

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**

**UNIVERSITE MOULOU D 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**

**Filière : Biotechnologies**

**Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

***Thème***

**Valorisation de la poudre végétale des parties reproductrices de  
quelques espèces du Sud Algérien comme protecteur et bio-  
fertilisant naturel des sols**

**Réalisé par**

**SMACHE Sadia**

**Devant les membres de jury :**

Mr LIMANE A	Maitre de conférence A (UMMTO)	Président
Mme AIT MOULOU D-KADI L	Maitre assistante A (UMMTO)	Examinatrice
Mme MOHAMED OUALI D	Maitre assistante A (UMMTO)	Promotrice
Mme LOUNI D	Maitre Assistante A (UMMTO)	Co-promotrice

**Année universitaire 2022- 2023**

# REMERCIEMENTS

*Avant toute chose, je tiens à remercier DIEU, le tout puissant qui m'a ouvert les portes du savoir et m'a permis de réaliser ce travail.*

*Au terme de ce travail j'adresse tout d'abord mes sincères remerciements à :*

*Ma promotrice, **Mme MOHAMEDOUALI.D**, Maitre Assistante A à l'UMMTO, d'avoir acceptée de m'encadrer dans la conception et l'élaboration de ce travail malgré toutes ses nombreuses occupations, pour ces précieux conseils et son soutien à tous les instants. Sa gentillesse, pour l'aide compétente qu'elle nous a apportée, pour sa patience sa confiance, son œil critique, qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité de notre mémoire et d'enrichir nos connaissances.*

*Ma Co-promotrice, **Mme LOUNI.D**, Maitre de conférences B à l'UMMTO pour avoir acceptée de me Co-encadrer ce travail, pour sa gentillesse, ces conseils et sa disponibilité, ces encouragements, sa confiance, son soutien et sa patience et surtout ses judicieux conseils, m'ont permis de réaliser ce travail et d'enrichir nos connaissances.*

***Mr LIMANE.A**, Maitre de conférences B au département de biologie de la faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de l'UMMTO, d'avoir accepté de faire partie des membres du jury, et d'évaluer et de présider ce travail.*

***Mme Ait Mouloud-Kadi.L**, Maitre Assistante A au département de biologie de la faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de l'UMMTO, d'avoir acceptée de faire partie des membres du jury, et d'évaluer et d'examiner ce travail.*

*Tout le personnel du Laboratoire commun de chimie au campus de Tamda, au niveau de l'université Mouloud Mammeri (UMMTO), à leurs têtes Melle Benbelkacem. S, Mr Oukrine S, Mr Soumani. Y, de m'avoir merveilleusement accueillies, aider et mis à ma disposition tout le matériel nécessaire afin de réaliser le plus clair de mon mémoire.*

*Toute l'équipe de laboratoire de Chimie Appliquée et Génie chimique, Faculté des Sciences, et Laboratoire de Physique et Chimie des Matériaux à UMMTO.*

*Ainsi à tout les personnes qui ont contribué de près et de loin pour transmettre le savoir scientifique durant toute la durée de mes études universitaires.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail aux deux êtres qui me sont très cher dans cette vie, à savoir mon père et ma mère.*

*Je te dis merci maman du fond de mon cœur pour ton éducation, ton sacrifice, ton assistance, ta patience, ton courage et pour ce tu m'as fait et qui m'a permis d'avoir cette réussite et ce bonheur.*

*Je te dis merci mon cher père qui n'a cessé de m'aider avec son indéfectible soutien.*

*Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, je ne pourrais jamais égaler votre mérite, aucune dédicace ne saurait être assez expressive pour exprimer ma gratitude pour tous vos sacrifices pour moi puisse dieu vous protéger inshallah.*

*Je dédie aussi ce travail à :*

*Mon cher frère Yazid qui ne cesse pas de m'encourager et de veiller pour mon bien.*

*Ma chère sœur Lila Azazli pour votre soutien et de t'avoir toujours à mes coté et de m'encouragé dans ma vie.*

*Toute la famille Smache de près et de loin.*

*La meilleur des promotrices et Co-promotrice pour leurs confiances, leurs disponibilités et leurs aides.*

*Ma chère amie Sayla pour ta sincérité et amitié.*

*Mes camarades Kenza, Massinissa pour leur soutien et conseils et votre aides au laboratoire.*

*Toute la promotion de biotechnologie végétale 2022/2023.*

*Tous ceux qui m'ont aidé, à tous ceux que j'aime bien j'adresse mes sentiments les plus chaleureux.*

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction .....1

### Chapitre 1 : Rappels Bibliographiques

1. <i>Vitex agnus castus</i> L. ....	3
1.1 Présentation de <i>V. agnus castus</i> L. ....	3
1.2 Noms communs de <i>V. agnus castus</i> L. ....	3
1.3 Classification botanique de <i>V. agnus castus</i> L. ....	3
1.4 Description botanique de <i>V. agnus castus</i> L. ....	4
1.5 Répartition géographique de <i>V. agnus castus</i> L. ....	6
1.6 Compositions chimiques de <i>V. agnus castus</i> L. ....	6
1.7 Vertus et utilisation de <i>V. agnus castus</i> L. ....	7
2. <i>Moringa oleifera</i> Lam. ....	7
2.1 Présentation de <i>Moringa oleifera</i> Lam. ....	7
2.2 Nom commun de <i>M. oleifera</i> Lam. ....	8
2.3 La systématique de la <i>M. oleifera</i> Lam. ....	8
2.4 La description botanique de <i>M. oleifera</i> Lam. ....	8
2.5 Répartition géographique de <i>M. oleifera</i> Lam. ....	12
2.6 Composition chimique de <i>M. oleifera</i> Lam. ....	12
2.7 Propriétés et utilisations de <i>M. oleifera</i> Lam. ....	13

3. Métabolites Secondaires.....	14
3.1 Composés phénoliques .....	14
3.1.1 Voies de biosynthèse des composés phénoliques .....	14
3.1.2 Classification.....	15
3.1.2.1 Les acides phénoliques.....	15
3.1.2.2 Les flavonoïdes.....	16
3.1.2.3 Les tanins.....	17
3.2 Les alcaloïdes.....	18
3.3 Les terpènes .....	19
4. Les engrais.....	19
4.1 Rôle de l'engrais organique dans le sol :.....	20

## **Chapitre 2: Matériels et Méthodes**

1. Matériel végétal et échantillonnage .....	21
2. Caractéristiques physico-chimiques de la poudre des pericarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et celle des fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	23
2.1 Caractéristiques physiques .....	23
2.1.1 Mesure du taux d'humidité .....	23
2.2 Les caractéristiques chimiques .....	24
2.2.1 Détermination du taux de cendres .....	24
3. Mesure du pH .....	25
4. Spectroscopie proche infrarouge (SPIR).....	26
5. Analyse de morphologie par Microscopie Electronique à Balayage (MEB).....	27
6. Analyses Phytochimiques .....	28
6.1 Préparation des infusés.....	28
6.2 Screening phytochimique.....	29
7. Extraction des polyphénols totaux .....	30
7.1 Dosage des polyphénols totaux .....	30

7.2	Réalisation de la courbe d'étalonnage .....	31
-----	---	----

### **Chapitre 3: Résultats et Discussion**

1.	Caractérisation physico chimique des poudres végétales des pericarpes de <i>V.agnus castus</i> L. et des fruits de <i>M.oleifera</i> lam. ....	33
1.1	Caractérisation physique .....	33
1.1.1	Détermination du taux d'humidité.....	33
1.2	Caractérisation chimique .....	34
1.2.1	Taux de cendres.....	34
2.	Mesure du pH .....	35
3.	Analyse de la poudre végétale par Spectroscopie Proche Infrarouge (SPIR) .....	36
4.	Analyse de la poudre par Microscopie Electronique à Balayage(MEB) .....	39
5.	Analyses phytochimiques .....	40
5.1	Screening phytochimique .....	40
6.	Détermination du taux de polyphénols totaux.....	42
	<b>Conclusion</b> .....	43
	<b>Références bibliographiques</b> .....	45
	<b>Résumé</b>	
	<b>Abstract</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Résultats de la mesure du pH de l'extrait aqueux des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et celui des fruits de <i>M.oleifera</i> Lam.....	35
<b>Tableau 2.</b> Les bandes d'absorption enregistrées pour la poudre végétale des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et les fruits de <i>M. oleifera</i> Lam. par SPIR.....	38
<b>Tableau 3.</b> Résultats du Screening phytochimique de l'extrait aqueux des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et celle des fruits de <i>M.oleifera</i> Lam.....	41

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Allure générale de <i>V. agnus castus</i> L.....	4
<b>Figure 2.</b> Feuilles de <i>V. agnus castus</i> .....	5
<b>Figure 3.</b> Fleurs de <i>V. agnus castus</i> L.....	5
<b>Figure 4.</b> Fruits de <i>V. agnus castus</i> L.....	6
<b>Figure 5.</b> Arbre de <i>M. oleifera</i> Lam.....	9
<b>Figure 6.</b> Feuilles de <i>M. oleifera</i> Lam.....	10
<b>Figure 7.</b> Fleur de <i>M. oleifera</i> Lam.....	10
<b>Figure 8.</b> Fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	11
<b>Figure 9.</b> Graines de <i>M. oleifera</i> Lam.....	11
<b>Figure10.</b> Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols.....	15
<b>Figure 11.</b> Squelette de base d'un acide hydroxybenzoïque.....	16
<b>Figure 12.</b> Squelette de base d'un acide hydroxycinnamique.....	16
<b>Figure 13.</b> Squelette de base des flavonoïdes.....	16
<b>Figure 14.</b> Structure des différentes classes des flavonoïdes.....	17
<b>Figure 15.</b> Structure chimique d'un gallo-tanin.....	17
<b>Figure 16.</b> Structure chimique d'un tanin condensé .....	18
<b>Figure 17.</b> Hétérocycles azotés constituant le noyau de base d'un alcaloïde.....	19
<b>Figure 18.</b> Situation géographique de la station d'étude (Ouled Aissa), dans la wilaya d'Adrar.....	21
<b>Figure19.</b> Péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	22
<b>Figure20.</b> Etapes de préparation des poudres végétales.....	22
<b>Figure21.</b> Illustration des étapes pour l'estimation du taux d'humidité.....	24
<b>Figure22.</b> Illustration des étapes d'estimation du taux de cendres.....	25
<b>Figure 23.</b> Illustration de la technique de mesure du pH.....	26
<b>Figure 24.</b> Spectroscopie Infrarouge de type IRAFFinity-1S (SHIMADZU).....	27
<b>Figure 25.</b> Illustration du Microscope Electronique à Balayage.....	28
<b>Figure 26.</b> Les étapes de préparation de l'infusé.....	28
<b>Figure 27.</b> Courbe étalon de l'acide gallique en mg ml <sup>-1</sup> .....	32
<b>Figure 28.</b> Résultats de la mesure du taux d'humidité de la poudre végétale des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et celle des fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	33

<b>Figure 29.</b> Résultats de la mesure du taux de cendres dans les poudres végétales des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et des fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	34
<b>Figure 30.</b> Analyse spectrale par spectroscopie proche Infrarouge (SPIR) de la poudre végétale des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L.....	36
<b>Figure 31.</b> Analyse spectrale par spectroscopie proche Infrarouge (SPIR) de la poudre végétale des fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	37
<b>Figure 32.</b> Analyse de la poudre des péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. par le microscope électronique à balayage.....	39
<b>Figure 33.</b> Observation de la poudre végétale des fruits de <i>M. oleifera</i> Lam. au microscope électronique à balayage.....	40
<b>Figure 34.</b> Taux de polyphénols totaux exprimé en pourcentage (%) dans les péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L. et les fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.....	42

## Liste des abréviations :

<b>APG III:</b>	Angiosperm phylogeny group III.
<b>CoA :</b>	Coenzyme A.
<b>°C :</b>	Degré Celsius.
<b>cm :</b>	Centimètre.
<b>FeCl<sub>3</sub> :</b>	Chlorure de fer.
<b>g:</b>	Grammes.
<b>h :</b>	Heure.
<b>HCL:</b>	Acide chlorhydrique.
<b>K:</b>	Potassium.
<b>L:</b>	Litre.
<b>m:</b>	Mètre.
<b>m:</b>	Masse.
<b>Mg<sup>+</sup> :</b>	Magnésium.
<b>M.oleifera Lam:</b>	<i>Moringa oleifera</i> Lamarck.
<b>mm:</b>	Millimeters.
<b>Mo-CBP3 :</b>	<i>Moringa oleifera</i> Chitin-Binding Protein.
<b>ml:</b>	Millilitre.
<b>Min:</b>	Minutes.
<b>MEB:</b>	Microscope électronique à balayage.
<b>Mg:</b>	Milligramme.
<b>N:</b>	Azotes.
<b>Na + :</b>	Sodium.
<b>nm:</b>	Nanomètre.
<b>NaCO<sub>3</sub> :</b>	Carbonates de sodium.
<b>P :</b>	Phosphore.
<b>pH :</b>	potentiel hydrogène.
<b>SPIR :</b>	Spectroscopie Proche Infra Rouge.
<b>TH (%) :</b>	Taux d'humidité.

<b><i>V. agnus castus</i> L. :</b>	<i>Vitex agnus castus</i> Linné.
<b>VIH:</b>	Virus de l'Immunodéficience Humaine.
<b>W (%) :</b>	Taux de cendres.
<b>% :</b>	Pourcentage.
<b>± :</b>	Plus au moins.
<b>EAG</b>	Equivalent d'acide gallique

# *Introduction*

### Introduction

Les prochaines années, la production agricole doit faire face à un double défi, répondre aux besoins croissants de la population mondiale tout en préservant l'environnement et les ressources naturelles. En effet, La population mondiale, augmentera de deux milliards d'habitants au cours des trente prochaines années, cela induit une augmentation des besoins alimentaires mondiaux (**Guyomard, 2009**). Face à ces enjeux, le secteur agricole doit relever le défi d'accroître les rendements des cultures ainsi que la réhabilitation de sols pauvres (**Blanchard, 2010**).

L'utilisation des engrais synthétiques durant ces dernières années ne cesse d'augmenter, elle dépasse les 130 Kg / hectare de terre arable au niveau mondial, soit de 25% en 2008. L'utilisation abusive et anarchique d'engrais chimiques pour accroître la productivité agricole dégrade continuellement l'état des sols, met en danger l'équilibre environnemental et constitue une grave menace pour la santé humaine (**Nellemann et al., 2009**). Il est donc urgent de s'orienter vers l'agriculture moderne et à la recherche des nouvelles avancées biotechnologiques permettant une réduction de l'utilisation des intrants chimiques sans affecter le rendement des cultures ou le revenu des agriculteurs (**Benrebha et al., 2020**).

Les bio-fertilisants ou les fertilisants biologiques sont des préparations des micro-organismes appliqués au sol et sur la plante afin de substituer partiellement ou totalement à la fertilisation de synthèse et diminuer la pollution générée par les produits agrochimiques (**Zuang, 1982**).

L'application des bio-fertilisants améliore la structure des sols, apporte les nutriments absents ou épuisés par les cultures et préserve les différentes phases de la vie animale, bactérienne, fongique qui sont les principales responsables de la pédogenèse (**Lemieux et al., 2002**). Ce type d'amendement permettrait de satisfaire les attentes de la profession agricole.

En Algérie, deux essences végétales sont introduites dans la région d'Adrar pour un développement durable, c'est *Vitex agnus castus* L. et *Moringa oleifera* Lam.. Leur étude rentre dans la thématique du Laboratoire de Recherche sur Les Zones Arides (LRZA), sis à la faculté de Biologie, USTHB, Bab Ezzouar. En effet, plusieurs volets de recherche ont été entamés dans leur étude notamment leurs rôles dans les activités antimicrobiennes, anti inflammatoires, anti-oxydantes,.... Dans ce volet, nous avons essayé de valoriser les poudres végétales des péricarpes de *Vitex agnus castus* L. et des fruits de *Moringa*

*oleifera* Lam. comme protecteurs et bio-fertilisants naturels des sols. Notons que ce travail est une suite à la même thématique réalisée par Fekrar et Sidi Ahmed (2022) sur le feuillage des deux essences végétales sus-citées. Le présent travail est présenté comme suite :

- Le premier chapitre consiste en la présentation des espèces végétales, des métabolites secondaires et des engrais.
- Le deuxième chapitre illustre le matériel et les méthodes utilisées.
- Le troisième chapitre regroupe les résultats obtenus, suivie d'une interprétation et d'une discussion.
- Enfin, nous allons terminer avec une conclusion générale, suivie de certaines perspectives.

*Chapitre 1 :*  
*Rappels*  
*Bibliographiques*

## 1. *Vitex agnus castus* L.

### 1.1 Présentation de *V. agnus castus* L.

*Vitex agnus castus* L, ou gattilier est une espèce d'arbuste appartenant à la famille des *verbenaceae* selon la classification classique et, à celle des *lamiaceae* selon la classification phylogénétique (APG III, 2009). *V. agnus castus* L. appartient au genre *Vitex* qui est le plus grand genre de la famille des verbénacées comprenant 250 espèces réparties dans le monde entier (Rani et Sharma, 2013). Les plus répandus sont : *V. canescences*, *V. cooper*, *V.cymosa*, *V. fisherii*, *V. gardneriana*, *V. glabrata*, *V.leptobotrys*, *V. scabra*, *V. plygama*, *V. agnus castus* L. (Sena-filho et al., 2008).

### 1.2 Noms communs de *V. agnus castus* L.

*V. agnus castus* L. possède plusieurs noms communs notamment : « Kef Meriem ». Gattilier, agneau chaste, petit poivre, poivre sauvage, herbe aux poivre, arbre de poivre agnolyt, Berry chaste, baie de l'arbre chaste, chastétree, chanvre arbre, le poivre de moine (Grieve, 1982) et Khrouaâ (autochtones des la région d'Adrar).

### 1.3 Classification botanique de *V. agnus castus* L.

Cronquist (1981) a établi la classification suivante :

**Règne :** Plantae

**Sous - règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Sous classe :** Asteridae

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Verbenaceae

**Genre :** *Vitex*

**Espèce :** *Vitex agnus castus* L.

Selon APG III (2009), *V. agnus castus* L. appartient à :

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

#### 1.4 Description botanique de *V. agnus castus* L.

*V. agnus castus* L. est un petit arbre (**Fig.1**) ou un grand arbuste, qui pourrait croître en moyenne de 1,5 m à 2 m de hauteur (**Niroumand, et al., 2018**). Le système racinaire est pivotant, la tige est ligneuse ramifiée.



**Figure 1.** Allure générale de *V. agnus castus* L. (**Dunning, 2016**).

##### ❖ Feuille :

Les feuilles sont caduques (**Fig.2**), leurs diamètres est de 7,6 à 10cm (**Rani et Sharma, 2013**), en forme de doigt contenant 5 à 7 folioles en forme de doigt. Elles sont aromatiques avec une couleur gris-vert et le dessous plus clair.



**Figure 2.** Feuilles de *V. agnus castus* L. (Gruffat, 2020).

#### ❖ Fleurs

Les fleurs (**Fig.3**) sont parfumées, de coloration bleue, lilas, rose ou blanc. La floraison a lieu de l'été jusqu'au début de l'automne (Niroumand *et al.*, 2018).



**Figure 3.** Fleurs de *V. agnus castus* L. (Gruffat, 2020).

#### ❖ Fruits

Les fruits sont des baies ressemblent à des grains de poivre, dures, d'un pourpre à la peau noire, jaunâtres à l'intérieur (**Fig.4**), à moitié couvertes par leur sage-calices verts et

contenant quatre graines. L'odeur est aromatique et épicé, la saveur est chaude et singulière après maturation (Aissaoui, 2010).



Figure 4. Fruits de *V. agnus castus* L. ([www.google.com](http://www.google.com)).

### 1.5 Répartition géographique de *V. agnus castus* L.

Le gattilier est cultivé partout dans le monde, y compris la partie sud des Etats -Unis. Il a été introduit en Europe occidentale dans les jardins médiévaux, et s'est ensuite répandu dans toute la région du bassin méditerranéen où il pousse aujourd'hui spontanément. *V. agnus castus* L. se rencontre au nord de l'Afrique (Allais, 2008). En Algérie, cette espèce trouve un ultime refuge dans les zones arides du Sahara (Aissaoui, 2010) et, dans les terrains humides au bord des cours d'eau à faible altitude (Allais, 2008).

### 1.6 Compositions chimiques de *V. agnus castus* L.

Des analyses phytochimiques de *V. agnus castus* L. ont révélé la présence d'acide phénolique et leurs dérivés phénols, flavonoïdes, tanins, iridoïdes, et huile essentielle (Sarac et al., 2015).

- Les phénols : le seul dérivé de l'acide benzoïque présent dans le gattilier est l'acide p-hydroxybenzoïque, il est retrouvé dans les graines et dans les fruits (Hoberg et al., 2000). L'unique dérivé de l'acide cinnamique connu chez *V. agnus castus* L. est l'acide férulique et se retrouve dans le fruit.
- Les flavonoïdes : les teneurs en flavonoïdes différent en fonction de la partie de la plante (Allais, 2008) et, sont plus concentrés dans les feuilles, au niveau des sommités fleuries et dans les fruits.

- Les tanins : ils sont présents dans les fruits, les fleurs et les feuilles (**Antolic et Males, 1997**).
- Les iridoïdes : Ce sont des composés mono-terpéniques et se présentent sous forme de glucosides (hétérosides) (**Allais, 2008 ; Bruneton, 2009**), ce qui les stabilise et les rend hydrosolubles. Ils sont présents (**Kuruuzum-Uz et al., 2003**) dans les feuilles, les fruits et les sommités fleuries. Ces molécules possèdent diverses activités thérapeutiques notamment des activités antispasmodiques, anti inflammatoires ou encore laxatives (**Hu et al., 2007**) et agissent sur les récepteurs de la progestérone.
- Les huiles essentielles se retrouvent principalement dans les fleurs et également dans les fruits (**Allais, 2008**).

### 1.7 Vertus et utilisation de *V. agnus castus* L.

Traditionnellement *V. agnus castus* L. a été utilisé par les praticiens de la phytothérapie dans le traitement de nombreuses maladies féminines, y compris les troubles menstruels, l'insuffisance prémenstruelles du corps jaune, l'infertilité, l'acné, la ménopause et la pré-ménopause (**Daniele et al., 2005**).

*V. agnus castus* L. est apprécié pour ses nombreuses vertus. Ainsi, ses feuilles aromatiques sont utilisées comme antiparasitaires et vermifuges et permettent de calmer et de soulager les douleurs. Ses racines, quant à elles, sont tonifiantes et permettent de lutter contre la fièvre, elles représentent un puissant expectorant et ont aussi des propriétés diurétiques. Ses fruits, pour leur part, sont utilisés pour soulager et / ou améliorer les symptômes des maladies obstétricales et gynécologiques (**Mohamed Ouali, 2016**).

Les flavonoïdes et les tanins contenus dans *V. agnus castus* L. pourraient être responsables de son activité antioxydante (**Sarikurkcu et al., 2009**).

Les extraits d'huiles essentielles quant à elles démontrent des propriétés antifongiques et antimicrobiennes (**Stojković et al., 2011 ; Asdadi et al., 2015**).

## 2. *Moringa oleifera* Lam.

### 2.1 Présentation de *M. oleifera* Lam.

*Moringa oleifera* Lam. ou *Moringa pterygosperma* Gaertner. appartient à la famille Mono-générique des arbres et arbustes : les *Moringaceae*. Cette famille comprend environ 12 à 14 espèces (**Lalas et al., 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). Elle est originaire de la frontière entre l'Inde, le Pakistan et le Népal, largement cultivé dans d'autres régions tropicales (Joshi *et al.*, 2016).

## 2.2 Nom commun de *M. oleifera* Lam.

En Inde, il est appelé Dumstick pour rappeler la forme du fruit qui ressemble à une Baguette (Pousset, 1999). En anglais il est connu sous le nom de « west Indian tree », ou « Drumstick Tree », ou encore « Never die tree » en référence à sa résistance à la sécheresse (Hêdji *et al.*, 2014). En Afrique francophone, l'arbre est appelé « nébéday », nom vraisemblablement dérivé de son nom anglais. En Algérie, dans la région d'Adrar, il est connu sous le nom de Shadjarat El Hahyète.

## 2.3 La systématique de la *M. oleifera* Lam.

Selon (Bichi *et al.*, 2012) *M. oleifera* Lam. appartient au :

**Règne :** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-classe :** Dilleniidae

**Ordre :** Capparales

**Famille :** Moringaceae

**Genre :** Moringa

**Espèce:** *Moringa oleifera* Lam.

Selon APG III (2009), *M. oleifera* Lam. appartient à :

**Ordre :** Brassicales

**Famille :** Moringaceae

## 2.4 La description botanique de *M. oleifera* Lam.

*M. oleifera* Lam. est une plante à croissance rapide atteignant une hauteur de 10 à 15 m en fin de croissance et un diamètre de 3 m. C'est une espèce qui demande très peu d'eau et elle peut tolérer jusqu'à 6 mois de sécheresse (Neto *et al.*, 2017). A une couronne ouverte

en forme de parapluie (**Fig.5**), un tronc droit et mesure de 20 à 40 cm de diamètre, parfois rarement développés, généralement jusqu'à 1,5 à 2 m, bien que il peut parfois atteindre une hauteur de 3 m avant de se ramifier en branche. Ces branches poussent de manière désorganisées. L'écorce de couleur grise foncée, violacée ou blanchâtre (**Yussof, 2016**).



**Figure 5.** Arbre de *M. oleifera* Lam. (**Muhl, 2010**)

#### ❖ Feuilles

Les feuilles se développent principalement à l'extrémité de la branche, elles mesurent de 20 à 70 cm de longueur (**Fig.6**), lorsqu'elles sont recouvertes de duvet gris les juvéniles ont un longue pétiole avec 8 à 10 paires de pennes, chacune est composée de deux paires folioles opposées plus un à l'apex, ovales ou elliptique et de 1 à 2 cm de long (**MAEVALANDY, 2006**).



**Figure 6.** Feuilles de *M. oleifera* Lam. (Price, 2007).

#### ❖ Fleurs

Après 8 à 12 mois, l'arbre commence à fleurir en continu tout au long de l'année (Price, 2007). *M. oleifera* Lam. est considéré comme une plante ornementale pour sa floraison exubérante, ses fleurs (Fig.7) mesurent 2,5 cm de large et apparaissent sous forme de panicules axillaires de 10 à 25 cm. Elles sont blanches au crème avec des points jaunes à la base, et dégage une odeur agréable (Foidl *et al.*, 2001). Elles se composent de 5 sépales et 5 pétales inégaux, 5 étamines et 5 staminodes (Paikra, 2017).



**Figure 7.** Fleur de *M. oleifera* Lam. (Muhl, 2010).

### ❖ Fruits

Les fruits sont en forme de gousses, à trois lobes déhiscents et mesurant 20 à 60 cm de long. Les gousses sont situées au sommet des branches et renferment chacune environ 12 à 35 graines (Foidl *et al.*, 2001). Ils sont vert-foncé (Fig.8 A) pendant leur développement et prennent approximativement 3 mois pour mûrir après la floraison, ils prennent la couleur brune à sa maturité (Fig.8 B) (Makkar et Becker, 1997).



**Figure 8.** Fruits de *M. oleifera* Lam. **A** : Gousse immature, **B** : Gousse mature (Parrotta, 2009 ; Ali *et al.*, 2010).

### ❖ Les graines

Les graines sont munies latéralement de trois ailes, sont rondes, marron, empilées sur trois rangée centrales (Fig.9). Elles ont un diamètre de 10 à 12 mm avec une coquille brune semi-perméable (Besse, 1996). Un arbre peut produire 15000 à 25000 graines par an. Une graine moyenne pèse 0,3 g et la coque représente 25% du poids de la graine (Makkar et Becker, 1997).



**Figure 9.** Graines de *M. oleifera* Lam (Ali *et al.*, 2010).

## 2.5 Répartition géographique de *M. oleifera* Lam.

*M. oleifera* Lam. est originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya. Il est aussi cultivé partout dans le monde et naturalisé dans beaucoup de milieux (**Price, 1985**).

Des essais d'introduction de *M. oleifera* Lam. en Algérie ont été réalisés à titre expérimental à partir de semences en provenance de Dar el Salem (Tanzanie), en raison de ses nombreuses applications qui lui ont valu le surnom de « l'arbre à multiples usages » ou « arbre miracle » pour certains. *M. oleifera* Lam. favorise les habitats avec des climats tropicaux et subtropicaux où la pluviométrie peut aller de 250 mm à 2000 mm et une altitude allant de 0 à 2000m. Les températures optimales pour son épanouissement varient entre 25 et 35°C.

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

Diverses études sur la composition phytochimique de *M. oleifera* Lam. ont révélé son importante valeur nutritive.

- Les phénols : la présence des composés phénoliques a été révélée au niveau des feuilles, celles-ci contiennent entre 0.67% et 3.4% des phénols totaux (**Makkar et Becker, 1996 ; Richter et al., 2003**).
- Les flavonoïdes : essentiellement présents au niveau des feuilles, de l'écorce de la tige et aussi des fleurs, (**Kumbhare et al., 2012 ; Alhakmani et al., 2013**).
- Les tanins : les feuilles de *M. oleifera* Lam. sont riches en tanins. Cependant, les tanins condensés sont les plus marqués, ils sont présents sous forme de traces notamment au niveau des feuilles (**Tchiégang et al., 2004**).
- Les terpènes : les tritérpénoïdes sont essentiellement présents au niveau de l'écorce et des fleurs de la plante (**Kumbhare et al., 2012 ; Alhakmani et al., 2013**).
- Les éléments minéraux : ils existent en quantité importante au niveau des feuilles particulièrement le fer et le zinc (**Kozat, 2007**). Leur présence a été aussi révélée au niveau des graines, mais de moindre importance (**Dhakkar et al., 2011 ; Aho et al., 2012**).
- Les acides gras : fortement présents dans les graines, notamment les acides gras saturés et insaturés. L'acide oléique représente 70% des acides gras totaux (**Foidl et al., 2001**).

- Ajouté à cela, les acides aminés et les sucres simples, dont les fleurs manifestent la plus grande teneur, et certaines vitamines dont l'acide ascorbique, présent au niveau de la feuille (**Laleye et al., 2015**).

## 2.7 Propriétés et utilisations de *M.oleifera* Lam.

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 ainsi que l'arthrite, athérosclérose, soulagement de la douleur... Aujourd'hui, de nombreuses études scientifiques soutiennent ces usages traditionnels (**Elgamily et al., Jaja-Chimedza et al., 2017**).

Selon (**Fuglie, 1999**), *M. oleifera* Lam. est exploitée de plusieurs façons : les feuilles sont utilisées pour la production de fourrage animal et d'engrais vert. Le tronc est exploité dans la production de gomme et de colorants. Le nectar des fleurs est connu pour la production de miel. Les graines ont fait l'objet de plusieurs études concernant les traitements des eaux usées, la poudre de graine s'est avérée être très efficace pour flocculer les contaminants et purifier l'eau potable (**Berger et al., 1987**).

L'extrait de graine a notamment était utilisé comme agent coagulant pour différents types de lait, il renferme des protéines générant une activité de coagulation du lait appropriée pour la fabrication du fromage, cet extrait vient rajouter une valeur nutritive supplémentaire au fromage produit (**Sánchez-Muñoz., 2017**). Les huiles de *M. oleifera* Lam. sont dotées d'une faible tendance à se détériorer et à rancir, ce qui leur doit leur utilisation en tant que lubrifiant dans la machinerie fine et que l'horlogerie (**Asante et al., 2012**).

*M. oleifera* Lam. Possède une propriété antifongique, très exploitée dans les cultures transgéniques, grâce à la Mo-CBP3 qui est une protéine liant la chitine qui inhibe la germination et la croissance mycélienne des champignons phytopathogènes (**James et al., 2017**).

*M. oleifera* Lam. est aussi mis en avant grâce à ses propriétés thérapeutiques dues en grande partie à sa richesse nutritive. La poudre de feuille est très convoitée comme moyen de lutter contre la malnutrition chez les jeunes enfants dans les pays sous-développés (**Ndong et al., 2007**). Selon (**Al-Malki et El Rabey, 2015**) *M. oleifera* Lam. est doté d'un pouvoir tonifiant, fortifiant et stimulant du système immunitaire lui permet de se positionner en tant que complément alimentaire très bénéfique pour les patients atteints du

VIH (Tété-Bénissan *et al.*, 2012). Les anémies hémolytiques peuvent être atténuées grâce à son aptitude à amplifier le sang (Jaiswal *et al.*, 2009).

### 3. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires des composés synthétisés naturellement par les végétaux mais qui ne participent pas directement au métabolisme végétal. De nombreux métabolites secondaires possèdent des propriétés thérapeutiques et sont utilisés en médecine humaine (Hostettmann et Marstonn, 1995).

Les métabolites secondaires, également appelés des composés phytochimique, sont responsables des propriétés médicinales des plantes auxquelles ils appartiennent. Se sont des molécules organiques synthétisés à partir des précurseurs originaires du métabolisme primaire (Acétyl COA, acides aminés, acides gras). Le système de classification principal comprend trois grands groupes : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes (Kabera *et al.*, 2014).

#### 3.1 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont présents et s'accumulent dans presque toutes les parties de la plante, à savoir les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs et les fruits (Gee *et al.*, 2001). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction: éther, ester, hétéroside (Bruneton, 2015 ; Šaponjac *et al.*, 2016).

##### 3.1.1 Voies de biosynthèse de composés phénoliques

La biosynthèse des phénols naturels des plantes est principalement issue de deux voies (Fig.10) : la voie du shikimate et la voie de l'acétate malonate (Chávez, 1996).

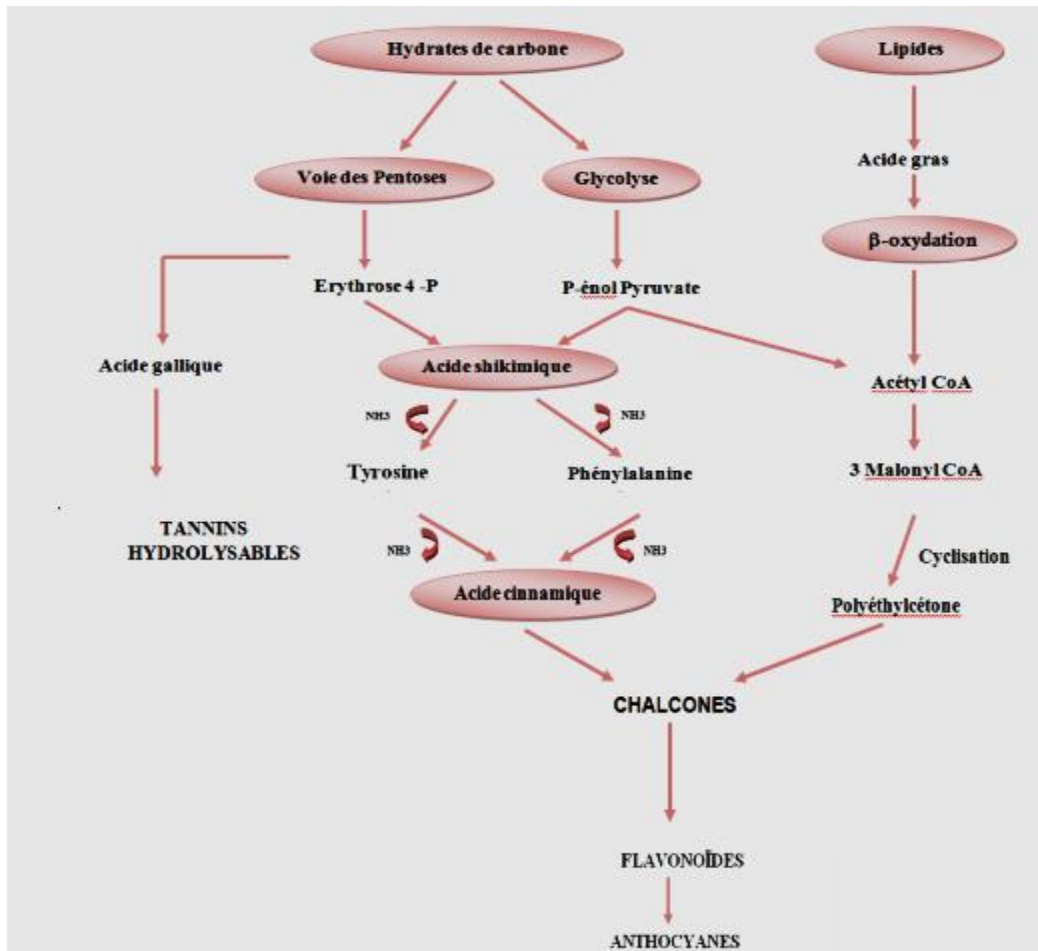
- **La voie de shikimate (l'acide shikimique)**

Cette voie conduit à des formations du précurseur des phénols par désamination de la phénylalanine et tyrosine. La séquence biosynthétique qui suit, dénommée séquence des phényl-propanoïdes, permet la formation des principaux acides hydroxy-cinnamiques.

- **La voie d'acétate malonate**

Elle consiste à réaliser un ensemble de noyaux aromatiques. Cette voie conduit à des poly-B-cétoester de longueur variable « les poly-acétates »,

menant par cyclisation à des composés polycycliques tels que les isocoumarines ou les quinones.



**Figure10.** Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols (Akroum, 2011).

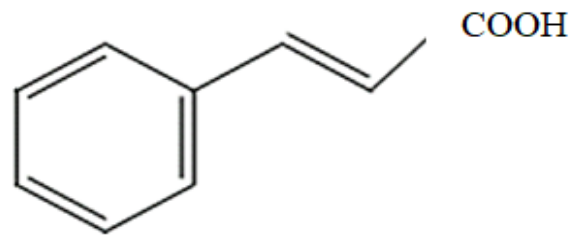
### 3.1.2 Classification

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

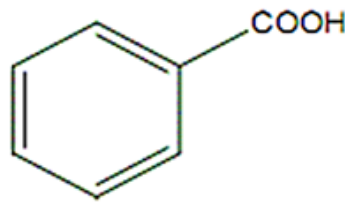
#### 3.1.2.1 Les acides phénoliques

Un acide-phénol (ou acide phénolique) est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Ignat *et al.*, 2011).

Ils sont représentés par deux sous-classes, les acides hydroxybenzoïques (Fig.11) et les acides hydroxycinnamiques (Fig.12).



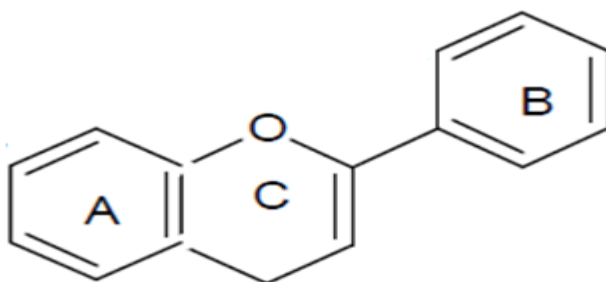
**Figure 11.** Squelette de base d'un acide hydroxybenzoïque (Guignard, 1996)



**Figure 12.** Squelette de base d'un acide hydroxycinnamique (Malagas, 1992).

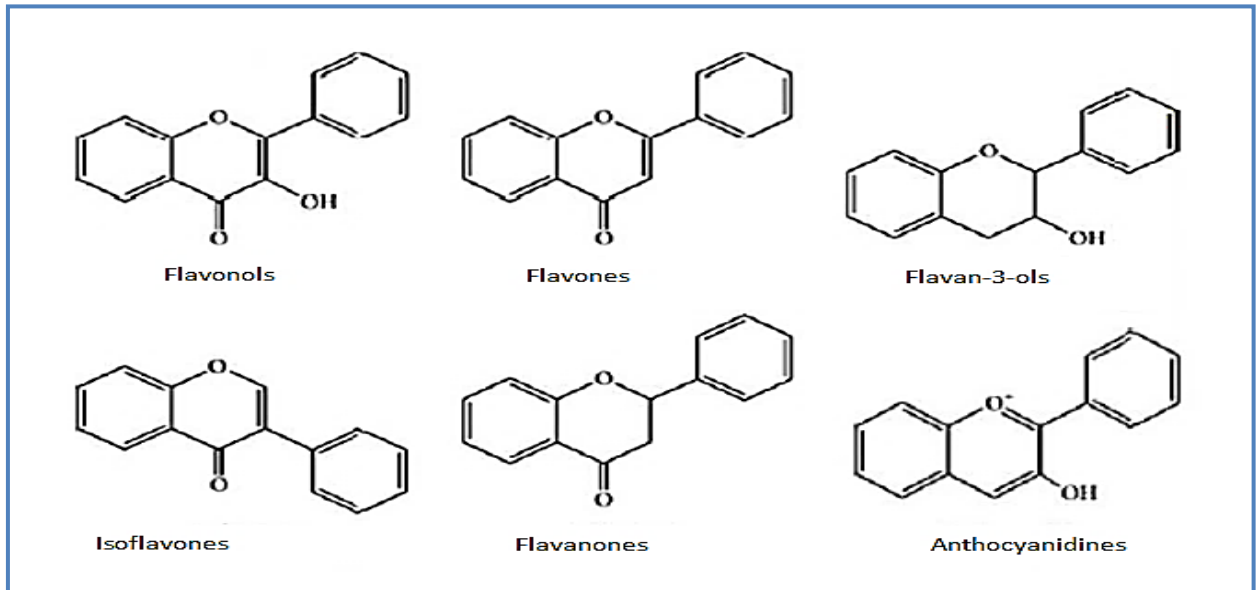
### 3.1.2.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure en C6-C3-C6 du diphenylpropane (**Fig.13**), les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné C (**De Rijke et al., 2006**).



**Figure 13.** Squelette de base des flavonoïdes (Remesy et al., 1996).

Il existe plusieurs classes de flavonoïdes (**Fig.14**) dont les principales sont : les flavones, les flavonols, les flavan-3-ols, les isoflavones, les flavanones et les anthocyanidines (**Remesy et al., 1996**).



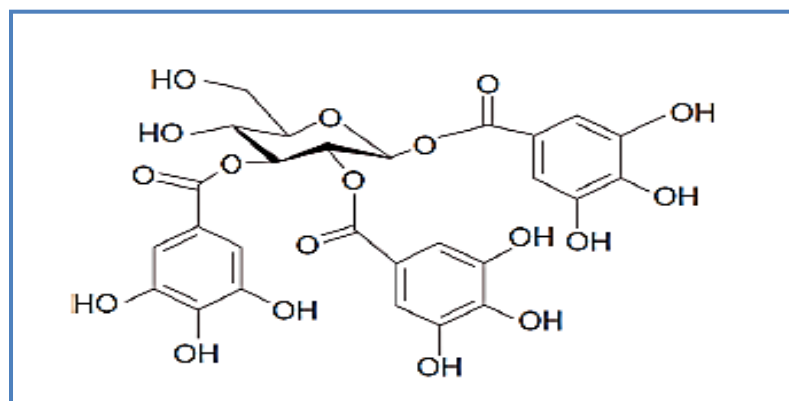
**Figure 14.** Structure des différentes classes des flavonoïdes (Remesy *et al.*, 1996)

### 3.1.2.3 Les tanins

Le terme « tanin » regroupe des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines (Manach *et al.*, 2004) d'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (Monteiro *et al.*, 2007).

#### ❖ Tanins hydrolysables

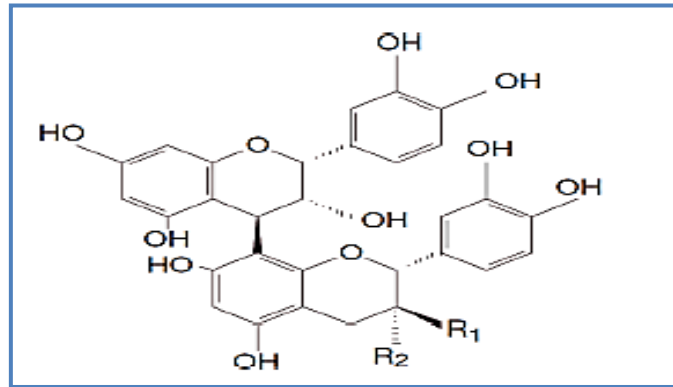
Ce sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Fig.15) (Cheng *et al.*, 2007) . Ces substances sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (tannase) (Nagata *et al.*, 1992).



**Figure 15.** Structure chimique d'un gallo-tanin (1, 2, 3-tri-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose) (Sikora *et al.*, 1990).

### ❖ Tannins condensés

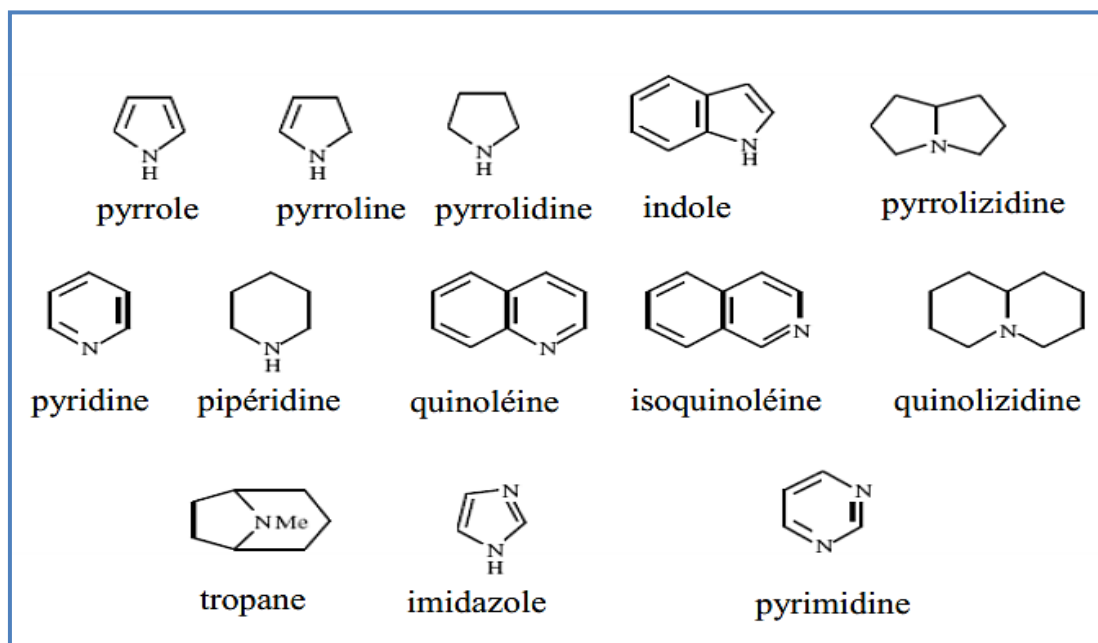
Les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (**Fig.16**) (**Monties et al., 1969; Danglettere, 2007**).



**Figure 16.** Structure chimique d'un tannin condensé (**Sikora et al., 1990**).

### 3.2 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes (**Fig.17**) sont des substances organiques, à caractère alcalin et présentant une structure complexe (**Bruneton, 2009**). La présence d'azote confère à la molécule un caractère basique plus au moins prononcé. Leurs rôles s'avèrent d'une extrême importance due d'une part à leur activité physiologique et d'une autre part à leur toxicité (**Cordell, 1981**). Ils peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon les espèces, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits (**Harborne et al., 1995**).



**Figure 17.** Hétérocycles azotés constituant le noyau de base d'un alcaloïde (**Weniger, 2010**).

### 3.3 Les terpènes

Les terpènes ou terpénoïdes sont une classe importante de métabolites secondaires qui proviennent du même précurseur biosynthétique, l'acide mévalonique. Chaque classe de terpènes est issue du couplage « tête-à-queue » d'unités isopréniques. La première étape de leur biosynthèse commence toujours par condensation de deux dérivés phosphorylés de l'acide mévalonique, l'isopentényl pyrophosphate et le diméthylallyl-pyrophosphate (**Rouessac et al., 2004**).

## 4. Les engrais

Un engrais est un produit inorganique ou organique introduit pour fournir des quantités suffisantes d'un ou plusieurs éléments essentiels de la plante (**Moughli, 2000**). Ce sont les composés minéraux et organiques qu'on ajoute au sol et qui sont destinés à être acheminés directement ou indirectement vers les plantes alimentaires (**Bliefert et al., 2007**). Ils sont destinés à apporter les éléments nécessaires à l'amélioration de la structure physique et microbiologique d'un sol, afin d'augmenter sa fertilité ainsi le rendement des cultures (**Renaud, 2007**).

Il existe deux principaux types d'engrais ;

### ✓ Les engrais synthétiques

Les engrais synthétiques sont issus de substances transformées chimiquement. Les éléments nutritifs qu'ils libèrent sont immédiatement assimilables par les plantes, sans l'intervention de la vie biologique des sols. Ainsi, ils nourrissent la plante, mais ils n'améliorent pas la fertilité du sol à long terme. Ce type d'engrais permet d'apporter en quantité voulue, un ou plusieurs éléments fertilisants comme l'azote, le phosphore, la potasse, le calcium, le magnésium... ainsi que des oligo-éléments (**song et al., 2021**).

### ✓ Les engrais biologiques

Les engrais biologiques, d'origine végétale contiennent la matière organique, formée essentiellement de quatre éléments chimiques : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote.

Par contre le phosphore, le soufre, et le potassium sont présent avec des petites quantités (**Stout, 1961**).

Pour un élément fertilisant contenu dans la matière organique, la valeur fertilisante correspond à sa fraction qui agit comme un engrais minéral (N, P, K) (**Long, 1990**).

## 4.1 Rôle de l'engrais organique dans le sol

La matière organique contenu dans les engrais biologiques rend le sol friable, meuble avec une grande porosité, ce qui permet une bonne infiltration de l'eau. Elle relâche les éléments nutritifs, les rendant ainsi accessibles à la plante, améliorant ainsi le rendement des cultures (**Ouédraogo et al., 2008**). En effet, l'augmentation de la teneur en matières organiques des sols dégradés, accélère le lessivage du  $\text{Na}^+$ , diminue le pH et la conductivité électrique, améliorant ainsi la qualité et la fertilité des sols (**Chowdhury et al., 2011**).

*Chapitre 2 :*  
*Matériels et*  
*Méthodes*

Le présent travail consiste valoriser les péricarpes de *V. agnus castus* L. ainsi que les fruits de *M. oleifera* Lam. de la région d'Adrar, comme amendement naturel et protecteur des sols. Notre stage s'est déroulé durant la période allant de Mars à Avril 2023.

- ❖ Le screening phytochimique, l'extraction des polyphénols ainsi que l'estimation de taux d'humidité ont été réalisés au niveau du laboratoire commun de Chimie, au campus de Tamda, Tizi Ouzou.
- ❖ L'estimation du taux de cendre, a été réalisée au Laboratoire de Biologie et Nutrition Animale, au niveau du département de Biologie, Université Tizi Ouzou.
- ❖ Le Spectre Infrarouge ainsi que la mesure du pH a été réalisé au niveau du Laboratoire de Chimie Appliquée et Génie chimique, Faculté des Sciences, Université de Tizi Ouzou.
- ❖ L'observation des poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L. ainsi que celle des fruits de *M. oleifera* Lam. , au Microscope Electronique à Balayage(MEB) a été réalisée au niveau de Laboratoire de Physique et Chimie des Matériaux, Université de Tizi Ouzou.

## 1. Matériel végétal et échantillonnage

L'étude a porté sur les péricarpes de *V. agnus castus* L. et les fruits de *M. oleifera* Lam. L'échantillonnage a été réalisé de manière aléatoire, par Mme Mohamed Ouali, durant le mois de Mars 2022, à la station de Ouled Aissa, dans la région d'Adrar (27°54 Nord, 00°17 à l'Ouest de l'Algérie) (**Fig.18**), par une matinée ensoleillée, à une température de 30°C.



**Figure 18.** Situation géographique de la station d'étude (Ouled Aissa), dans la wilaya d'Adrar (Google maps).

Les péricarpes et fruits des deux essences végétales ont été séchés à température ambiante, à l'air libre et à l'ombre pendant une semaine (**Fig.19**). Par la suite, ils ont été broyés (**Fig.20**), la poudre ainsi obtenue est conservée dans des sacs en papier, en vue de leur utilisation ultérieure.



**Figure 19.** (A) péricarpes de *V. agnus castus* L. et (B) fruits de *M. oleifera* Lam. (Original, 2023).



**Figure 20.** Etapes de préparation des poudres végétales ; (A) : moulin à café ; (B) : poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L.; C : poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam. (Original, 2023).

## 2. Caractéristiques physico-chimiques de la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam.

### 2.1 Les caractéristiques physiques

#### 2.1.1 Mesure du taux d'humidité

Le taux d'humidité consiste à la mesure de pourcentage d'eau contenue dans les poudres végétales sèches. La teneur en humidité est généralement déterminée selon une approche thermogravimétrique (**Fig.21**), c'est-à-dire par perte à la dessiccation.

##### Mode opératoire

- ✓ Peser les creusets à vide et noter la masse ( $m_0$ ) ;
- ✓ Peser 2g de poudre végétale de chaque échantillon à analyser ;
- ✓ Introduire les échantillons dans les creusets, les numéroter puis prendre la masse  $m_1$  ;
- ✓ Placer les creusets dans une étuve à 105°C, pendant 24h, dans le but d'obtention des échantillons anhydres ;
- ✓ Sortir les échantillons de l'étuve, les laisser refroidir dans un dessiccateur ;
- ✓ Peser les échantillons à nouveaux et noter  $m_2$  ;
- ✓ Calculer le taux d'humidité (TH). Notons que 2 essais ont été effectués pour chaque échantillon.

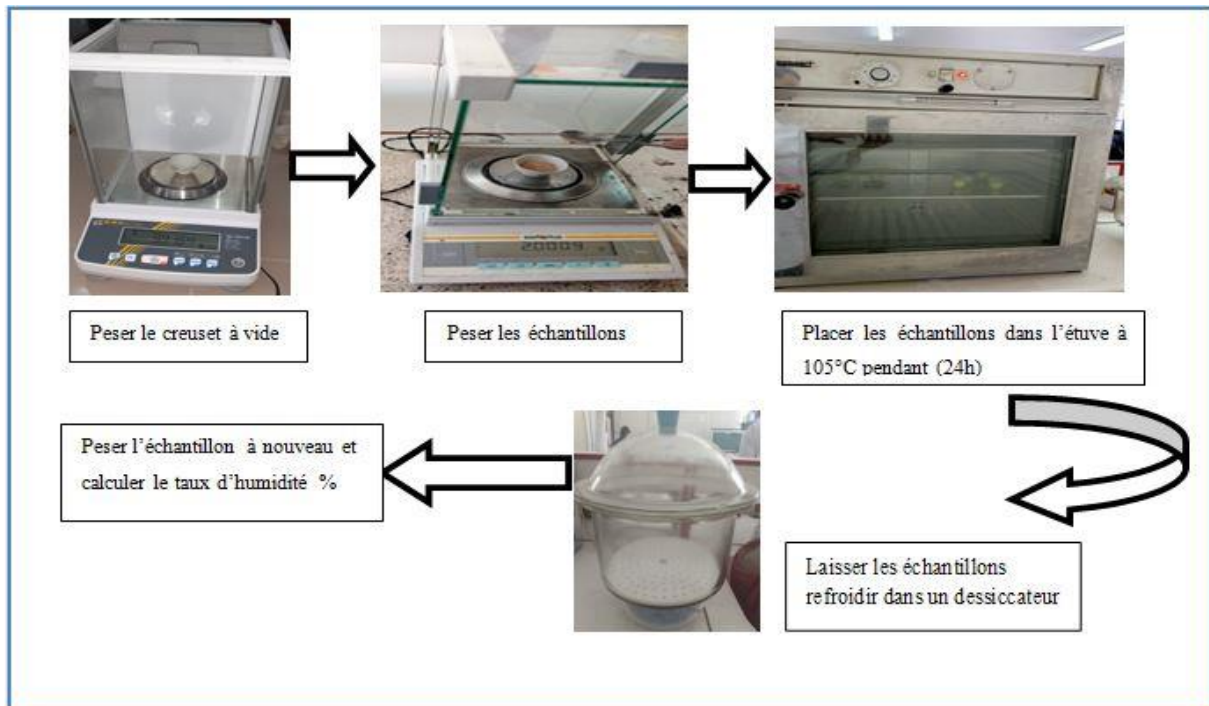
Le taux d'humidité est calculé par l'expression suivante :

$$TH(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100$$

$m_0$ : la masse du creuset à vide (g) ;

$m_1$ : la masse du creuset additionnée au poids de la poudre végétale avant étuvage (g) ;

$m_2$ : la masse du creuset et le résidu après étuvage (g).



**Figure 21.** Illustration des étapes pour l'estimation du taux d'humidité (original, 2023)

## 2.2 Les caractéristiques chimiques

### 2.2.1 Détermination du taux de cendres

En soumettant une substance végétale à l'incinération, un résidu de cendres constitué par les éléments minéraux se forme. Nous avons obtenu des cendres grises très claires (Fig.22).

#### Mode opératoire

Pour estimer le taux de cendres, nous avons suivi les étapes suivantes :

- ✓ peser les creusets à vides et noter la masse  $m_2$  ;
- ✓ mettre 2 g de poudre végétale des essences végétales à analyser, peser l'ensemble à nouveau et noter  $m_1$  ;
- ✓ mettre l'ensemble dans le four à moufle, à une température de 550°C, pendant 3h30min ;
- ✓ Peser les creusets pour déduire le poids des cendres.

Le taux de cendres est estimé par l'expression suivante :

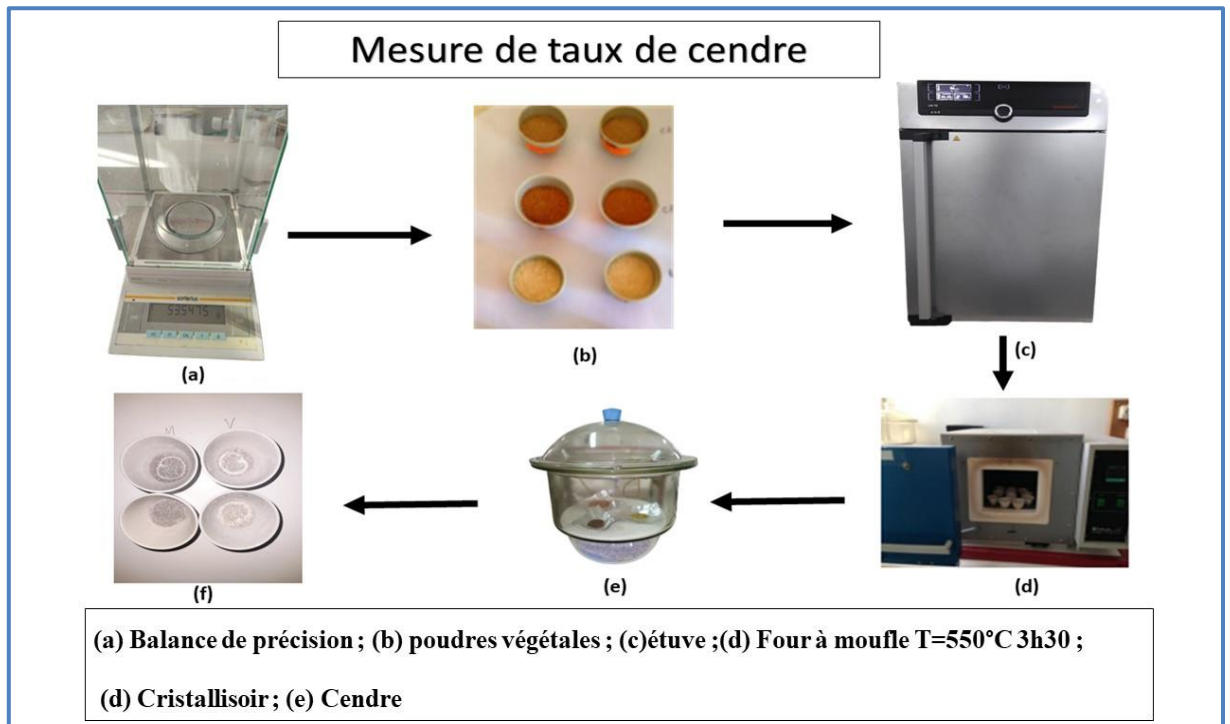
$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100$$

$w$  : teneur en cendres (g).

$m_1$  : Poids du creuset avec les cendres (g).

$m_2$  : poids du creuset vide (g).

$m_0$  : poids de la poudre végétale (g).

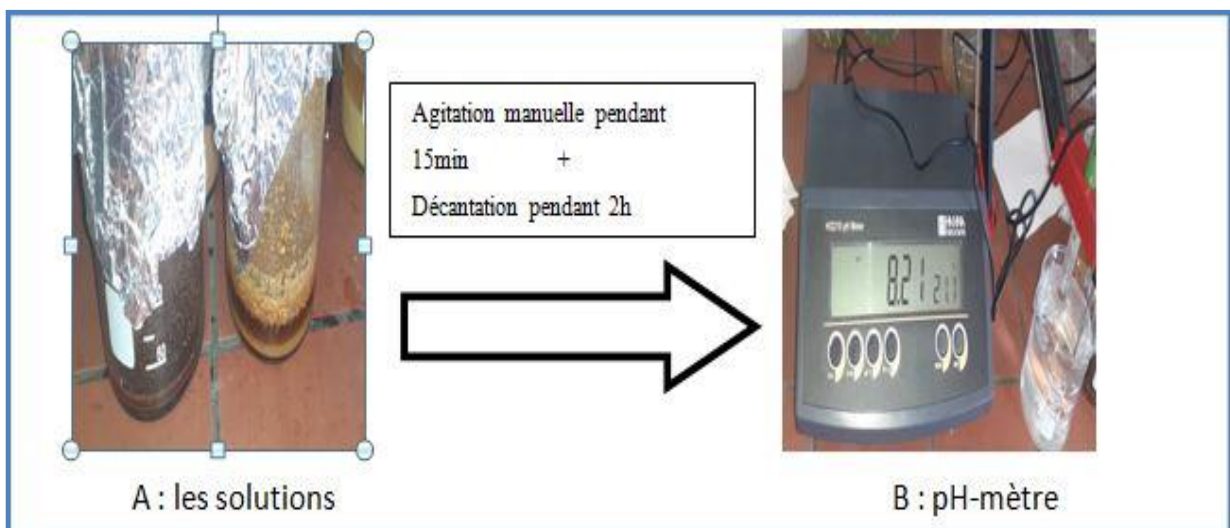


**Figure22.** Illustration des étapes d'estimation du taux de cendres (original, 2023).

### 3. Mesure du pH

La mesure du pH permet d'estimer le taux d'acidité de la poudre végétale. Le Protocole suivi pour la mesure du pH est le suivant:

À 10 g de poudre végétale, nous avons rajouté 100 ml d'eau distillée. Après agitation manuelle pendant 5min, nous avons laissé le tout décanter pendant 2h. Par la suite, nous avons immergé l'électrode du pH mètre de type {HI2210} dans la phase superficielle (phase liquide), tout en notant la valeur du pH (**Fig.23**). Notons que cette opération s'est répétée à 2 reprises pour les deux échantillons analysés.



**Figure 23.** Illustration de la technique de mesure du pH (original, 2023)

#### 4. Spectroscopie proche infrarouge (SPIR)

Cette technique permet d'obtenir des résultats quantitatifs grâce à l'intensité des bandes d'absorption, mais aussi qualitatifs, car elle permet d'observer une absorbance particulière à une zone de longueurs d'onde spécifiques d'un matériau (Nancy, 2009).

##### Mode opératoire

Avant l'Analyse Spectrométrie Proche Infrarouge, les échantillons ont été préalablement broyés, tamisés puis séchés.

Dans un premier temps, un alignement a été réalisé toutes les heures. Par la suite, l'échantillon a été placé dans un Vial en verre spécial où la poudre est tassée pour éviter les potentielles perturbations du faisceau liées à l'hétérogénéité de la poudre. Le Vial a été placé sur la fenêtre d'analyse du spectromètre et les spectres sont enregistrés. 64 scans ont été réalisés en une trentaine de secondes avec une résolution de  $8 \text{ cm}^{-1}$  (nombre d'onde), puis un spectre moyen a été donné par le spectromètre (Nancy, 2009).

##### Conditions expérimentales

Les spectres infrarouges enregistrés ont été effectués à l'aide d'une spectroscopie IR à transformateur de Fourier de type IRAFFinity-1S (SHIMADZU) (Fig.24). Les échantillons ont été analysés dans la gamme de fréquence  $250\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ .



**Figure 24.** Spectroscopie Infrarouge de type IRAFFinity-1S (SHIMADZU) (Original, 2023).

## **5. Analyse de morphologie par Microscopie Électronique à Balayage (MEB)**

Le microscope électronique à balayage n'est pas un microscope conventionnel dans le sens optique du terme. En effet, il n'y a pas formation d'une image (**fig.25**) par une lentille objective comme cela est le cas en microscopie optique ou en microscopie électronique à transmission, mais l'image est formée de manière séquentielle en balayant la surface de l'échantillon et en recueillant les particules émises. Suivant le type de particules détectées le microscope électronique à balayage fournit des images différentes dont les informations peuvent être complémentaires (**Nancy, 2009**), principe consiste à balayer la surface d'un échantillon par un faisceau d'électrons finement localisé. L'interaction du faisceau d'électrons avec l'échantillon provoque des émissions électroniques et électromagnétiques.

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé un microscope électronique à balayage de type XL30 ESEM.



Figure 25. Illustration du Microscope Electronique à Balayage (Original, 2023).

## 6. Analyses phytochimiques

### 6.1 Préparation des infusés

À 10 g de poudre végétale (Fig.26), nous avons ajouté 100 ml d'eau distillée bouillante. Nous avons laissé infuser pendant 15 min, avec agitation de temps en temps puis, nous avons filtré et récupérer l'infusé.



Figure 26. Les étapes de préparation de l'infusé (Original, 2023).

## 6.2 Screening phytochimique

Ce test est qualitatif, il est effectué soit sur le broyat, soit sur un infusé (Bouyer, 1996). Il constitue la première étape dans la recherche des molécules à activités thérapeutiques, il est basé sur des essais de solubilité, des réactions de coloration et de précipitation.

### ❖ Les anthocyanes

À 5 ml de l'infusé, nous avons ajouté quelques gouttes d'ammoniaque  $\frac{1}{2}$ . L'apparition d'une couleur rouge, indique la présence des anthocyanes.

### ❖ Les tanins :

À 5 ml d'infusé, nous avons ajouté quelques gouttes d'une solution de  $\text{FeCl}_3$  à 5%. La réaction donne une coloration bleu noir en présence des tanins.

### ❖ Les tanins catéchiques

Nous avons additionné 7 ml de réactif de Stiasny (10 ml de formol à 40% et 5 ml d'HCl concentré) à 15 ml de l'infusé. La réaction donne une coloration verte foncée, indiquant la présence des tanins catéchiques. (Bentabet-Lasgaa, 2015).

### ❖ Les tanins galliques

À 5 ml de l'infusé, nous avons ajouté 2 g d'acétate de Sodium et quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$ . La réaction donne une coloration bleu-vert, indiquant la présence des tanins galliques (Bentabet-Lasgaa, 2015).

### ❖ Les flavonoïdes

À 5 ml d'infusé, nous avons additionné 5 ml d'HCl, un copeau de  $\text{Mg}^+$  et 1 ml d'alcool isoamylique. La réaction donne une coloration rouge orangée en présence des flavonoïdes.

### ❖ Les alcaloïdes

À 1g de poudre végétale, nous avons rajouté 10 ml d'acide sulfurique (10%). Après 2 min d'agitation, nous avons filtré. Au filtrat, nous avons ajouté 2 gouttes du réactif de Dragendorff. L'apparition d'un précipité rouge orangé indique la présence des alcaloïdes.

**❖ Les glucosides**

À 2 g de poudre végétale, nous avons rajouté quelques gouttes d'acide sulfurique. La formation d'une coloration rouge brique qui, vire ensuite au violet, indique la présence des glucosides.

**❖ Le mucilage**

À 1ml de l'infusé, nous avons rajouté 5ml d'éthanol absolu. L'obtention d'un précipité floconneux indique la présence de mucilage (**Gruffat, 2016**).

**❖ Les saponines :**

• À 2 ml de l'infusé, nous avons rajouté 1 ml d'eau distillée, la solution est fortement agitée. Le mélange est laissé pendant 20 min. La présence en saponine est estimée en mesurant la hauteur de la mousse, selon (**Trease et Evans, 1987**):

- Pas de mousse = test négatif
- Mousse moins de 1 cm = test faiblement positif
- Mousse de plus de 2 cm = test fortement positif
- Mousse de 1 à 2 cm = test positif

## 7. Extraction des polyphénols totaux

Le protocole suivi pour l'extraction des polyphénols a été mis au point par (**Boras, 2015**) il s'agit d'une méthode d'extraction liquide-solide en utilisant le méthanol comme solvant.

À 2g de chaque poudre végétale, nous avons rajouté 30 ml de solution méthanolique à 80%. Après agitation magnétique pendant 120min, nous avons filtré et récupéré les solutions dans des Erlen Mayer bien fermés et conservées à l'abri de la lumière pour leurs utilisations ultérieures.

### 7.1 Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols a été effectué selon la méthode de coloration de Folin-Ciocalteau (**Michel, 2011**). Ce dernier est caractérisé par une solution jaune acide contenant un complexe d'ions (hétéropolyasides), qui seront réduits lors de l'oxydation des phénols d'où la formation d'un complexe de couleur bleu.

À 0,5 ml de la solution méthanolique, nous avons rajouté 2,5 ml du réactif Folin-Ciocalteu. Après une minute de contact, nous avons rajouté 2ml de carbonate de sodium ( $\text{NaCO}_3$ ). Les solutions sont mises dans des tubes à essais et, placés par la suite dans un bain Marie, à une température de  $50^\circ$ . Enfin, nous avons mesuré l'absorbance des solutions par un spectrophotomètre de type VIS-7220G, à une longueur d'onde de 760 nm. Notons que 3 essais ont été réalisés. Le taux des polyphénols totaux est exprimé en pourcentage, il est obtenu selon la formule suivante :

$$\text{Taux de polyphénols (\%)} = \frac{C \times V}{1000 \times m} \times 100$$

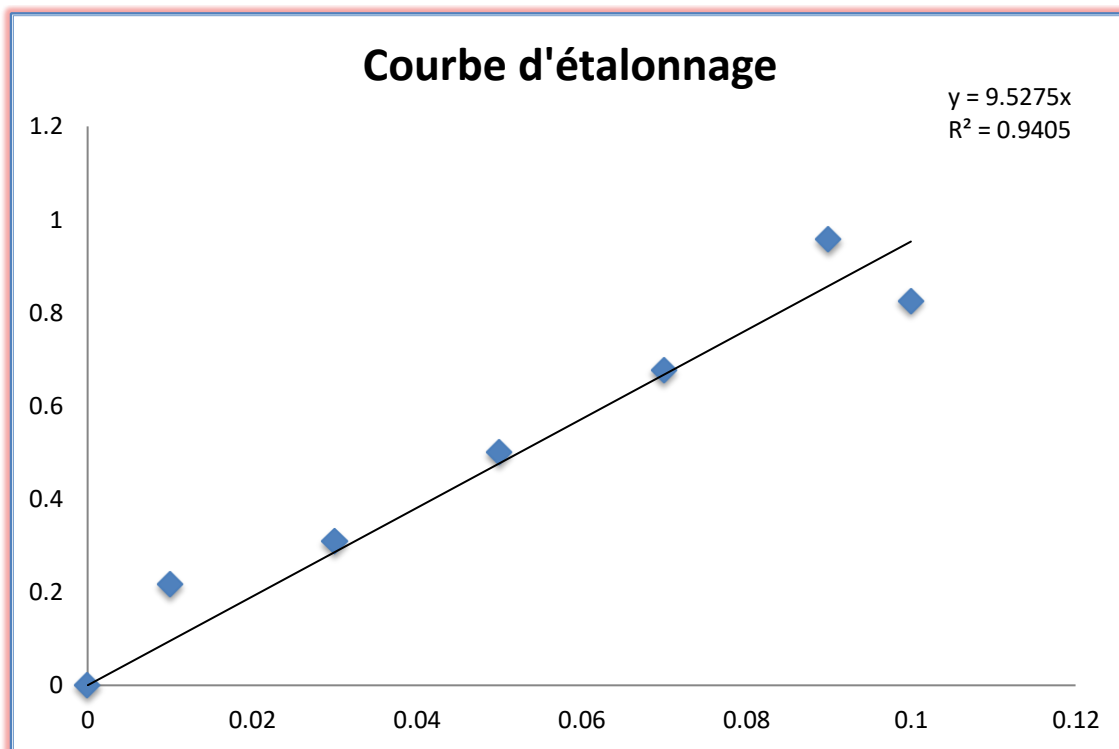
C : Concentration en équivalent d'acide gallique ( $\text{g. l}^{-1}$ ).

V : Volume de la solution (ml).

m : Poids de l'échantillon (g).

## 7.2 Réalisation de la courbe d'étalonnage

Nous avons préparé 6 solutions filles, de concentration de 0,01 ; 0,03 ; 0,05 ; 0,07 ; 0,09 ; 0,1g/L, à partir de la solution mère d'acide gallique à 0,5g / l. Par la suite, nous avons rajouté 2,5ml de réactif du Folin-Ciocalteu, dans des tubes à essai contenant les solutions filles. Après 3 min de contact, nous avons rajouté 2ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Les tubes à essais ont été placés dans un bain Marie, pendant 5 min, à une température de  $50^\circ$ . Les résultats sont exprimés en (mg) équivalent d'acide gallique (EAG) par gramme de matière végétale sèche (**Fig.27**). Les lectures sont faites par rapport à un témoin (eau distillée additionnée du réactif).



**Figure 27.** Courbe étalon de l'acide gallique en mg ml<sup>-1</sup>.

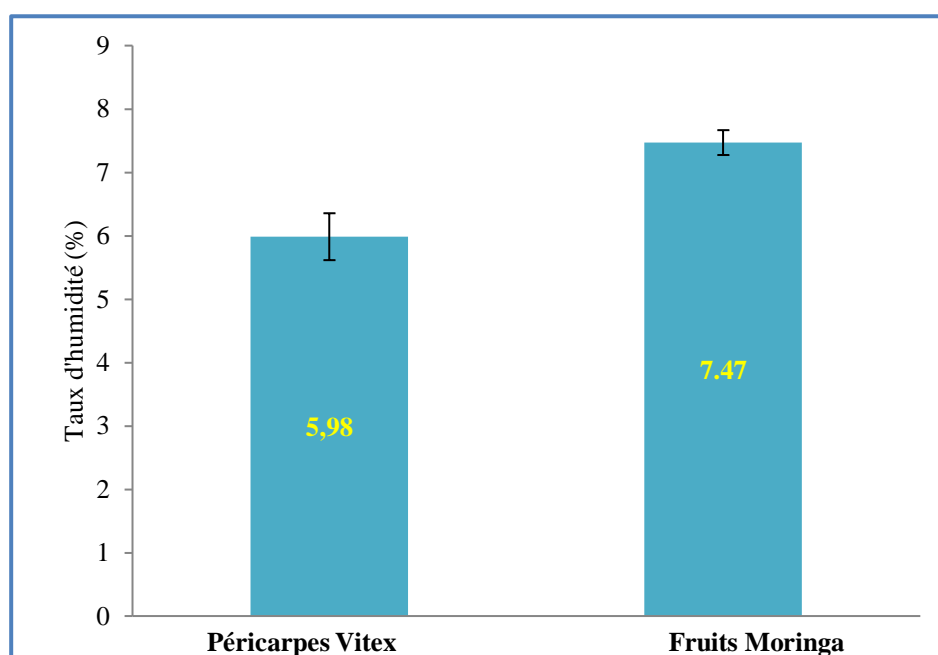
*Chapitre 3 :*  
*Résultats et*  
*discussions*

## 1. Caractérisation physico chimique des poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L. et des fruits de *M. oleifera* Lam.

### 1.1 Caractérisation physique

#### 1.1.1 Détermination du taux d'humidité

Les résultats de la mesure du taux d'humidité des poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L. et des fruits de *M. oleifera* Lam. Sont représentés dans la figure 28.



**Figure 28.** Résultats de la mesure du taux d'humidité de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam.

Le taux d'humidité exprimé en pourcentage est de l'ordre de 5,98 %  $\pm$  0,37 dans les péricarpes de *V. agnus castus* L. et de 7,47%  $\pm$  0,19 dans les fruits de *M. oleifera* Lam. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par Fekrar et Sidi Ahmed (2022), sur les poudres foliaires de *V. agnus castus* L. (5,26) et *M. oleifera* Lam. (5,58). De plus, l'application du test de student par le logiciel R.3.6.1, n'a montré aucune différence significative, avec une p-value de l'ordre de 0,08751.

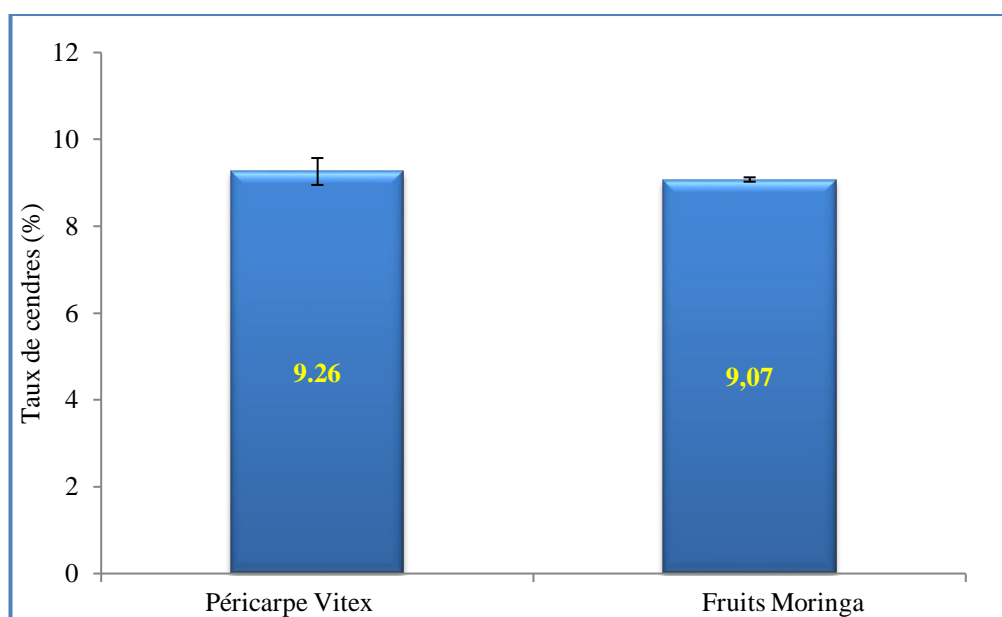
Un taux d'humidité allant de 6 à 12 % donne un caractère hydrophile, les sites hydroxyles agissent comme un plastifiant et lubrifiant entre les particules du sol et confèrent une résistance à la traction (Rowell, 1984). Nos résultats sont fortement proches de la norme citée, notamment, le taux d'humidité de *M. oleifera* Lam., qui avoisine les

7,47 %  $\pm$  0,19. Néanmoins, la teneur d'humidité de la poudre végétale doit répondre à l'exigence des sols afin d'éviter à la fois l'asphyxie et le déficit hydrique (Rowel, 1989).

## 1.2 Caractérisation chimique

### 1.2.1 Taux de cendres

Après l'incinération à 550°C des deux poudres les péricarpes de *V. agnus castus* L. et les fruits de *M. oleifera* Lam. , la matière organique a totalement disparu. Les résultats du taux de cendres exprimés en pourcentage (%) pour la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. ainsi que celle des fruits de *M. oleifera* Lam. Sont représentés dans la Figure 29.



**Figure 29.** Résultats de la mesure du taux de cendres dans les poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L. et des fruits de *M. oleifera* Lam.

Le taux de cendres exprimé en pourcentage est quasiment identique dans la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et des fruits de *M. oleifera* Lam., avec un taux respectif moyen de l'ordre de 9,26 %  $\pm$  0,30 et de 9,07 %  $\pm$  0,05. De plus, l'application du test de student par le logiciel R.3.6.1, n'a montré aucune différence significative, avec une p-value de l'ordre de 0,6248.

La matière organique a totalement disparu et il ne reste que la matière minérale. Plusieurs études ont montré que la matière minérale pourrait contenir principalement de soufre, phosphore, chlore, silicium, potassium, calcium, magnésium, fer, sodium et d'azote, du zinc et du bore et des oligoéléments qui sont considérés comme éléments de

base de la fertilité des sols (**Masson et cortois, 1998**). Les cendres de *V. agnus castus* L. et *M. oleifera* Lam. constitueraient une source de minéraux directement assimilable par les plantes, ils permettraient également d'établir un équilibre entre la fraction minérale et la fraction organique dans le sol, assurant ainsi la régulation de son pH et augmenter son potentiel de fertilité.

Comparés aux résultats de Fekrar et Sidi Ahmed (2022), le taux de cendres exprimé en pourcentage est plus important dans la poudre foliaire de *M. oleifera* Lam, avec un taux moyen de l'ordre de (12,66 %  $\pm$  0,59), valeur jugée supérieure par rapport à celle des poudres des fruits (9,26 %  $\pm$  0,30) et donc, la poudre végétale des fruits seraient plus préconisée pour l'amendement des sols. Par contre, le taux de cendres enregistré dans la poudre foliaire de *V. agnus castus* L. (7,51 %  $\pm$  0,25), valeur jugée inférieure par rapport à celle obtenue dans les péricarpes de la même essence végétale. De ce fait, c'est la poudre foliaire de *V. agnus castus* L. qui serait plus préconisée pour l'amendement des sols.

## 2. Mesure de pH

Les résultats de la mesure du pH de l'extrait aqueux des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celui des fruits de *M. oleifera* Lam. sont regroupés dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Résultats de la mesure du pH de l'extrait aqueux des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celui des fruits de *M. oleifera* Lam.

Plantes	<i>V. agnus castus</i> L.	<i>M. oleifera</i> Lam.
pH	5,32	4,92

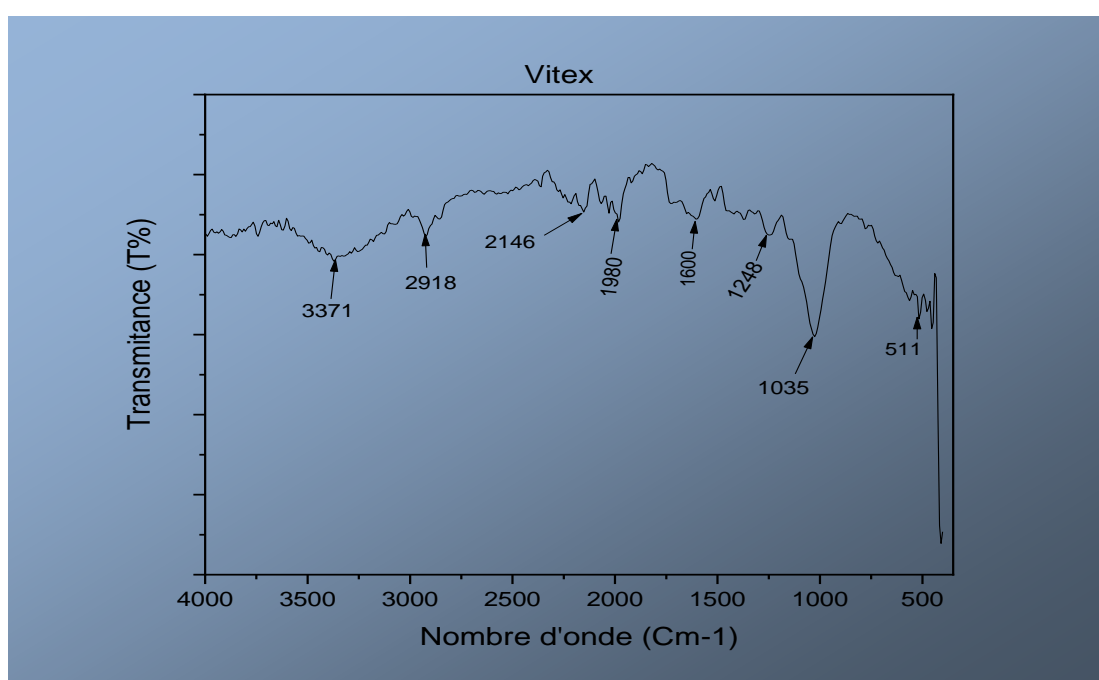
L'analyse du potentiel d'hydrogène de l'extrait de poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. ainsi que celui des fruits de *M. oleifera* Lam a permis de définir le type de pH, qui avoisine la neutralité. Il est de l'ordre de 5,32 pour *V. agnus castus* L. et de 4,92 pour *M. oleifera* Lam. Nos résultats rejoignent ceux enregistrés par Fekrar et Sidi Ahmed(2022) sur les extraits foliaires de *V. agnus castus* L. (5,8) et *M. oleifera* Lam. (6).

Un pH proche de la neutralité, favorise la disponibilité des éléments fertilisants et l'activité des microorganismes (**Danielle, 2014**). Les poudres de *V. agnus castus* L. et de

*M. oleifera* Lam. pourraient alors constituer une alternative biologique qui permettra de réguler le pH des sols pauvres.

### 3. Analyse de la poudre végétale par Spectroscopie Proche Infrarouge (SPIR)

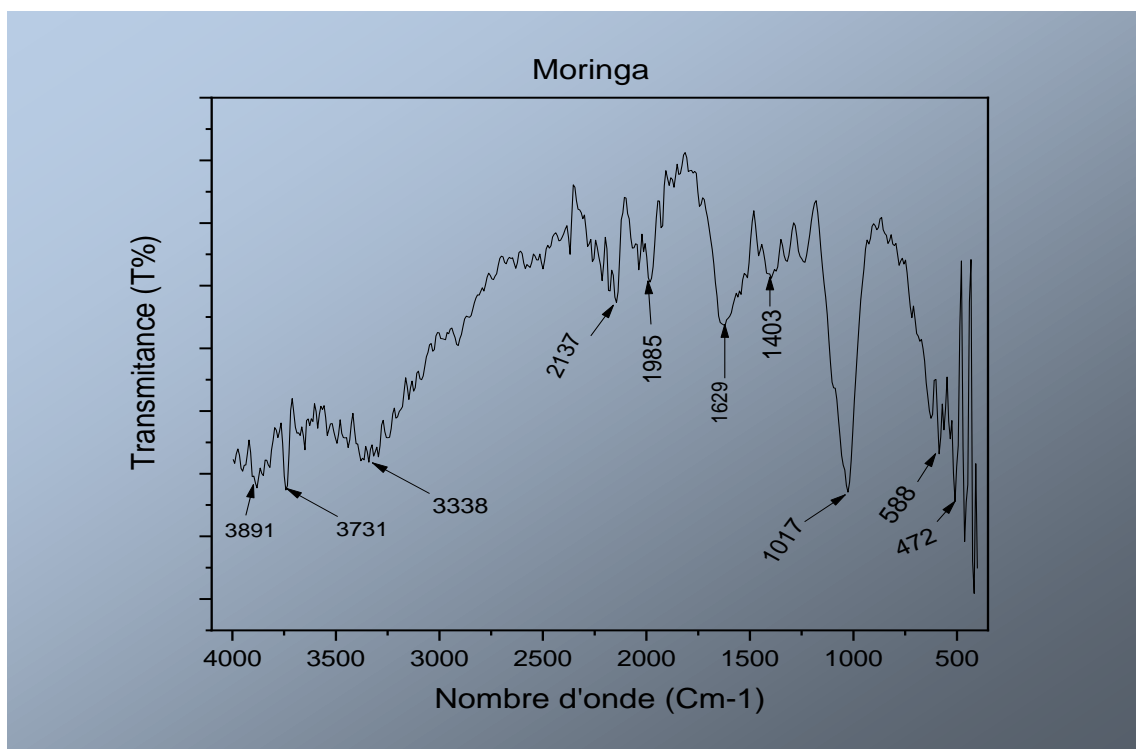
Les résultats de l'Analyse Spectrale par Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR) des deux poudres végétales des péricarpes *V. agnus castus* L. et celle des fruits *M. oleifera* Lam. Sont représentés dans les Figures 30 et 31 et le Tableau 2.



**Figure 30.** Analyse spectrale par spectroscopie proche Infrarouge (SPIR) de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L.

En analysant le spectre infrarouge IR de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L., nous avons constaté la présence d'une bande moyenne, à partir de 3371 cm<sup>-1</sup>, elles appartiennent selon la littérature aux trois alcools OH contenue dans la lignine (alcool sinapylique, alcool paracoumarylique et alcool coniférylique) (Adler, 1977). À 2918 cm<sup>-1</sup>, nous constatons une bande à faible intensité, qui nous dévoile des amines primaires. Des alcanes aliphatiques apparaissent aux deux bandes 2146 / 1980 cm<sup>-1</sup>, avec une faible intensité. À 1600 cm<sup>-1</sup> nous constatons une bande à faible intensité appartiennent aux amides ou amines. À 1248 / 1035 cm<sup>-1</sup> deux bandes à faibles intensités appartiennent

aux éthers lignines. La dernière bande appartient à la lignine. Cependant à la bande  $511\text{cm}^{-1}$ , avec une large intensité serait des halogéno-alcanes ( $\text{R X}$ ), qui pourraient rentrer dans la structure physiologique de l'essence végétale.



**Figure 31.** Analyse spectrale par spectroscopie proche Infrarouge (SPIR) de la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam.

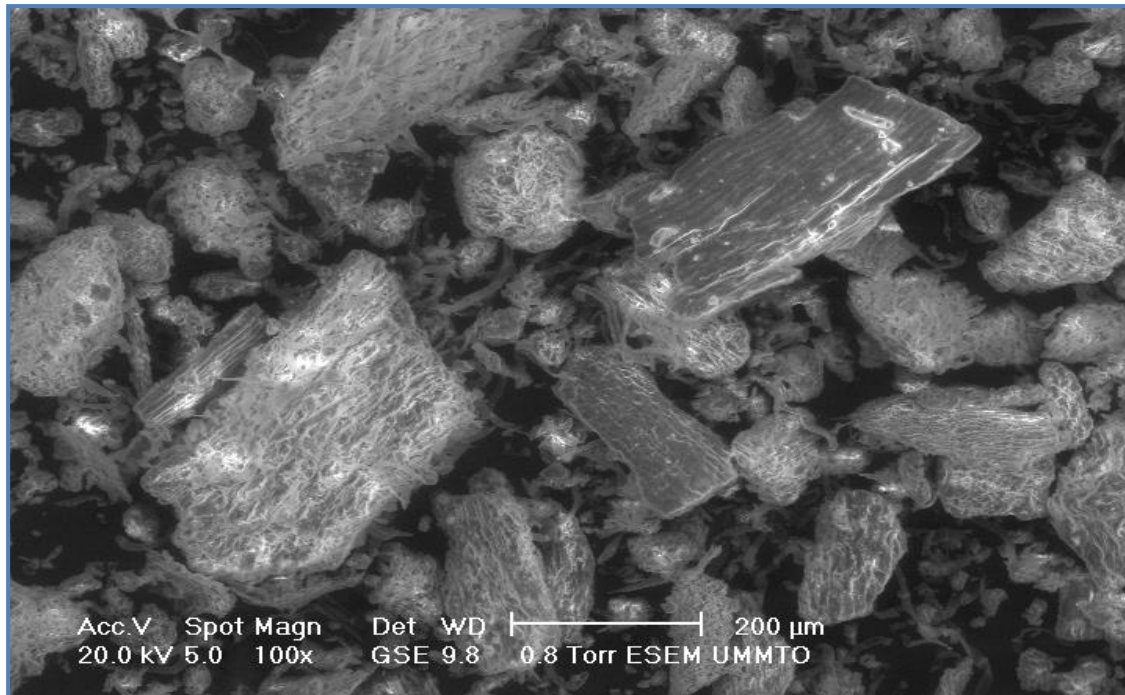
En analysant le spectre infrarouge IR de la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam., nous constatons la présence d'une bande faible, à partir de  $3891\text{cm}^{-1}$ , elle appartient selon la littérature aux trois alcools OH contenue dans la lignine (alcool sinapylique, alcool paracoumarylique et alcool coniférylique) (Adler, 1977). À  $3338\text{cm}^{-1}$ , nous constatons une bande à faible intensité, qui nous dévoile des amines primaires  $\text{NH}_2$ . Des nitriles apparaissent aux deux bandes  $2137 / 1985\text{cm}^{-1}$  avec des intensités moyennes dues aux alcaloïdes. À  $1629\text{cm}^{-1}$  nous constatons une bande à large intensité, appartenant aux amides. À  $1403\text{cm}^{-1}$ , nous constatons une bande de Nitro  $\text{NO}_2$ , avec une faible intensité. À  $1017\text{cm}^{-1}$ , une bande avec une large intensité appartiennent aux éthers lignines. Les autres bandes appartiennent à la lignine. Cependant, aux bandes  $588 / 472\text{cm}^{-1}$ , avec une intensité moyenne seraient des halogéno-alcanes ( $\text{R X}$ ), qui pourraient rentrer dans la structure physiologique de l'essence végétale.

**Tableau 2.** Les bandes d'absorption enregistrées pour la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus*L. et les fruits de *M. oleifera* Lam. par SPIR.

Essences végétales	Bandes $\text{cm}^{-1}$	Intensité	Attribution
<i>V. agnus castus</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3371 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 2918 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 2146 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1980 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1600 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1248 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1035 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 511 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyenne</li> <li>• Faible</li> <li>• Faible</li> <li>• Faible</li> <li>• Faible</li> <li>• Faible</li> <li>• Large</li> <li>• Faibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amine primaire</li> <li>• Alcool OH (lignine)</li> <li>• Alcane aliphatique</li> <li>• Alcanes aliphatique</li> <li>• Amides ou amines</li> <li>• Ether lignine</li> <li>• Ethers lignine</li> <li>• Halogène C-X</li> </ul>
<i>M. oleifera</i> . Lam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3891 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 3338 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 2137/ 1985 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1629 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1403 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 1017 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>• 588 / 472<math>\text{cm}^{-1}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible</li> <li>• Faible</li> <li>• Moyenne</li> <li>• Large</li> <li>• Faible</li> <li>• Large</li> <li>• moyenne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcool OH</li> <li>• Amines primaires <math>\text{NH}_2</math></li> <li>• Nitriles</li> <li>• Amides</li> <li>• Nitro <math>\text{NO}_2</math></li> <li>• Ether lignine</li> <li>• Halogène C-X</li> </ul>

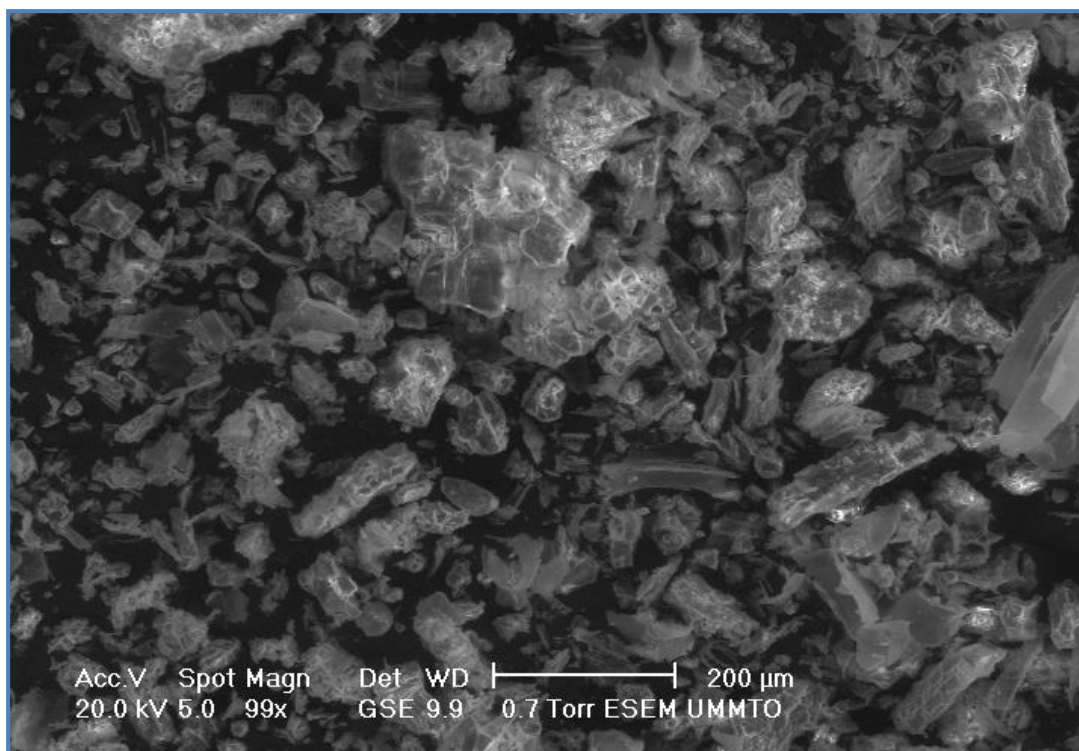
#### 4. Analyse de la poudre par Microscopie Electronique à Balayage(MEB)

L'observation de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. au microscope électronique à balayage (**Fig.32**) a pu mettre en évidence la présence d'un amas dense de cellules plus allongées, régulières, munies de ponctuations au niveau de leurs parois cellulaires.



**Figure 32.** Analyse de la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. par le microscope électronique à balayage.

L'observation de la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam au microscope électronique à balayage (**Fig.33**) a pu mettre en évidence la présence d'un amas de très petites cellules, régulières, de forme polygonale, munies de ponctuations au niveau de leurs parois cellulaires.



**Figure 33.** Observation de la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam. au microscope électronique à balayage.

## 5. Analyses phytochimiques

### 5.1 Screening phytochimique

Les résultats du Screening phytochimique de l'extrait aqueux des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celui des fruits de *M. oleifera* Lam. sont regroupés dans le tableau 3.

Le screening phytochimique, nous a permis de révéler la présence de quelques métabolites secondaires (les flavonoïdes, les anthocyanes, les tanins, les alcaloïdes, les glucosides, les saponines). Notons l'absence des mucilages.

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans la régulation de la vie des sols, par un contrôle de la mise en disponibilité des nutriments (azote, phosphore, potassium,). Ils influencent directement la résistance à l'érosion, stimulent, protègent à la fois les différentes phases de la vie animale, bactérienne, fongique qui sont les principales responsables de la pédogenèse (Lemieux *et al.*, 2002). Les alcaloïdes et les tanins identifiés dans la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de

*M. oleifera* Lam. constitueraient une source d'azote (Harbone, 1995), qui amélioreraient à la fois la croissance des cultures et les niveaux de rendement. La présence de ces métabolites ferait de la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam. un bon bio-fertilisant pour les sols pauvres.

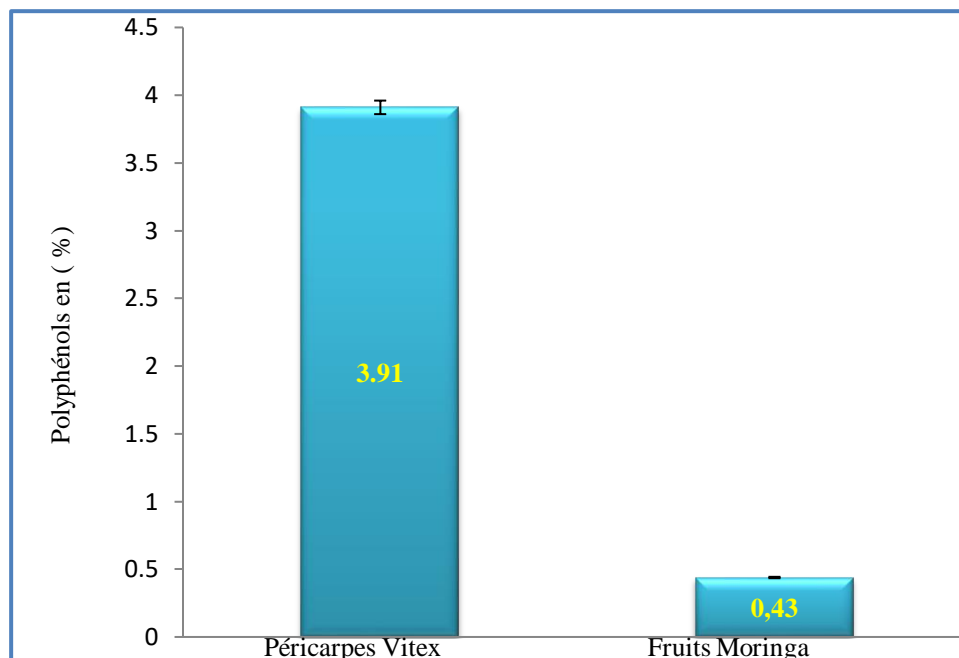
**Tableau 3.** Résultats du Screening phytochimique de l'extrait aqueux des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam.

Métabolites secondaire	Péricarpes de <i>V. agnus castus</i> L.	Fruits de <i>M. oleifera</i> Lam.
Flavonoïdes	++	+++
Anthocyanes	+	++
Tanins	+++	+++
Tanins galliques	+++	+++
Tanins catéchiques	+++	+++
Alcaloïdes	++	+++
Saponines	0,25 cm	0,5 cm
Mucilages	-	-
Glucosides	++	+

+ : Présence ; - : Absence.

## 6. Détermination du taux de polyphénols totaux

Le taux en polyphénols totaux exprimé en pourcentage (%) (**Fig.34**) est calculé à la suite des dosages effectués, à une longueur de 760 nm pour chaque type d'extrait.



**Figure 34.** Taux de polyphénols totaux exprimé en pourcentage (%) dans les péricarpes de *V. agnus castus* L. et les fruits de *M. oleifera* Lam.

Les polyphénols sont présents dans les deux poudres végétales analysées. Néanmoins, leur présence est beaucoup plus importante dans les péricarpes de *V. agnus castus* L., qui est de l'ordre de  $3,91 \% \pm 0,05$  par rapport à celui enregistré dans les fruits de *M. oleifera* Lam. , avec un taux exprimé en pourcentage de l'ordre de  $0,43 \% \pm 0,005$ . De plus, l'application du test de student par le logiciel R.3.6.1, a montré une valeur très hautement significative, avec une p-value de l'ordre de 0,0003248.

Le taux de polyphénols présents dans les péricarpes et les fruits de deux essences végétales n'est pas très élevé, beaucoup plus pour les fruits de *M. oleifera* Lam. De sus, dans ces derniers, le taux obtenu est de quatre fois plus important comparé à celui obtenu par Fekrar et Sidi Ahmed (2022) dans le feuillage de la même espèce végétale ( $4,18 \% \pm 0,59$ ). Ceci pourrait être donc un bon critère de bio-fertilisation. Selon (**Howard, 1989**), si les polyphénols sont présents en quantité modéré, ils régissent la disponibilité de l'azote et de phosphore. Par contre s'ils sont abondants, ils inhibent certains processus microbiens, notamment la nitrification.

# *Conclusion*

Ce travail vise à valoriser les poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L., et de fruits de *M. oleifera* Lam. comme protecteurs et bio-fertilisants naturels des sols.

Le taux d'humidité enregistré dans la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. est de l'ordre de  $5,98\% \pm 0,37$  et il est de  $7,47\% \pm 0,19$  dans la poudre des fruits de *M. oleifera* Lam.. Nos résultats sont fortement proches de la norme citée, donc la teneur d'humidité de la poudre végétale doit répondre à l'exigence des sols afin d'éviter à la fois l'asphyxie et le déficit hydrique

Le taux de cendres exprimé est quasiment identique dans la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. à ( $9,26\% \pm 0,30$ ) et celle de fruits de *M. oleifera* Lam. à ( $9,07\% \pm 0,05$ ). Les cendres constitueraient une source de minéraux directement assimilable par les plantes, ils permettraient également d'établir un équilibre entre la fraction minérale et la fraction organique dans le sol, assurant ainsi la régulation de son pH et augmenter son potentiel de fertilité.

L'analyse du potentiel d'hydrogène des extraits végétaux des péricarpes de *V. agnus castus* L. et ceux de *M. oleifera* Lam. a permis d'estimer la valeur de leur pH. Il est de l'ordre de 5,32 pour *V. agnus castus* L. et de 4,92 pour *M. oleifera* Lam. Les deux poudres ont un pH proche de la neutralité, pourraient être des alternatives biologiques potentielles capables de moduler le pH des sols pauvres.

L'analyse par la Spectrométrie Proche Infrarouge de poudres végétales des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam. a permis de déceler les mêmes composés biochimiques, principalement les tanins, la lignine, l'holocellulose,.....

L'analyse de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. au microscope électronique à balayage a pu mettre en évidence la présence d'un amas de cellules plus allongées, régulières, munies de ponctuations au niveau de leurs parois cellulaires, alors qu'elles sont petites, régulières, de forme polygonale, munies de ponctuations au niveau de leurs parois cellulaires chez *M. oleifera* Lam.

Le screening phytochimique, nous a permis de révéler la présence de quelques métabolites secondaires notamment les flavonoïdes, les anthocyanes, les alcaloïdes, les tanins galliques et catéchiques, les glucosides, les saponines. Notons l'absence des mucilages.

Les polyphénols sont présents dans les deux poudres végétales analysées. Néanmoins, leur présence est beaucoup plus importante dans les péricarpes de *V. agnus castus* L., avec un pourcentage de l'ordre de  $3,91 \% \pm 0,05$  par rapport à celui enregistré dans les fruits de *M. oleifera* Lam., qui est de l'ordre de  $0,43 \% \pm 0,005$ . Ces teneurs sont jugées faibles, ce qui constituerait un bon critère de bio-fertilisation.

Ces résultats, suggèrent que *V. agnus castus* L. et *M. oleifera* Lam pourraient fortement utiliser comme amendement naturel pour la bio-fertilisation des sols agricoles.

L'ensemble de ces résultats obtenus est une première étape dans la recherche des substances d'origine naturelle pouvant constituer une alternative aux intrants chimiques utilisés traditionnellement en agriculture, il serait intéressant par ailleurs :

- D'étudier, d'une part, plus profondément les effets nutritifs qui peuvent être apportés par ce type fertilisation et à déterminer d'une façon plus détaillée la valeur ajoutée d'un tel produit.
- D'évaluer le taux de flavonoïdes et de tanins contenus la poudre de des végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam.
- De réaliser des dosages d'azote, de potassium et de phosphore dans la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits *M. oleifera* Lam.
- De réaliser des essais d'utilisation de la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et celle des fruits de *M. oleifera* Lam. sur différents sols et cultures.
- Des tests de phytotoxicité sont à prévoir afin de réaliser un amendement correct pour une éventuelle culture et, des analyses phytochimiques plus élaborées.

*Références  
bibliographiques*

- **Adler, E. (1977).** Lignin chemistry- past present and future. *Wood Science and Technology*, 11, 169-218.
- **Aho, I. M. & Lagasi, J. E. (2012).** A new Water treatment system using *Moringa oleifera* seed. *American Journal Of Scientific And Industrial Research*, 3(6), 487-492.
- **Aissaoui, H., Mekkiou, R. (2010).** Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de type flavonique d'une espèce de la famille des verbénacées, Mémoire de magister, université mentouri Constantine, 97.
- **Akroum, S. (2011).** Etude Analytique et biologique des flavonoïdes naturels. doctorat en science, physio-toxicologie, Algérie, 99p.
- **Alhakmani, F., Kumar, S., Khan, S. 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.
- **Ali, E.N., Muyibi, S.A., Salleh, H.M., Alam, M.Z., & Salleh, M.R. (2010).** Production of natural coagulant from *moringa oleifera* seed for application in treatment of low turbidity water. *journal of water ressource and protection* , 2(3), 259-266.
- **Allais, D. (2008).** Le gattilier. *Actualités Pharmaceutiques*, 47(479), 49-52.
- **Al-malki, A. L., El-Rabey, H. A. (2015).** The antidiabetic effect of low doses of *Moringa oleifera* Lam. Seeds on streptozotocin induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *Biomed Research international*, 2015, (381040), 1-14.
- **Antolic, A, Males, Z. (1997).** Quantitative analysis of the polyphenols and tannins of *Vitex agnus castus* L. *Acta Pharmaceutica*, 47(2), 207–211.
- **APGIII. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants:APGIII. *Botanical journal of the linnean society*. (161), 105-121.
- **Asante, W.J., Ochire-Boado, B., Baatuuwie, N. B. (2012.)** Initial growth response of *Moringa oleifera* seedlings to different soil amendmets. *African Journal of Agricultural Research*, 7(45), 6082-6086.
- **Asdadi, A., Hamdouch, A., Oukacha, A., Moutaj, R., Gharby, S., Harhar, H....&Hassani, L. I. (2015).** Study on chemical analysis, antioxidant and in vitro antifungal activities of essential oil from wild *Vitex agnus-castus* L. seeds growing in area of Argan Tree of Morocco against clinical strains of *Candida* responsible for nosocomial infections. *Journal de mycology medicale*, 25(4), 118-127.

- **Benrebha, N., Zouaoui, A., Bradea, M., Snoussi, S.A. (2020)** Impact De L'application D'un Bio Fertilisant à Base De Purin D'ortie (*Urtica Dioica* L.) Sur Le Développement De La Culture De Laitue (*Lactua Sativa* L.). *Revue Agrobiologia*, 10(2), 2109-2117.
- **Bentabet-Lasgaa, N. (2015).** Étude phytochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes Fredoliaaretioides et echiumvulgare de l'ouest algérien. Thèse de doctorat, 20-21.
- **Berger, K., Bjerkholt, O., Olsen, O. (1987).** What are the options for Non OPEC producing countries?, 26,discussion papers.
- **Besse, F. (1996).** *Moringa oleifera* Lam. L'Arbre du mois, Le flamboyant, (40), 4-7.
- **Bichi, M. H., Agunwamba, J.C., Muyibi, S.A., & Abdulkarim, M.I.(2012).** Effect of Extraction Method on the Antimicrobial Activity of *Moringa Oleifera* Seeds Extract. *Journal of American Science* , 8(9), 450-458.
- **Bliefert, C., Perraud, R. (2007).** *Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sol, Déchets.* Edition 1, Espagne, 477.
- **Bouyer, P. (1996).** Microwave signal generation with optical injection locking. *Optics letters*, 21(18), 1502-1504.
- **Bruneton, J. (2009).** *Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales.* Editions TEC & DOC, 4ème édition, Paris, France, Lavoisier.
- **Bruneton, J. (2015).** *Pharmacognosie Phytochimie, Plantes médicinales.* Editions TEC & DOC, 5ème édition, Paris, France, Lavoisier.
- **Chávez, J. P., Dos Santos, I. D., Cruz, F. G., David, J. M. (1996).** Flavonoids and triterpene ester derivatives from *Erythroxylum leal costae*. *Phytochemistry*, 41(3), 941-943.
- **Cheng, J-C., Dai, F., Zhou, B., Yang, L., Liu, Z. L. (2007).** Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure–activity relationship. *Food Chemistry*, 104, 132–139.
- **Cordell, G. A. (1981).** Catharanthus alkaloids. XXXIV. Catharanthamine, a new antitumor bisindole alkaloid from *Catharanthus roseus*. *Journal of natural products*, 44(3), 289-293.
- **Cronquist, A. (1981).** *An integrated system of classification of flowering plants.* New York, Columbia University Press.

- **Danglettere, L. (2007).** Apport des spectroscopies moléculaires à l'étude des mécanismes de fixation d'ions métalliques polluants par les substances humiques. Complexation de Al (III), Pb (II) et Zn (II) par des systèmes modèles. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Technologie de Lille I, Lille.
- **Daniele, C., J.T., Pittler, M. H., Ernst, E. (2005).** *Vitex agnus castus*. Sécurité des médicaments, 28(4), 319-332.
- **De Rijke, E., Out, P., Niessen, W. M. A., Ariese, F., Gooijer, C., Brinkman, U. A. (2006).** Analytical separation and detection methods for flavonoids, *Journal of Chromatography A*, 1112 (1-2), 31 – 63.
- **Dhakar, R. C., Maurya, S. D., Pooniya, B. K., Bairwa, N., Gupta, M. (2011).** *Moringa*: The Herbal Gold to Combat Malnutrition. *Chronicles of Young Scientists*, 2(3), 119-125.
- **Dunning Sheila. (2016).** The chaste tree is easy to grow, drought resistant sur <https://www.Tuscaloosanews.com> .
- **Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001).** Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. *Potentiel de développement des produits du Moringa*, Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001, 1-20.
- **Fuglie, L.J. (1999).** *The Miracle Tree: Moringa oleifera, Natural Nutrition for the Tropics*. Dakar, Church World Service, p.68.
- **Gee, J.M., Johnson, I.T. (2001).** Polyphenolic compounds: intractions with the gut and implications for human health. *Current Medicinal Chemistry*, 8(11), 1245-1255.
- **Grieve, M. (1982).** *Amodern herbal*, (2ème Ed, vol. 1). New York, Dover publications.
- **Gruffat, Xavier. (2020).** « Gattilier », sur <https://www.creapharma.ch/gattilier.htm>.
- **Harborne, J. B., Herbert, B. (1995).** *Phytochemical dictionary: a handbook of bioactive compounds from plants* .London. Bristol, Paris, Taylor & Francis
- **Harborne, J. B., Williams, C.A. (1995).** Anthocyanins and other flavonoids. *Natural Product Reports*, 12(6), 639-657.
- **Hêdji, C. C., Gangbazo, D. K., Houinato, M. R., & Fiogbe, E. D. (2014).** Valorisation de *Azolla spp*, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-production de vollaile et de poisson en alimentation animale. *Journal of Applied Bioscience*, 81, 7277-7289.
- **Hoberg, E., Meier, B., Sticher, O. (2000).** An analytical high performance liquid chromatographic method for the determination of agnuside and p-hydroxybenzoic acid

- contents in Agni casti fructus. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and biochemical Techniques*, 11(5), 327-329.
- **Hostettmann, K., Marston, A. (1995).** Saponins. *Chemistry and pharmacology of natural products*, Cambridge, UK: Cambridge University press.
  - **Hu, Y., Hou, T.T., Zhang, Q.Y., Xin, H.L., Zheng, H.C., Qin, L.P., Rahman, K. (2007).** Evaluation of the estrogenic activity of the constituents in the fruits of *Vitex rotundifolia* L. for the potential treatment of premenstrual syndrome. *Journal of Pharmacy and pharmacology*, 59(9), 1307-1312.
  - **Ignat, I. Volf, I. Popa, V. I. (2011).** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4), 1821-1835.
  - **Jaiswal, D., Rai, P. K., Kumar, A., Mehta, S., Watal, G. (2009).** Effect of *Moringa oleifera* lam. Leaves aqueous extract therapy on hyperglycemic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 123(3), 392-396.
  - **James, A., Zikankuba, V. (2017).** *Moringa oleifera* a potential tree for nutrition security in sub-Saharan Africa. *American Journal of Research Communication*, 5(4), 1-14.
  - **Joshi, R.C., Vasantharaj, B.D., Kant, R. (2016):** A review of the insect and mite pests of *Moringa oleifera* Lam. *Agriculture for Development*, 29, 29-33.
  - **Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014).** Plant secondary metabolites, Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(7), 377-392.
  - **Kozat, S. (2007).** Serum T3 and T4 Concentrations in Lambs with Nutritional Myodegeneration. *Journal of veterinary internal medicine*, 21(5), 1135-1137.
  - **Kumbhare, M.R., Guleha, V., 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*, 2(2), 144-150.
  - **Kuruuzum-Uz, A., Stroch, K., Demirezer, L.O., Zeeck, A. (2003).** Glucosides from *Vitex agnus castus*. *Phytochemistry*, 63(8), 959-964.
  - **Lalas, S., Tsaknis, J. (2002).** Characterization of *Moringa oleifera* Seed oil variety "Periyakulam 1". *Journal of food composition and analysis*, 15 (1), 65-77.

- **Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., & Laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétique de la flore béninoise: khaya senegalensis ( Desr)A. Juss (Meliaceae), Momordica chrantia Linn ( Cucurbitaceae) et Moringa oleifera Lam (Moringaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* , 9(5), 2682-2700.
- **MAEVALANDY, A. R. (2006, juillet).** LA Moringa . *moringa oleifera* . Antanarivo, Madagascar.
- **Makkar, H. P. S., Becker, K. (1996).** Nutritional value and anti nutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Journal of animal Feed Science and Technology*, 63(1-4), 211-228.
- **Makkar, H. P. S., Becker, K. (1997).** Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science*, 128(3), 311-322.
- **Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez. L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- **Michel, J., Jourdes, M., Silva, M. A., Giordanengo, T., Mourey, N., Teissedre, P. L. (2011).** Impact of concentration of ellagitannins in oak wood on their levels and organoleptic influence in red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5677-5683.
- **Mohamed Ouali, D. (2016).** Travaux en cours.
- **Monteiro, M, Farah, A, Perrone, D., Trugo, L. C., Donangelo, C. (2007).** Chlorogenic acid compounds from coffee are differentially absorbed and metabolized in humans. *Journal of Nutrition*, 137(10), 2196-2201.
- **Monties, B., Marine-Font, A., Douillard, A. (1969).** Propriétés spectroscopiques des polyphénols. *Annales de physiologie végétale*, 11(4), 313-339.
- **Moughli, L. (2000).** *transfert de technologie en agriculture. les engrais minéraux caractéristiques et utilisation*, 1p.
- **Muhl, Q. E. (2010).** Seed germination, tree growth and flowering responses of *Moringa oleifera* lam. (horseradish tree) to temperature. *M.Sc. Thesis. University of Peroria*.
- **Nagata, T., Hayatsu, M., Kosuge, N. (1992).** Identification of aluminium forms in tea leaves by <sup>27</sup>Al NMR. *Phytochemistry*. 31(4), 1215-1218.

- **Nancy, Presses Universitaires de Nancy. (2009).** *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, (20), 237-239.
- **Ndong, M., Wade, S., Dossou, N. (2007).** Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 7(3), 1-16.
- **Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A. G., Kaltenborn, B. P. (2009).** *The environmental food crisis–The environment's role in averting future food crises.* AUNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Birkeland Trykkeri AS, Norway, 1-104.
- **Neto, J.X., Pereira, M.L., Oliveira, J.T., Rocha-Bezerra, L.C., Lopes, T.D... & Vasconcelos, I.M. (2017).** A Chitin-binding Protein Purified from *Moringa oleifera* seeds Presents Anticandidal Activity by Increasing Cell Membrane Permeability and Reactive Oxygen Species Production. *Sec Antimicrobials , Resistance and Chemotherapy*, 8, 980-985.
- **Niroumand, M. C., Heydarpour, F., & Farzaei, M. H., (2018).** Pharmacological and Therapeutic Effects of *Vitex agnus castus* L. A Review. *Pharmacognosy Reviews*, 12(23), 103-114.
- **Ouedraogo, O., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., Guinko, S. (2008).** Diversité et structure des groupements ligneux du parc national d'Arly (Est du Burkina Faso). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 11, 5-16.
- **Paikra, B. K., Dhongade, H. K., Gidwani, B. (2017).** Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of pharmacopuncture*, 20(3), 194-200.
- **Parrotta., J. A. (2009).** *Moringa oleifera* Lam., 1785. *Enzyzklopadie der Holzgewachse*.
- **Pousset, Y. (2009).** Optimisations pour la prédiction de zones de couverture radioélectrique (Doctoral dissertation, Poitiers).
- **Price, M.L. (2007).** THE MORINGA TREE. *ECHO Technical Note*. (Published 1985; Revised 2000, 2002, 2007), 1-19.
- **Rani, A., Sharma, A. (2013).** The genus *Vitex*, A review. *Pharmacognosy reviews*, 7(14), 188-198.

- **Remesy, C., Manach, C., Demigne, C., Texeir, O., Regenat, F. (1996).** Nutritional interest of flavonoïdes. *Méd Nut*, 32(1), 17-27.
- **Renaud, P. E., Wlodarska-Kowalczyk, M., Trannum, H.,...Gulliksen, B. (2007).** Multidecadal stability of benthic community structure in a high- Arctic glacial fjord (van Mijenfjord, Spitsbergen). *Polar Biology*, 30(3), 295-305.
- **Richter, R., Mukhopadhyay, A., & Brisson, A. (2003).** Pathways of lipid vesicle deposition on solid surfaces. A combined QCM-D and AFM study. *Biophysical journal*, 85(5), 3035-3047.
- **Rowell, R. (1984).** The chemistry of solid wood. *The chemistry of solid wood*.
- **Šaponjac, V. T., Čanadanović-Brunet, J., Četković, G., Djilas, S. (2016).** Detection of Bioactive Compounds in Plants and Food Products. *In Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food*, Springer, Cham, Switzerland, 81-109.
- **Sarac, N., Ugur, A., & Sen, B. (2015).** In vitro antimutagenic activity of *vitex agnus castus* L. essential oils and ethanolic extracts. *Industrial Crops and Products*, 63, 100-103.
- **SenaFilho, J.g., Durringer, J., Maia, G.L., Tavares, J.f., Xavier, H.S., Da Silva, M.S., Da Cunha, E.V., Barbosa-Filho, J.m. (2008).** Ecdysteroids from *Vitex* Species: Distribution and Compilation of Their <sup>13</sup>C-NMR Spectral Data. *Chimistry & Biodiversity*, 5(5), 707-713.
- **Sikora, F.J., McBride, M.B. (1990).** Aluminium complexation by protocatechuic and caffeic acids as determined by ultraviolet spectrophotometry. *Soil Science Society of America Journal*, 54(1), 78-86.
- **Song, Q., Khadir, S., Vézian, S., Damilano, B., Mierry, P. D., Chenot, S., Brandli, V.,Genevet, P. (2021).** Bandwidth-un limited polarization-maintaining meta surfaces. *Science advances*, 7(5), eabe1112.
- **Stojković, D., Soković, M., Glamočlija, J., Džamić, A., Ćirić, A., Ristić, M., Grubišić, D. (2011).**Chemical composition and antimicrobial activity of *Vitex agnus-castus* L. fruits and leaves essential oils. *Food Chemistry*, 128(4), 1017-1022.
- **Tapiero, H., Tew, K. D., Nguyen, B. G., & Mathe, G. (2002).** Polyphenols do they play a role in the prevention of human pathologies?. *Biomedicine et pharmacotherapy*, 56(4), 200-207.

- **Tchiégang, C., Kitikil, A. (2004).** Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*, 22(1), 11-18.
- **Tété-Bénissan, A., Quashie, M., Lawson-evi, K., Kokou, K., Gbeassor, M. (2012).** Récupération nutritionnelle chez les sujets malnutris VIH positifs et VIH négatifs après utilisation de feuilles de *Moringa oleifera* Lam. . *Journal of Animal & Plant Sciences*, 15(2), 2184-2199.
- **Trease, E., Evans, W.C. (1987).** pharmacognosy. *General Pharmacology*, éd: 6, 5. Springer, Berlin.
- **Yusoff, M.M., Gordon, M.H., Ezeh, O., Niranjana, K. (2016).** Aqueous enzymatic extraction of *Moringa oleifera* oil. *Food chemistry*, 211, 400–408.

## Résumé

L'utilisation abusive des engrais chimiques dégrade la qualité et la valeur des sols. Pour cela des recherches sont menées pour améliorer la fertilisation des sols afin d'améliorer la qualité et le rendement des cultures agricoles. Cette étude consiste à l'utilisation de poudres végétales, notamment les péricarpes de *V. agnus castus* L. et les fruits de *M. oleifera* Lam., comme protecteurs et bio-fertilisants naturels des sols.

Le taux d'humidité obtenu est de l'ordre de  $5,98\% \pm 0,37$  dans la poudre végétale des péricarpes de *V. agnus castus* L. et de l'ordre de  $7,47\% \pm 0,19$  dans la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam. Le taux de cendres exprimé en pourcentage est quasiment identique dans la poudre des péricarpes de *V. agnus castus* L. à  $(9,26\% \pm 0,30)$  et celle des fruits de *M. oleifera* Lam. à  $(9,07\% \pm 0,05)$ . Le potentiel Hydrogène des extraits végétaux analysés est de l'ordre de 5,32 pour *V. agnus castus* L. et environ de 4,92 pour *M. oleifera* Lam.

L'analyse des résultats donnés par le Spectre Infrarouge nous a indiqué que les deux essences végétales auraient les mêmes composés biochimiques notamment les tanins, la lignine, holocellulose,..... L'observation au microscope électronique à balayage des deux poudres végétales analysées a permis de mettre en évidence des amas de petites cellules polygonales, régulières avec la présence de ponctuations au niveau de leurs parois cellulaires. Le screening phytochimique effectué sur les poudres végétales du péricarpe de *V. agnus castus* L. et des fruits de *M. oleifera* Lam. a révélé différentes classes de métabolites secondaires, notamment les flavonoïdes, les anthocyanes, les tanins, les alcaloïdes, les glucosides, les saponines. La teneur en pourcentage des polyphénols est beaucoup plus importante dans les péricarpes de *V. agnus castus* L., que dans la poudre végétale des fruits de *M. oleifera* Lam., avec des valeurs respectives de l'ordre de  $3,91\% \pm 0,05$  et  $0,43\% \pm 0,005$ .

**Mots-clés :** *V. agnus castus* L., *M. oleifera* Lam., développement durable, Sud Algérien, bio-fertilisant, protecteurs naturels des sols.

## Abstract

The excessive use of chemical fertilizers degrades the quality and value of the soil. For this reason, some research is carried out to improve soil fertilization in order to improve the quality and quantity of agricultural yields. This study consists of the use of vegetable powder from the pericarps of *V. agnus castus* L. and that of the fruits of *M. oleifera* Lam. as natural biofertilizer soil protectors.

The moisture content obtained is of the order of  $5,98\% \pm 0,37$  in the vegetable powder of the pericarps of *V. agnus castus* L. and of the order of  $7,47\% \pm 0,19$  in the vegetable powder from the fruits of *M.oleifera* Lam. The ash content expressed as a percentage is almost identical in the powder of the pericarps of *V. agnus castus* L ( $9,26\% \pm 0,30$ ) and that of the fruits of *M. oleifera* ( $9,075\% \pm 0,05$ ). The Hydrogen potential of the plant extracts analyzed is around 5,32 for *V. agnus castus* L. and around 4,92 for *M. oleifera* Lam.

The analysis of the results given by the Infrared Spectrum indicated to us that the two vegetable essences would have the same biochemical compounds in particular tannins, lignin, holocellulose,..... The observation under the scanning electron microscope of the two vegetable powders analyzed allowed to highlight clusters of small polygonal, regular cells with the presence of punctuations at the level of their cell walls. The phytochemical screening carried out on the plant powders of the *V. agnus castus* L. pericarps and that of the fruits of *M. oleifera* Lam. revealed different classes of secondary metabolites, including flavonoids, anthocyanins, tannins, alkaloids, glucosides, the saponins. The percentage content of polyphenols is much higher in the pericarps of *V. agnus castus* L., than that of the vegetable powder of the fruits of *M. oleifera* Lam., with respectively values of the order of  $3.91\% \pm 0.05$  and  $0.43\% \pm 0.005$ .

**Keywords:** *V. agnus castus* L., *M. oleifera* Lam., sustainable development, southern Algeria, biofertilizer, natural soil protectors.