخلص كان سالبا ، كما لم تظهر الفئران أي أعراض تسمم تدل على سمية النبتة. من جهة أخرى، واعتمادا على نتائج العديد من الأعمال العلمية، يعرض النبات خصائص بارزة مضادة للإلتهابات .

تدعم هذه الدراسة الاستعمال التقليدي لهذه النبتة لعلاج بعض الإضطرابات المرتبطة بالالتهاب . أيضا يمكن استغلال المورنجا كمصدر لمركبات حيوية يمكن استغلالها لتطوير أدوية طبيعية جديدة بهدف علاج الاضطرابات الالتهابية.

**الكلمات المفتاحية:** مورنجا اوليفيرا , دراسة فيتو كيميائية , سمية , مضاد الالتهاب.

## Liste des abréviations

**AINS:** anti-inflammatoires non stéroïdiens.

**AIS :** anti-inflammatoires stéroïdiens.

**AlCl<sub>3</sub> :** Chlorure d'aluminium

**C :**degré celsius

**C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH :** éthanol

**COX:** Cyclooxygenase.

**ELAM:** Molécules d'adhérence des leucocytes endothéliales.

**FeCl<sub>3</sub> :** Chlorure ferrique

**G :**Gramme

**GC :** glucocorticoïdes.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> :** Acide sulfurique

**Hcl :** acide chlorhydrique

**I<sub>2</sub> :** diode

**ICAM :** Inter Cellular Adhesion Molecule

**Kg :**kilogramme

**KI :** iodure de potassium

**M O :** *Moringa oleifera*.

**MC :**maladie crohn.

**Mg :**Milligramme

**ML :**Mil litre

**MS :** Matière sèche.

**Nacl** : chlorure de sodium

**NH<sub>4</sub>OH** : ammoniac

**ONG** : organisation non gouvernementales.

**PMNS** : polynucléaires neutrophiles.

**ROS** : réactions d'oxydation.

**VCAM**: Vascular Cell Adhesion Molecule-1.

## Liste de figure

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Evolution de l'inflammation aiguë	<b>04</b>
<b>Figure 2</b>	Initiation de l'inflammation	<b>05</b>
<b>Figure 3</b>	Migration de monocyte vers le foyer inflammatoire	<b>07</b>
<b>Figure 4</b>	Processus de migration des neutrophiles a travers les vaisseaux sanguins	<b>08</b>
<b>Figure 5</b>	Mécanisme d'action et effets des anti-inflammatoires non stéroïdiens	<b>11</b>
<b>Figure 6</b>	Mécanisme d'action des glucocorticoïdes	<b>13</b>
<b>Figure 7</b>	Zones au monde ou pousse la plante <i>Moringa oleifera</i>	<b>16</b>
<b>Figure 8</b>	Description botanique de <i>Moringaoleifera</i>	<b>20</b>
<b>Figure 9</b>	Eau d'étang non traitée (bouteille de gauche) et traitée avec des graines de Moringa	<b>22</b>
<b>Figure 10</b>	Plusieurs produits chimiques alimentaires et des composés trouvés dans le <i>moringa oleifera</i>	<b>22</b>
<b>Figure 11</b>	Feuilles séchées de <i>Moringa oleifera</i>	<b>27</b>
<b>Figure 12</b>	Souris de la souche <i>swiss albno</i> s qui on utilisée	<b>28</b>

<b>Figure 13</b>	Préparation d'extrait aqueux des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	<b>29</b>
<b>Figure 14</b>	Photographies au moment de la préparation de l'extrait aqueux de <i>Moringa oleifera</i>	<b>29</b>
<b>Figure 15</b>	Administration de l'extrait par voie intra-péritonéale	<b>31</b>
<b>Figure 16</b>	Résultat de la réparation de l'extrait aqueux des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	<b>33</b>
<b>Figure 17</b>	Les souris après le test de la toxicité	<b>38</b>

## Liste de tableau

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Exemples de maladies liées à l'inflammation	<b>09</b>
<b>Tableau 2</b>	Exemples d'anti-inflammatoires non stéroïdiens	<b>10</b>
<b>Tableau 3</b>	Principaux glucocorticoïdes (GC)	<b>12</b>
<b>Tableau 4</b>	Exemples de plantes médicinales douées d'activités anti-inflammatoires	<b>14</b>
<b>Tableau 5</b>	Représente la position systématique de <i>Moringa oleifera</i>	<b>17</b>
<b>Tableau 6</b>	Données pour 100 grammes de matière sèche	<b>23</b>
<b>Tableau 7</b>	Analyse phytochimique préliminaire d'extrait aqueux de <i>Moringa oleifera</i>	<b>34</b>

# *Introduction*



### Introduction

L'inflammation est une réponse physiologique du système immunitaire en réponse aux dégâts cellulaires et vasculaires provoqués par les agents pathogènes et les agressions chimiques ou physiques (**Swynghedauw, 2006**). C'est un processus protecteur dont le but est d'éliminer l'agent pathogène et de réparer les lésions tissulaires (**Medzhitov, 2008**). L'inflammation peut être néfaste du fait de l'agressivité de l'agent pathogène, de sa persistance dans le siège de l'inflammation, ou des anomalies de régulation du processus inflammatoire (**Galanaud, 2003**). La production non contrôlée des espèces réactives de l'oxygène et de l'azote provoquent ou maintiennent les processus inflammatoires, conduisant à plusieurs maladies tels que le cancer, le diabète, l'asthme, le vieillissement précoce, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et inflammatoires. La neutralisation de ces espèces par les antioxydants, surtout d'origine naturelle, peut limiter l'endommagement des biomolécules (ADN, protéines, lipides et sucres) (**Coussens et Werb, 2002 ; Dandona et al., 2004 ; Karin et al., 2006**).

Le traitement de l'inflammation est souvent basé sur l'apport des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et des glucocorticoïdes. Tous les AINS, quelles que soient leur voie d'administration, présentent des risques de toxicité gastro-intestinale et rénale. Le risque est d'autant plus important que la posologie est élevée et que le traitement est prolongé (**Renfrey et al., 2003**). Par contre, l'utilisation de composés phytochimiques s'avère très utile et sans effets secondaires.

L'exploitation des ressources naturelles pour développer des nouvelles molécules bioactives ayant des effets secondaires inexistantes ou limités et leur adoption comme une alternative thérapeutique sont devenues des objectifs prioritaires pour les recherches scientifiques (**Kalia, 2013**). Pour cette raison, le présent travail a été entrepris afin d'évaluer l'effet anti-inflammatoire de l'extrait des feuilles de *Moringa oleifera*, une plante largement utilisée en médecine traditionnelle. Cette plante a de nombreuses propriétés valorisables, ce qui fait d'elle un sujet d'étude très intéressant. Historiquement, toutes les parties de la plante ont été consommées comme nourriture et / ou utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de maladies métaboliques, inflammatoires, infectieuses, tumorales, respiratoires, l'arthrite, l'athérosclérose, le soulagement de la douleur...etc, et un nombre croissant d'études scientifiques soutiennent ces usages traditionnels (**Koul et Chase, 2015; Elgamily et al., 2016 ; Jaja-Chimedza et al., 2017**).

Les objectifs de la présente étude sont :

- Préparation de l'extrait des feuilles de *Moringa oleiferapar*.
- Analyse phytochimique de l'extrait des feuilles de *Moringa oleiferapar*.
- Etude de l'effet toxique de l'extrait des feuilles de *Moringa oleiferapar* chez les souris.
- Etude de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait des feuilles de *Moringa Ooleiferapar*.
- Nous n'avons pas finilissé le partie pratique de l'anti-inflammation à couse de l'épidimie de corona virus .

# **Chapitre I :**

## **Revue bibliographique**

# **I. Inflammation**

## 1. Inflammation

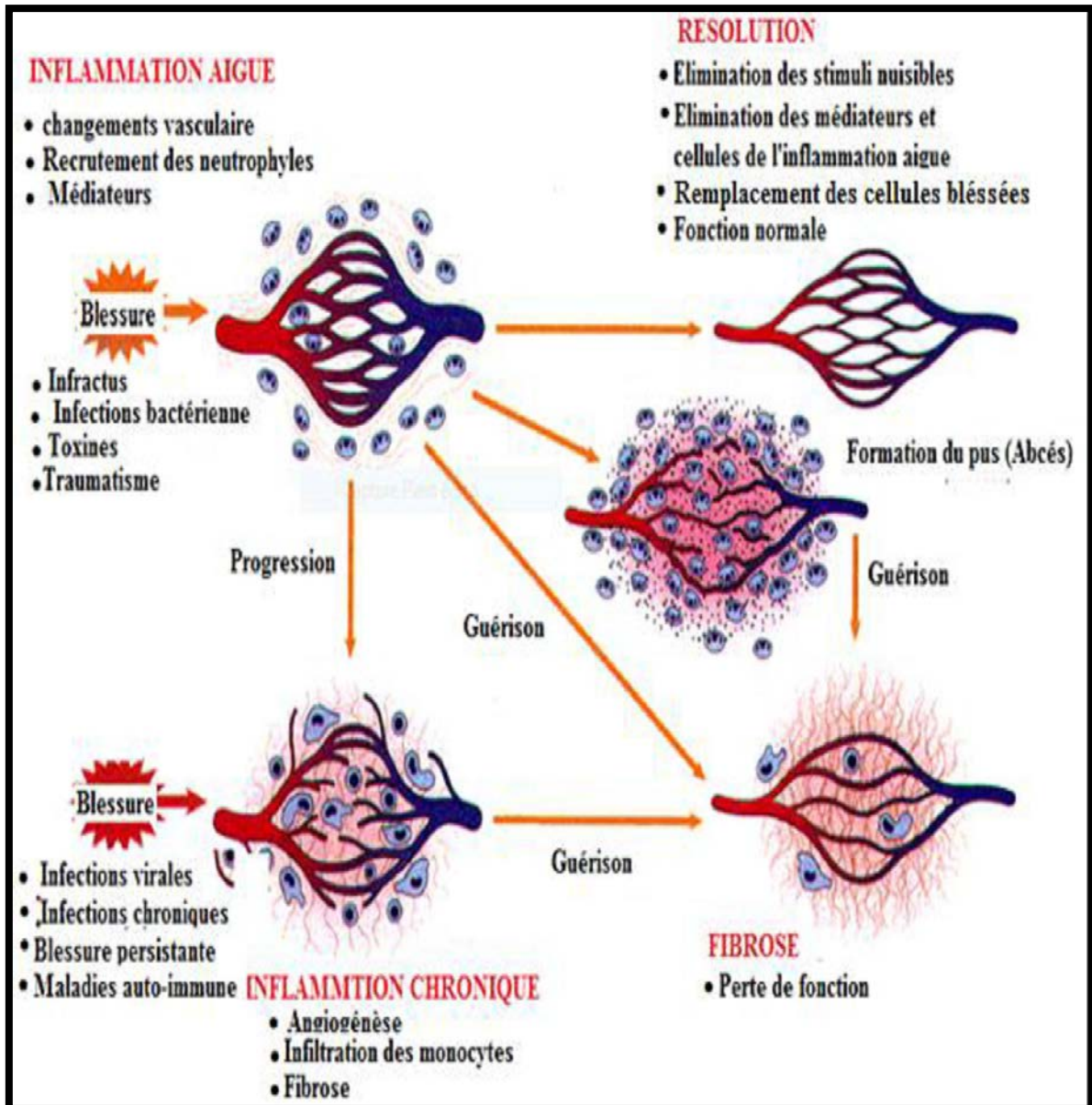
L'inflammation est un mécanisme physiologique de défense de l'hôte contre l'invasion par des agents pathogènes. Cependant, elle peut avoir des effets néfastes si elle n'est pas régulée. Elle est accompagnée par la production de divers médiateurs inflammatoires tels que les cytokines, les leucotriènes et les prostaglandines (Noack *et al.*, 2018). En outre, les cellules inflammatoires peuvent produire des espèces réactives de l'oxygène (ROS) et de l'azote qui peut déclencher des réactions d'oxydation toxiques, conduisant à des lésions tissulaires (Majdalawieh et Fayyad, 2015).

L'inflammation peut être aiguë ou chronique. La première est une réponse immédiate de courte durée, habituellement, elle disparaît spontanément ou avec un traitement. Toutefois, elle peut évoluer vers une inflammation chronique à laquelle plusieurs maladies peuvent être liées (Roifman *et al.*, 2011; Noack *et al.*, 2018).

### 1.1. Inflammation aiguë

L'inflammation aiguë est la réponse immédiate de quelques jours à quelques semaines, d'installation souvent brutale et caractérisée par des phénomènes vasculo-exsudatifs intenses. Elle se traduit par quatre symptômes cardinaux: œdème, rougeur, douleur et chaleur. Cependant, un échec dans la résolution provoque une infiltration incontrôlée et persistante des cellules inflammatoires, conduisant ainsi à la progression en inflammation chronique (Khanna *et al.*, 2010; Lee et Surh, 2012 ; Rathinam et Fitzgerald, 2016) (Figure 1).

L'inflammation aiguë est la réponse immédiate de l'organisme à un agent agresseur, elle est caractérisée par des phénomènes vasculo-exsudatifs intenses, par une forte présence des polymorphonucléaires au niveau du foyer inflammatoire (Serhan *et al.*, 2010). Les inflammations aiguës guérissent spontanément ou avec un traitement mais peuvent laisser des séquelles si la destruction tissulaire est importante. Les étapes de la réponse inflammatoire aiguë sont toujours les mêmes quelque soient le stimulus inflammatoire et le tissu enflammé (Dorward *et al.*, 2012).



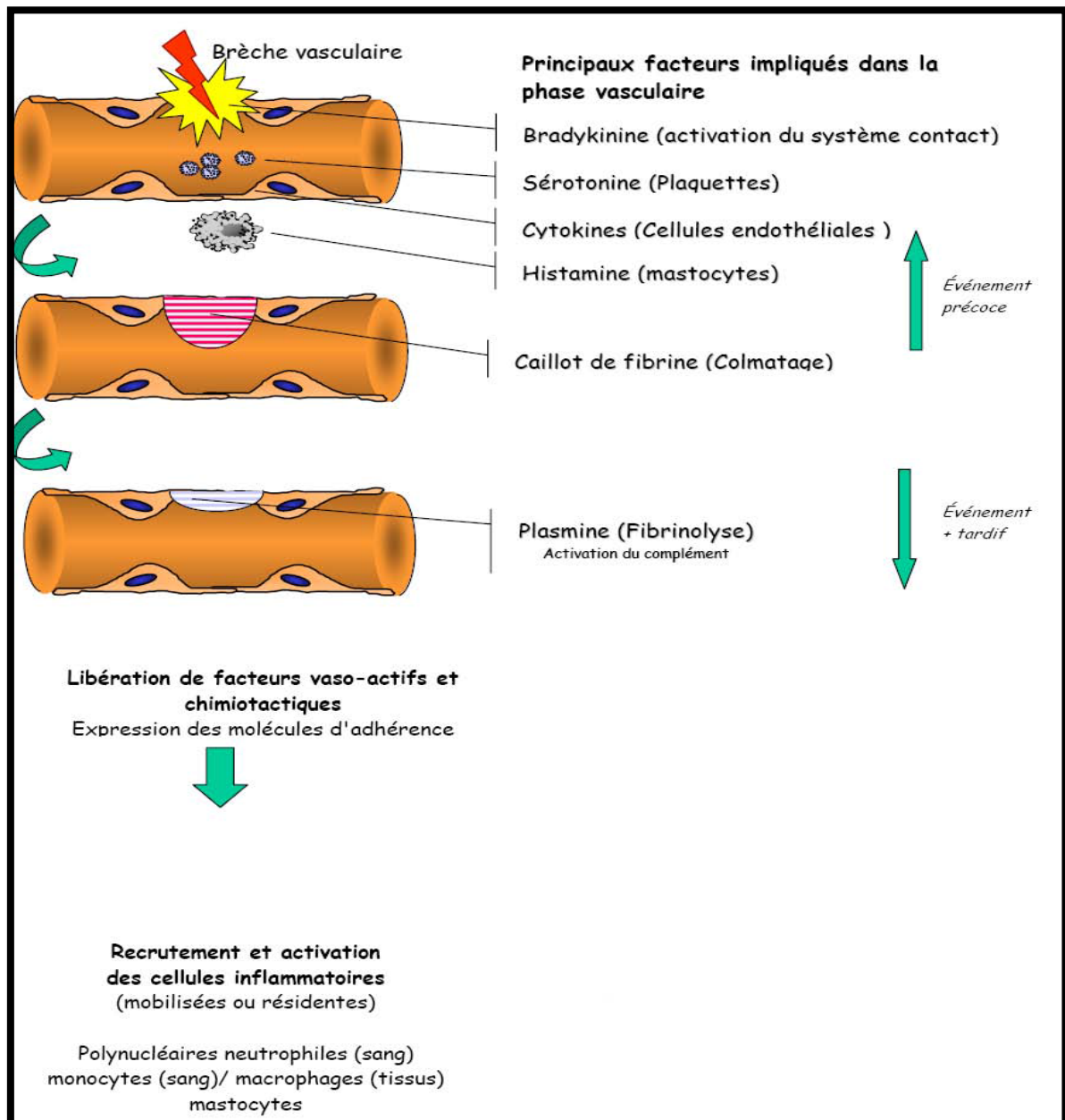
**Figure 1** : Evolution de l'inflammation aiguë (Kumar *et al.*, 2007).

La réponse inflammatoire aiguë se déroule en trois phases :

### 1.1.1. Phase vasculaire

La réponse vasculaire (**Phase d'initiation**) comporte une vasoconstriction réflexe très brève suivie d'une vasodilatation durable suite à une lésion tissulaire ou un signal de danger endogène ou exogène, ce qui entraîne une exsudation de liquide plasmatique et donc la formation d'œdème (Dorword *et al.*, 2012). L'augmentation de la perméabilité entraîne aussi la diapédèse et la migration extravasculaire des leucocytes. La brève vasoconstriction de quelques secondes va perturber le mouvement des plaquettes dans la

circulation sanguine et entraîner leur activation. Les plaquettes activées produisent du thromboxane A2 aux propriétés agrégantes et vasoconstrictrices puissantes et favorisent la libération de médiateurs comme la sérotonine et l'histamine (**Figure 2**). La libération de ces facteurs vasoactifs entraînent une vasodilatation et augmentent la perméabilité vasculaire et par conséquent l'exsudation plasmatique (**Buckley *et al.*,2014**). L'augmentation du débit microcirculatoire au niveau du site enflammé explique partiellement l'apparition de la chaleur et de la rougeur.



**Figure 2** : Initiation de l'inflammation (**Prin *et al.*, 2009**).

L'exsudation plasmatique induit un œdème par distension des tissus et provoque une hyperpression sur les terminaisons nerveuses locales, ce qui explique les sensations de tuméfaction et de douleur (**Weill et al., 2003**).

Les facteurs vasoactifs, additionnés de facteurs chimiotactiques et de l'expression des molécules d'adhérence favorisent le recrutement des cellules inflammatoires dans le foyer lésionnel et déclenchent ainsi la phase cellulaire.

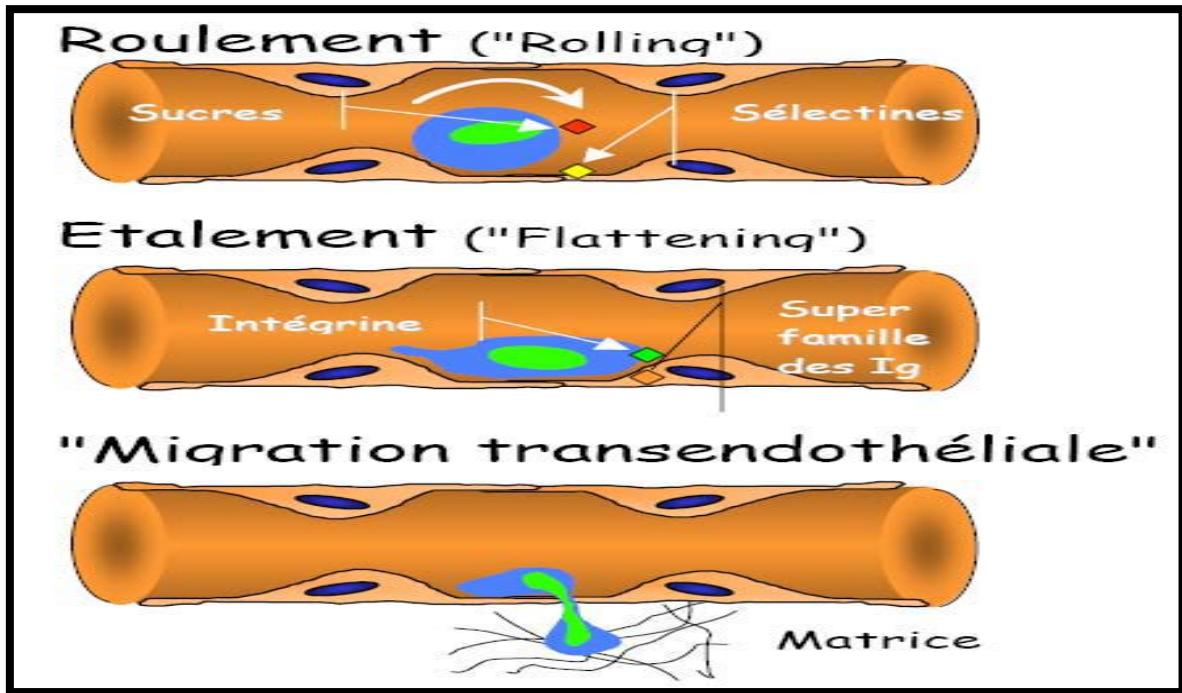
De plus, l'activation des facteurs de coagulation en présence de facteurs tissulaires aboutit à la formation de fibrine qui vient consolider le clou hémostatique formé par l'agrégation des plaquettes. La fibrine est un puissant agent chimiotactique des polynucléaires neutrophiles (**Autier et al., 2004**).

### **1.1.2. Phase cellulaire**

Cette phase fait suite à la réponse vasculaire, elle implique surtout les cellules endothéliales et les leucocytes circulants. Elle est caractérisée par un afflux extravasculaire interstitiel de leucocytes, les polynucléaires neutrophiles (PMNs) dans un premier temps puis les monocytes. L'accumulation des neutrophiles atteint son maximum à la 4ème heure puis décline rapidement, alors que le nombre de monocytes augmente après la 4ème heure et atteint son maximum entre 18 et 24 heures. Les polynucléaires circulants sont attirés vers le foyer inflammatoire par des facteurs chimiotactiques. Les PMNs circulants se marginalisent et adhèrent aux cellules endothéliales. Cette adhérence résulte de l'interaction entre les sélectines de la surface des cellules endothéliales et certains polysaccharides de la surface des polynucléaires. Cette adhérence est faible, laissant les polynucléaires rouler à la surface de l'endothélium. L'adhérence devient ensuite forte et étroite, résultat de la réaction entre les récepteurs des cellules endothéliales VCAM-1, ELAM-1, ICAM-1 et les intégrines présentes à la surface des polynucléaires (**Dorward et al., 2012; Headland et Norling, 2015**).

La deuxième vague cellulaire est constituée de monocytes qui gagnent le foyer inflammatoire attirés par les facteurs chimiotactiques sécrétés par les neutrophiles où ils se transforment en macrophages (**Figure 3**). Ces dernières assurent le nettoyage du foyer inflammatoire en cas d'inflammation aiguë et participent à la poursuite du processus inflammatoire en cas d'inflammation chronique par la production de nombreux médiateurs inflammatoires (**Iwelawa et al., 2007**).

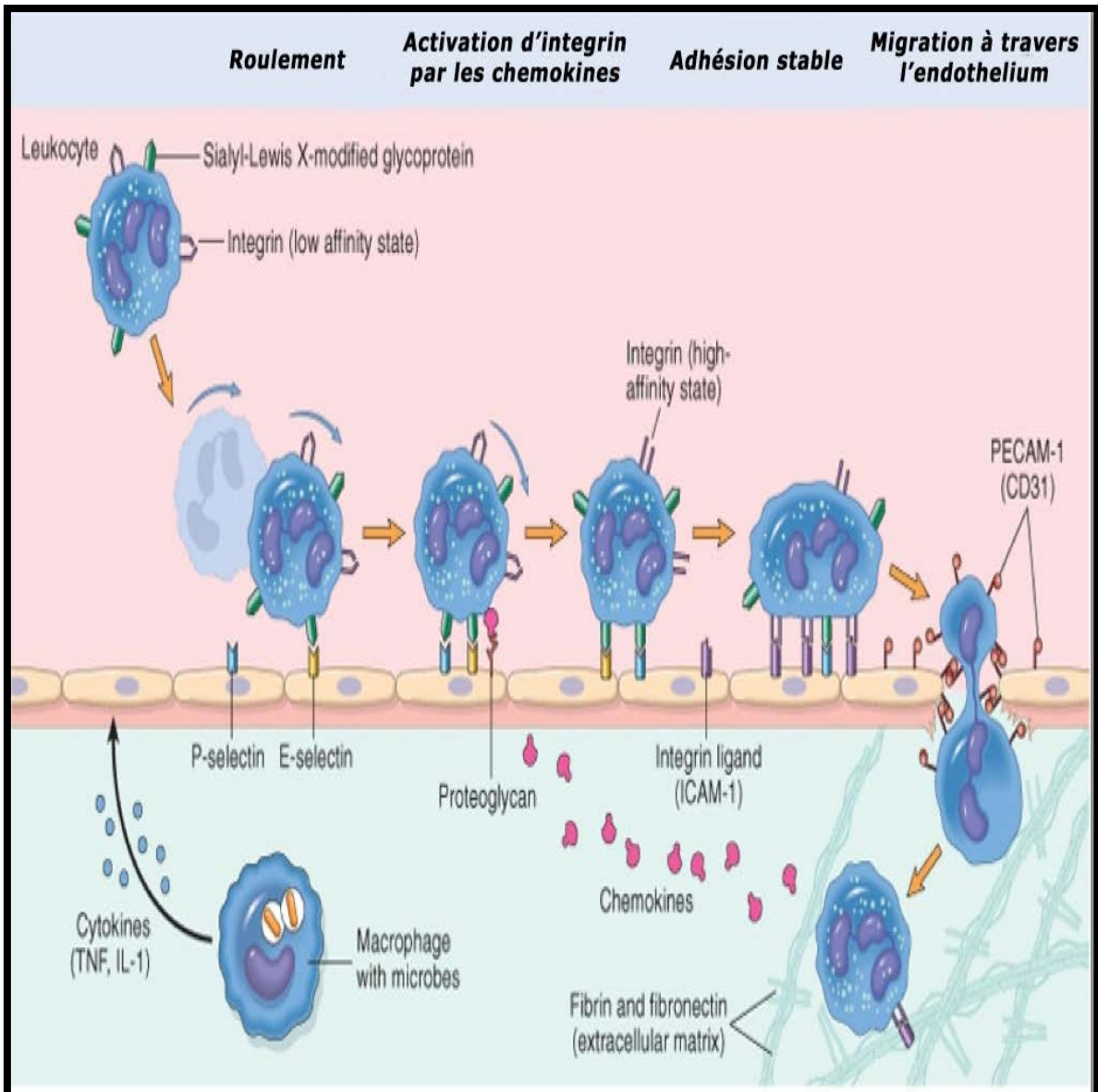




**Figure 3** : Migration de monocyte vers le foyer inflammatoire (Prin *et al.*, 2009).

### 1.1.3. Phase de résolution et de réparation

La phase de résolution, dite de réparation, dépend du degré des lésions tissulaires. En effet, dans les conditions les plus favorables, les agents agresseurs sont éliminés par les PMNs, et les produits de dégradation ainsi que les débris cellulaire sont phagocytés par les macrophages. Les macrophages vont alors sécréter des cytokines et des médiateurs qui vont induire la phase de cicatrisation et de régénération tissulaire. Le retour à un état physiologique consiste dans un premier temps en la réparation de l'endothélium par les cellules endothéliales elles-mêmes, ces cellules pouvant produire et remodeler les éléments de leur stroma (collagène de type I et III) ou de leur lame basale (collagène de type IV et V, laminine). Si l'atteinte est plus sérieuse et entraîne une destruction du tissu atteint, d'autres cellules vont intervenir pour réparer le nouveau tissu. Les macrophages vont participer à l'angiogenèse, mais ce sont surtout les fibrocytes puis les fibroblastes qui vont produire les protéines matricielles des tissus intercellulaires, comme le collagène, la fibronectine et la laminine pour permettre la reconstruction des tissus. Le système de l'angiogenèse est ainsi remis au repos et la réaction inflammatoire peut s'éteindre (Weill *et al.*, 2003).



**Figure 4** : Processus de migration des neutrophiles a travers les vaisseaux sanguins(Kumar *et al.*,2007) .

## 1.2. L'inflammation chronique et pathologies inflammatoires

### L'inflammation chronique

L'inflammation chronique est une inflammation qui n'a aucune tendance à la guérison spontanée et qui évolue en persistant ou en s'aggravant pendant plusieurs mois ou plusieurs années. A la différence de ce qui se passe dans l'inflammation aigue, les phases vasculaires et cellulaires ne se succèdent pas mais coexistent tout au long de l'évolution de cette inflammation. L'inflammation chronique conduit souvent à une perte des tissus ou

des fonctions des organes. Des phénomènes de destruction tissulaire et de tentative de réparation sont également présents (Lee et Surh, 2012; Howcroft *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2014).

### Pathologies inflammatoires

De nombreuses maladies inflammatoires sont liées à des mécanismes considérés comme dysimmunitaires, à savoir les maladies auto-immunes systémiques et localisées, les maladies auto-inflammatoires, les affections inflammatoires de mécanisme indéterminé notamment, des affections iatrogènes ou paranéoplasiques dont le mécanisme n'est pas auto-immun (Charles *et al.*, 2010). Quelques exemples sont rapportés dans le **tableau 1**.

**Tableau 1:** Exemples de maladies liées à l'inflammation (Nathan, 2002).

Origine	Types de maladie
Désordres dans les quelles le rôle pathogénique principal revient à l'inflammation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artériosclérose</li> <li>• Arthrose</li> <li>• Asthme</li> <li>• Polyarthrite rhumatoïde</li> <li>• Eczéma</li> <li>• Maladie de Crohn (MC)</li> <li>• Goutte</li> <li>• Thyroïdite d'Hashimoto</li> <li>• Maladie d'Alzheimer</li> <li>• Lupus érythémateux disséminé</li> </ul>
Maladies d'origine infectieux dans les quelles l'inflammation contribue dans la pathologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hépatite C</li> <li>• Tuberculose</li> <li>• Dysenterie bactérienne</li> </ul>
Maladies d'origines divers dans les quelles la fibrose poste inflammatoire est la cause	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirrhose hépatique poste virale ou alcoolique</li> <li>• Fibrose pulmonaire idiopathique</li> </ul>

principale de la pathologie.	• Bilharziose
------------------------------	---------------

### 1.3. Les anti-inflammatoire

Les anti-inflammatoires sont des médicaments qui antagonisent les processus inflammatoires. A côté des analgésiques anti-pyrétiques tels que l'acide acétylsalicylique (Aspirine) doués, à forte dose ou à doses continues, de propriétés anti-inflammatoires (**Mohr et al.,2001**).

Les anti-inflammatoires sont répartis en deux grands groupes :

#### 1.3.1. Anti-inflammatoires non stéroïdiens

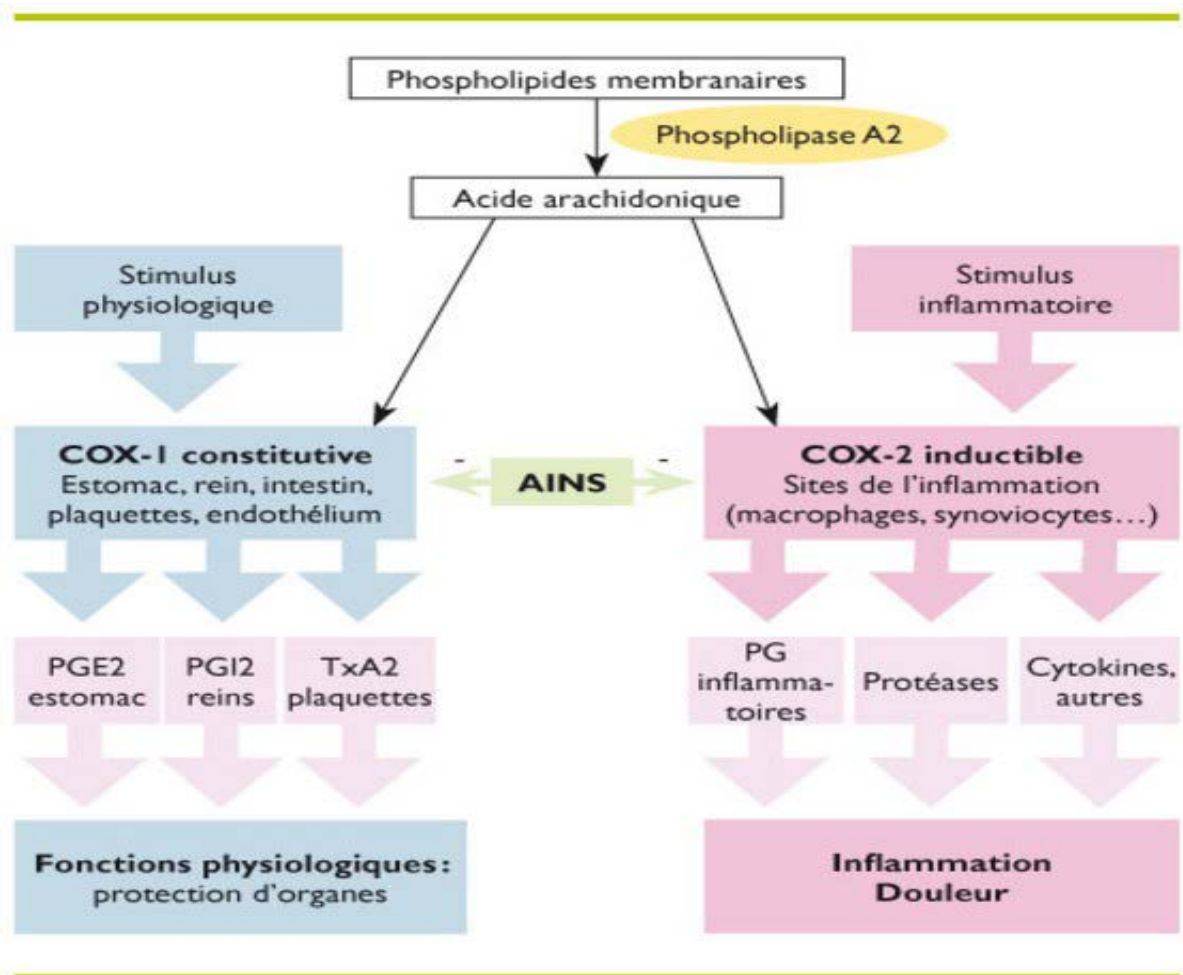
Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ont été utilisés avec succès pour le soulagement de la douleur, la fièvre et l'inflammation depuis plus de 3000 ans et ils sont toujours utilisés quotidiennement par des millions de patients à travers le monde. Ce sont des médicaments à propriétés anti-inflammatoires, anti-pyrétiques et analgésiques. Ils présentent une grande hétérogénéité chimique (**tableau 3**) mais ils ont en commun l'inhibition non sélective de l'enzyme cyclooxygenase (**Bidaut-Russel, 2001**).

Cependant, leur utilisation thérapeutique à long cours est souvent associée à des effets indésirables tels que les ulcères gastro-intestinaux et l'insuffisance rénale. Ces effets indésirables sont généralement liés à l'inhibition des isoenzymes cyclo-oxygénases (COX-1 et COX-2) par les AINS classiques. La COX-1 est constitutive et joue un rôle physiologique en maintenant l'intégrité des tissus, tandis que la COX-2 est inductible, sa synthèse est stimulée par le TNF $\alpha$  et l'interleukine1. L'apparition des AINS sélectifs du COX-2 appelé coxibs vient réduire les effets secondaires gastro-intestinaux, mais ils induisent un risque cardiovasculaire (**Ouédraogo et al.,2012**). (**Figure 5**).

**Tableau 2:** Exemples d'anti-inflammatoires non stéroïdiens. (**Wallace et Staats, 2004**).

Classe structurale	Nom scientifique	Nom commercial
Salicylates	Acétyle salicylique	Aspirine®
	Diflusal	Dolobid®

Dérivés d'acide propénoïque	Ibuprofene Fenoprofene calcium Flurbiprofen Ketoprofen	Ibuprofene® Nalfon® Ansaid® Nalfon®
Dérivés d'acide acétique	Diclofenac	Voltarene®
Indoles	Indométacine Tolmetin Sulindac	Indocine® Tolectine® Clinoril®



**Figure 5:** Mécanisme d'action et effets des anti-inflammatoires non stéroïdiens

(Hilda *et al.*, 2010).

### 1.3.2. Anti-inflammatoires stéroïdiens

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) ou les glucocorticoïdes constituent une vaste famille de médicaments dérivés du cortisol (**tableau 3**). Ils représentent le traitement le plus efficace utilisé pour les maladies inflammatoires chroniques tel que l'asthme, l'arthrite rhumatoïde, les maladies inflammatoires de l'intestin et les maladies auto-immune (**Payne et Adcock., 2001**).

Comme pour les AINS, l'usage des glucocorticoïdes est associé à de nombreux effets indésirables. Le risque d'apparition de ces effets indésirables s'accroît avec le prolongement de la durée du traitement et l'augmentation de la posologie. Divers troubles peuvent être observés. Ces troubles peuvent être aigus tel que l'hypertension artérielle, la dérégulation de la synthèse naturelle de glucocorticoïdes à la fin du traitement, l'euphorie avec insomnie allant jusqu'à une psychose aiguë et l'apparition d'ulcères gastroduodénaux. Des troubles chroniques peuvent aussi se manifester tel que l'ostéoporose, les cataractes et la prise de poids (**Henzen, 2003**).

**Tableau 3:** Principaux glucocorticoïdes(GC) (**Henzen, 2003**).

Glucocorticoïde	Nom commercial
Cortisol (Hydrocortisone)	Hydrocortone®, Solu-Cortef®
Cortisone	Cortison CIBA®
Prednisone	Prednison Streuli®
Prednisolone	Spiricor®t, Ultracorten®
Méthylprednisolone	Urbason®, Solu-Medrol®
Triamcinolone	Kenacort®, Ledercort®
Bétaméthasone	Celestene®, Diprostene®
Dexaméthasone	Fortecortin®, Decadron®

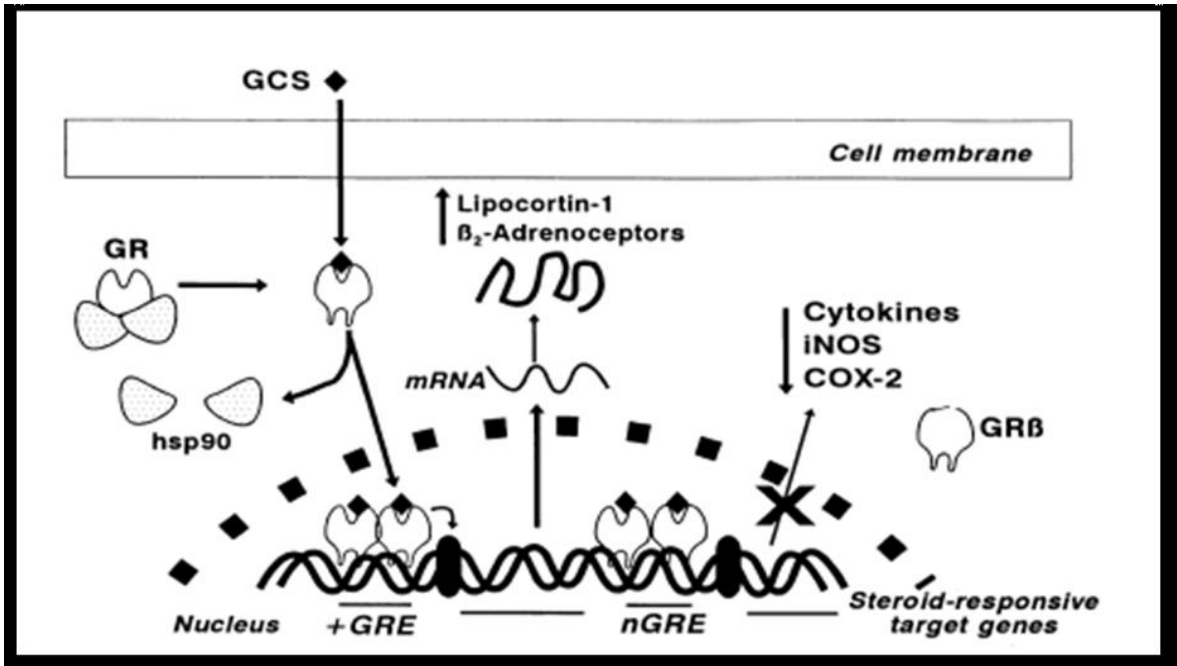


Figure 6 : Mécanisme d'action des glucocorticoïdes (Barnes, 1998).

### 1.3.3. Anti-inflammatoires d'origine végétale

Grace à leurs diverses activités biologiques bénéfiques, les plantes médicinales sont largement utilisées par l'homme. Ces activités sont dues à leur richesse en métabolites secondaires bioactifs, tels que les polyphénols, les stérols, les alcaloïdes, les coumarines les terpènes...etc. L'activité anti-inflammatoire des composés phénoliques a été démontrée dans de nombreuses études *in vitro* et *in vivo*. Contrairement aux composés pharmacologiques qui agissent spécifiquement via un récepteur ou une voie de signalisation, les polyphénols ont des modes d'action multi-cibles. Ces substances actives peuvent agir à plusieurs niveaux de la réaction inflammatoire en inhibant le métabolisme de l'acide arachidonique en bloquant les voies de la cyclo-oxygénase et la lipoxygénase (Yoon et Baek, 2005), les mécanismes de transduction du signal impliqués dans l'activation des cellules inflammatoires (Capiralla *et al.*, 2012), la synthèse des cytokines pro-inflammatoires, l'expression des molécules d'adhésion, l'activation du facteur nucléaire kappa-B et la production des espèces oxygénées réactives (Zeinalia *et al.*, 2017).

Beaucoup d'extraits de plantes riches en flavonoïdes possèdent des activités anti-inflammatoires et anti-oxydantes à la fois (Selloum *et al.*, 2003 ; Baheti *et al.*, 2011 ; Bouriche *et al.*, 2016, Meziti *et al.*, 2017). Quelques exemples de plantes douées d'activités anti-inflammatoires sont cités dans le **tableau 4**.

**Tableau 4 :** Exemples de plantes médicinales douées d'activités anti-inflammatoires (Barnes, 1998).

Nom scientifique	Famille	Partie utilisée	Nom commun	Utilisation
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Rhizome	Gingembre	arthrose, migraine, douleurs rhumatismales
<i>Helleborus orientalis</i>	Ranunculaceae	Racines	Lenten-rose	Œdèmes, douleurs rhumatismales
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Feuilles, Racines	ortie	Rhinite allergique, eczéma goutte, douleurs rhumatismales.
<i>Laurocerasus officinalis R.</i>	Rosaceae	Feuilles	Laurier	Fièvre, pharyngite, douleurs d'estomac, hémorroïdes
<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	Rhizome	Curcuma	Douleurs rhumatismales, lupus systémique, psoriasis, infections rénales



<i>Nerium oleander L</i>	Apocynaceae	Fleure	Laurier rose	Douleurs, maux de tête
<i>Harpagophytum procumbens</i>	pédaliacées	Tubercule	Griffe du diable	Arthrose, lombalgie, neuralgie, maux de tête, fièvre
<i>Rhododendron ponticum L.</i>	Ericaceae	Feuilles	Rhododendron pontique	Œdèmes, états grippaux, mal de dents
<i>Juglans regia L</i>	Juglandaceae	Feuilles, fruits	Noyer commun	Douleurs rhumatismales, fièvre, eczéma. Malaria
<i>Oenothera biennis</i>	Onagraceae	Graines	Onagre bisannuelle	Douleurs rhumatismales.

## ***II. Moringa oleifera***

## 2 .Moringa

*Moringa oleifera* (syn. de *Moringa pterigosperma* Gearther) est connu plus généralement sous le nom Moringa dans le monde(Choi et Kim 2015). On le retrouve aussi sous plusieurs noms. Cet arbre est originaire de l'Inde, dans les Vallées au sud de l'Himalaya.Aujourd'hui on le retrouve tout le long de la zone tropicale et subtropicale (Leone *et al.*, 2015).

### 2.1. Origine et distribution géographique du Moringa

*Moringa oleifera* est une plante originaire d'Inde, où elle est déjà largement connue par la population indienne. Elle pousse dans les zones tropicales et subtropicales (Figure 7). *M. oleifera*, arbre tropical, courant en Afrique, est passé, en une décennie, du statut de plante inconnue à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique pour les pays du Sud (Atakpama *et al.*, 2014). Très largement répandu à travers le monde, cette espèce suscite plus d'intérêts auprès des organisations non gouvernementales (ONG), des scientifiques et même des entrepreneurs (Olson, 2001 ; Sain Saveur et Broin, 2006).

Cet Arbuste très résistant à la sécheresse, se retrouve au niveau des zones très arides comme le Sahara ; mais il préfère les climats semi-tropicaux humides. Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20ème siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période (Foidl *et al.*, 2001).

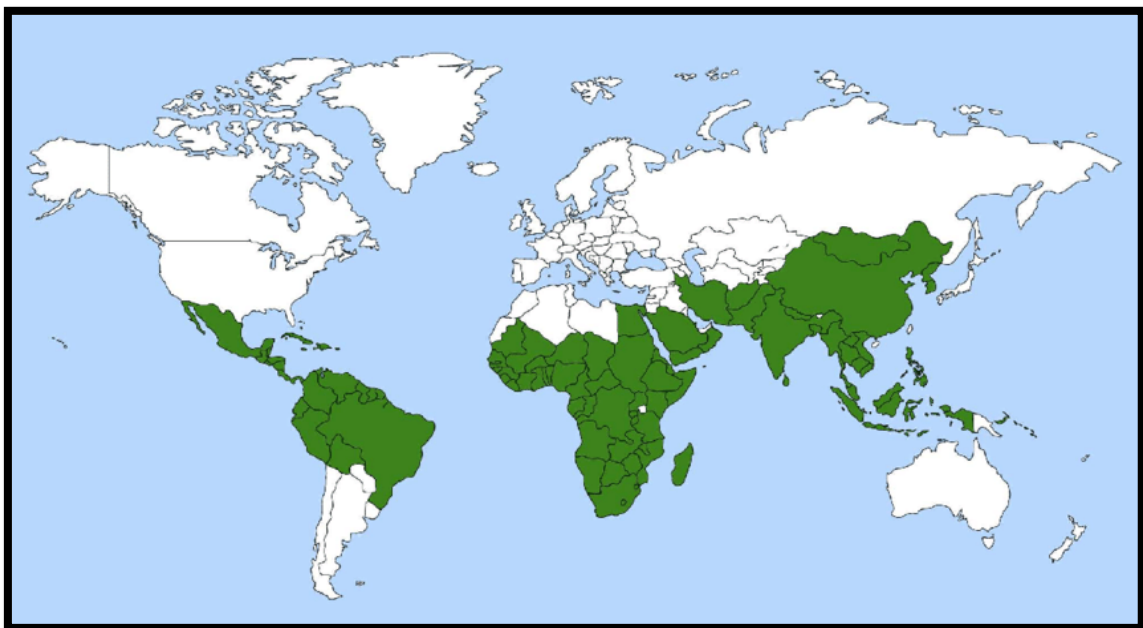


Figure 7 :Zones au monde où pousse la plante *Moringa oleifera*(Trees For Life, 2013)

## 2.2. Classification et description botanique

### Position systématique de *Moringa oleifera*

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

**Tableau 5** : représente la Position systématique de *Moringa oleifera* (Chukwuebuka, 2015).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Brassicales
Famille	Moringaceae
Genre	Moringa
Espèce	Oleifera

### Dénomination




**Nom scientifique:** *Moringa oleifera* Lamark 1795. (Agroconsult, 2016).

### Nom vernaculaire

- **En anglais** : connue sous « west Indian tree », ou « Drumstick Tree », ou encore « Never die tree » en référence à sa résistance à la sécheresse (Hédji *et al.*, 2014).
- **En arabe** : « Rawag », ou « Shagara Al Ruwag » (Yongabi *et al.*, 2012., Yusoff, 2016).

### Description botanique des différentes parties de Moringa

Description botanique de *Moringa oleifera* est illustrée par la figure ci-dessous

<p><b>L'arbre de <i>Moringa oleifera</i> :</b></p> <p><i>Moringa oleifera</i>, est un arbuste ou arbre (<b>Figure. a</b>) de 12 mètres de hauteur et son diamètre peut atteindre jusqu'à 40 centimètres (Delpha I., 2011).</p>	 <p>(<b>Figure. a</b>): L'arbre de <i>Moringa Oleifera</i> lam. (Rolaff et al., 2009).</p>
<p><b>Tronc :</b></p> <p>Le tronc (<b>figure. b</b>) peut généralement atteindre 1,5 à 2 mètres de haut, et 20 à 40 cm de diamètre. (Foidl et al., 2001).</p>	 <p>(<b>Figure. b</b>) : Tronc d'un arbre adulte de <i>Moringa</i> (Rolaff et al., 2009).</p>
<p><b>Feuille :</b></p> <p>Les feuilles (<b>Figure. c</b>) de forme caduques, imparipennée et composées de folioles ovales, ayant une couleur vert claire, d'environ 1 cm de long (Saint-Sauveur A., 2010).</p>	 <p>(<b>Figure. c</b>) : Feuille composée du <i>Moringa</i> et côté plus pâle d'une foliole (à gauche) (Rolaff et al., 2009).</p>

**Fleurs :**

Les fleurs (**Figure. d**), est de couleur blanc crème, composée de cinq pétales inégaux (**Rolaff et al., 2009**).



(**Figure. d**) : Vue d'une Fleur de *Moringa oleifera* (**Rolaff et al., 2009**).

**Fruits :**

Le fruit (**Figure. e**) est une capsule déhiscente, mesure de 30 à 50 cm de long a maturité, sa couleur est beige à grisâtre (**Delpha I., 2011**).



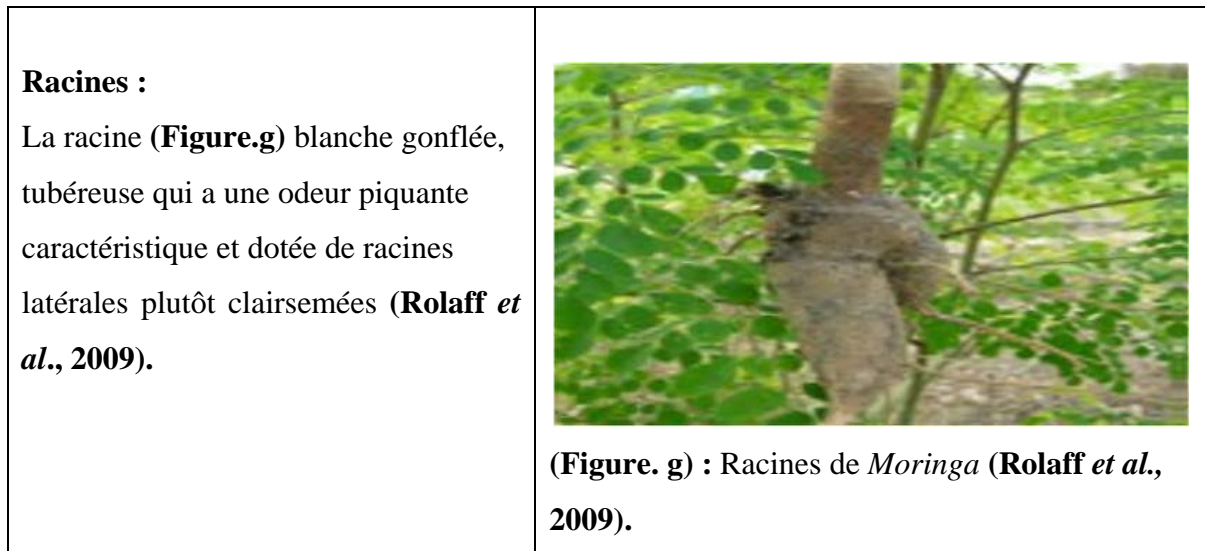
(**Figure. e**) : Gousses de *Moringa* (**Delpha I., 2011**).

**Grains :**

Les graines (**figure. f**) sphériques, noires, entourées d'un péricarpe qui forme trois ailes (**Delpha I., 2011**).



**Figure. f** : les Grains de *Moringa* (**Delpha I., 2011**).



**Figure 8 :** Description botanique de *Moringa oleifera* (**Delpha I., 2011 ; Rolaff et al., 2009**).

### 2.3. Utiliser le Moringa dans la médecine traditionnelle

Les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent chacun des vertus médicinales particulières.

Toutes ces utilisations n'ont pas encore été vérifiées par la Science, mais le Moringa est considéré comme un traitement contre l'anémie, la perte d'appétit et il augmente la lactation des femmes, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colite et il peut être utilisé comme laxatif, purgatif et diurétique, les rhumes, bronchites, fièvre et maux de tête - les rhumatismes, les crampes musculaires, les bleus et ecchymoses - les infections cutanées, la gale, les mycoses, les piqûres d'insectes.

Le Moringa peut être également utilisé dans certains cas de diabète pour stabiliser le taux de sucre et peut stabiliser la tension artérielle.

En revanche, il ne faut jamais utiliser les racines ou l'écorce des racines pour les femmes enceintes (**Fuglie, 2002**).

#### 2.3.1. Usage médicinal du Moringa

*Moringa oleifera* a un énorme potentiel médical, qui a longtemps été reconnu dans le système ayurvédique et unani (**Mughal et al., 1999**). presque chaque partie de cette plante,

y compris la racine, l'écorce, la gomme, la feuille, les fruits (gousses), les fleurs, les graines, Et l'huile de graines ont été utilisées pour diverses affections en médecine indigène (**Farooq et al., 2012**).

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

### **2.3.2. Purification des eaux**

*Moringa oleifera* joue un rôle d'«arbre clarifiant» (Shagarat al Rauwāq) dans le nord du Soudan. Après confirmation scientifique des propriétés floculantes des graines, que les femmes du village avaient jusqu'ici principalement utilisé pour traiter l'eau très trouble (**Price, 2007**), la recherche systématique de coagulants naturels était également étendue aux graines d'autres espèces de Moringa. Jusque-là, le succès a été obtenu avec *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori (Égypte), *Moringa stenopetala* (Bak.F.) coupé. (Kenya), *Moringa longitubaengl.* (Somalie), *Moringa drouhardii* Jumelle (Madagascar) et *Moringa ovalifoliadinter* et Berger (Namibie). Comme pour les graines *Moringa oleifera*, tous les types de graines étudiés contiennent des coagulants primaires comparables au coagulant conventionnel. Appliqué à des doses de 30 à 200 mg / litre conformément à la qualité de l'eau brute, les suspensions de poudre de graines de Moringa pourraient clarifier différents types d'eaux de surface tropicales à turbidité faible, moyenne et haute à l'eau du robinet dans une heure ou deux (**Figure 9**) (**Jahn et al., 1986**). Une élimination efficace de la turbidité est accompagné d'une élimination des bactéries indicatrices à 98 à 99%, au traitement de l'eau domestique avec les graines Moringa est devenu une technologie peu coûteuse à utiliser pour améliorer l'eau et la santé dans les communautés rurales des pays en développement tropicaux (**Foidl et al., 2001**).

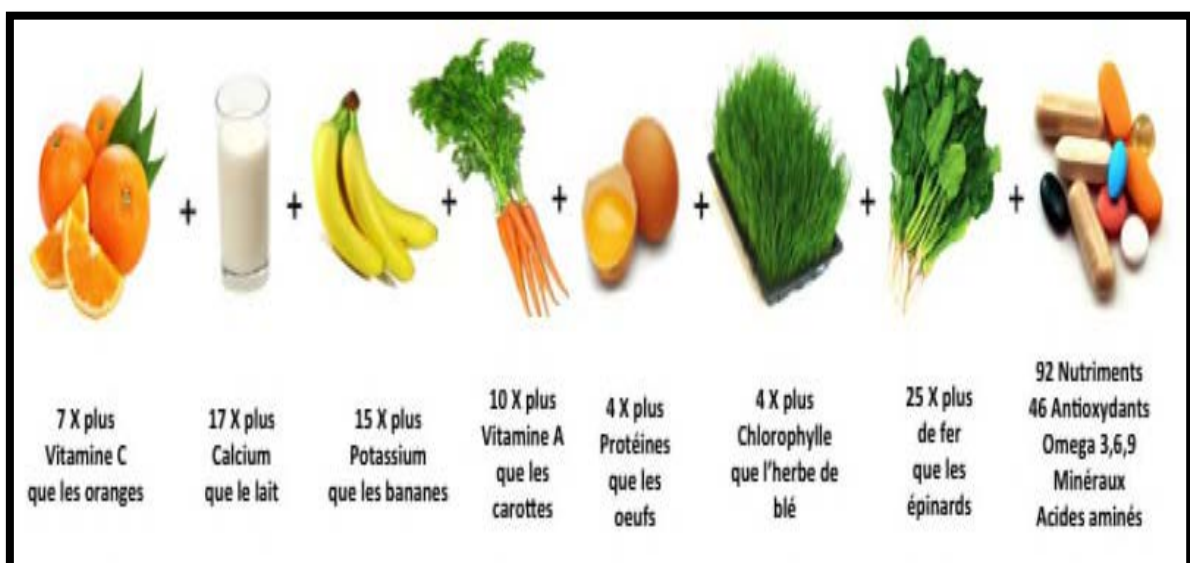




**Figure 9:** Eau d'étang non traitée (bouteille de gauche) et traitée avec des Graines de Moringa(Fahey, 2005).

### 2.3.3. Valeurs nutritives et usages des feuilles du *Moringa oleifera*

*Moringa oleifera* est riche en composés contenant un sucre simple. Les fleurs renferment neuf acides aminés, le saccharose, le D-glucose, des traces d'alcaloïdes, de cire et de quercétine(Laleye *et al.*,2015). La teneur en calcium de *Moringa oleifera* est plus que cela dans le lait et a également plus de potassium que la banane, plus de fer que les épinards et la qualité protéique de feuilles de Moringa rivalise avec celle du lait et des œufs (Jongrungruangchok *et al.* , 2010).



**Figure 10:** Plusieurs produits chimiques alimentaires et des composés trouvés dans *Le Moringaoleifera* (Fahey, 2005).

### 2.3.4. Autres utilisations

*Moringa oleifera* est utilisé pour la conservation des sols, et il est connu comme brise vent, etc. En Inde, la pulpe de quel a été utilisée pour fabriquer du papier approprié pour le papier journal, (**Guha et Negi, 1965**). Le « ben-oïl » issu des graines conserve sa qualité et peut donc lubrifier des machines de précision (**William et al., 2003**). Il est également utilisé en cosmétiques-parfums et la coiffure. Les huiles sont particulièrement efficaces dans la fabrication de savon produisant une mousse. Le tourteau, considéré comme impropre à l'alimentation animale en raison de la forte teneur en alcaloïdes et saponines, est principalement utilisé comme engrais (**Panda et al.,2008**).

### 2.4. Composition chimique de feuille de *Moringa oleifera*

Plusieurs travaux ont mis en évidence les qualités nutritionnelles exceptionnelles des feuilles de Moringa(**Tableau 6**). Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19 à 35 % MS (**Olugbemi et al.,2010**). Et ils ont une teneur élevée en fibres, notamment en cellulose brute variant de 9,13 à 28,2 % MS (**Pamo et al.,2005**). Elles possèdent les 10 acides aminés essentiels à l'Homme (**Laleye et al.,2015**). Ayant une teneur relativement élevée en énergie métabolisable, 2273 et 2978 kcal/kg MS (**Makkar et Becker, 1997**). Elles contiennent une très grande concentration en vitamines A (6,8 mg), B (423 mg), C (220 mg) etc. Sont riches en  $\beta$ -carotène (**Fuglie, 2001**). Et en minéraux (fer, calcium, zinc, sélénium, etc.) et occupent une part modeste de la matière sèche avec des teneurs de 0,6 à 11,42 % MS et la matière grasse varie de 2,3 à 10 % MS (**Fuglie, 2001**).**Tableau 6**: Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera*

**Tableau 6** :Données pour 100 grammes de matière sèche (**broin, 2005**).

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

## **2.5. Activité biologique de *Moringaoleifera***

D'après (Fuglie, 2005) Moringa est la plante qui guérit plus de 300 pathologies d'origines divers grâce à ses propriétés et activités telles que :

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

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

### **2.5.2. Propriétés anti-bactériennes, anti-parasitaires et anti-fongiques**

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

### 2.5.3. Propriétés anti-oxydants

L'activité anti-oxydant des composés phénoliques est due à leur capacité à piéger les radicaux libres, donner l'atome d'hydrogène et électron et chélate les cations métalliques.

La structure des composés phénoliques est l'élément déterminant de leur activité. Pour les acides phénoliques, l'activité anti-oxydant augmente proportionnellement avec le degré d'hydroxylation et la présence de groupement C=CH-COOH (**Balasundram et al., 2006**). Pour les flavonoïdes, la relation structure activité anti-oxydante est généralement plus compliquée que les acides phénoliques à cause de la complexité de la molécule de flavonoïdes (**Bors et al., 1997**).

### 2.5.4. Propriétés anti-cancéreuse

L'utilisation de la poudre de feuilles et des graines est conseillée dans les troubles digestifs. L'action anti-proliférative des feuilles de *M. oleifera* a été signalée au cours de cette étude. Quelques études effectuées ont également montré l'action préventive des feuilles contre le cancer, le potentiel anti-oxydant par les isothiocyanates (**Fahey, 2005; Santos et al., 2012**), les polyphénols de *M. oleiferain vitro* (**Chumark et al., 2008; Santos et al., 2012**). Une augmentation du nombre d'apoptose a été également montré (**Sreelatha et al., 2011**). Dans une autre étude, **Bharali et al. (2003)** ont prouvé l'activité préventive des tumeurs de la peau suite à l'ingestion des extraits de ses graines. En outre **Singhal et al. (2012)** ont rapporté l'action anti-cancéreuse de la gomme sur le colon. Les extraits de la plante ont une action préventive contre le cancer du côlon (**Budda et al., 2011**). Les propriétés thérapeutiques telles que le traitement de l'insomnie, de la stérilité, de la faiblesse sexuelle, de la ménopause, de l'obésité, de la hernie signalées au cours de notre enquête n'ont pas été rencontrées dans la littérature.

### 2.5.5. Propriétés anti-hypertensives

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

### 2.5.6. Propriétés anti-hyper-glycémiques

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

### 2.6. Toxicité de Moringa

Les tests de toxicité orale aigue et subaigüe réalisés par (**Adedapo et al., 2009**) révèlent que l'extrait aqueux de *M. oleifera* n'a montré aucun signe de toxicité sur les paramètres biochimiques et hématologiques sur des rats. (**Kasolo et al., 2011**) ont réalisé le test de toxicité orale aigue avec les extraits aqueux et éthanolique de racines de *Moringa oleifera* et ont établi la DL50 de l'extrait aqueux à 15,9 mg/kg et la DL50 de l'extrait éthanolique à 17,8 mg/kg. Cependant, les travaux de (**Ravichandran et al., 2009**) ont montré que l'extrait méthanolique des racines de la même plante a provoqué des lésions au niveau des reins et du foie des porcs d'Inde.

# **Chapitre II :**

## **Etude expérimental**

# **Matériel et méthodes**

## 1. Matériel

### 1.1. Matériel biologique

#### 1.1.1. Matériel végétal

Les feuilles de *Moringaoleifera* utilisés dans cette étude ont été obtenues du marché local, et sont importés de Burkina-Faso (agriculture naturelle, origine Burkina-Faso)(**figure11**). Ils sont conservés dans un endroit sec après ouverture.



**Figure 11** : Feuilles séchées de *Moringaoleifera*.



### 1.1.2. Matériel animal

L'étude de l'activité anti-inflammatoire est réalisée sur des souris femelle de la souche *swiss albinos*, pesant entre 25 et 32g. Fournies par l'Institut Pasteur d'Alger(**figure12**). Ces animaux sont élevés au niveau de l'animalerie de l'université de Guelma. Les animaux répartis en groupes, sont hébergés dans des cages de polypropylène a une température ambiante, avec accès libres a l'eau et a l'aliment. Après une période d'adaptation, les souris sont pesées, marquées avant leur utilisation.



**Figure 12** :souris de la souche *swiss albinos* qui on utilisée.

### 1.2. Produits chimiques

Plusieurs réactifs chimiques et solvants ont été utilisés dans nos expériences, parmi ces produits :

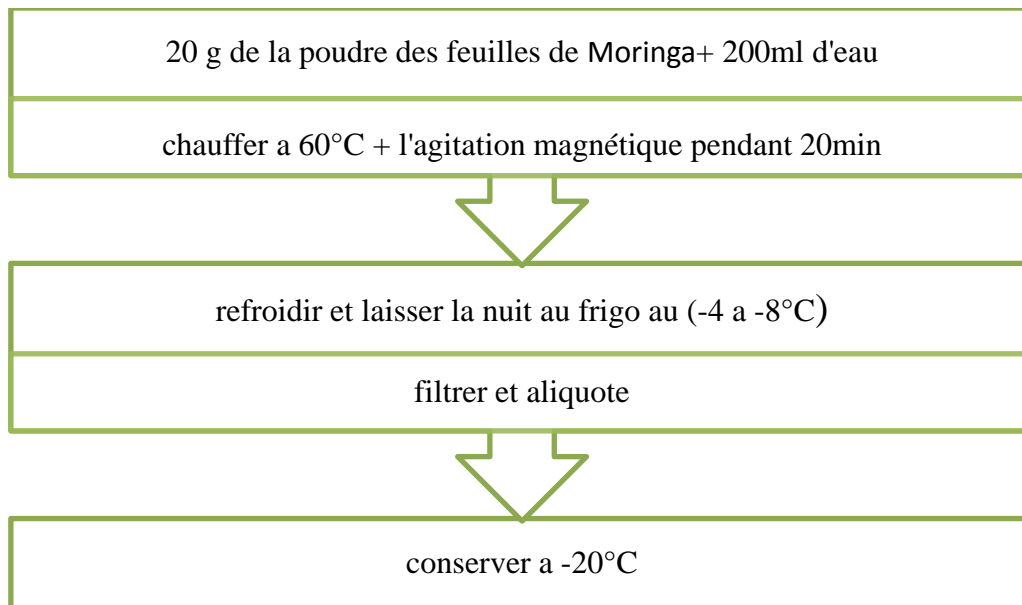
Chlorure ferrique( $\text{FeCl}_3$ ), chloroforme, 'acide sulfurique, eau distillé, chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ), diode ( $\text{I}_2$ ), iodure de potassium ( $\text{KI}$ ), Acide sulfurique( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), éthanol( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), ammoniacque ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

-Solution de lavage chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ) 0,9 % stérile.

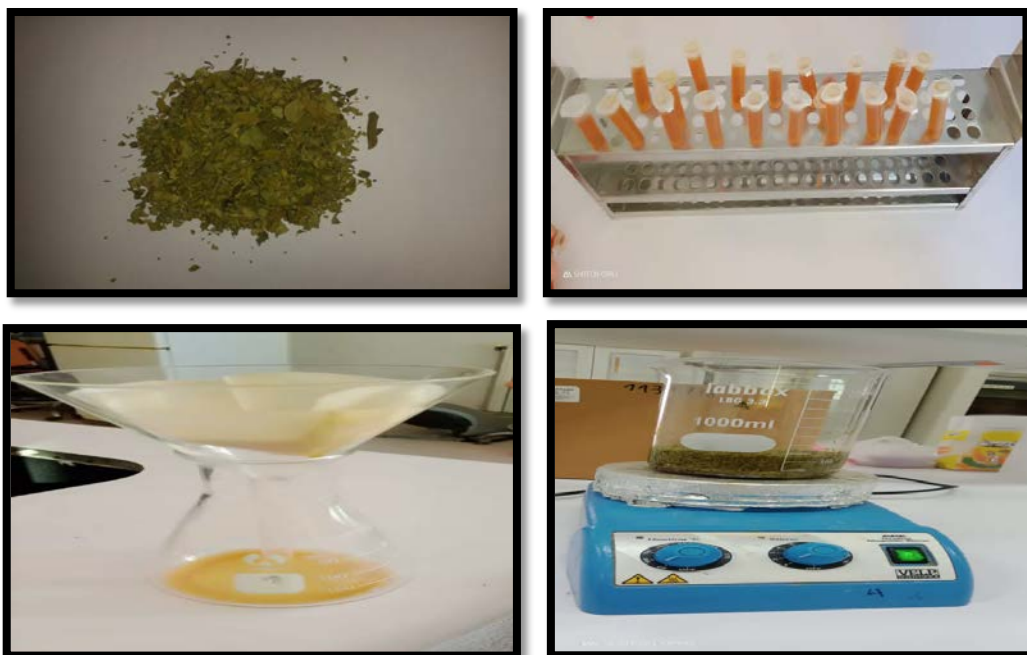
## 2. Méthodes

### 2.1. Préparation de l'extrait

Après introduction de 20g de poudre de feuille séchés dans ballon. 200ml d'eau distillée sont ajoutés et mélangé pendant 20min. refroidi puis filtré et aliquote, puis conserver à  $-20^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'utilisation(**figure 13**).



**Figure 13:** préparation d'extrait aqueux des feuilles de *Moringaoleifera*



**Figure 14 :** photographies au moment de la préparation de l'extrait aqueux de Moringa

## 2.2. Analyse qualitative des composés phytochimiques (screening phytochimique)

Le screening phytochimique met en évidence la présence des familles de molécules actives, c'est une étude qualitative utilisés pour connaître la composition chimique globale des extraits. Elle est basée sur des réactions de coloration *et/ou* précipitation.

### 2.2.1. Mise en évidence des tanins :

Quelques gouttes d'une solution de **FeCl<sub>3</sub> 2%** ont été ajouté à 2ml de l'extrait aqueux de *moringa olfeira*. la réaction donne une coloration bleue noir en présence des tanins (**Benzahi et al., 2001**).

### 2.2.2. Mise en évidence des saponosides :

5ml de l'extrait, on été ajouté a 10ml d'eau distillée, la solution est fortement agitée. Le mélange est laissé pendant 20mn, la formation d'une mousse confirme la présence des saponosides (**Benzahiet al., 2001**).

5ml de l'extrait, on été ajouté a 2ml de chloroforme et 3ml d'acide sulfurique concentré l'apparition une couleur rouge-marron et une couche d'interface indique la présence des tri-sterpenes hétérosidiques (**Benzahi et al., 2001**).

### 2.2.3. Mise en évidence des flavonoïdes :

Quelques gouttes d'**AlCl<sub>3</sub> (1%)** ont été additionné à 5ml de l'extrait. La réaction donne une coloration rouge orangée en présence des flavonoïdes (**Benzahi et al., 2001**).

### 2.2.4. Mise en évidence des alcaloïdes :

A l'extrait, on a ajouté 5ml d'HCl, le résidu et chauffer dans un bain marie. Puis, le mélange a été filtré. Au filtrat, le réactif de Wagner (2g de KI et, 1.27g d'I<sub>2</sub> solubilisé dans 100ml d'eau distillée) a été ajouté. La présence de turbidité ou de précipitation indique la présence des alcaloïdes (**Benzahi et al., 2001**).

### 2.2.5. Mise en évidence les anthocyanes :

A 5ml de l'infusé, quelques gouttes d'ammoniaque ont été ajouté. L'apparition d'une couleur rouge, indique la présence des anthocyanes (**Benzahi et al., 2001**).

### 2.2.6. Mise en évidence le mucilage :

5ml d'éthanol absolu ont été ajouté à 1ml de l'infusé. L'obtention d'un précipité floconneux indique la présence de mucilage (**Benzahi *et al.*, 2001**).

### 2.2.7. Mise en évidence les glucosides :

A 2g de poudre végétale, quelques gouttes d'acide sulfurique ont été ajoutées. La formation d'une coloration rouge brique qui vire ensuite au violet indique la présence des glucosides (**Benzahi *et al.*, 2001**).

## 2.3. Etude de la toxicité

Pour la détermination de la toxicité de la plante. La substance à tester est administrée par voies intra-péritonéale (**figure 15**) deux fois sur les souris ; le premier jour et le troisième jour du traitement. Les lots ont été mis en observation pendant une semaine en notant les différents perturbation et les décès du premier jour du traitement. Les animaux sont mis en condition favorables de température ambiante à raison de 5 souris par cage avec accès libre en eau et en nourriture.



**Figure 15** : administration de l'extrait par voie intra-péritonéale

Les souris ont été réparties selon l'homogénéité de leur poids sur 4 lots de 5 souris chacun. Protocol consiste à suivre les étapes suivantes :

- **Lot I** (lot témoin) : les souris ont reçu uniquement de l'eau physiologique (0,9% solution de Na Cl).
- **Lot II** (lot traité) : ce groupe de souris ont reçu l'extrait avec une dose de **25mg/kg**.
- **Lot III** (lot traité) : ce groupe de souris ont reçu l'extrait avec une dose de **50mg/kg**.
- **Lot IV** (lot traité): ce groupe de souris ont reçu l'extrait avec une dose de **100mg/kg**.

Les doses ont été préparées à partir d'un lyophilisat de l'extrait fourni par Dr Boukemara H .

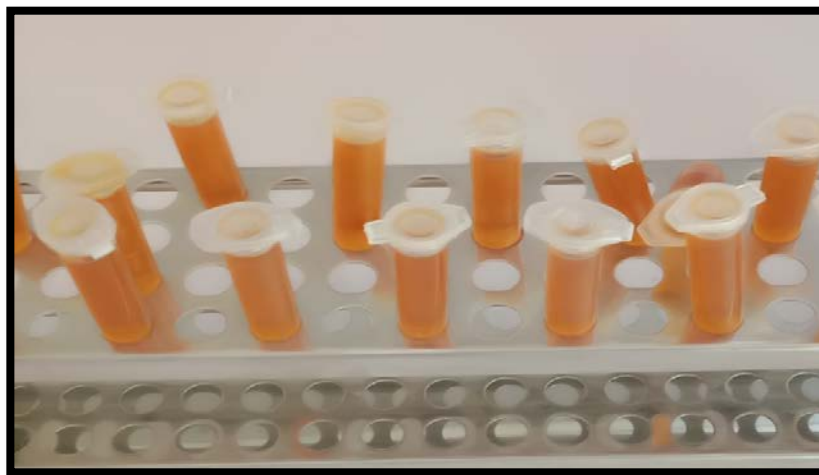
# **Chapitre III :**

## **Résultat et discussion**

## 1. Résultats et discussion :

### 1.1. Préparation de l'extrait :

L'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* préparé par décoction, qui correspond à l'usage traditionnel de plante étudiée, donne une tisane brune jaunâtre pâle (**Figure 16**).



**Figure 16:** Résultat de la préparation de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera*

L'extraction aqueuse est faite par décoction à température élevée pendant 20 min. En fait, Su et ses collaborateurs (2006) ont rapporté que le rendement des extractions aqueuses augmente avec la température. Cela est expliqué par le fait que l'eau à haute température provoque la perturbation des cellules en facilitant la pénétration du solvant et la solubilisation des molécules (**Albano et Miguel, 2011**). La chaleur peut, cependant, conduire à la dégradation des molécules thermolabiles (**Seidel, 2005**), c'est la raison pour laquelle, la décoction a été effectuée pendant un temps réduit. La décoction permet d'extraire préférentiellement les composés polaires, comme, elle peut aussi extraire quelques composés amphiphiles (**Jones et Kinghon, 2005**).

Dans la présente d'étude *Moringa oleifera* largement utilisées en médecine traditionnelle a été choisies pour évaluer ses activités biologiques.


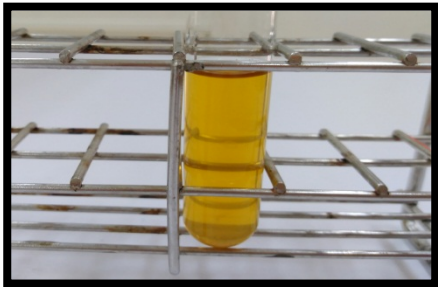

Cette plante a de nombreuses propriétés valorisables, ce qui fait d'elle un sujet d'étude très intéressant. Historiquement, toutes les parties de la plante ont été consommées comme nourriture *et / ou* utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de maladies métaboliques, inflammatoires, infectieuses, tumorales, respiratoires, l'arthrite, athérosclérose,

soulagement de la douleur...etc, et un nombre croissant d'études scientifiques soutiennent ces usages traditionnels (Elgamily *et al.*, 2016 ; Jaja-Chimedza *et al.*, 2017)

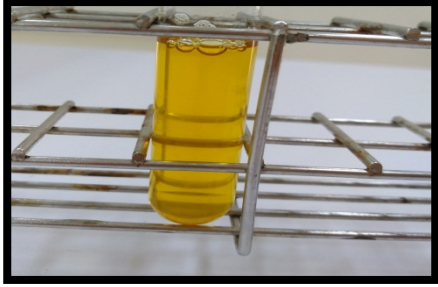
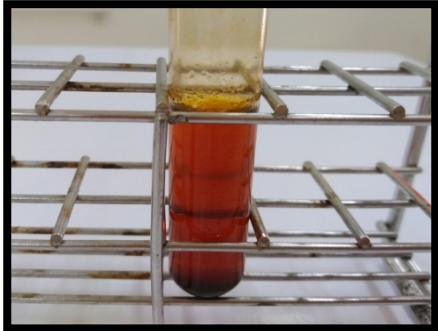
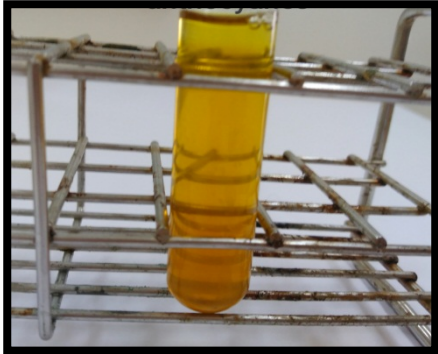
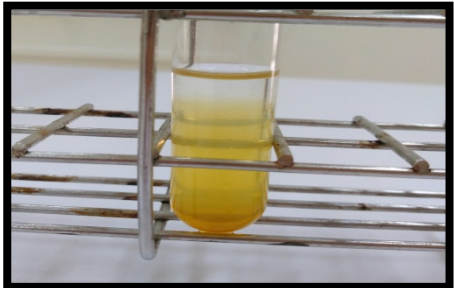
## 1.2. Etude phytochimique :

Les tests phytochimiques réalisés sur l'extrait aqueux de la plante confirment la présence de plusieurs familles de composés bioactifs importants. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau7** : analyse phytochimique préliminaire d'extrait aqueux de *Moringa oleifera*.

Recherche de	<i>Moringa oleifera</i> (feuilles)	Résultats
Tanins	+	
Saponosides	-	
Hétérosidique	+	



<b>Flavonoïdes</b>	+	
<b>Alcaloïdes</b>	+	
<b>Anthocyanes</b>	+	
<b>Mucilage</b>	+	

<b>Glucoside</b>	+	
------------------	---	--

+ : présence

- : absence

La caractérisation de nouvelles molécules bioactives à partir d'extraits de plantes, qui sont des mélanges complexes, fait intervenir différentes étapes dont les principales sont l'extraction, l'identification de ces molécules bioactives par des analyses phytochimiques et enfin l'évaluation de leurs activités biologiques par différents tests *in vivo* et *in vitro*.

Le screening phytochimique effectué sur les feuilles a permis de mettre en évidence diverses classes de métabolites secondaires : les flavonoïdes, les anthocyanes, les alcaloïdes, les tanins, les mucilages, les glucosides, cependant, les saponines se sont avérées absentes. La présence de ces composants est liée à leur rôle important dans les réponses des plantes aux stress environnementaux ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux.

L'ensemble des groupes chimiques ainsi identifiés dans la plante, ayant des propriétés pharmacologiques diverses (**Ouedraogo, 2001**), justifiant l'utilisation multiple de moringa en phytothérapie, de l'autre côté, pour se défendre et pouvoir subsister aux contraintes imposées par le climat et le milieu en zones arides (**Rira, 2006**). D'après la littérature, moringa est riche en polyphénols, en flavonoïdes et en tannins qui sont responsables sur la majorité des effets pharmacologiques des plantes (**Amarowicz, 2007; Gulcin et al., 2010**).

En effet, les flavonoïdes jouent un rôle dans la coloration des végétaux (**Ribéreaugayonet Reynaud, 1968**) protègent les plantes contre le stress hydrique et génèrent une tolérance des plantes aux métaux lourds présents dans les sols. Plusieurs effets pharmacologiques sont attribués aux flavonoïdes notamment dans la protection des aliments d'origine végétale de l'oxydation, ce sont des anti-oxydants réputés pour leur action anticarcinogène (**Makhloufi, 2010**). De nombreux travaux semblent indiquer que les flavonoïdes possèdent des propriétés

anti-inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire (**Da Silva et al., 1994 ; Galati et al., 1994 ; Middleton, 1996**). Les flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la prolifération des lymphocytes B et T (**Mookerjee et al., 1986 ; Namgoong et al., 1994**). Leur effet sur les lymphocytes B ou T peut être variable: en effet, les flavones (apigénine, lutéoline et 7,3',4' hydroxyflavone) et les flavonols (kaempférol, quercétine et myricétine) inhibent la prolifération des lymphocytes T alors que la myricétine est active sur les lymphocytes B (**Mookerjee et al., 1986**). L'effet antiprolifératif des flavonoïdes pourraient s'expliquer par leur capacité à inhiber l'activité de certaines protéines kinases (protéine Kinase C ou protéine tyrosine kinase) (**Mookerjee et al., 1986 ; Namgoong et al., 1994**). Par ailleurs, les flavonoïdes sont susceptibles de diminuer la libération d'histamine des basophiles et des mastocytes (**Middleton and Drzewiecki, 1984**) La quercétine a un effet anti-inflammatoire en inhibant les enzymes de synthèse la cyclo-oxygénase (pour les prostaglandines) et la li-oxygénase (pour les leucotriènes) des principaux médiateurs de l'inflammation (**Middleton and Drzewiecki, 1984**).

Les composés phénoliques sont dotés d'un grand nombre de propriétés biologiques, ce qui confère aux épices les renfermant des intérêts exploités dans de nombreux domaines. Selon la littérature les polyphénols sont des agents anti-oxydants, anti-microbiens, anti-tumoraux, anti-radicalaires, anti-inflammatoires, analgésiques, anti-allergiques, anti-spasmodiques, hépatoprotectrices, et estrogéniques (**Diebolt, 2003**). Il faut noter que ces effets sont indissociables de notion de biodisponibilité, car la qualité nutritionnelle et les effets systémiques des polyphénols dépendent de leur absorption au niveau du tractus digestif (**Borel, 2014**).

Les tanins donnent un goût amer aux plantes notamment l'écorce et les feuilles ce qui empêche leur consommation par les insectes ou les bétails (**Eberhard et al., 2005**). Ils sont également produits en réponse à un stress environnemental, températures élevées et l'intensité lumineuse (**Rira, 2006**).

Aux alcaloïdes, diverses activités biologiques sont attribuées (**Milcent et chau, 2003**). A faibles dose, ils sont d'anesthésiques locaux, analgésique, anti-biotique, anti-parasitaires, anti-paludique, anti-tumoraux et anobiidés (**chenni, 2010**).

Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuse recherche 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 enzymatique, anti-oxydants et anti-radicalaires.

Donc, Les test phytochimique sont réalisés sur l'extrait aqueux des feuilles de *moringa oleifera* dans le but de mettre en évidence la présence de composés phytochimique pouvant être responsable de l'activité anti-inflammatoire de cet extrait.

### 1.3. Etude de la toxicité par le Test d'innocuité :

Les résultats obtenus par le test d'innocuité montrent que l'administration par voies intrapéritonéale des différentes doses de l'extrait aqueux de *Moringa oleiferane* provoque aucun trouble ni sur le poids corporel ni sur la consommation alimentaire et n'a provoqué aucun changement de comportement et aucun décès pendant toute une semaine d'observation ce qui prouve qu'il n'existe aucune toxicité remarquable jusqu'à la dose de la plus élevée utilisée dans la présente étude (100 mg/kg). L'enregistrement du comportement général des animaux constitue l'un des paramètres critiques pour l'évaluation des premiers signes de toxicité (Lima *et al.*, 2016). La présente étude montre que cet extrait peut être utilisé *in vivo* sans risque toxicologique aux doses inférieures à 100 mg/kg.



**Figure 17:** Les souris après le test de la toxicité

# **Conclusion**

---

## Conclusion et Perspectives

Dans la présente étude *Moringa oléifera* a été choisie afin de trouver de nouvelles voies d'application dans le domaine médical et pharmaceutique.

L'étude de la toxicité de l'extrait de plantes a permis de conclure que l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oléifera* n'est pas toxique.

L'analyse phytochimique a montré que l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oléifera* possède les teneurs les plus élevées en Polyphénols, en flavonoïdes, en hétérosides et en tannins. Cette analyse a révélé aussi la présence d'autres métabolites secondaires tels que les glucosides, les alcaloïdes, et les anthocyanes, alors que les saponosides n'ont pas été détectés dans l'ensemble de l'extrait. Ces métabolites secondaires sont sûrement à l'origine des nombreuses propriétés biologiques de *Moringa oléifera*.

Dans diverses études scientifiques, les extraits des feuilles de cette plante semblent présenter un intérêt réel et potentiel dans le traitement de l'inflammation aiguë et chronique et la protection contre les effets du stress oxydatif en piégeant les radicaux libres, chélatant les métaux et protégeant les macromolécules contre l'oxydation. Plusieurs extraits de la plante exercent des effets anti-oedémateux importants. Ces extraits inhibent aussi le recrutement des cellules immunitaires vers le site inflammatoire et réduisent la production des cytokines par les cellules inflammatoires.

La présente étude supporte l'usage traditionnel de *Moringa oléifera* dans la prise en charge de diverses pathologies surtout d'origine inflammatoire.

A l'essor de la présente étude, il serait intéressant de mener une étude plus approfondie pour isoler, purifier et identifier les molécules responsables des activités précédentes, en étudiant les mécanismes d'action sur les médiateurs inflammatoires, les enzymes impliquées dans la production des ROS et sur les systèmes anti-oxydants *in vivo*.

## A

- Adedapo, A.A., Mogbojuri, O.M., Emikpe, B.O. (2009).** Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera* in rats. *J. Med. Plants Res.*, **3**:p586-591.
- Agroconsult. (2016).** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du Moringa en Haïti, ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement rural (marndr). p 211.
- Albano, S.M., Miguel, M.G. (2011).** Biological activities of extracts of plants grown in Portugal. *Ind Crop Prod*, **33**: p338-343
- Amarowicz, R. (2007).** Tannins: The new natural anti-oxidant. *Eur J Lipid Sci Technol*, **109**:p549-551.
- Atakpama, W., Goussivi E.K., kanda, M., Dourma, M., nare, M., Batawila, K., Akpagana, K. (2014).** *moringa oleifera lamarck* (moringaceae): une ressource phylogénétique à usage multiple, in revue CAMES science de la vie, de la terre et agronomie, **2**: p6-14.
- Autier, J., Miyara, M., Buyse, S. (2004).** Module 8: immunopathologie, réaction inflammatoire. item **112**, Editor. Issy-les-Moulineaux: Estem, p192.

## B

- Baheti, R., Gill, H. (2011).** Cyber-physical systems, In T. Samad and A.M. Annaswamy (eds.), *The Impact of Control Technology*, p161-166.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Anti-oxidant activity, occurrence, and potential uses." *Food Chemistry*, **99**(1):p191-203.
- Barnes-Peter, J. (1998).** Anti-inflammatory actions of glucocorticoids: molecular mechanisms. *Clinical Science*. **94**: p 557-572.
- Benzahi, K. (2001).** Contribution à l'étude des flavonoïdes dans la plante *Cynodon Dactylon* «Chiendent». Mémoire de magister. Université d'Ouargla-Algérie.

**Bharali, R., Tabassum, J., Azad, M.R.H.(2003).** Chemomodulatory effect of *Moringa oleifera Lam.* On on Hepatic Carcinogen Metabolising Enzymes, Antioxidant Parameters and Skin Papillomagenesis in Mice. *Asian Pac J Cancer Prev.* **4(2):** p131-9.

**Bidaut-Russell, M. (2001).** Adverse gastrointestinal effects of nsaids: consequences and costs. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology.***15:**p739-753.

**Bors, W., Michel, C., Stettmaier, K. (1997).**Anti-oxidant effects of flavonoids." *Biofactors,* **6(4):**p399-402.

**Bouriche, H., Saidi, A., Ferradji, A., Belambri, S.A., Senator, A. (2016).** Anti-inflammatory and immunomodulatory properties of *Pistatia lentiscus* extracts. *J Appl Pharm Sci,* **6(7):**p14046.

**Broin, M. (2005).** Composition nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*.

**Broin, M. (2006).** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. *Moringa new.*

**Buckley, C.D., Gilroy, D.W., Serhan, C.N. (2014).** Proresolving Lipid Mediators and Mechanisms in the Resolution of Acute Inflammation. *Immunity,* **40:**p315-327.

**Budda, S., Butryee, C., Tuntipopipat, S., Rungsipipat, A., Wangnaitum, S., Lee, J.-S., Kupradinun, P. (2011).** Suppressive effects of *Moringa oleifera lam* pod against mouse colon carcinogenesis induced by azoxymethane and dextran sodium sulfate. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention,* **12:** p3221-3228.

## C

**Capiralla, H., Vingtdeux, V., Zhao, H., Sankowski, R., Al-Abed, Y., Davies, P., Marambaud, P. (2012).**Resveratrol mitigates lipopolysaccharide- and Abeta-mediated microglial inflammation byinhibiting the TLR4/NF-kappaB/STAT signaling cascade. *J Neurochem,* **120:** p461-472.

**Charles, N. S., Peter, A.W., et Derek., W.G. (2010).** *Fundamentals of Inflammation.* Cambridge University Press,p2-3.



**CHenni, M. (2010).** Contribution a l'étude chimique et biologique de la racine d'une plante médicinale : *Bryoniadioica Jacq.* These de Magister. Université d'Oranes-Senia. Oran. Algérie. p138.

**Choi, E.-J., Kim, E.-K. (2015).** Anti-oxidation, physicochemical, and sensory characteristics of sulgidduck fortified with water extracts from *Moringa oleifera* leaf Korean journal of food and cookery science, **31(3)**:p335-343.

**Chukwuebuka, E. (2015).** *Moringa oleifera* "The Mother's Best Friend". International Journal of Nutrition and Food Sciences. **4(6)** : p624-630.

**Chumark, P., Khunawat, P., Sanvarinda, Y., Phornchirasilp, S., Morales, N.P., Phivthong-Ngam, L., Coussens, LM, Werb Z. (2002).** Inflammation and cancer. Nature, **420(6917)**: p860-867.

## D

**Dandona, P., Aljada, A., Bandyopadhyay, A. (2004).** Inflammation: the link between insulin resistance, obesity and diabetes. Trends in Immunology, **25(1)**: p4-7.

**Da Silva, E.J.A., Oliveira, A. B., Lapa, A.J. (1994).** Pharmacological evaluation of the Anti-inflammatory activity of a citrus bioflavonoid, hesperidin, and the isoflavonoids, dauricin and coumestrol, in rats and mice. *J. Pharm. Pharmacol.* **46(2)** : p118-22.

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

**Diebolt, M. (2003).** Effets pharmacologiques des polyphénols végétaux sur la vasomotricité et études des mécanismes dans un modèle de vaisseaux humains reconstitués par ingénierie tissulaire, TUniversité Laval.

**Dorward, D.A., Lucas, C.D., Rossi, A.G., Haslett, C., Dhaliwal, K. (2012).** Imaging inflammation: Molecular strategies to visualize key components of the inflammatory cascade, from initiation to resolution. *Pharm Ther*, **135**:p182-199.

## E

**Eberhardt, T., Robert, A., Annelise, L. (2005).** Plantes aromatiques, épice aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec et Doc, Paris. France. p521.

**Elgamily, H., Moussa, A., Elboraey, A., EL-Sayed, H., Al-Moghazy, M., Abdalla, A. (2016):** Microbiological assessment of *Moringa oleifera* extracts and its incorporation in novel dental remedies against some oral pathogens. Open Access Maced J Med Sci. **4(4)** : p585-590.

## F

**Fahey, J. W. (2005).** *Moringa oleifera*: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. Trees for life Journal, **1(5)**: p115. Phytochemistry, **47**: p123-157.

**Farooq, F., Rai, M., Tiwari, A., Khan, A. A., Farooq, S. (2012).** Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer. Journal of Medicinal Plants Research, **6(27)**:p4368-4374.

**Foidl, N., Makkar, H.P.S. Becker K. (2001).** Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans L'industrie. Potentiel de développement des produits du Moringa. Dar es Salaam.Tanzanie. 29 Octobre - 2 novembre 2001.

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

**Fuglie, L.J.(2001).** Combating mal-nutrition with Moringa. Development potential for Moringa products.

## G

**Galanaud, P. 2003.** Inflammation et anti-inflammatoires. La Revue du Praticien, **53(5)**: p476-477.

**Galati, E.M., Monforte, M.T., Kirjavainen, S., Forestieri, A. M., Trovato, A.M, Tripodo, M. (1994).** Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid. (Note I): antiinflammatory and analgesic activity. *Farmaco* **40(11)** : p709-12.

**Guha, S.R.D., Negi J.S. (1965).** Wrapping, printing, and writing paper from *Moringa pterygasperma*. Indian Pulp. **(6)**: p377-379.

**Gulcin, I., Huyut, Z., Elmastas, M., Aboul-Enein, H.Y. (2010).** Radical scavenging and anti-oxidant activity of tannic acid. *Arabian J Chem*, **3(1)**:p43-53.

## H

**Headland, S.E., Norling, L.V. (2015).** The resolution of inflammation: Principles and challenges. *Seminars In Immunology*, 1-12. *Health Res*, **24(3)**:p123-127.

**Hêdji, C. C., Kpoguè Gangbazo, D.N.S, Houinato M.R ., 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**:p7277 – 7289, p7277-7289.

**Henzen, C. (2003).** Traitement aux glucocorticoïdes: risques et effets secondaires. *Forum médical suisse*, **19**:p442-446.

**Herihajaniavo, A.M. (2008).** Clarification de l'eau avec le *Moringa oleifera* (Mémoire). ESSA : Antananarivo ; p67-9

**Howcroft. T.K., Campisi, J., Louis, G.B., Smith, M.T., Wise, B, Wyss-Coray, T., Augustine, A.D., Mcelhaney Iwalewa, E.O, McGaw, L.J., Naidoo, V., Eloff, G.N. (2007).** Inflammation: The foundation of of diseases and disorders: a review of phytomedicines of South African origin used to treat pain and inflammatory conditions. *Afr J Biotechnol*, **6 (25)**:p2868-85.

## I

**Iwalewa, E.O., McGaw, L.J., Naidoo, V., Eloff, G.N. (2007).** Inflammation: The foundation of of diseases and disorders: a review of phytomedicines of South African origin used to treat pain and inflammatory conditions. *Afr J Biotechnol*, **6 (25)**:p2868-85.

## J

**Jahn, S., Musnad, H. A., Burgstaller, H. (1986).** The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. *Unasylva*, **38(152)**:p23-28.

**Jaja-Chimedza, A., Graf, B.L., Simmler, C., Kim, Y., Kuhn, P., Pauli, G.F et al., (2017).** Biochemical characterization and anti-inflammatory properties of an isothiocyanate-enriched moringa (*Moringa oleifera*) seed extract. USA, *PLOS ONE* **12(8)**: e0182658.

**Jones, W.P., Kinghorn, A.D. (2005).** Extraction of plant secondary metabolites. *In*: Sarker S D, Latif Z and Gray A I. Natural products isolation. *Humana Press* (Totowa), p323-411.

**Jongrungruangchok, S., Bunrathep, S., Songsak, T. (2010).** Nutrients and minerals content of eleven different samples of *Moringa oleifera* cultivated in Thailand. *Jmoringa (Moringa oleifera) seed extract*. USA, PLOS ONE **12(8)**: p0182658

## K

**Kanoun, K. (2011).** Contribution à l'étude phytochimique et activité anti-oxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de telemcen (Honaine). Thèse de Magister en Biologie. Université aboubekrbelkaid - Telemcen. Algérie. p110.

**Karin, M., Lawrence, T., Nizet, V.(2006).** Innate immunity gone awry: linking microbial Infections infections to chronic inflammation and cancer. *Cell*, **124(4)**: p823-835.

**Kasolo, J.N., Bimen, G.S., Ojok, L., Ogwal-okeng, J.W. (2011).** Phytochemic and acute toxicity of *M. oleifera* roots in mice. *J. Pharmacog Phytother.*, **3**: p38- 42

**Khanna, S., Biswas. S., Shang, Y., Collard, E., Azad, A., Kauh C, et al. (2010).** Macrophage dysfunction impairs resolution of inflammation in the wounds of diabetic mice. *PLoS ONE*, **5**: p953-959

**Kim, H.P., Kun, H.S., Chang, H.W., Kang, S.S. (2004).** Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *J. Pharmacol. Sci.*, **96(3)**: p229-245.

**Kohanski, J.E. R., Sierra, F. (2013).** The role of inflammation in agerelated disease. *Aging (Albany NY)* **5**: p8493.

**Koul, B et Chase, N. (2015):** *Moringa oleifera Lam*: Panacea to several maladies, Département de Biotechnologie et Biosciences, Lovely Professional University (LPU), *J. Chem. Pharm. Res.*, **7(6)**:p687-707.

**Kumar, V., Abul, K. A., Nelson, F., Richard, N. (2007).** Robbins Basic Pathology, 8th Edition, Elsevier, Philadelphia ,**15**: p39-41.

## L

**Laleye, O. A. F., Ahissou, H ., OlounladeAp., Azando, E. V .B. Et laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes anti-diabétique de la flore béninoise: *Khayasengalensis* (Desr) A.Juss(Meliaceae), *Momordi cacharantia* Linn (cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam(Moringaceae). International journal of Biological and chemical sciences, **9(5)**: p2682-2700.

**Lee, H.N., Surh, Y. J. (2012).** Therapeutic potential of resolvins in the prevention and treatment of inflammatory disorders. *Biochem Pharmacol*, **84**:p1340-1350.

**Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S. (2015).** Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview." *International journal of molecular sciences*, **16(6)**:p12791-12835.

**Lima, B.O. (2004).** Efficacy of wogonin in the production of immunoglobulins and cytokines by mesenteric lymph node lymphocytes in mouse colitis induced with dextran sulfate sodium. *Biosci Biotechnol Biochem*, **68**:p2505-2511.

## M

**Majdalawieh, A.F., Fayyad, M.W. (2015).** Immunomodulatory and anti-inflammatory action of *Nigella sativa* and thymoquinone: A comprehensive review. *Int Immunopharmacol*, **28**: p295-304.

**Makhlofi. (2010).** Etude des activités anti-microbienne et anti-oxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricriapubescens* (Desf.) et *Rosmarinusofficinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre. . Thèse de Doctorat d'état en Biologie. Université Abou BekrBelkaid. Telemcen. Algérie. p136.

**Makkar, H.P.S., BECKER, K. (1997).** Nutrients and anti-quality factors in different morphological Parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge **128**: p311-322.

**Meziti, A., Bouriche, H., Meziti, H., Kada, S., Senator, A., Dimertas, I. (2017).** Anti-oxidant and anti-inflammatory activities of *Rubus fruticosus* and *Zisyphus vulgaris* methanol extracts. *Int J Pharm Pharm Sci*, **9(2)**:p69-76.

**Middleton, E. J. (1996).** Biological properties of plant flavonoids: an overview. *Int. J. Pharmacol.* **34 (5)**:p344-348.

**Middleton, E. J., Drzewiecki, G. (1984).** Flavonoid inhibition of human basophil histamine release stimulated by various agents. *Biochem. Pharmacol.* **33(21)**: p3333-8.

**Milcent, R., Chau, F. (2003).** Chimie organique hétérocyclique : Structure fondamentale, chimie et biochimie des principaux composés naturels. Ed. Francoischau EDP. Paris. France. p846.

**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 BekrBelkaid. Telemcen. Algérie. p169.

**Mohr, K., Iüllmann, H., Ziegler, A. (2001).** Atlas de poche de pharmacologie. Flammarion, Médecine- Science. 384 *MORINGA OLEIFERA* EN ALIMENTATION ANIMALE (thèse). Moringa 29 octobre - 2 novembre 2001, Dar es Salaam, Tanzanie. Page 2, 3, 8, 9, 10, 11, 15,16 *Moringa oleifera Lam* (Moringaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9(5)**:p2682-2700.

**Mookerjee, B. K., Lee, T. P., Logue, G. P., Lippes, H. A., Middleton, E. (1986).** The effects of flavonoids on human lymphocyte proliferative responses. *Prog. Clin. Biolo. Res.* **213** : p511-20.

**Moussa, H. A., Elboraey, A., EL-Sayed H., Al-Moghazy, M., Abdalla, A. (2016):** Microbiological assessment of *Moringa oleifera* extracts and its incorporation in novel dental remedies against some oral pathogens. *Open Access Maced J Med Sci.* **4(4)**: p585-590

## N

**Namgoong, S. Y., Son, K. H., Chang, H. W., Kang, S. S., Kim, H. P. (1994).** Effects of Naturally occurring flavonoids on mutagen-induced lymphocyte proliferation and mixed Lymphocyte culture. *Life Sci.* **54(5)** : p313-20.

**Nathan, C. (2002).** Points of control in inflammation. *Nature*, **19(26)**: p846-852.

**Noack, M., Kolopp-Sarda, M.N. (2018).** Cytokines et inflammation: physiologie, physiopathologie et Utilisation thérapeutique. *Rev Fr Lab*, **489 (3)**:p28- 37.

## O

**Olson, M.E. (2002).** Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany*; **27(1)**: p55–73.

**Olson, M.E. and Carlquist, S. (2001).** Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* **135 (4)** : p315-348.

**Olugbemi, T.S, Mutayoba, S.K., Lekule, F.P. (2010).** Effect of *Moringa(Moringaoleifera)* InclusioninCassavaBasedDietsFedtoBroilerChickens. Oyeyinka, A.T.,Oyeyinka ,S.A.*Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of the saudi society of Agricultural Sciences* (2016)

**Ouédraogo, N., Lompo, M., Sawadogo, R. W., Tibiri, A., Hay. A.E., Koudou, J., Dijoux, M.G., Guissou, I.P. (2012).** Étude des activités anti-inflammatoire, analgésique et anti-pyrétique des Décoctés aqueux des feuilles et des racines de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae).

**Ouedraogo, Y., Nacoulma, O., Guissou, I.P., Guede Guina, F. (2001).** Evaluation *in vivo* et *in vitro* de la toxicité des extraits aqueux d'ecorces de tige et de racines de *Mitragynainermis* (wilid).o.ktz (rubiaceae). *Pharm. Méd. Trad.* **11** : p13-29.overview." *International journal of molecular sciences*, **16(6)**:p12791-12835.

## P

**Pamo, E.T., Niba, A.T., Fonteh., F.A., Tedonkeng, F., Kana, J.R., Boukila, B., Tsachoung, J. (2005).** Effet de la supplémentation au *moringa oleifera* ou aux blocs multinutritionnels l'évolution du poids post part umetlacroissancepré-sevragedescobayes (*caviaporcellus*). *Lives stock resresearch for rural Development*, p17.

**Panda, S. K., Horie, T., Kaneko, T., Sugimota, G., Sasano, S., Shibasaka, M., Katsuhara, M. (2008).** Mechanisms of Water transport mediated by PIP aquaporins and

Their regulation via phosphorylation events under salinity stress in barley roots. Oxford Journals: Plant and Cellphysiology, **52**: P663-675.

**Park, M.H., Kim, D.H., Lee, E.K., Kim, N. D., Im, D.S., Lee, J, Yu, B.P., Chung, H.Y. (2014).** Agerelate inflammation and insulin resistance: a review of their intricate interdependency. Arch Pharm Res. **37**:p1507-1514.

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

**Prin, L., Hachulla, E., Hennache, B., Bonnotte, B., Dubucquoi, S.,Abbal,M,Faure,G,Bouletreau,P.(2009).** Available from: [http://w3med.univlille2.fr/inflammation/documents/Immuno\\_1.pdf](http://w3med.univlille2.fr/inflammation/documents/Immuno_1.pdf) products.DaresSalaam,Tanzanie properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam.

## R

**Rathinam, V.A., Fitzgerald, K.A. (2016).** Inflammasome complexes: Emerging mechanisms and effector functions. Cell, **165**:p792–800.

**Renfrey, S., Downton, C., Featherstone, J.(2003).** The painful reality. Nat. Rev. Drug Discov., 2(3): 175-176. resolution. Pharm Ther, 135, 182-199.resolution. Pharmacology and Therapeutics, **135**:p182-199

**Ribereau-Gayon, J., Peynaud, E. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Éditiondunod. Pais. France. p25.

**Rira, M. (2006).** Effet des polyphénols et des tanins sur l'activité métabolique du microbioteruminal d'ovins. Thèse de magister en biochimie et microbiologie appliquées. Université Mentouri Constantine. Algérie. p94.

**Roifman, I., Beck, P.L., Anderson, T.J., Eisenberg, M.J., Genest J. (2011).** Chronic inflammatory diseases and cardiovascular risk: a systematic review. Can J Cardiol, **27**:p174-182.

## S

**Santos, A.F., Argolo, A.C., Paiva, P.M., Coelho, L.C. (2012).** Anti-oxidant activity of *Moringa oleifera* tissue extracts. Phytotherapy Research, **26 (9)**.



- Seidel, V. (2005).**Initial and Bulk Extraction. In: Sarker SD, Latif Z, Gray AI. Natural products isolation. Humana Press (Totowa), p27-37.
- Selloum, L., Bouriche, H., Tigrine, C., Boudoukha, C. (2003).** Anti-inflammatory effect of rutin on rat paw oedema, and on neutrophils chemotaxis and degranulation. *Ex Toxicol Pathol*, **54(4)**:p313- 318.
- Serhan, C.N., Ward, P.A., Gilroy, D.W. (2010)** .Fundamentals of inflammation. Hardback,USA, p13-14.
- Siddhuraju, P., BECKER, K. (2003).** Anti-oxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa Oleifera* Lam.),*J.Agric. Food Chem.*, **15**: p2144-2155.
- Singhal, A.K., Jarald, E.E., Showkat, A., Daud, A. (2012).***In vitro* evaluation of *Moringa oleifera* gum for colon-specific drug delivery. *International journal of pharmaceutical investigation*, **2 (1)**: p48.
- Sreelatha, S., Jeyachitra, A., Padma, P. (2011).** Anti-proliferation and induction of apoptosis by *Moringa oleifera* leaf extract on human cancer cells. *Food and Chemical Toxicology*, **49 (6)** : p1270- 1275.
- Swynghedauw, B. (2006).** L'inflammation Au coeur du problème : l'inflammation, mécanisme général aux effets bien particuliers. *AMC pratique*, 151, 3. Medzhitov R. (2008). Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*, **454**:p428-435.

## T

- Trees for Life. (2013).** [Accès le 02/10/13]. Etude des pratiques et croyances alimentaires pour Comprendre la malnutrition à Madagascar : intérêt de l'introduction de feuilles de *Moringa*.

## W

- Wallace, M., Staats, P.S. (2004).** Pain medicine and management: just the facts. McGraw-Hill (New York), p48.
- Weill, B., Batteux, F., Dhainaut, J. (2003).** Immunopathologie et réactions inflammatoires. Eds, De Boeck Université (Paris). P12-23.

**William, G., Hpkins., C. M., Evrard, M. (2003).** physiologie végétal. Molécules et métabolisme: p532-539.

**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, p207.

**Yoon, J.H., Baek, S.G. (2005).** Molecular targets of diatry polyphenols with anti-inflammatory properties, Yonsie Med J. **46(5)**: p585-596.

**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.

**Z**

**Zienalia, M., Rezaec, S.A., Hosseinzedeha, H. (2017).** An overview on immunoregulatory and anti- inflammatory properties of chrysin and flavonoids substances, Biomed Pharmacother, 9 998-1009.α inhibitors. Phytochem Rev, **12**:p65-93.