



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي  
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
قسم العلوم البيولوجية  
Département des Sciences Biologiques

## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de master  
Domaine des sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques  
Spécialité : Biochimie

## Intitulé

**Etude phytochimique et activités biologiques des fruits d'une  
plante médicinale du genre *Xanthium*.**

### Présenté par :

AFIA Ikram et OUALI Aya Manar

**Soutenu le 10/06/2025, Devant le Jury :**

**Présidente :** M<sup>me</sup> DEHIRI Mounira      MCB      Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA

**Encadrante :** M<sup>me</sup> GUERGOUR Hassina      MCA      Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA

**Examinatrice :** M<sup>me</sup> NASRI Meriem      MCA      Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA

**Année Universitaire : 2024/2025**

# Remerciements

Il est parfois difficile de trouver les mots justes pour exprimer toute la gratitude que nous ressentons aujourd'hui. Ce travail représente l'aboutissement d'un parcours marqué par des doutes, des efforts soutenus, mais surtout par de belles rencontres et des soutiens inestimables.

Nous adressons, tout d'abord, nos louanges et notre profonde reconnaissance à **Dieu**, le Tout-Puissant, Maître du temps et des circonstances, source infinie d'amour, de bonté et de miséricorde. Nous Le remercions pour la volonté, la santé et la patience qu'Il nous a accordées tout au long de ces années d'études.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante, **Dr. GUERGOUR Hassina**, pour son accompagnement constant, sa disponibilité et la richesse de ses conseils tout au long de notre formation. Nous lui témoignons notre profonde gratitude pour son engagement et son soutien précieux.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux membres du jury :

M<sup>me</sup> **DEHIRI Mounira** pour avoir accepté de présider notre jury de soutenance, et M<sup>me</sup> **NASRI Meriem** pour avoir bien accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements les plus respectueux s'adressent à **Dr. BOUGUERRA Asma**, pour son aide précieuse, ses encouragements constants et ses conseils éclairés.

Nous souhaitons remercier chaleureusement les ingénieurs de laboratoire de la faculté — **M<sup>me</sup> Sabrina, M<sup>me</sup> Ismahane, M<sup>me</sup> Wassima, et M. MAKHOUKH** — pour leur disponibilité, leur patience, leurs orientations et leurs conseils avisés qui nous ont été d'un grand secours tout au long de ce travail expérimental.

Je tiens également à remercier très sincèrement **M. SAIDI Ayoub** pour son soutien technique, sa disponibilité, son professionnalisme et sa bienveillance, qui ont joué un rôle déterminant dans la réalisation de la partie pratique de ce mémoire.

Enfin, ce mémoire n'est pas uniquement le fruit d'un travail personnel ; il est également le reflet de tout l'amour, la confiance et l'accompagnement que nous avons reçus tout au long de ce parcours.

Merci, du fond du cœur

# Dédicace

Avant tout, je remercie **Allah**, pour sa guidance et sa miséricorde, sans lesquelles rien ne serait possible, Je dédie ce modeste travail aux trésors de ma vie : À mon roc, celui qui m'a appris la persévérance, mon père **Azzedine**

À mon souffle de tendresse, ma douce source d'amour, ma mère **Sihem**

À mon éclat de joie, ma sœur au rire contagieux, **Rouaya**

À mes frères au cœur d'or, **Nassim et Abdelkarim**

À mon petit prince **Cherif**

Je dédie également ce travail à mes compagnons de route, mes amis fidèles, ceux qui ont su rendre ce parcours plus doux et plus humain : **Amina, Asma, Maria, Wassim, Ines et Rania** et tout particulièrement à mon binôme exceptionnel, mon partenaire de galère et de réussite

**Ikram.**

Qu'Allah vous accorde Sa bénédiction et vous protège en tout temps

**AYA**

# Dédicace

Je dédie ce travail à :

A la lumière de mes yeux, et le bonheur de ma vie **ma mère** qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude et pour son sacrifice. A **mon cher père** pour leur soutien qui m'ont donné la confiance et le courage, j'espère que Dieu vous donne la longue vie et la bonne santé, je vous aime énormément.

A mes très chères sœurs **Zineb** et **Racha**, ma belle-sœur **Salma** et surtout mon cher frère **Saddam** pour leurs soutiens et leurs encouragements tout au long de la réalisation de ce travail, j'espère que Dieu vous garde et vous montre le droit chemin.

A mon cher neveu **Anis** et ma nièce **malak**.

A ma chère cousine **Salma**.

A **ma chère binôme Aya**, avec qui j'ai partagé non seulement les efforts, les doutes et les longues heures, mais aussi les sourires, la complicité et le soutien mutuel qui ont rendu cette expérience unique et précieuse.

A **mes meilleures amies**, pour leur présence constante, leurs encouragements, leur patience, et leur amitié sincère. Vous avez été une source inestimable de motivation tout au long de ce parcours (**Imad, Amina, Manel, Rania et Ines**).

A mes **collègues de promo** avec qui j'ai passé des années inoubliables.

Merci d'avoir été là, dans les moments de fatigue comme dans les moments de joie.

Des personnes qui comptent dans ma vie, merci pour tous que vous m'avez offert.

**Ikram**

# Table des matières

## Liste des abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

<b>I. Introduction</b> .....	01
<b>II. Matériel et méthodes</b> .....	05
II.1. Matériel .....	05
II.1.1. Matériel végétal .....	05
II.1.1.1. Distribution géographique de la famille des Asteraceae.....	05
II.1.1.2. Présentation de la plante .....	05
II.1.1.3. Description du fruit utilisée .....	06
II.1.1.4. Classification botanique.....	06
II.1.2. Souches bactériennes utilisées.....	07
II.2. Méthodes .....	07
II.2.1. Préparation de la poudre .....	07
II.2.2. Préparation des extraits.....	07
II.2.3. Calcul du rendement.....	09
II.2.4. Dosage des composés phénoliques.....	09
II.2.5. Dosage des flavonoïdes .....	10
II.2.6. Evaluation de l'activité antioxydante .....	10
II.2.6.1. Piégeage du radical DPPH.....	10
II.2.7. Evaluation de l'activité antibactérienne. ....	12
<b>III. Résultats et discussion</b> .....	15
III.1. Etude phytochimique .....	15
III.1.1. Rendement d'extraction .....	15
III.1.2. Teneurs en polyphénols totaux.....	16
III.1.3. Teneur en flavonoïdes .....	17

III.2. Activité antioxydante .....	18
III.2.1. Effet piègeur envers le radical DPPH .....	18
III.3. Activité antibactérienne .....	19
III.3.1. Test de toxicité de DMSO ou control négatif .....	19
III.3.2. Sensibilité des bactéries aux extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre <i>Xanthium</i> .....	20
III.3.3. Détermination de la CMI et la CMB .....	23
<b>IV. Conclusion.....</b>	<b>26</b>

## **Références Bibliographiques**

### **Annexe**

### **Résumés**

## Liste des abréviations

**$^1\text{O}_2$**  : Oxygène singulet

**–OH** : groupement hydroxyle

**ADN** : Acide désoxyribonucléique

**$\text{AlCl}_3$**  : Chlorure d'aluminium

**Abs** : Absorbance

**ATCC**: American Type Culture Collection.

**CMB** : concentrations minimales bactéricides

**CMI** : concentrations minimales inhibitrices

**DMSO** : Diéthylsulfoxyde

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

**EAG** : Equivalent acide gallique

**EQ** : Equivalent quercétine

**ERN** : espèces réactives d'azote

**ERO** : espèces réactives oxygénées

**ERS** : espèces réactives de soufre.

**ES** : Extraits sec.

**$\text{H}_2\text{O}_2$**  : Hydrogen peroxide

**$\text{IC}_{50}$**  : concentration inhibitrice médiane

**$\text{Na}_2\text{CO}_3$**  : Carbonate de sodium

**UV** : Ultra-violet

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Répartition de la famille des Astéracées dans le monde.....	<b>5</b>
<b>Figure 2 :</b> Fruit (capsule) et graine du genre <i>Xanthium</i> .....	<b>6</b>
<b>Figure 3: :</b> Schéma du protocole de préparation des extraits aqueux et méthanoliques des fruits du genre <i>Xanthium</i> . ....	<b>8</b>
<b>Figure 4: :</b> Mécanisme réactionnel du DPPH en présence d'un antioxydant.....	<b>11</b>
<b>Figure 5:</b> Rendement d'extraction d'extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre <i>Xanthium</i> . .....	<b>15</b>
<b>Figure 6:</b> Teneurs en polyphénols totaux d'extraits aqueux et méthanolique des fruits du genre <i>Xanthium</i> . ....	<b>16</b>
<b>Figure 7:</b> Teneur en flavonoïdes totaux des extraits aqueux et méthanolique des fruits du genre <i>Xanthium</i> . ....	<b>17</b>
<b>Figure 8:</b> Valeurs d'IC <sub>50</sub> des différents extraits des fruits du genre <i>Xanthium</i> et d'acide ascorbique...	<b>18</b>
<b>Figure 9:</b> Zones d'inhibition de l'extrait méthanolique des fruits du genre <i>Xanthium</i> aux différentes souches bactériennes testées.....	<b>20</b>
<b>Figure 10:</b> Zones d'inhibition de l'extrait aqueux des fruits du genre <i>Xanthium</i> à différentes concentrations vis-à-vis des souches bactériennes testées. ....	<b>21</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Description des fruits du genre <i>Xanthium</i> . .....	<b>6</b>
<b>Tableau II:</b> Systématique du genre <i>Xanthium</i> .....	<b>6</b>
<b>Tableau III:</b> Diamètre des zones d'inhibition (en mm) de différentes concentrations de l'extrait méthanolique (mg/ml). .....	<b>21</b>
<b>Tableau IV:</b> Diamètre des zones d'inhibition (en mm) de différentes concentrations de l'extrait aqueux (mg/ml). .....	<b>22</b>
<b>Tableau V:</b> Valeurs de CMI et CMB (mg/ml) de différents extraits. ....	<b>24</b>

# Introduction

## Introduction

Depuis l'Antiquité, les plantes sont reconnues pour leurs propriétés médicinales. Le plus ancien témoignage écrit à ce sujet figure sur une tablette d'argile rédigée par les Sumériens (**Ezziat, 2015**). À travers les siècles, les remèdes à base de plantes ont été utilisés pour soulager diverses douleurs et maladies, constituant ainsi une composante essentielle de la médecine traditionnelle.

Malgré les avancées majeures de la médecine moderne, les plantes médicinales continuent d'occuper une place importante dans les pratiques des soins, en particulier dans les pays en développement. Sur environ 500 000 espèces végétales recensées, près de 80 000 sont considérées comme présentant un intérêt thérapeutique (**Ezziat, 2015**). Ce potentiel illustre la richesse de la pharmacopée végétale mondiale.

Dans ce contexte, l'Afrique du Nord se distingue par une longue tradition d'usage des plantes médicinales, profondément enracinée dans les pratiques culturelles. L'Algérie, en particulier, possède une flore exceptionnellement riche et variée, constituant un véritable réservoir phylogénétique (**Dobignard et Chatelain, 2010**). Cette diversité floristique représente un atout majeur pour l'exploration de nouvelles sources de molécules bioactives.

L'efficacité thérapeutique des plantes médicinales est principalement attribuée à la présence de métabolites secondaires, également appelés principes actifs. Parmi ceux-ci figurent notamment les composés phénoliques, les alcaloïdes et les huiles essentielles, qui jouent un rôle clé dans les effets pharmacologiques observés (**Tchamdja, 1995**).

Dans le cadre du présent travail, l'objectif est d'étudier le genre *Xanthium*. Ce genre botanique présente une complexité taxonomique notable, en raison de sa large distribution géographique et de son caractère cosmopolite. Cette diversité s'accompagne d'une multiplicité de dénominations, rendant sa classification botanique particulièrement délicate (**Jeanmonod et Gamisans, 2007**).

*Xanthium* est une plante envahissante largement répandue à travers le monde, regroupant environ 25 espèces (**Tutin et al., 1976**). Les Astéracées peuvent être annuelles, bisannuelles ou vivaces, majoritairement herbacées, bien que certaines espèces puissent être arbustives, ligneuses ou charnues (**Harborne et Swain, 1963**). Cette famille botanique est particulièrement riche en composés naturels, notamment les terpénoïdes, les flavonoïdes et certains alcaloïdes (**Jahodár et Klekáčová, 1999**), ce qui justifie son utilisation étendue en phytothérapie traditionnelle (**Tutin et al., 1976**).

Le genre *Xanthium* est utilisé depuis longtemps dans les médecines traditionnelles de diverses régions du monde. En Chine, ses fruits sont officiellement inscrits dans la pharmacopée depuis 1963. Plus de 60 formulations à base de *Xanthium* y sont employées pour le traitement de nombreuses affections, notamment la rhinite, la sinusite, les maux de tête, l'ulcère gastrique, l'urticaire, les infections bactériennes et fongiques, ainsi que les douleurs articulaires (**Kamboj et Saluja, 2010 ; Amin, Barkatullah, & Khan, 2016**).

Cependant, malgré ses vertus médicinales, *Xanthium* présente également une certaine toxicité. Plusieurs études ont rapporté des cas d'intoxications mortelles chez les bovins (**Colodel et al., 2000**), les ovins (**Loretti et al., 1999**), les porcs (**Stuart et al., 1981 ; Masvingwe et Mavenyengwa, 1998**), voire chez l'homme (**Turgut et al., 2005**), principalement à cause de la consommation de ses fruits, responsables de nécroses hépatiques sévères.

Afin de réduire cette toxicité, les fruits de *Xanthium* subissent généralement une torréfaction (chauffage au wok) avant leur utilisation clinique, ce qui permet à la fois de diminuer leur nocivité et d'améliorer leur efficacité thérapeutique (**Fan et al., 2019**).

Sur le plan étymologique, le nom *Xanthium* provient du mot grec « **xanthos** », signifiant jaune blond, en référence à ses propriétés tinctoriales autrefois exploitées pour teindre les cheveux. Le nom commun français « lampourde » dérive du latin *lapa* (bardane), devenu *lapardo* en provençal, puis « *lampardo* » par altération. En arabe, la plante est communément appelée « شبيط » (**Schabita**) (**Delaveau, 1987**).

L'intérêt actuel pour *Xanthium* s'inscrit également dans la recherche d'agents antioxydants naturels. Selon **Scherer et Godoy (2014)**, les composés phénoliques présents dans cette plante contribuent significativement à son activité antioxydante, en faisant un candidat potentiel pour des applications dans l'alimentation humaine et animale.

Les polyphénols, les antioxydants les plus abondants du règne végétal, sont dotés de nombreuses propriétés biologiques, ce qui leur confère une grande importance dans les domaines médical, pharmaceutique, cosmétique et agricole. Leur principale fonction consiste à neutraliser les radicaux libres, protégeant ainsi l'organisme contre le stress oxydatif (**Daglia et al., 2011**).

Ce stress oxydatif résulte d'un déséquilibre entre la production excessive de radicaux libres et les capacités de défense antioxydante de l'organisme (**Taofiq et al., 2016**). Ces radicaux libres, caractérisés par des électrons non appariés, englobent diverses espèces réactives telles

que les ERO (espèces réactives de l'oxygène), les ERN (espèces réactives de l'azote) et les ERS (espèces réactives du soufre) (**Dacosta, 2003 ; Taofiq et al., 2016**).

Les ERO comprennent à la fois des dérivés radicalaires comme  $O_2^-$ ,  $OH\cdot$ ,  $NO\cdot$  et  $ROO\cdot$ , ainsi que des formes non radicalaires telles que  $ROOH$ ,  $H_2O_2$  et  $^1O_2$  (**Milane, 2004**). Leur accumulation provoque des dommages cellulaires en altérant les lipides, les protéines et les acides nucléiques (**Valko et al., 2006**).

Pour contrer ces effets, l'organisme s'appuie sur des systèmes antioxydants endogènes. Lorsque ceux-ci sont dépassés, des mécanismes adaptatifs sont mis en place pour limiter les effets délétères des radicaux libres (**Moreno et al., 2006**). Un antioxydant est ainsi défini comme toute substance capable d'inhiber ou de ralentir les processus d'oxydation responsables de ces dommages (**Shimizu et al., 2003**).

Parallèlement à leur activité antioxydante, de nombreuses plantes présentent également des propriétés antimicrobiennes, un domaine de plus en plus exploré face à la recrudescence des résistances bactériennes aux antibiotiques (**Sagdic et al., 2002**). Le criblage systématique des extraits végétaux constitue l'une des stratégies les plus prometteuses pour la découverte de nouvelles substances bioactives à usage thérapeutique.

Les bactéries, micro-organismes unicellulaires ubiquistes, peuvent être neutralisées par des agents antimicrobiens ciblant leurs structures ou perturbant leurs fonctions vitales (**Tortora et al., 2003**). Ainsi, les propriétés antioxydantes et antibactériennes de certaines plantes peuvent justifier leur usage traditionnel comme remèdes populaires (**Sharifi-Rad et al., 2013**).

Dans ce contexte, le présent travail de recherche vise à effectuer une étude phytochimique, ainsi qu'à évaluer l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne des extraits aqueux et méthanoliques des fruits du genre *Xanthium*.

Ce mémoire est structuré comme suit :

- Une introduction consacrée à l'étude bibliographique du genre *Xanthium*, de ses propriétés biologiques et de ses usages traditionnels ;
- Une partie expérimentale décrivant le matériel et les méthodes :
  - Préparation des extraits aqueux et méthanoliques des fruits de *Xanthium* ;
  - Analyse phytochimique (dosage des polyphénols et des flavonoïdes) ;
  - Évaluation des propriétés antioxydantes *in vitro* par le test DPPH ;

- Évaluation de l'activité antibactérienne sur des souches pathogènes connues ;
- Une présentation et discussion des résultats obtenus ;
- Une conclusion générale accompagnée de perspectives de recherche fondées sur les résultats expérimentaux.

# **Matériel et méthodes**

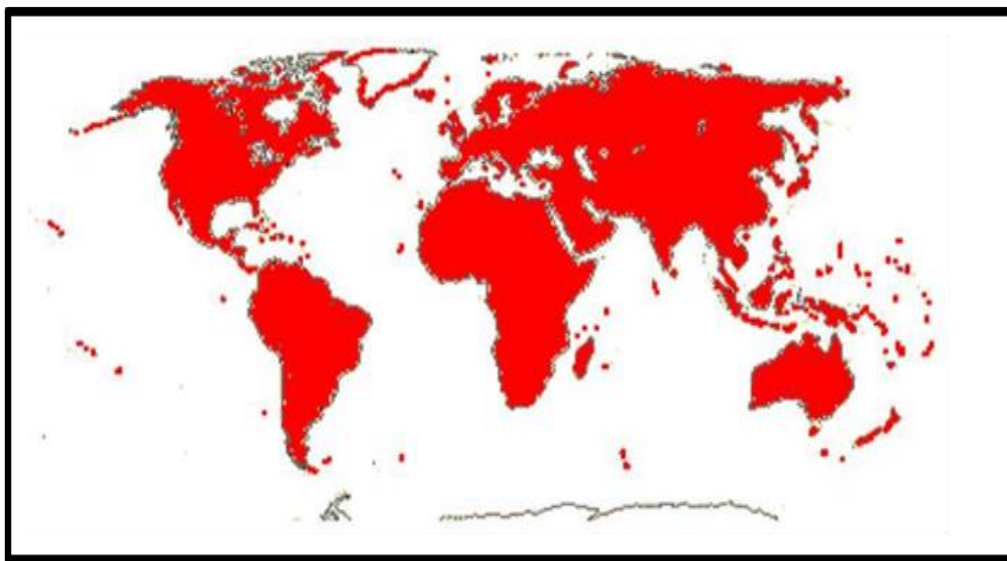
## II. Matériel et méthodes

### II.1. Matériel

#### II.1.1. Matériel végétal

##### II.1.1.1. Distribution géographique de la famille des Astéracées

Les Astéracées présentent une distribution géographique mondiale. On les retrouve dans la majorité des habitats, à l'exception de l'Antarctique (**Funk *et al.*, 2009**). Elles s'adaptent aisément à divers environnements, notamment les régions tropicales et subtropicales semi-arides, ainsi que les zones tempérées (**Figure1**) (**Guignard, 1994**).



**Figure 01** : Répartition de la famille des Astéracées dans le monde (**Guignard, 1994**).

##### II.1.1.2. Présentation de la plante

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des fruits d'une plante appartenant au genre *Xanthium*. Ces fruits ont été récoltés au mois d'octobre 2024 dans la commune d'El Anasser, située dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

C'est une plante herbacée annuelle, elle appartient à la famille des Astéracées (**Mamarot, 2002**).

### II.1.1.3. Description du fruit utilisé

Le tableau ci-dessous donne une description détaillée des fruits du genre *Xanthium* (Weaver *et al.*, 1983).

**Tableau I :** Description des fruits du genre *Xanthium*.

Dimension	Couleur	Forme	Ornementation	Fruit
1 à 2 cm de long	Jaunâtre	- ovoïde -Présence de deux becs robustes et incurvés -Fortes épines	Épines latérales lisses, divergentes	Capitule à 1 ou 2 graines

La figure ci-dessous illustre la morphologie des fruits du genre *Xanthium* ainsi que celle de leurs graines (Figure2).



**Figure 02 :** Fruit (capsule) et graines du genre *Xanthium* (Ammour, 2020).

### II.1.1.4. Classification botanique

La classification botanique du genre *Xanthium* est indiqué dans le tableau suivant (Tableau II) :

**Tableau II :** Systématique du genre *Xanthium* selon Doucet (2013).

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Dicotylédones
<b>Classe</b>	Sympétalées
<b>Ordre</b>	Asterales
<b>Famille</b>	Asteraceae
<b>Genre</b>	<i>Xanthium</i>

### II.1.2. Souches bactériennes utilisées

Cinq souches bactériennes ont été sélectionnées pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne. Parmi elles, deux sont des bactéries à Gram négatif : *Escherichia coli* (ATCC 25922) et *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), tandis que les trois autres sont à Gram positif : *Enterococcus faecalis* (ATCC 49532), *Bacillus cereus* (ATCC 6633) et *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). L'ensemble de ces souches a été aimablement fourni par le laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj.

## II.2. Méthodes

### II.2.1. Préparation de la poudre

La préparation de la poudre du genre *Xanthium* comprend différentes étapes en commençant par :

- **Séchage**

Les fruits de *Xanthium* ont été nettoyés afin d'éliminer les impuretés, puis découpés en petits morceaux pour faciliter le séchage.

- **Broyage**

Après le séchage, les échantillons ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et homogène.

- **Tamissage**

Après broyage, la poudre obtenue a été tamisée à l'aide d'un tamis de maille fine afin d'assurer une granulométrie homogène.

- **Conservation**

La poudre résultante est conservée dans un flacon en verre jusqu'à son utilisation.

### II.2.2. Préparation des extraits

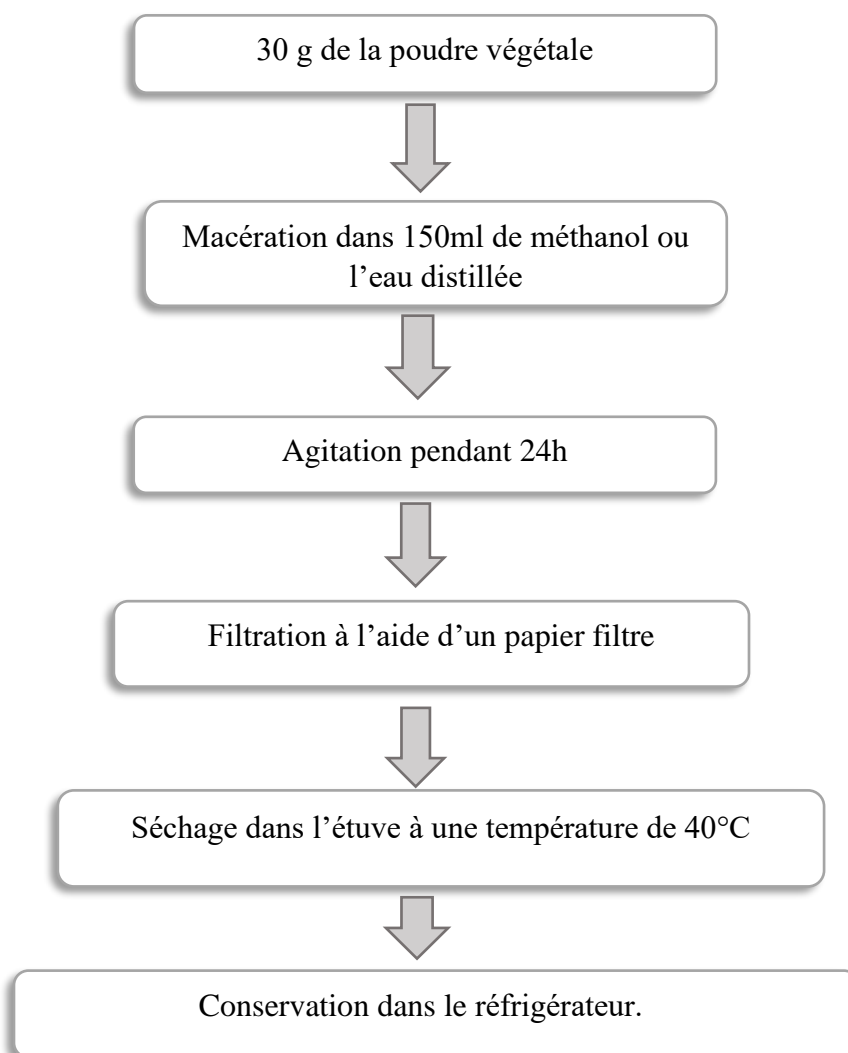
Dans le cadre de notre étude, deux types d'extraits ont été préparés : un extrait méthanolique et un extrait aqueux.

L'extraction est réalisée selon la méthode de macération sous agitation. Selon le protocole décrit par **Mogue *et al.* (2021)**, avec quelques modifications. Une quantité de 30 g de poudre végétale a été introduite dans 150 mL de méthanol ou de l'eau distillée. Le mélange a été

hermétiquement fermé et laissé en macération à température ambiante pendant une durée de 24h, avec agitation régulière afin de favoriser l'extraction des composés bioactifs.

À la fin de la macération, le mélange a été filtré par papier filtre pour séparer l'extrait liquide du résidu solide.

L'extrait liquide obtenu est placée dans des boites en verre ,et ensuite a été séché par évaporation du solvant à l'aide d'une étuve à une température modérée (environ 40 °C) pendant 3 jours. Enfin, l'extrait sec a été conservé dans le réfrigérateur (**Figure3**).



**Figure 03 :** Schéma du protocole de préparation des extraits aqueux et méthanoliques des fruits du genre *Xanthium*.

### II.2.3. Calcul du rendement

Le rendement d'une extraction se calcule par le rapport entre la masse de l'extrait obtenu et la masse de la matière première végétale après séchage. Ce rendement est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R\% = ([MEX] / [MMV]) \times 100\%$$

Où :

**R** : Rendement en (%).

**Mext** : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en (g).

**Méch** : la masse sèche de l'échantillon végétal en (g).

#### II.2.4. Dosage des composés phénoliques

Le contenu en phénols totaux des extraits des fruits du genre *Xanthium* est déterminée selon le protocole décrit par **Singleton et Rossi (1965)**, avec quelques modifications.

##### ✚ Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). L'oxydation en milieu alcalin du réactif Folin-Ciocalteu par les groupements oxydables des composés phénoliques conduit à la formation d'un mélange d'oxyde bleu. L'intensité de la coloration produite, qui a une absorbance maximale à 765nm, est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans l'extrait analysé (**Georgé et al., 2005**).

##### ✚ Mode opératoire

Un volume de 1ml du réactif de Folin Ciocalteu (10 fois dilué) est ajouté à 200  $\mu$ L de chaque extrait ou standard. Après 4 minutes, 800  $\mu$ l d'une solution de carbonate de sodium (75mg/ml)  $Na_2CO_3$  sont ajoutés au milieu réactionnel. Après 2h d'incubation à température ambiante l'absorbance est mesurée à 765nm.

La teneur en composés phénoliques est exprimée en  $\mu$ g d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait sec ( $\mu$ g EAG/mg ES) en se référant à l'équation de régression de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique (20–80  $\mu$ g/ml) (**Annexe 01**).

#### II.2.5. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes des fruits de la plante est évaluée à l'aide de la méthode au trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) (**Swain et Hillis, 1959**).

### ✚ Principe

La formation d'un complexe de couleur jaune résulte de la liaison covalente entre le trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) et les groupements hydroxyles ( $-\text{OH}$ ) des flavonoïdes, ce complexe présentant une absorbance maximale à 430 nm (Ababsa, 2009).

### ✚ Mode opératoire

À 1ml d'échantillon, 1ml de la solution d' $\text{AlCl}_3$  (2% dans méthanol) est ajouté. Après 10 minutes d'incubation, à une température ambiante et à l'abri de la lumière, les absorbances sont mesurées par le spectrophotomètre à 430nm.

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-30  $\mu\text{g/ml}$ ) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait). (Ababsa, 2009).

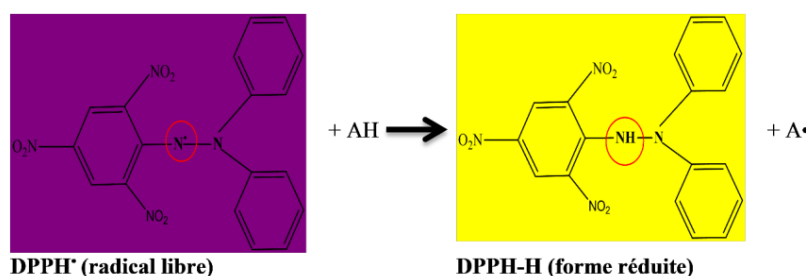
## II.2.6. Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante des différents extraits des fruits du genre *Xanthium* est évaluée en utilisant le test de l'activité scavenger du radical DPPH. Ce test vise à tester les différents mécanismes par lesquels les composants contenant dans les extraits exercent leur activité antioxydante.

### II.2.6.1. Piégeage du radical DPPH

#### ✚ Principe

La réduction du radical libre DPPH $^{\bullet}$  (2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV-Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance (Abs) à 517 nanomètres provoquée par les antioxydants (Molyneux, 2004). En présence des piégeurs des radicaux libres, le DPPH provoque un changement de couleur de la solution initiale du violet foncé au jaune suite à la réduction du DPPH en DPPH-H (diphényl-picrylhydrazine) (Figure 04).



**Figure 04** : Mécanisme réactionnel du DPPH en présence d'un antioxydant

L'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la concentration des antioxydants présents dans le milieu (**Adida et al., 2016**).

Cette méthode permet de mesurer le pouvoir piégeur et de calculer la concentration inhibitrice médiane IC<sub>50</sub> des substances antioxydantes.

### ✚ Mode opératoire

La capacité des extraits des fruits du genre *Xanthium* de réduire le radical libre stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) a été évaluée selon la méthode décrite par **Burits et Bucar (2000)**. Une masse de 25 mg de DPPH est dissout dans 100 ml de méthanol pour préparer une solution mère, la solution test a été préparée en diluant la solution mère de DPPH avec du méthanol jusqu'à obtention une absorbance de  $0,98 \pm 0,02$  à 517 nm. Un volume de 100 µL de chaque extrait à différentes concentration est ajouté à 2,5 ml la solution méthanolique de DPPH dilué. Le mélange est agité et maintenu à l'obscurité pendant 30 min. L'absorbance de la solution résultante est mesurée à 517 nm. Un contrôle est préparé en mélangeant 2,5 ml de DPPH avec 100 µL de solvant d'extraction.

L'acide ascorbique est utilisé comme antioxydant de référence (**Annexe 04**).

### ✚ Calcul de pourcentage d'inhibition

Le pourcentage de l'activité scavenger du radical DPPH• de chaque extrait est calculé comme suit :

$$\text{Activité scavenger du radical DPPH}\bullet \text{ (\%)} = [(A_c - A_t) / A_c] \times 100\%$$

- **Absorbance du contrôle (Ac)** : C'est l'absorbance du solvant avec seulement le DPPH.
- **Absorbance du test (At)** : C'est l'absorbance de la solution de DPPH contenant l'extrait.

- **Calcul de concentration inhibitrice (IC<sub>50</sub>)**

L'IC<sub>50</sub> est la concentration de l'acide ascorbique ou de l'extrait qui peut réduire 50% du DPPH. L'IC<sub>50</sub> est calculé à partir des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition (I%) en fonction de la concentration de chaque extrait. Cette valeur est comparée à celle trouvée pour

le composé de référence. Une faible valeur d'IC<sub>50</sub> indique une forte capacité de l'extrait à agir comme piègeur du DPPH.

### **II.2.7. Evaluation de l'activité antibactérienne**

L'activité antibactérienne des extraits a été évaluée en mesurant le diamètre des zones d'inhibition formées autour des puits contenant les extraits à tester, contre cinq souches bactériennes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Enterococcus faecalis*, selon la méthode rapportée par **Bouyahya et al. (2017)**.

#### **✓ Préparation des dilutions des extraits**

Les deux extraits, méthanolique et aqueux, des fruits du genre *Xanthium* ont été dilués.

#### **✓ Préparation du milieu Mueller-Hinton**

Une masse de 38 g de poudre de milieu Mueller-Hinton a été dissoute dans 1 L d'eau distillée. Le mélange a été chauffé jusqu'à dissolution complète, puis stérilisé par autoclave à 121 °C pendant 15 minutes. Après refroidissement, le milieu a été coulé dans des boîtes de Pétri (**Shehu et al., 2018**).

#### **✓ Préparation de la gélose nutritive**

Une quantité de 40 g de gélose nutritive a été dissoute dans 1 L d'eau distillée. Le mélange a été chauffé sur une plaque chauffante jusqu'à dissolution complète, puis stérilisé par autoclave à 121 °C pendant 15 minutes. Après refroidissement, le milieu a été versé dans des boîtes de Pétri.

#### **✓ Préparation du bouillon nutritif**

Une masse de 20 g de poudre de bouillon nutritif déshydraté a été dissous dans 1 L d'eau distillée. Le mélange a été agité lentement jusqu'à dissolution complète, réparti dans des tubes ou des flacons, puis stérilisé par autoclave à 121 °C pendant 15 minutes.

#### **✓ Préparation de l'inoculum**

Après solidification de la gélose nutritive dans les boîtes de Pétri, un isolat pur de chaque souche bactérienne a été cultivé sur les différentes plaques de gélose, puis incubé à 37 °C pendant 24 heures.

À l'issue de l'incubation, des colonies bien isolées ont été prélevées et suspendues dans 5 mL de solution physiologique stérile, de manière à obtenir une densité optique comprise entre 0,08 et 0,1, mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 625 nm.

✓ **Ensemencement et creuser des puits**

Les boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé ont été ensemencées par la technique d'écouvillonnage à partir de l'inoculum préparé. À l'aide d'une pipette Pasteur stérile, des puits de 6 mm de diamètre ont été creusés dans la gélose. Chaque puits a ensuite été rempli avec 50 µL de la substance à tester, aux concentrations de 200, 100 et 50 mg/mL. Enfin, les boîtes ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures.

✓ **Lecture**

La lecture des antibiogrammes a été faite par la mesure des diamètres des zones d'inhibition au tour des puits.

Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition (**Ponce *et al.*, 2003**).

- Non sensible (-) ou résistante : diamètre moins de 8 mm.
- Sensible (+) : diamètre entre 9 à 14 mm.
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre plus de 20 mm.

✓ **Détermination des CMI et CMB**

Pour la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI), il s'agit d'identifier la plus faible concentration d'un extrait capable d'inhiber la croissance bactérienne après un temps de contact avec celui-ci (**Michel Briand, 1986**).

La CMI a été déterminée selon la méthode de macrodilution en tube décrite par **Gregorio-Malbrán (2012)**, avec quelques modifications. Une solution mère à 470 mg/mL pour l'extrait méthanolique et à 360 mg/mL pour l'extrait aqueux, tous deux présentant une activité antimicrobienne, a été préparée.

Des dilutions en série ont été effectuées dans un bouillon nutritif afin d'obtenir des gradients de concentrations décroissantes allant de 117,5 à 7,34 mg/mL pour l'extrait méthanolique, et de 90 à 5,625 mg/mL pour l'extrait aqueux. Chaque tube contenant une dilution a été inoculé avec 1 mL d'une suspension bactérienne, conformément à la méthode décrite par **Lopardo *et al.* (2016)**. L'ensemble des tubes a été incubé à 35 °C pendant 24 heures en conditions aérobies.

Après incubation, la croissance bactérienne a été évaluée visuellement par observation de la turbidité.

Après détermination de la CMI, la concentration minimale bactéricide (CMB) a été évaluée. Pour cela, un prélèvement a été réalisé à l'aide d'une anse stérile à partir des puits ne présentant aucune culture visible. Chaque prélèvement a été ensemencé par stries sur une gélose Mueller-Hinton, puis incubé pendant 24 heures à 37 °C. La plus faible concentration d'extrait ne laissant survivre que 0,01 % des bactéries initiales après exposition correspond à la CMB (**Michel Briand, 1986**).

# **Résultats et discussion**

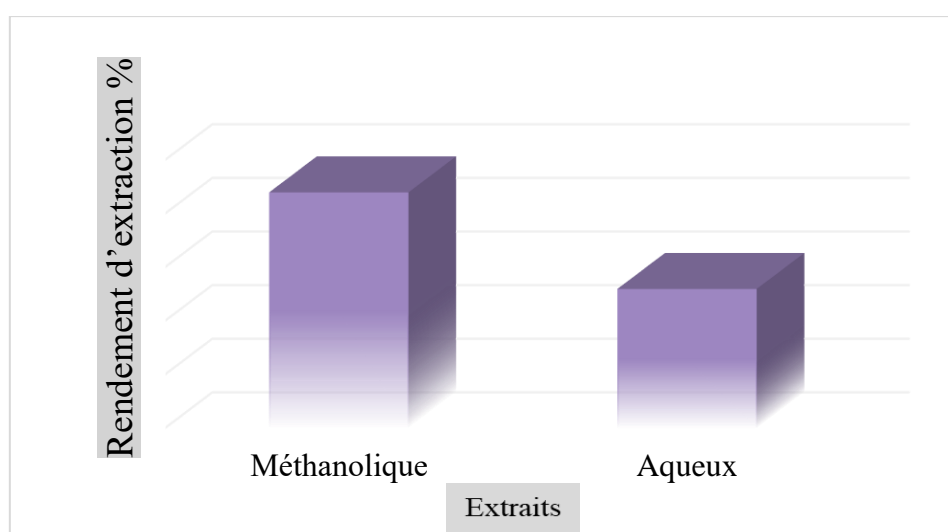
### III. Résultats et discussion

#### III.1. Etude phytochimique

##### III.1.1. Rendement d'extraction

La macération des fruits du genre *Xanthium* a permis d'obtenir des extraits de couleur marron, avec un rendement d'extraction de 4,4 % pour l'extrait méthanolique, ce qui est supérieur à celui obtenu avec l'extrait aqueux d'une valeur de 2,6 %.

Ces résultats montrent que le rendement d'extraction varie en fonction du solvant utilisé (Figure 5).



**Figure 05** : Rendement d'extraction d'extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre *Xanthium*.

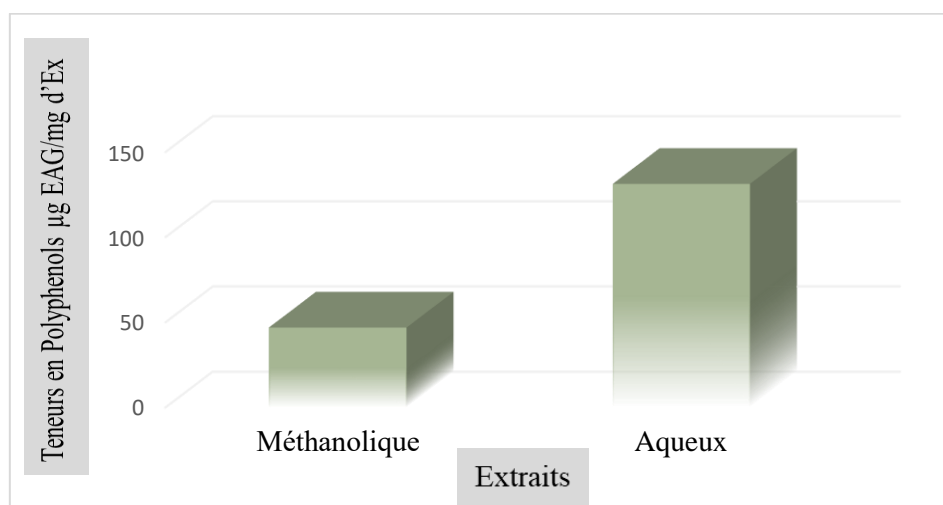
Ces valeurs sont nettement inférieures à celles rapportées par **Tenguria *et al.* (2013)**, qui ont obtenu un rendement d'extraction de 6,2 % pour les extraits aqueux des fruits de l'espèce *Xanthium strumarium*. Ce rendement reste également inférieur à celui rapporté par **Han *et al.* (2006)**, qui ont obtenu un rendement de 5,5 % pour un extrait éthanolique des fruits de *Xanthium sibiricum*.

Les variations de rendement d'extraction peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la nature et la concentration du solvant, la température, la méthode et la durée d'extraction, ainsi que la composition chimique de l'échantillon utilisé (**Santos *et al.*, 2012**).

### III.1.2. Teneurs en polyphénols totaux

L'analyse quantitative des phénols totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage exprimé en  $\mu\text{g}$  d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait ( $y = 0.0114x + 0.005$ ) (**Annexe 01**).

D'après nos résultats, les teneurs en polyphénols des extraits testés sont d'ordre de 46.84  $\mu\text{g}$  EAG/mg d'Ex et 131.24  $\mu\text{g}$  EAG/mg d'Ex respectivement pour l'extrait méthanolique et aqueux. (**Figure 06**).



**Figure 06** : Teneurs en polyphénols totaux d'extraits aqueux et méthanolique des fruits du genre *Xanthium*.

La comparaison de nos résultats avec ceux de **Tenguria et al. (2013)**, qui ont travaillé sur l'espèce *Xanthium strumarium*, révèle une teneur élevée en composés phénoliques (307  $\mu\text{g}$  EAG/mg) dans l'extrait aqueux, nettement supérieure à celle obtenue dans notre étude.

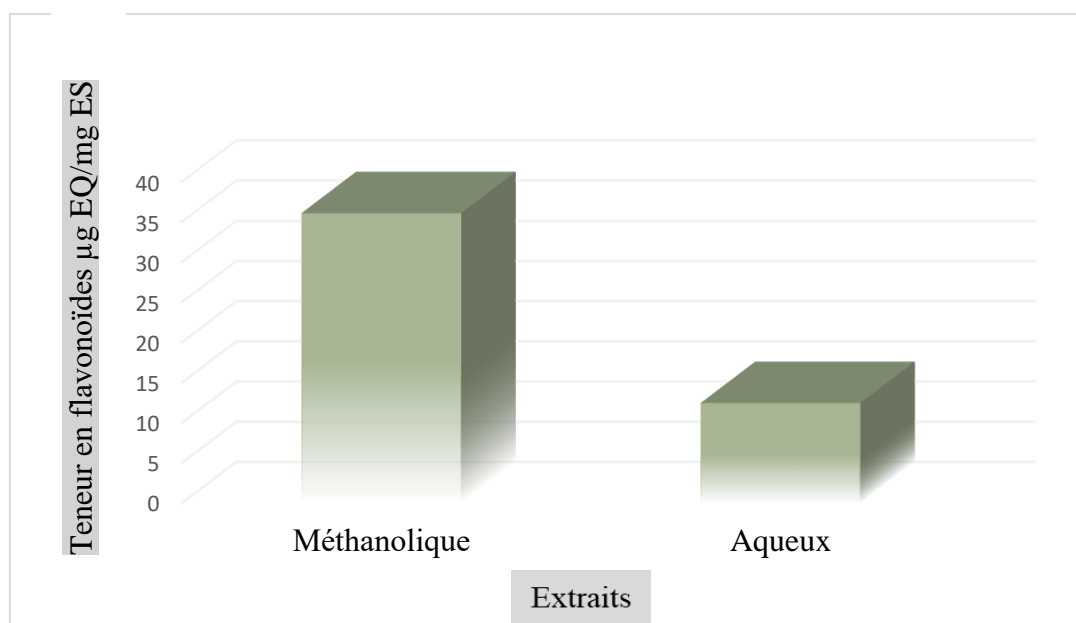
En revanche, une étude menée par **Han et al. (2006)** a montré que la teneur en polyphénols totaux de l'extrait éthanolique des fruits de *Xanthium sibiricum* était plus faible (14,4  $\mu\text{g}$  EAG/mg) que celle rapportée dans notre travail.

Ces différences de teneur en composés phénoliques, observées entre différentes espèces, mais aussi au sein de la même espèce, peuvent être attribuées à plusieurs facteurs : des conditions extrinsèques telles que le climat ou la température, des facteurs génétiques (variété et origine des espèces), des paramètres physiologiques (stade de maturité, type d'organe végétal utilisé), ainsi que la durée et les conditions de stockage (**Ksouri et al., 2009**).

### III.1.3. Teneur en flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des extraits aqueux et méthanolique des fruits du genre *Xanthium* ont été exprimées en microgramme équivalent de quercétine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ/mg Ex}$ ), en se référant à une courbe d'étalonnage établie selon l'équation :  $y = 0,029x + 0,048$  (**Annexe 03**).

Le résultat obtenu a révélé que l'extrait méthanolique des fruits du genre *Xanthium* présente une teneur de  $36.68 \mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait, tandis que l'extrait aqueux montre une teneur d'ordre de  $12.21 \mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait (**Figure 07**).



**Figure 07** : Teneur en flavonoïdes totaux des extraits aqueux et méthanolique des fruits du genre *Xanthium*.

Comparativement, **Grati et al. (2022)** ont rapporté une teneur en flavonoïdes beaucoup plus élevée, atteignant  $204,57 \text{ mg EQ/g}$  dans l'extrait méthanolique des fruits de *Calendula aegyptiaca*, une espèce appartenant à la même famille. En ce qui concerne l'extrait aqueux, les fruits du genre *Xanthium* ont été peu étudiés. Toutefois, en comparant les extraits de fruits à ceux des parties aériennes d'autres genres de la même famille, **Aktumsek et al. (2013)** ont observé une teneur élevée en flavonoïdes ( $29,43 \text{ mg EQ/g}$ ) dans un extrait aqueux.

Les différences observées dans les teneurs en flavonoïdes peuvent s'expliquer par divers facteurs, notamment les conditions environnementales et climatiques, la période de collecte, les caractéristiques génétiques des plantes, ainsi que les conditions expérimentales appliquées (**Boudjouref, 2011**).

## III.2. Activité antioxydante

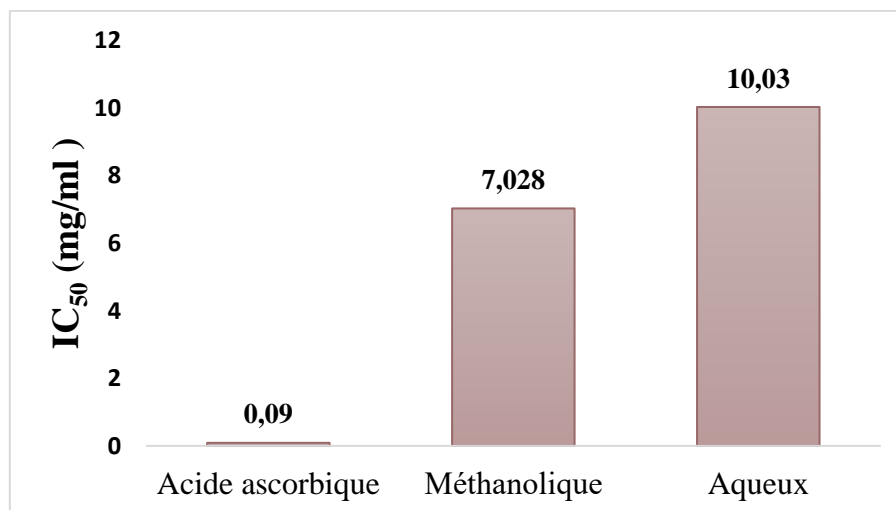
### III.2.1. Effet piègeur envers le radical DPPH

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a augmenté de manière dose-dépendante pour les extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre *Xanthium*. L'extrait méthanolique a montré une activité antioxydante plus marquée, avec un taux d'inhibition de 23 % à 0,75 mg/ml et de 68 % à 15 mg/ml. En comparaison, l'extrait aqueux a présenté des inhibitions respectives de 14 % et 70 % aux mêmes concentrations.

Cette progression est illustrée par les courbes d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations, mettant en évidence une efficacité antioxydante croissante avec l'augmentation de la concentration (**Annexes 8 et 9**).

L'activité antiradicalaire des extraits a été comparée à celle de l'acide ascorbique, utilisé comme antioxydant de référence, et exprimée en termes d'IC<sub>50</sub>. Ce paramètre correspond à la concentration de l'extrait nécessaire pour inhiber 50 % des radicaux DPPH présents dans le mélange réactionnel ; une valeur d'IC<sub>50</sub> plus faible traduit une activité antioxydante plus élevée (**Annexe 4**).

L'IC<sub>50</sub> de l'ensemble des extraits est présenté dans la figure ci-dessous (**Figure 08**), avec des valeurs exprimées en mg/ml.



**Figure 08** : Valeurs d'IC<sub>50</sub> des différents extraits des fruits du genre *Xanthium* et de l'acide ascorbique.

Nos résultats ont révélé une meilleure activité antiradicalaire de l'extrait méthanolique des fruits du genre *Xanthium*, avec une valeur d'IC<sub>50</sub> de 7,028 mg/ml, comparée à celle de l'extrait aqueux, dont l'IC<sub>50</sub> s'élève à 10,03 mg/ml.

En revanche, l'antioxydant de référence, l'acide ascorbique, a présenté une activité antioxydante nettement plus élevée, avec une IC<sub>50</sub> de 0,09 mg/ml (soit 90 µg/ml), soulignant son efficacité supérieure par rapport aux extraits testés.

L'extrait méthanolique s'est montré actif vis-à-vis du radical DPPH, bien que son efficacité soit largement inférieure à celle rapportée par **Malpani et al. (2019)** pour l'extrait éthanolique des fruits de *Xanthium strumarium*, dont l'IC<sub>50</sub> était de 0,044 mg/ml. Cette différence pourrait s'expliquer par le type de solvant utilisé, les conditions d'extraction, ou encore par des variations dans la composition en métabolites secondaires.

Par ailleurs, lorsqu'on le compare à l'extrait méthanolique de *Silybum marianum*, une espèce de la même famille, dont l'IC<sub>50</sub> a été estimée à 0,69 mg/ml selon **Aldayel (2023)**, l'extrait de *Xanthium* montre une activité antioxydante relativement faible.

L'extrait aqueux, quant à lui, bien qu'affichant une IC<sub>50</sub> de 10,03 mg/ml, témoigne d'une certaine capacité de piégeage des radicaux DPPH. Néanmoins, cette activité reste modérée comparativement à celle rapportée par **Huang et al. (2011)** pour *Xanthium strumarium*, dont l'IC<sub>50</sub> variait entre 0,05 et 0,2 mg/ml, indiquant une bien meilleure efficacité antioxydante.

### III.3. Activité antibactérienne

#### III .3.1. Test de toxicité de DMSO ou control négatif

Lorsque les extraits sont destinés à des essais biologiques, la toxicité potentielle du solvant devient un paramètre critique. Même à l'état de traces, un solvant inadapté peut interférer avec les réponses biologiques observées. Il est donc essentiel de tenir compte de ses interactions possibles entre le solvant et les composés dissous. Certains solvants peuvent provoquer des réactions indésirables de certains constituants.

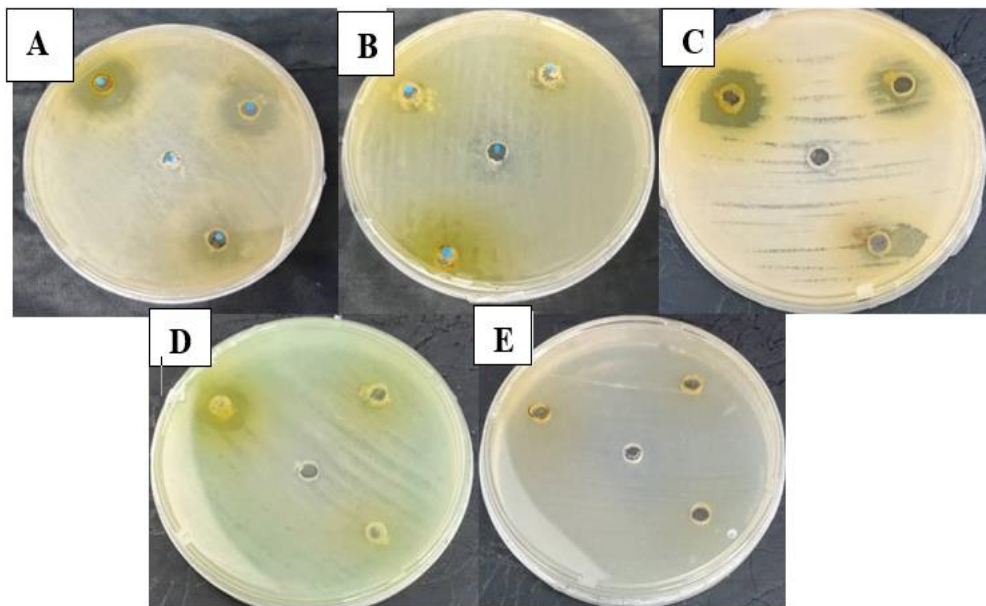
Le **diméthylsulfoxyde (DMSO)** a été évalué en tant que solvant. Les résultats obtenus indiquent qu'il est approprié pour les tests microbiens, ne présentant aucun effet inhibiteur sur la croissance normale des souches bactériennes utilisées.

### III .3.2. Sensibilité des bactéries aux extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre *Xanthium*

Après 24 heures d'incubation à 37°C, les résultats sont exprimés par des diamètres de zones d'inhibition exercées par les différentes concentrations des extrais méthanolique et aqueux des fruits de la plante étudiée.

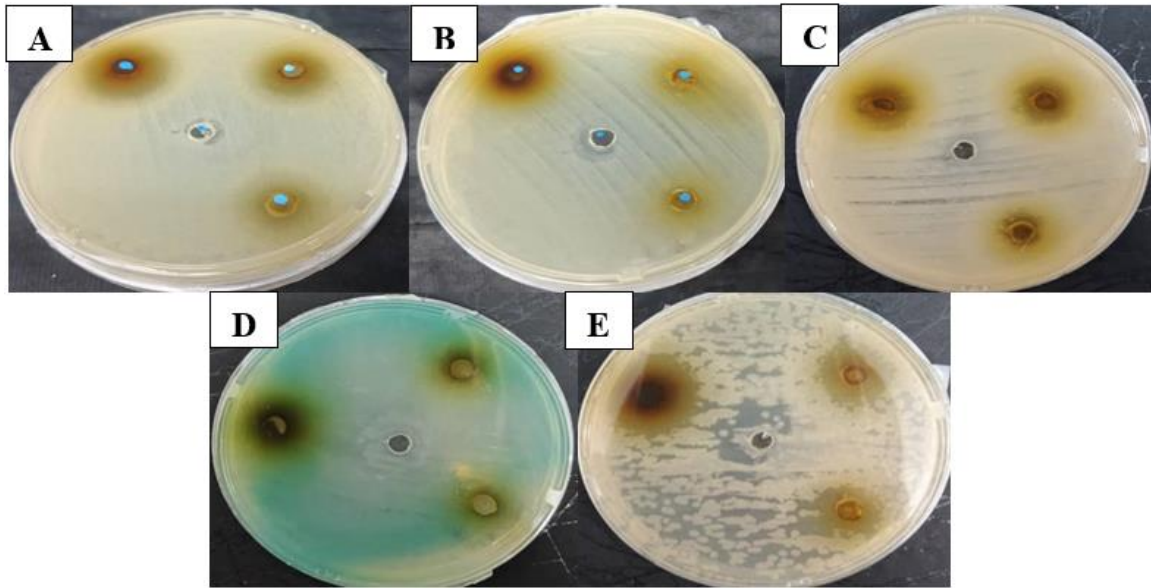
D'après les résultats obtenus, on observe que le diamètre des zones d'inhibition augmente proportionnellement à la concentration des extraits testés. Les deux extraits, méthanolique et aqueux, se sont révélés actifs contre les trois souches bactériennes à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Enterococcus faecalis*), indiquant une efficacité antimicrobienne notable.

Les résultats détaillés sont présentés dans la **figure 09** pour l'extrait méthanolique et dans la **figure 10** pour l'extrait aqueux.



**Figure 09 :** Zones d'inhibition de l'extrait méthanolique des fruits du genre *xanthium* aux différentes souches bactériennes testées.

**A :** *Staphylococcus aureus*, **B :** *Escherichia coli*, **C :** *Bacillus subtilis*, **D :** *Pseudomonas aeruginosa*, **E :** *Enterococcus faecalis*



**Figure 10 :** Zones d’inhibition de l’extrait aqueux des fruits du genre *Xanthium* à différentes concentrations vis-à-vis des souches bactériennes testées. **A :** *Staphylococcus aureus*, **B :** *Escherichia coli*, **C :** *Bacillus subtilis*, **D :** *Pseudomonas aeruginosa*, **E :** *Enterococcus faecalis*

L’extrait méthanolique a induit des zones d’inhibition comprises entre 18 et 22 mm à la concentration de 200 mg/ml, entre 15 et 18 mm à 100 mg/ml, et entre 8 et 15 mm à 50 mg/ml (**Tableau III**).

**Tableau III :** Diamètre des zones d’inhibition (en mm) de différentes concentrations de l’extrait méthanolique (mg/ml).

Bactéries testées	Concentration (mg mL-1)		
	50	100	200
<i>Staphylococcus aureus</i>	15	18	22
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0
<i>Bacillus subtilis</i>	8	15	18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0
<i>Enterococcus faecalis</i>	0	0	0

Par ailleurs, l’extrait aqueux a présenté des zones d’inhibition comprises entre 16 et 21 mm à la concentration de 200 mg/ml, entre 12 et 16 mm à 100 mg/ml, et entre 9 et 12 mm à la plus faible concentration de 50 mg/ml (**Tableau IV**).

**Tableau IV** : Diamètre des zones d'inhibition (en mm) de différentes concentrations de l'extrait aqueux (mg/ml).

Bactéries testées	Concentration (mg mL <sup>-1</sup> )		
	50	100	200
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	15	20
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0
<i>Bacillus subtilis</i>	9	12	16
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0
<i>Enterococcus faecalis</i>	12	16	21

Il n'existe pas de différence marquée entre l'activité antimicrobienne des extraits aqueux et méthanolique vis-à-vis des souches testées, à l'exception de *Enterococcus faecalis*, pour laquelle seul l'extrait aqueux a induit une zone d'inhibition, contrairement à l'extrait méthanolique.

Le profil d'activité antimicrobienne des deux extraits montre que *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible, présentant les plus grandes zones d'inhibition à toutes les concentrations testées.

Aucune activité antibactérienne n'a été observée vis-à-vis des bactéries à Gram<sup>-</sup> *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*. Ces souches se sont révélées fortement résistantes, ne présentant aucune zone d'inhibition, quelle que soit la concentration testée des extraits.

La plus petite zone d'inhibition enregistrée est celle de l'extrait méthanolique contre *Bacillus subtilis*, avec un diamètre de 8 mm à la concentration de 50 mg/ml. En revanche, la plus grande zone d'inhibition a été observée pour l'extrait méthanolique vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*, avec un diamètre de 22 mm à 200 mg/ml, suggérant une activité antibactérienne proportionnelle à la concentration des substances bioactives présentes dans l'extrait.

Globalement, l'extrait méthanolique a démontré une meilleure efficacité contre *Staphylococcus aureus*, tandis que l'extrait aqueux s'est révélé plus actif contre *Enterococcus faecalis*. L'analyse comparative des extraits testés indique une forte activité contre les bactéries à Gram<sup>+</sup>, avec des zones d'inhibition variant entre 8 et 22 mm, et une absence totale d'activité contre les souches à Gram<sup>-</sup>. Selon **Ponce et al. (2003)**, un extrait est considéré actif s'il induit une zone d'inhibition d'au moins 8 mm, ce qui est le cas dans la majorité des résultats obtenus.

Ces observations concordent avec les résultats de **Cerdeiras et al. (2007)**, qui ont mis en évidence une activité antimicrobienne notable des extraits des fruits de *Xanthium cavanillesii*. L'extrait méthanolique, notamment, a montré une forte activité contre *Staphylococcus aureus* (22 mm) et *Bacillus subtilis* (18 mm), en accord avec les données rapportées par **Ingawale et al. (2018)** et **Zazharskyi et al. (2024)**, qui ont observé des zones d'inhibition respectives de 18,7 mm et 15 mm contre les mêmes souches.

L'extrait aqueux, quant à lui, a également produit des zones d'inhibition significatives, ne différant pas notablement de celles induites par l'extrait méthanolique. Ce résultat est en ligne avec les travaux de **Cerdeiras et al. (2007)**, qui ont également démontré l'efficacité antimicrobienne de l'extrait aqueux de *Xanthium cavanillesii* contre des bactéries à Gram<sup>+</sup>, telles que *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Enterococcus faecalis*.

En revanche, nos résultats n'ont révélé aucune activité contre *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, contrairement à ceux de **Cerdeiras et al. (2007)** et **Zazharskyi et al. (2024)**, qui ont rapporté une activité modérée de ces extraits contre les mêmes bactéries. Cette divergence pourrait être attribuée à des différences dans la méthode d'extraction, la concentration des extraits, ou encore à la variabilité chimique des échantillons utilisés.

Il est bien établi que les bactéries à Gram<sup>+</sup> sont généralement plus sensibles aux extraits de plantes que les Gram<sup>-</sup> (**Koné et al., 2004 ; Turkmen et al., 2007 ; Shan et al., 2007**). Cette différence de sensibilité est souvent attribuée à la structure de la paroi cellulaire : les bactéries à Gram<sup>-</sup> possèdent une membrane externe additionnelle contenant des lipopolysaccharides, qui agit comme une barrière empêchant la pénétration des composés antimicrobiens, à l'inverse des bactéries à Gram<sup>+</sup> qui ont une paroi plus perméable.

### III .3.3. Détermination de la CMI et la CMB

Après avoir mis en évidence l'activité antibactérienne des extraits par la méthode de diffusion en puits, nous avons entrepris la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) des extraits les plus actifs vis-à-vis des bactéries à Gram<sup>+</sup>, à savoir *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* (**Annexes 10 et 11**). La CMI représente la plus faible concentration de l'extrait capable d'inhiber visiblement la croissance bactérienne après incubation.

Dans un second temps, et afin de mieux évaluer le potentiel bactéricide des extraits, nous avons procédé à la détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB). Cette

dernière correspond à la plus faible concentration de l'extrait permettant d'éliminer 99,9 % des bactéries viables.

Les valeurs des CMI et des CMB, exprimées en mg/ml, obtenues pour chaque extrait sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (**Tableau V**).

**Tableau V** : Valeurs de CMI et CMB (mg/ml) de différents extraits.

Bactéries testées	Concentration (mg mL-1)			
	E. méthanolique		E. aqueux	
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)
<i>Staphylococcus aureus</i>	29.375	117.5	45	> 45
<i>Bacillus subtilis</i>	14.6875	29.375	22.5	90

Les paramètres de CMI (concentration minimale inhibitrice) et CMB (concentration minimale bactéricide) ont été utilisés pour évaluer le potentiel antibactérien des extraits testés. Les valeurs de CMI obtenues pour l'extrait méthanolique étaient respectivement de 29,375 mg/ml pour *Staphylococcus aureus* et de 14,6875 mg/ml pour *Bacillus subtilis*. En revanche, l'extrait aqueux a présenté des valeurs plus élevées, soit 45 mg/ml pour *Staphylococcus aureus* et 22,5 mg/ml pour *Bacillus subtilis*, indiquant une activité antibactérienne moins marquée.

Ces résultats sont à comparer à ceux de **Cerdeiras et al. (2007)**, qui ont rapporté pour l'espèce *Xanthium cavanillesii* des CMI beaucoup plus faibles : 2,5 mg/ml pour l'extrait méthanolique et entre 5 et 10 mg/ml pour l'extrait aqueux. Cette différence peut s'expliquer par des facteurs tels que l'espèce végétale utilisée, la partie de la plante exploitée, la méthode de préparation des extraits, le solvant employé ainsi que la variabilité de sensibilité des souches bactériennes (**Loziene et al., 2005**).

Concernant les résultats de CMB (**Annexe 12**), ceux-ci varient en fonction de l'extrait et de la souche bactérienne testée. L'analyse des rapports CMB/CMI montre qu'ils sont inférieurs ou égaux à 4 pour tous les extraits évalués. Selon les critères de **Berche et al. (1991)**, un rapport CMB/CMI  $\leq 4$  traduit un effet bactéricide, tandis qu'un rapport  $> 4$  indique un effet bactériostatique. Ainsi, nos résultats démontrent que les extraits méthanolique et aqueux des fruits du genre *Xanthium* possèdent une activité bactéricide à l'égard des deux souches à Gram positif étudiées.

# Conclusion

## Conclusion

La flore algérienne, riche et variée, constitue un réservoir précieux de plantes médicinales. Parmi elles, le genre *Xanthium*, appartenant à la famille des Astéracées, se distingue par ses nombreuses propriétés thérapeutiques.

Le présent travail s'inscrit dans une démarche de valorisation de cette plante à travers une étude phytochimique et l'évaluation de ses activités biologiques.

L'analyse phytochimique a mis en évidence la présence de polyphénols et de flavonoïdes dans les extraits de *Xanthium*, avec une variation selon le solvant utilisé. L'extrait méthanolique s'est révélé plus riche en flavonoïdes, tandis que l'extrait aqueux a présenté une teneur plus élevée en polyphénols.

Sur le plan biologique, les deux extraits ont manifesté une activité antioxydante dose-dépendante, avec une efficacité plus marquée pour l'extrait méthanolique ( $IC_{50} = 7,028$  mg/ml) par rapport à l'extrait aqueux ( $IC_{50} = 10,03$  mg/ml). Cette activité pourrait être attribuée à la richesse en composés phénoliques, capables de neutraliser les radicaux libres.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a révélé une efficacité significative des deux extraits vis-à-vis des bactéries à Gram positif. En revanche, aucune inhibition n'a été observée contre les souches à Gram négatif, ce qui pourrait s'expliquer par la structure complexe et plus résistante de leur membrane externe.

En conclusion, cette étude confirme le potentiel thérapeutique des extraits de *Xanthium* et corrobore leur usage en médecine traditionnelle. Elle ouvre la voie à des investigations complémentaires, notamment pour l'isolement et la caractérisation des composés actifs, l'évaluation de la toxicité chronique, ainsi que l'exploration d'autres propriétés pharmacologiques.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Ababsa, Z. (2009).** Caractérisation pharmacotoxicologique et étude phytochimique de *Centaurea dimorpha* (Thèse de magistère, Université Mentouri, Constantine, Algérie).
- Adida, H., Benariba, N., Bechiri, A., Chekroun, E., & Djaziri, R. (2016).** Phytochemical study and evaluation of the antiradical activity of extracts of *Pituranthos scoparius*. *Phytothérapie*, 45, 441–450.
- Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G. O., Cakmak, Y. S., & Duran, A. (2013).** Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea* L. species. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 290–296.
- Aldayel, M. F. (2023).** Potential antibacterial and antioxidant inhibitory activities of *Silybum marianum* mediated biosynthesised He-Ne laser. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30, 103795.
- Amin, S., Barkatullah, & Khan, H. (2016).** Pharmacology of *Xanthium* species: A review. *Journal of Phytopharmacology*, 5(2), 126–127.
- Ammour, F. (2020).** Étude de l'effet du gasoil sur la germination et la croissance de la lampourde *Xanthium strumarium* L. (Asteraceae) au laboratoire [Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou]. Université Mouloud Mammeri.
- Berche, P., Gaillard, J.-L., & Simonet, M. (1991).** *Les bactéries des infections humaines*. Éditions Flammarion, Médecine et Sciences.
- Boudjouref, M. (2011).** Étude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. [Thèse de magistère, Université de Sétif].
- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., & Dakka, N. (2017).** Phytochemical screening and evaluation of antioxidant and antibacterial activities of *Origanum compactum* extracts. *Phytothérapie*, 15, 1–5.
- Burits, M., & Bucar, F. (2000).** Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14(5), 323–328.
- Cardeiras, M. P., Alborés, S., Etcheverry, S., & Ferreira, F. (2007).** Antimicrobial activity of *Xanthium cavanillesii* extracts. *Pharmaceutical Biology*, 45(3), 251–254.
- Colodel, E. M., Driemeier, D., Cruz, C. E. F., & Barros, C. S. L. (2000).** Intoxicação experimental pelos frutos de *Xanthium cavanillesii* (Asteraceae) em bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 20, 31–38.
- Dacosta, Y. (2003).** *Les phyto nutriments bioactifs*. Paris : Éditions Yves Dacosta.
- Daglia, M., Papetti, A., Mascherpa, D., Grisoli, P., Giusto, G., Lingström, P., ... & Gazzani, G. (2011).** Plant and fungal food components with potential activity on the development of microbial oral diseases. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*.
- Delaveau, P. (1987).** *Les épices : Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments* (p. 372). Paris : Albin Michel.
- Dobignard, A., & Chatelain, C. (2010).** *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord* (Vols. 1–4). Genève : C.J.B.G.
- Doucet, R. (2013).** *Les mauvaises herbes agricoles* (1<sup>re</sup> éd.). Berger.
- Ezziat, L. (2015).** *Enquête ethnobotanique sur les plantes antidiabétiques auprès des herboristes de la ville de Fès* [Mémoire de Master, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc, Faculté des sciences et techniques – Fès].
- Fan, W., Fan, L., Peng, C., Zhang, Q., Wang, L., Li, L., Wang, J., Zhang, D., Peng, W., & Wu, C. (2019).** Traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology, pharmacokinetics and toxicology of *Xanthium strumarium* L.: A review. *Molecules*, 24(2), 359.
- Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy, T. F., & Robinson, H. E. (2009).** Classification of Compositae. In V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, & R. J. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae* (pp. 171–189). Vienna: International Association for Plant Taxonomy.

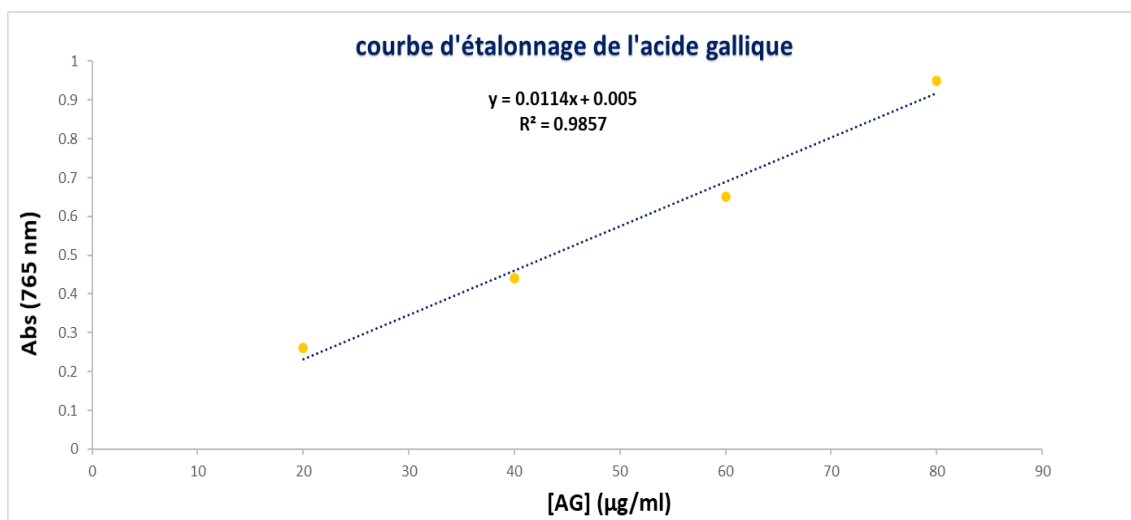
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370–1373.
- Grati, W., Samet, S., Bouzayani, B., Ayachi, A., Treilhou, M., Téné, N., & Mezghani-Jarraya, R. (2022). HESI-MS/MS analysis of phenolic compounds from *Calendula aegyptiaca* fruits extracts and evaluation of their antioxidant activities. *Molecules*, 27(7), 2314.
- Gregorio-Malbrán, C. (2012). *Méthode de détermination de la sensibilité antimicrobienne par dilution : Test MIC* (Vol. 32, pp. 1–48).
- Guignard, J. L. (1994). *Abrégé de botanique* (9<sup>e</sup> éd., pp. 203–204).
- Han, T., Li, H. L., Hu, Y., Zhang, Q. Y., Huang, B. K., Zheng, H. C., & Qin, L. P. (2006). Phenolic acids in *Fructus Xanthii* and determination of contents of total phenolic acids in different species and populations of *Xanthium* in China. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao*, 4(2), 194–198.
- Harborne, J. B., & Swain, T. (1963). *Perspectives in phytochemistry*. London & New York: Academic Press.
- Huang, M. H., Wang, B. S., Chiu, C. S., Amagaya, S., Hsieh, W. T., Huang, S. S., Shie, P. H., & Huang, G. J. (2011). Antioxidant, antinociceptive, and anti-inflammatory activities of *Xanthii Fructus* extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 135(3), 545–552.
- Ingawale, A. S., Sadiq, M. B., Nguyen, L. T., & Ngan, T. B. (2018). Optimization of extraction conditions and assessment of antioxidant,  $\alpha$ -glucosidase inhibitory and antimicrobial activities of *Xanthium strumarium* L. fruits. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 14, 40–47.
- Jahodár, L., & Klekáková, J. (1999). *Journal of Chemistry*, 93, 320–326.
- Jeanmonod, D., & Gamisans, J. (2007). *Flora Corsica*. Aix-en-Provence : Édisud.
- Kamboj, A., & Saluja, A. K. (2010). Phytopharmacological review of *Xanthium strumarium* L. (Cocklebur). *International Journal of Green Pharmacy*, 4(2), 129–139.
- Koné W.M., Kamanzi Atindehou K., Terreaux C., Hostettmann K., Traoré D., Dosso M., (2004). Traditional medicine in North Côte-d'Ivoire: screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *J Ethnopharmacol*. 93 : 43-49.
- Ksouri, R., Falleh, H., Megdiche, W., Trabelsi, N., Hamdi, B., & Chaieb, K. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 47(9), 2083–2091.
- Lopardo, H. A., Gobet, L. M., Viegas-Caetano, J. A., Moviglia, A. M., Vigliarolo, L. O., & Suárez, M. C. (2016). *Introduction à la microbiologie clinique*. Éditions de l'Université de La Plata.
- Loretti, A. P., Colodel, E. M., Driemeier, D., & Barros, C. S. L. (1999). Intoxicação experimental pelos frutos de *Xanthium cavanillesii* (Asteraceae) em ovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 19, 71–78.
- Loziene, K., & Venskutonis, P. R. (2005). Influence des facteurs environnementaux et génétiques sur la stabilité de la composition en huiles essentielles de *Thymus pulegioides*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33, 517–525.
- Malpani, M. O., Rajput, P. R., Chinchole, K. V., Kapse, S. S., & Ambarkar, K. S. (2019). Phytochemical screening and antioxidant activity of extracts of *Xanthium strumarium*, *Chrysanthemum* and their mixture. *Rasayan Journal of Chemistry*, 12(4), 1901–1908.
- Mamarot, J. (2002). *Mauvaises herbes des cultures* (2<sup>e</sup> éd., 540 p.). Paris: ACTA.
- Masvingwe, C., & Mavengwa, M. (1998). Toxicological evaluation of the plant *Xanthium strumarium* in pigs in Zimbabwe. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 4, 113–119.
- Michel-Briand, Y. (1986). *Mécanismes moléculaires de l'action des antibiotiques* (Collection de biologie moléculaire). Masson.
- Milane, H. (2004). *La quercétine et ses dérivés : Molécules à caractère peroxydant ou thérapeutiques* [Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur Strasbourg I]. 155 p.

- Mogue, I., Bayaga, H., Fokunang, E. T., Njinkio, N. B., Tamanji, V., Tabi, Y. O., Ngono Mballa, R., Gonsu Kamga, H., Mbacham, F. W., & Fokunang, C. N. (2021).** Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti *Salmonella Typhi* des extraits de *Combretum micranthum* (Combretaceae). *Health Sciences and Diseases*, 22(6), 1–6.
- Molyneux, P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211–219.
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., & Vojnov, A. A. (2006).** Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research*, 40(2), 223–231.
- Ponce, A. G., Fritz, R., del Valle, C. E., & Roura, S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7), 679–684.
- Sagdic, O., Kuscü, A., Özcan, M., & Özcelik, S. (2002).** Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 19(5), 473–480.
- Scherer, R., & Godoy, H. T. (2014).** Effects of extraction methods of phenolic compounds from *Xanthium strumarium* L. and their antioxidant activity. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16(1), 41–46.
- Sharifi-Rad, J., Hoseini Alfatemi, S. M., Sharifi-Rad, M., & Iriti, M. (2013).** In-vitro antioxidant and antibacterial activities of *Xanthium strumarium* L. extracts on methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Ancient Science of Life*, 33(2), 109–113.
- Shimizu, H., Kiyohara, Y., Kato, I., Kitazono, T., Tanizaki, Y., Kubo, M., Ueno, H., Ibayashi, S., Fujishima, M., & Iida, M. (2003).** Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: The Hisayama study. *Stroke*, 35, 2072–2077.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
- Stuart, B. P., Cole, R. J., Gosser, H. S., & Jortner, B. S. (1981).** Cocklebur (*Xanthium strumarium* var. *strumarium*) intoxication in swine: Review and redefinition of the toxic principle. *Veterinary Pathology*, 18(3), 368–383.
- Shehu, Z., Lamayi, D. W., Sabo, M. A., & Shafiu, M. M. (2018).** Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite on *Escherichia Coli* and *Pseudomonas Aeruginosa*. *Research Journal of Nanoscience and Engineering*, 2(2), 23-29.
- Shan B., Cai Y.Z., Brooks J.D., Corke H., (2007).** The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International J Food Microbiology*. 117: 112-119.
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959).** The phenolic constituents of *Prunus domestica*—I—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(1), 63–81.
- Santos, R. D., Shetty, K., Lourenço, A., & Miglioranza, L. (2012).** Phenolic compound and total antioxidant activity determination in rosemary and oregano extract. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2), 655–664.
- Taofiq, O., Martins, A., Barreiro, M. F., & Ferreira, I. C. (2016).** Anti-inflammatory potential of mushroom extracts and isolated metabolites. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 193–210.
- Tchamdja, K. M. (1995).** *Étude de performance d'un extracteur artisanal pour la production d'essence de citronnelle* [Mémoire d'ingénieur des travaux biologiques, École Supérieure des Techniques Biologiques Appliquées (ESTBA), Université de Bénin]. 95 p.
- Tenguria, M., Joshi, P., & AHIRWAR, K. K. (2013).** Estimation of total polyphenolic content and antibiogram studies of leaf and fruit aqueous extracts of *Xanthium*. *Science Secure Journal of Biotechnology*, 2(3), 83–87.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2003).** *Introduction à la Microbiologie*. France : Éditions du Renouveau Pédagogique.
- Turgut, M., Başaran, M. M., Gürsoy, M. H., & Başaran, N. (2005).** Carboxyatractyloside poisoning in humans. *Annals of Tropical Paediatrics*, 25.

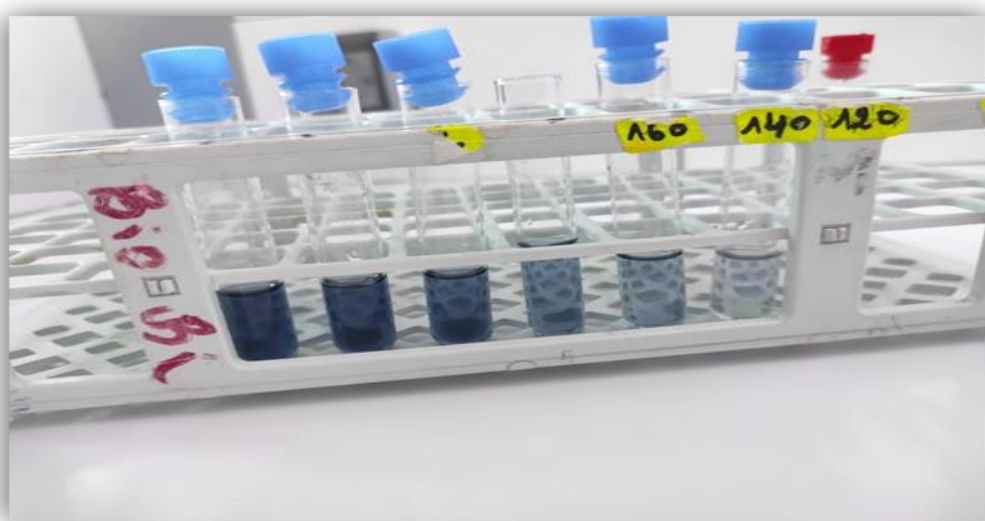
- Turkmen, N., Velioglu, Y. S., Sari, F., & Polat, G. (2007).** *Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. Molecules, 12(3), 484–496.*
- Tutin, T. G., Löve, D., & Hansen, A. (1976).** *Flora Europaea* (Vol. 4). Cambridge: Cambridge University Press.
- Valko, M., Rhodes, C. J. B., Moncol, J., Izakovic, M. M., & Mazur, M. (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions, 160(1), 1–40.*
- Weaver, S. E., & Lechowicz, M. J. (1983).** The biology of Canadian weeds. 56. *Xanthium strumarium* L. *Canadian Journal of Plant Science, 63(1), 211–225.*
- Yaye, Y. G., KRA, A. K. M., ACKAH, J. A. A. B., & Djaman, A. J. (2011).** Évaluation de l'activité antifongique et essai de purification des principes actifs des extraits de terminaliamantaly (h. perrier), une combretacée, sur la croissance in vitro de candida albicans. *Bulletin de la société royale des sciences de liège.80, 953- 964.*
- Zazharskyi, V. V., Brygadyrenko, V. V., Boyko, O. O., Bilan, M. V., & Zazharska, N. M. (2024).** Antibacterial and anthelmintic activities of *Xanthium strumarium* (Asteraceae) extracts. *Regulatory Mechanisms in Biosystems, 15(1), 129–133.*

# **Annexes**

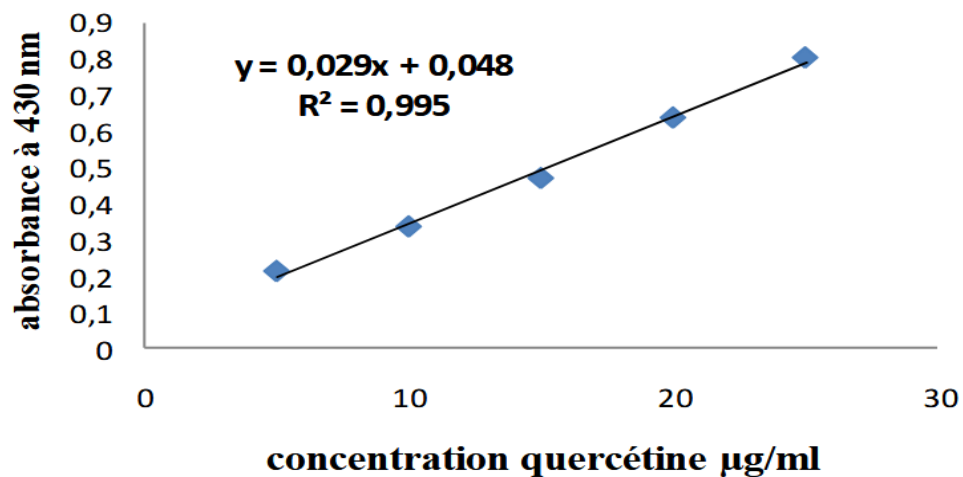
## Annexes



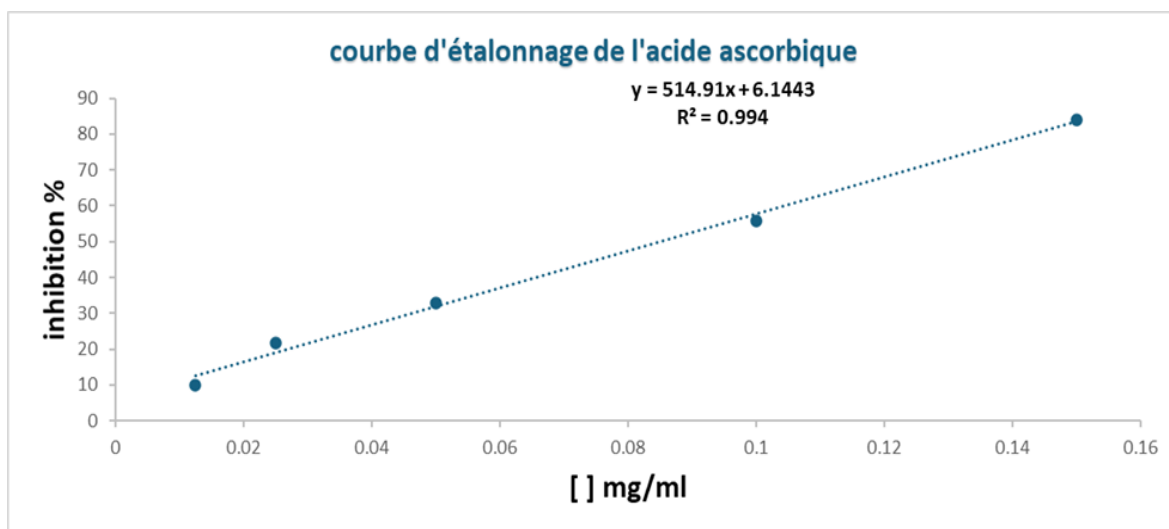
**Annexe 01** : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.



**Annexe 02** : Image montrant les résultats de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique  
(Photographie originale)



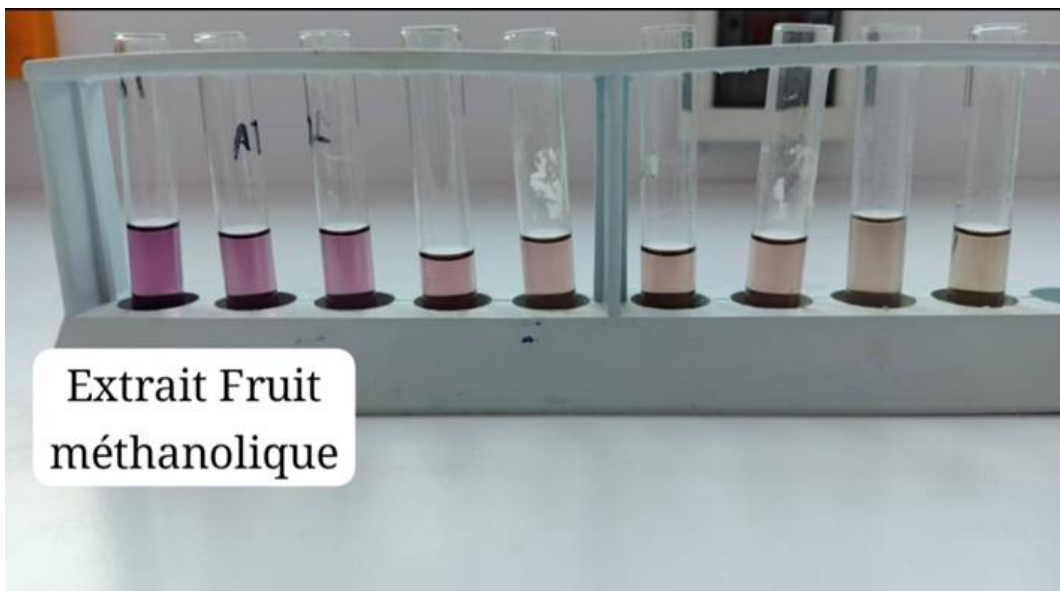
**Annexe 03** : Courbe d'étalonnage de la quercétine.



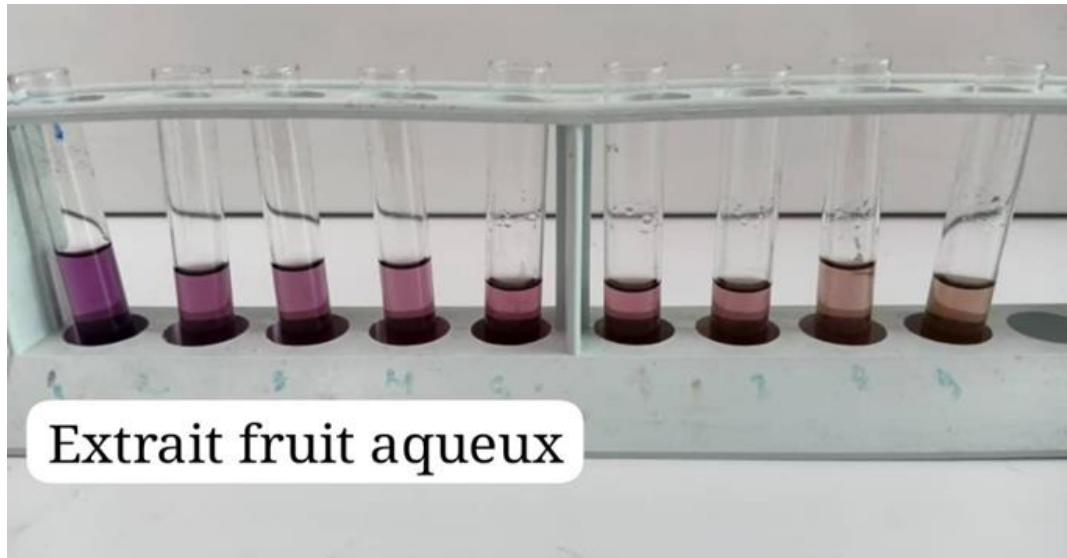
**Annexe 04** : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique (DPPH).



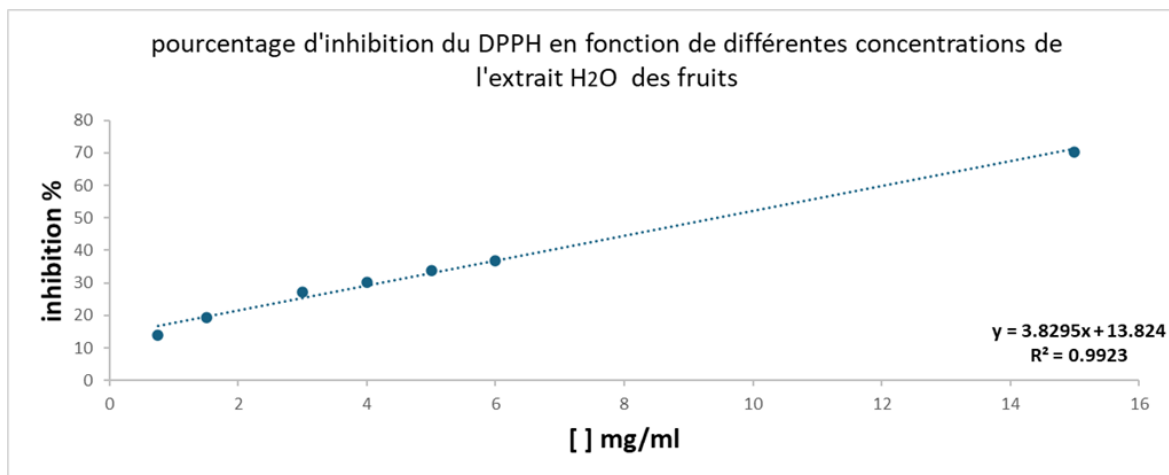
**Annexe 05** : Image montrant les résultats de la gamme d'étalonnage de l'activité antioxydante.



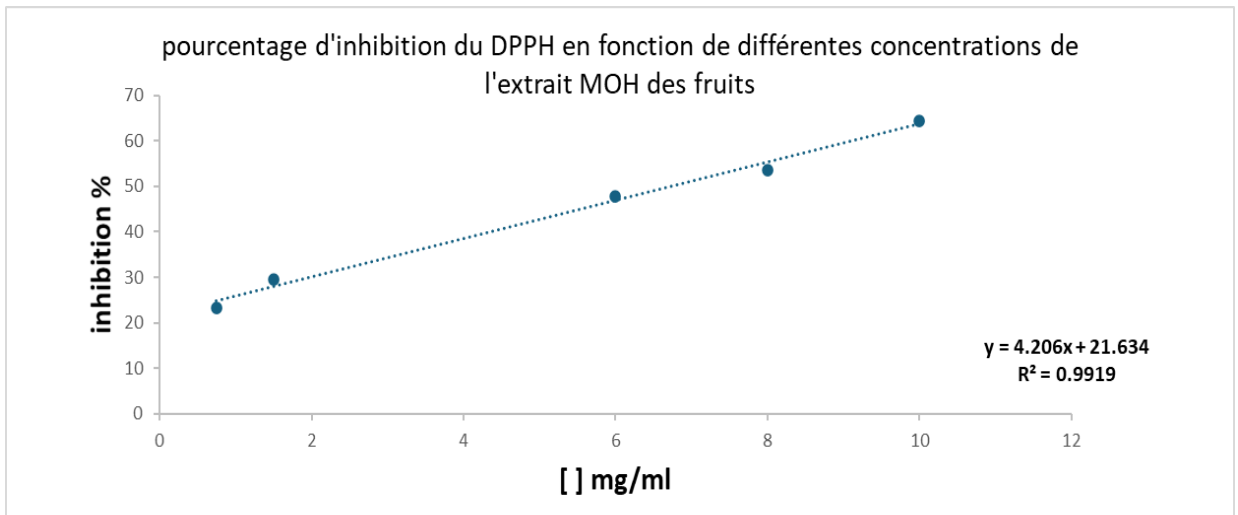
**Annexe 06** : Image montrant les résultats de l'activité antioxydante de l'extrait méthanologique des fruits du genre *Xanthium*



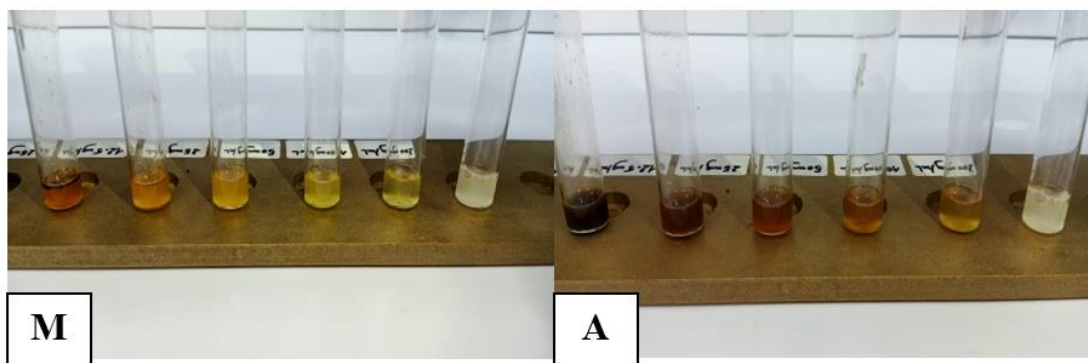
**Annexe 07** : Image montrant les résultats de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux des fruits du genre *Xanthium*



**Annexe 08** : Courbe d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait aqueux des fruits du genre *Xanthium*

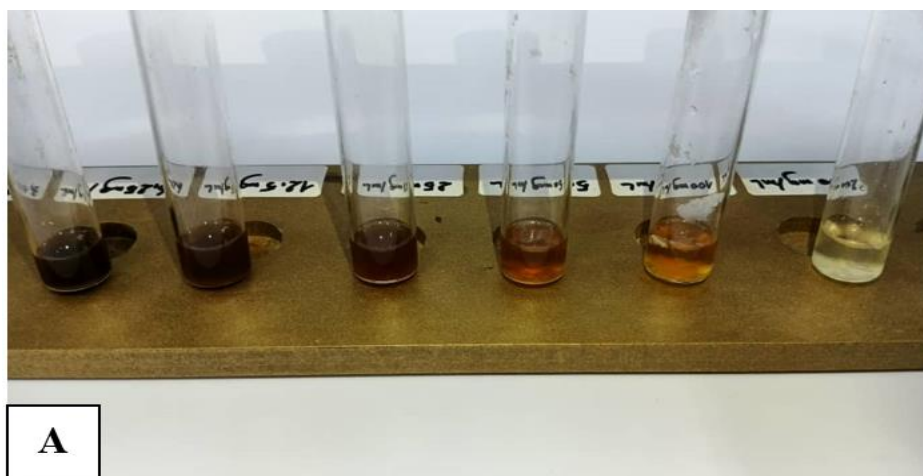


**Annexe 09** : Courbe d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait méthanolique des fruits du genre *Xanthium*

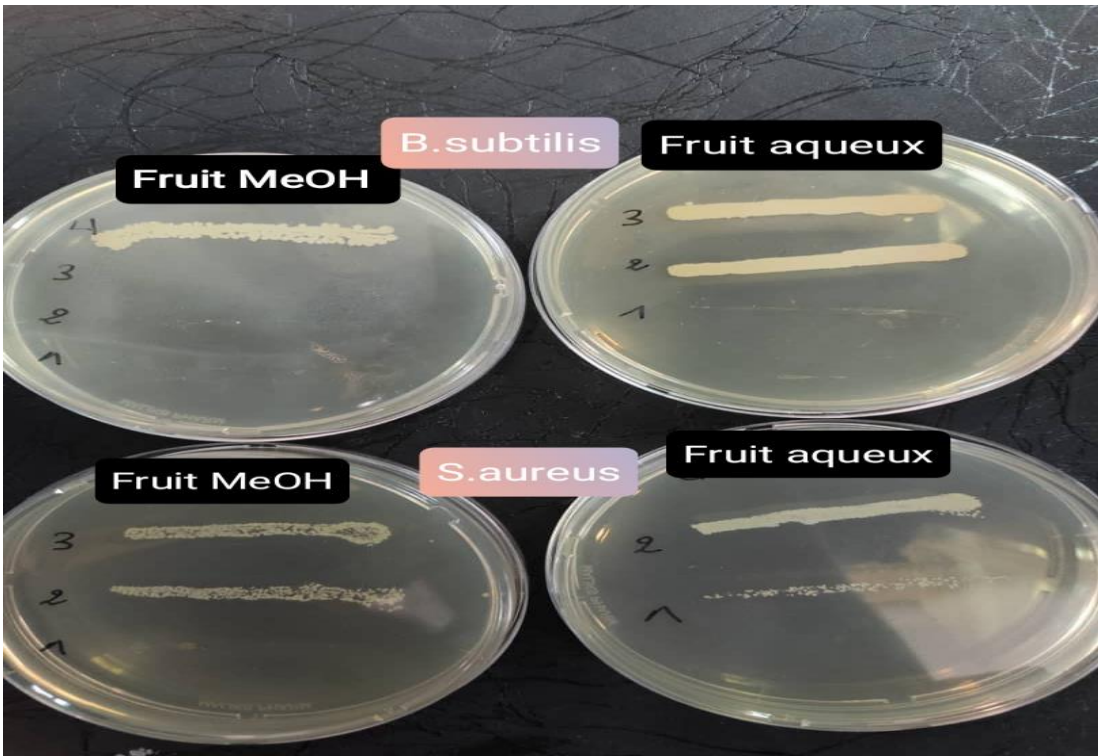


**Annexe 10** : Concentration minimal inhibitrice (*Staphylococcus aureus*)

(M : Extrait méthanolique) (A : Extrait aqueux)



**Annexe 11** : Concentration minimal inhibitrice (*Bacillus subtilis*)(A : Extrait aqueux)



**Annexe 12 : Concentration Minimale Bactéricide**

# Résumés

يهدف هذا العمل إلى إجراء دراسة فيتوكيميائية وتقييم النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للبكتيريا لمستخلصات ثمار نبتة طبية من جنس *Xanthium* تم استخلاص المركبات النشطة باستخدام مذيبين مختلفين: الميثانول والماء المقطر. شملت التقييمات الفيتوكيميائية قياس المحتوى الإجمالي من البوليفينولات والفلافونويدات. تم اختبار النشاط المضاد للأكسدة باستخدام اختبار اختزال جذر DPPH، بينما تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا بطريقة الانتشار في الأبار ضد خمس سلالات بكتيرية موجبة وسالبة الغرام. أظهرت النتائج أن النبتة غنية بالبوليفينولات، حيث سجل أعلى تركيز في المستخلص المائي (131.24) ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك/ملغ من المستخلص). كما تم تسجيل أعلى محتوى من الفلافونويدات في المستخلص الميثانولي (36.68) مكافئ كرسيتين/ملغ من المستخلص). وقد أظهر هذا الأخير نشاطاً قوياً في تثبيط الجذور الحرة، في حين تميز المستخلص المائي بفعالية مضادة للبكتيريا أكبر، خاصة ضد السلالات الثلاث الموجبة الغرام التي تم اختبارها. وتعزز هذه النتائج من القيمة العلاجية المحتملة لمستخلصات ثمار نبات *Xanthium*، مما يستدعي إجراء دراسات معمقة إضافية تهدف إلى تحديد مكوناته النشطة بيولوجياً.

**الكلمات المفتاحية:** *Xanthium*، النجمية (Asteraceae)، فيتوكيمياء، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا

## Résumé

L'objectif de ce travail est de réaliser une étude phytochimique ainsi qu'une évaluation des activités antioxydante et antibactérienne des extraits issus des fruits d'une plante médicinale appartenant au genre *Xanthium*. L'extraction des composés bioactifs a été effectuée à l'aide de deux solvants : le méthanol et l'eau distillée. L'analyse phytochimique a porté sur la quantification des polyphénols totaux et des flavonoïdes. L'activité antioxydante a été évaluée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH, tandis que l'activité antibactérienne a été testée sur cinq souches bactériennes, incluant des bactéries à Gram<sup>+</sup> et à Gram<sup>-</sup>. Les résultats ont montré que les extraits de *Xanthium* sont riches en composés phénoliques, avec une teneur maximale enregistrée dans l'extrait aqueux (131,24 µg EAG/mg). En revanche, la teneur en flavonoïdes s'est révélée plus élevée dans l'extrait méthanolique (36,68 µg EQ/mg d'extrait). De plus, l'extrait méthanolique a présenté une activité antioxydante plus marquée, confirmant son potentiel dans la neutralisation des radicaux libres. En ce qui concerne l'activité antibactérienne, l'extrait aqueux a montré une efficacité notable contre trois souches à Gram<sup>+</sup> testées. Ces résultats soutiennent la valeur thérapeutique potentielle des extraits de fruits de *Xanthium* et justifient des recherches plus approfondies sur leurs constituants bioactifs.

**Mots clés :** *Xanthium* ; Astéracées ; phytochimie ; activité antioxydante ; activité antibactérienne.

## Abstract

The aim of this study was to perform a phytochemical analysis and to evaluate the antioxidant and antibacterial activities of fruit extracts from a medicinal plant belonging to the *Xanthium* genus. Bioactive compounds were extracted using two solvents: methanol and distilled water. The phytochemical profiling included the quantification of total polyphenols and flavonoids. Antioxidant activity was assessed using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging assay, while antibacterial activity was evaluated against five bacterial strains, including both Gram<sup>+</sup> and Gram<sup>-</sup> species. The plant extracts exhibited a notable richness in phenolic compounds, with the highest polyphenol content recorded in the aqueous extract (131.24 µg GAE/mg). The methanolic extract, on the other hand, contained the highest flavonoid concentration (36.68 µg QE/mg extract) and showed the most potent radical scavenging activity. In contrast, the aqueous extract demonstrated superior antibacterial activity, particularly against the three Gram<sup>+</sup> bacterial strains tested. These findings support the potential therapeutic value of *Xanthium* fruit extracts and warrant further investigation into their bioactive constituents.

**Keywords:** *Xanthium*; Asteraceae; phytochemistry; antioxidant activity; antibacterial activity.