



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

FILIERE : Biotechnologie

OPTION: Biotechnologie Végétale

Thème

Evaluation de l'activité antioxydante de la plante *Xanthium Strumarium* L.

Présenté par :

- *Bentaharcheyma*
- *AthmaniAhlam*

Mémoire de Master académique soutenu devant le jury composé de:

Président	Dr. Athmani Hamza	MCA	Univ. Abbès Laghrouir – Khenchela
Encadreur	Pr. KADI Kenza	Pr	Univ. Abbès Laghrouir – Khenchela
Examineur	Dr. Lekmine Sabrina	MCB	Univ. Abbès Laghrouir – Khenchela

Année universitaire :

2024/2025

Remerciements

Je remercie tout d'abord le bon dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience pour réaliser ce travail. Animée par un profond sentiment de gratitude, je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue et accompagnée tout au long de la réalisation de ce mémoire.

*Mes remerciements les plus chaleureux vont tout d'abord à mon encadrante Pr. **Kadi KENZA**, pour sa précieuse orientation, sa patience exemplaire et ses conseils avisés qui m'ont grandement éclairée et aidée à surmonter les difficultés rencontrées.*

Nous tenons à remercier les membres jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail et de faire part de leurs

Remarques, reconnues, judicieuses, qui ne feront que rehausser la qualité de ce travail.

*Je remercie également l'ensemble des enseignants du département de **Agronomie**, pour richesse de leur enseignement et la qualité de leur accompagnement durant tout mon parcours.*

Ma reconnaissance la plus profonde va à ma chère famille, véritable pilier de ma vie, pour son amour inconditionnel, son soutien indéfectible et ses encouragements constants.

Enfin, je n'oublie pas toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail. à vous tous, merci du fond du cœur.

Dédicace

À ceux qui ont toujours été mon soutien et ma motivation, la lumière qui a éclairé mon chemin...

À mes chers parents, avec tout mon amour et ma profonde gratitude.

À mes frères et sœurs, qui m'ont soutenue à chaque étape ...

À mes amies, compagnons des moments de fatigue et de joie...

À tous ceux qui ont laissé une empreinte positive dans mon parcours, je dédie le fruit de cet humble travail .

Cheyma ben

Dédicace

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leurs prières silencieuses qui m'ont accompagnée à chaque étape de mon parcours.

À ma famille, survenue force et de réconfort dans les moments les plus difficiles.

À mes amies fidèles, pour leur soutien, leurs encouragements et leur présence sincère.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail, recevez ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Ahlam

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1: <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L. (LES FIGURES A A D REPRESENTENT LES PLANTES ENTIERES (A).LES FEUILLES LES INFLORESCENCES (C)ET LES FRUIT(D) DE X. STRUMARIUM L.).....	6
FIGURE 2: PLANTE ADULTE DE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.....	7
FIGURE 3: LA TIGE DU <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.	7
FIGURE 4: LES FEUILLES DE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.	8
FIGURE 5: LA RACINE DU <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.	9
FIGURE 6: LES FRUITS ET GRAINES DE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.....	9
FIGURE 7: LA FLORAISON DU <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.....	10
FIGURE 8: PHOTOS MONTRANT LA CROISSANCE DU <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L. DANS LES DECHARGES ET LES BORDS DE ROUTE.....	11
FIGURE 9: REPARTITION GEOGRAPHIQUE MONDIALE DE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L. (SOURCE:GBIF 2022)	11
FIGURE 10:TERREAU UNIVERSEL.....	12
FIGURE 11: PLANTE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L. SECHE FIGURE 12: POWDRE DE <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L.....	22
FIGURE 13: SCHEMA DE LA METHODOLOGIE SUIVIS. F EXTRACTION SOLIDE LIQUIDE AJOUTE 80%	23
FIGURE 14: ETAPES DE L'EXTRACTION.....	24
FIGURE 15: COURBE D'ETALONNAGE DE L'ACIDE GALLIQUE	27
FIGURE 16: COURBE D'ETALONNAGE DE LA QUERCITINE	28

TABLE DES TABLEAU :

TABLEAU 1: CARACTERISTIQUES DU TERREAU UNIVERSEL (SEMILLAS BATLLE S.A)	12
TABLEAU 2: TAXONOMIE DU <i>XANTHIUM STRUMARIUM</i> L	13
TABLEAU 3 : RESULTATS DU DEPISTAGE PHYTOCHIMIQUE DES METABOLITES SECONDAIRES DANS L'EXTRAIT DE PLANTE	32
TABLEAU 4 :EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE PAR LA METHODE DPPH.....	35
TABLEAU 5: EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE PAR LA METHODE ABTS.....	36
TABLEAU 6: EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE PAR LA METHODE CUPRAC.....	36

Sommaire

Introduction.....	9
Partie 01 :Etude Bibliographique	
Chapitre 1:Généralité sur la plante <i>Xanthium Strumarium</i> L.	4
1. Famille des Asteraceae.....	5
2. Le plante <i>Xanthium Strumarium</i>	5
2.1. Définition.....	5
2.2. Description botanique.....	6
2.2.1. Tige.....	7
2.2.2.Feuillage.....	8
2.2.3. Racines.....	8
2.2.4. Fruit.....	9
2.2.5.Floraison.....	9
2.2.6.Habitat.....	10
3. Répartition géographique.....	11
4.Substrat utilisé.....	11
5. Position systématique.....	13
6. Utilisation traditionnelle.....	13
CHAPITRE 2 : les activitésantioxydantes étudiées	15
1. L'activité antioxydante	16
2. Extraits utilisés	16
3.Méthodes d'évaluation.....	16
3.1.Test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).....	16
3.2.Test ABTS (2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique))	17
3.3.Test CUPRAC (cupric reducing antioxidant capacity)	18
Partie 02 : Partie expérimentale	
Chapitre 1:Matériel et méthodes	21
1. Matériel.....	21
1.1. Matériel végétal.....	22
1.2. Matériel de laboratoire.....	22
2. Méthodes d'analyse	23
2.1. Préparations des extraits (Extraction solide-liquide) (Gaikwad et al., 2016) :	24
2.2.Analyse phytochimique.....	24
2.2.1.Screening phytochimique	24
2.2.1.1. Mise en évidence des tanins.....	25
2.2.1.2. Mise en évidence des saponosides	25

2.2.1.3. Mise en évidence des flavonoïdes	25
2.2.1.4. Mise en évidence des composés réducteurs.....	25
2.2.1.5. Mise en évidence des coumarines.....	25
2.2.1.6. Mise en évidence des alcaloïdes.....	26
2.2.1.7. Mise en évidence des quinones	26
2.2.1.8. Mise en évidence des stéroïdes et triterpènes.....	26
2.2.2. Dosages des composés phénoliques.....	27
2.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux.....	27
2.2.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	27
2.2.3. Evaluation de l'activité antioxydante	28
2.2.3.1. Le test DPPH	28
2.2.3.2. Le test ABTS.....	29
2.2.3.3. CupricReducingAntioxidantCapacity(CUPRAC)	29
CHAPITRE 2:RESULTATS ET DISCUSSIONS	31
1. Criblage phytochimique	31
2. Dosages des composés phénoliques.....	34
2.1. Dosage des polyphénols totaux	34
2.2. Dosage des flavonoïdes totaux	34
3. Evaluation de l'activité antioxydante.....	35
3.1.Le test DPPH	35
3.2.Le test ABTS.....	35
3.2. Capacité antioxydante réductrice du cuivre (CUPRAC).....	36
CONCLUSION.....	38
REFERENCES.....	40
Résumé:.....	1

Introduction

Introduction

Depuis les temps les plus anciens, les plantes ont occupé une place centrale dans la vie des sociétés humaines, non seulement pour leur rôle nutritif, mais également pour leurs vertus médicinales. Les grandes civilisations ont su reconnaître, à travers l'observation et l'expérimentation, le potentiel thérapeutique des végétaux, créant ainsi les fondements de la phytothérapie, encore largement pratiquée de nos jours. Cette médecine fondée sur les plantes repose principalement sur la richesse en métabolites secondaires des espèces médicinales, dont les effets biologiques sont souvent multiples : anti-inflammatoires, antioxydants, antimicrobiens, cicatrisants, etc.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 80 % de la population mondiale recourt aujourd'hui à des remèdes à base de plantes pour les soins de santé primaires, ce qui illustre l'importance croissante des produits naturels dans la prévention et le traitement des maladies. Plus de 200 000 composés secondaires ont été identifiés à ce jour, répartis en trois grandes familles : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes (**Ramawat&Mérillon, 2008**). Ces substances, souvent spécifiques à certaines espèces ou familles botaniques, constituent une source précieuse pour la découverte de nouvelles molécules à potentiel thérapeutique.

L'Algérie, par sa diversité climatique et géographique, abrite une flore d'une richesse remarquable, avec près de 4 000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires. Toutefois, malgré ce potentiel, seule une faible proportion de cette biodiversité est réellement étudiée ou valorisée à des fins médicinales (**Hamel et al., 2018**). Ce contexte met en lumière la nécessité d'intensifier la recherche ethnobotanique et phytochimique sur les espèces locales, en particulier celles appartenant à des familles réputées pour leur valeur thérapeutique, comme les Asteraceae.

Parmi les représentants intéressants de cette famille, *Xanthium strumarium* L. se distingue par son usage traditionnel répandu et ses activités pharmacologiques bien documentées. Communément appelée lampourde, cette plante annuelle est largement distribuée dans les régions tempérées et subtropicales du globe. Elle pousse souvent en zones perturbées, le long des routes, sur les terrains vagues ou en bordure des cultures. Historiquement utilisée dans les médecines traditionnelles asiatique, africaine, européenne et amérindienne, *X. strumarium* est réputée pour traiter diverses affections telles que les infections cutanées, les inflammations, la fièvre, les troubles respiratoires et les douleurs articulaires.

Les différentes parties de la plante — feuilles, tiges, fruits et racines — contiennent une variété de composés bioactifs, parmi lesquels on retrouve des flavonoïdes, des saponines, des tannins, des stérols, des triterpènes, des quinones et des composés phénoliques. Ces molécules confèrent à l'espèce des propriétés antioxydantes(**Shaheen et al., 2023**), antimicrobiennes (**Ashoor et al., 2024**), antiprolifératives(**Chang et al., 2019**) et anti-inflammatoires notables(**Chaudhari&Baviskar, 2021**). Des recherches récentes ont mis en évidence la capacité de certains extraits de *X. strumarium* à neutraliser les radicaux libres, à inhiber la croissance de micro-organismes pathogènes et à moduler les réponses inflammatoires, ce qui

Introduction

conforte son potentiel comme candidat dans le développement de produits pharmaceutiques naturels(Nayak&Pattnaik, 2024 ; Berenguer et al., 2024)).

Dans cette optique, le présent travail vise à évaluer les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes de *X.strumarium*L., en lien avec son activité antioxydante, afin de mieux cerner sa valeur pharmacologique et contribuer à sa valorisation en tant que ressource médicinale locale prometteuse.

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'une étude phytochimique visant à évaluer les propriétés des activités biologiques des extraits de la plante *X .strumarium*L.. Cette étude a été divisée en deux grandes parties. La première partie est une synthèse bibliographique structurée en deux chapitres :

- Le premier chapitre aborde les généralités sur les plantes médicinales et leur utilisation en phytothérapie, en mettant en évidence leur rôle dans la médecine traditionnelle et moderne.
- Le deuxième chapitre est consacré à une présentation générale de *X . strumarium*L., où l'on décrit ses caractéristiques botaniques, ses usages thérapeutiques à travers différentes cultures et son importance dans la pharmacopée traditionnelle.

La deuxième partie est la partie expérimentale, composée de deux chapitres : Le premier chapitre est dédié aux protocoles expérimentaux appliqués et au matériel utilisé, avec une attention particulière à :

- La préparation des extraits par extraction méthanolique.
- Tests phytochimiques.
- Le dosage des composés phénoliques : polyphénols et flavonoides.
- l'évaluation des activités biologique « l'antioxydante ».

Partie 01 :

Etude Bibliographique

Chapitre 1:

*Généralité sur la plante
Xanthium Strumarium L.*

Chapitre I: Généralité sur la plante *Xanthium strumarium* L

1. Famille des Asteraceae

La famille des Asteraceae, également connue sous le nom de Composées, représente l'une des plus vastes familles de plantes à fleurs, avec environ 1 600 genres et plus de 23 000 espèces réparties dans le monde entier (Heywood et al., 2007). Elle se distingue par ses inflorescences caractéristiques en capitules, un agencement floral qui lui confère un avantage évolutif en termes de pollinisation.

Les plantes de cette famille jouent un rôle majeur en phytothérapie, en agriculture (comme le tournesol, *Helianthus annuus* et *Xanthium strumarium* L.) et dans l'alimentation humaine et animale. Elles contiennent une variété de métabolites secondaires, notamment des lactones sesquiterpéniques, des flavonoïdes et des huiles essentielles, qui leur confèrent des propriétés médicinales, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Bohm & Stuessy, 2001).

En phytothérapie, plusieurs espèces comme *Arnica montana*, *Matricaria chamomilla* (camomille), et *Taraxacum officinale* (pissenlit) sont utilisées pour leurs effets thérapeutiques reconnus, notamment dans le traitement des troubles digestifs, inflammatoires ou cutanés (Chevallier, 2016).

2. Le plante *Xanthium Strumarium*

2.1. Définition

X. strumarium L., communément appelée lampourde ou chardon noir, est une plante annuelle appartenant à la famille des Asteraceae. Elle pousse dans les zones tempérées et subtropicales, souvent près des rivières, sur les terrains vagues ou au bord des routes (Duke, 2002).

Traditionnellement utilisée dans les médecines chinoise, indienne et arabe, cette plante est reconnue pour ses propriétés anti-inflammatoires, antipaludiques, antimicrobiennes et analgésiques. Les parties les plus utilisées sont les graines, les feuilles et parfois les racines.

(Kamboj et al., 2010). Elle contient des composés bioactifs tels que les xanthostrumarine, isocoumarines, flavonoïdes et lactones sesquiterpéniques, responsables de son activité pharmacologique (Zargari, 1992).

Chapitre I: Généralité sur la plantée *Xanthium strumarium* L

Cependant, *X. strumarium*L.peut être toxique à fortes doses, notamment à cause de la présence de carboxyatractyloside, un composé hépatotoxique pouvant provoquer de graves atteintes au foie (Kim et al., 2007). D'où l'importance de respecter strictement les doses prescrites dans un cadre thérapeutique contrôlé.



Figure 1:*Xanthium strumarium* L. (Les figures A à D représentent les plantes entières (A). Les feuilles les inflorescences (C) et les fruit (D) de X.Strumarium L.) (Fan et al., 2019)

2.2. Description botanique

Selon Löve et Dansereau (1959), Weaver et al. (1982), Kamboj et Saluja (2010) ainsi que Fan et al. (2019), *X. strumarium* L. est une plante herbacée annuelle fréquemment rencontrée sous forme de mauvaise herbe, avec une hauteur variant entre 20 et 150 cm. Ses fleurs sont petites, de couleur verte et unisexuées, les fleurs mâles et femelles étant présentes sur un même individu (plante monoïque). Étant donné son cycle de vie annuel, l'absence de production de graines au cours d'une seule saison végétative peut entraîner la disparition locale de la population concernée (Figure 02).



Figure 2: Plante adulte de *Xanthium strumarium* L.(Bugwoodwiki,n .d)

2.2.1. Tige

La tige de *X. strumarium*L. est érigée et robuste, atteignant généralement une hauteur de 150 cm(Weaver &Lechowicz, 1983). La surface est recouverte de poils rugueux, et des teintes pourpres apparaissent parfois à la base lorsqu'elle est exposée au soleil (Fan et al., 2019). La tige est ramifiée à la base, avec des nœuds bien visibles à partir desquels les feuilles se développent de manière alternative. Bien qu'elle soit dépourvue d'épines, elle peut émettre une odeur désagréable lorsqu'elle est froissée (Kamboj& Saluja, 2010). La structure robuste de la tige aide la plante à s'adapter aux environnements difficiles, tels que les terrains secs ou les bords de champs abandonnés (Tutin et al., 1968).



Figure 3: La tige du *Xanthium strumarium* L. (Gouvernement de l'Ontario, s.d.)

2.2.2. Feuillage

Les feuilles de *X. strumarium* L. sont grandes, de forme ovale à lancéolée, mesurant entre 8 et 20 cm de long et 5 à 15 cm de large, et sont disposées alternativement le long de la tige (**Weaver & Lechowicz, 1983**). Les bords des feuilles sont dentelés ou grossièrement lobés. Le côté supérieur des feuilles est généralement vert et brillant, tandis que la face inférieure est plus rugueuse et recouverte de poils fins, lui donnant un aspect mat (**Fan et al., 2019**). Les feuilles possèdent un pétiole long, recouvert de poils rugueux. Cette structure permet une exposition optimale à la lumière, favorisant ainsi la photosynthèse, ce qui est crucial dans les environnements perturbés où cette plante pousse. Les feuilles jouent également un rôle dans la réduction de la perte d'eau, particulièrement dans les régions sèches (**Kamboj & Saluja, 2010**).



Figure 4: Les feuilles de *Xanthium strumarium* L. (Tela-Botanica)

2.2.3. Racines

Selon **Weaver et al. (1982)**, la racine du *X. strumarium* est pivotante, se propage par graines uniquement. **Davis et al. (1965)** rapportent que les racines de cette espèce s'étendent latéralement de 2 à 1 mètres et jusqu'à 1 à 2 mètres de la profondeur.



Figure 5: La racine du *X. strumarium* L.(Botanická Fotogalerie. (n.d.)).

2.2.4. Fruit

Il est caractérisé par une bardane dure et ligneuse, de 1 à 2 cm de long, ovoïde-globale, couverte d'épines, glandulaire-pubescente. Se terminant par deux becs robustes et incurvés, bruns à maturité, contenant deux akènes. Les akènes sont aplatis, 0,4 à 2,2 mm de long, l'un souvent plus grand que l'autre, de couleur gris (Weaver et al., 1982) .



Figure 6: Les fruits et graines de *Xanthiumstrumarium* L. (Vinayaraj, 2018)

2.2.5. Floraison

multiflores, solitaires ou groupés à l'aisselle des feuilles sup. ; capitules femelles à 2 fleurs apétales, longs de 8-15 mm, insérés aux aisselles inférieures. Involucre semblable à celui de *Xanthiumstrumarium*.



Figure 7: La floraison du *Xanthium strumarium* L.(PlantNet)

2.2.6.Habitat

2.2.6.1.Exigences climatiques

On trouve *X. strumarium* le plus souvent dans la zone tempérée mais aussi dans les climats subtropicaux et méditerranéens (Holm et al., 1911 in Weaver et al., 1982).

X. strumarium L. est une plante résiliente, supportant facilement les fluctuations de température. Elle est capable de résister au froid jusqu'à 0m (32m) et à la chaleur jusqu'à 38m (100m).

2.2.6.2. Substrat

Selon Weaver et al. (1982) ainsi que Fan et al. (2019), *X. strumarium* L. montre une grande capacité d'adaptation à différents types de sols, allant de l'argile humide au sable sec. Toutefois, elle préfère les sols sableux compacts, légèrement humides en profondeur, et contenant une faible teneur en matière organique, ce qui en fait une plante à préférences écologiques spécifiques. On la trouve fréquemment dans des endroits comme les décharges, les bords de routes ou les berges des rivières, notamment dans les régions chaudes.



Figure 8: Photos montrant la croissance du *X. strumarium* L. dans les décharges et les bords de route (Ammour, 2020)

3.Répartition géographique

X. strumarium L. (famille : Composées) est une plante qui trouve son origine dans différentes régions géographiques à travers le monde. *X. strumarium* se trouve dans tout le Royaume-Uni. Elle est présente dans certains pays d’Amérique du Sud et d’Afrique, en Australie et dans les îles du Pacifique (Kamboj et Saluja, 2010 ; Fan et al. , 2019).

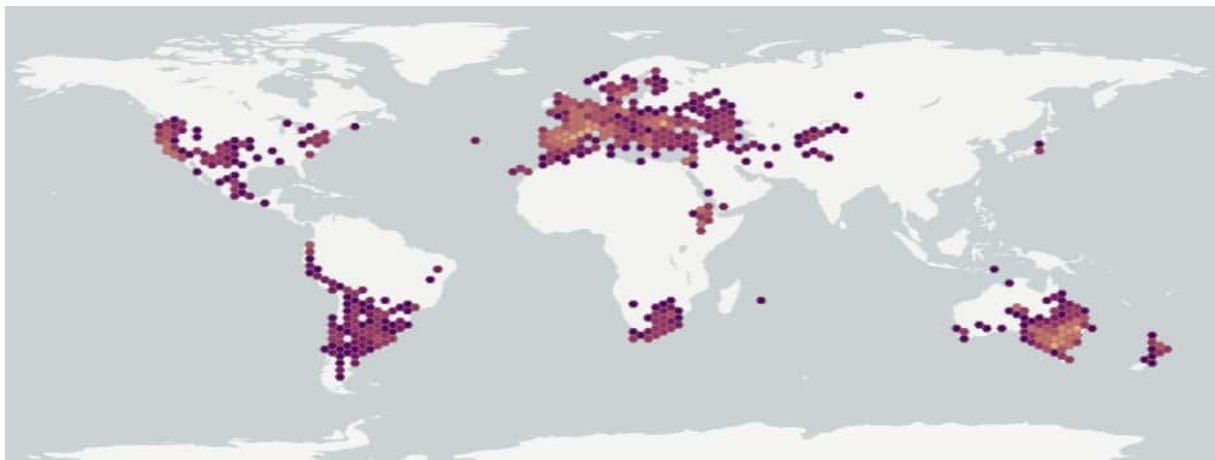


Figure 9: Répartition géographique mondiale de *Xanthiumstrumarium* L.(source:GBIF 2022)

4.Substrat utilisé

➤ Terreau universel (TU)

rétenion d’eau et l’aération du sol. Il convient parfaitement à la culture de divers types de plantes, que ce soit en intérieur ou en extérieur. Sa composition, qui associe de la tourbe,

Chapitre I: Généralité sur la plantée *Xanthium strumarium* L

de la fibre de coco, de la perlite, des matières végétales compostées, des activateurs de racines et des engrais, lui confère une structure spongieuse idéale. Ce mélange favorise une bonne aération, un drainage efficace et une excellente rétention d'humidité, faisant de lui un support de culture optimal pour la plupart des plantes ornementales (SEMILLAS BATLLE S.A).



Figure 10:Terreau universel(Ammour, 2020)

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques physico-chimiques du terreau universel utilisé pour la culture de *X. strumarium* L. Ce substrat se distingue par une forte teneur en matière organique (67 %), ce qui lui confère une bonne capacité de rétention d'eau et de nutriments essentiels. Sa densité relativement faible (0,357 kg/L) facilite la manipulation et améliore la porosité du sol, favorisant ainsi une bonne aération des racines. Le pH légèrement basique (7,25) convient à la majorité des espèces végétales. En termes de nutriments, le terreau contient 1 % d'azote (N), 0,4 % de phosphore (P), et 0,75 % de potassium (K), ce qui en fait un milieu nutritif équilibré. La conductivité électrique mesurée à 75 mS/m indique une salinité modérée compatible avec la croissance des plantes.

Tableau 1: Caractéristiques du terreau universel (SEMILLAS BATLLE S.A)

Matière organique / matière sèche	67 %
La densité	0.357 kg/
Matière sèche	38 %
Teneur en nutriments	1 % Azote, 0.4 % Phosphore, 0.75 % potassium
pH	7.25
Conductivité électrique	75 ms/m

Chapitre I: Généralité sur la plante *Xanthium strumarium* L

5. Position systématique

La position taxonomique de cette espèce est comme suit D'après **Doucet (2013)** :

Tableau 2: Taxonomie du *X. strumarium* L

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super division	Spermatophyta
Division	Dicotylédones
Classe	Sympétalées
Ordre	Astérales
Famille	Astéraceae
Genre	Xanthium
Espèce	<u><i>Xanthiumstrumarium</i> L.</u>

5. Composition chimique

La plante *X. strumarium* L. présente une composition chimique variée. Parmi les constituants principaux, on trouve des sesquiterpènes lactones tels que le xanthumin, le 2hydroxytomentosin, le tomentosin, le 8-epi-xanthatin, l'isoxanthanol, le xanthanol et le 2hydroxytomentosin-1 β ,5 β -époxyde (**Malek et al., 1993**). On y retrouve également la xanthiazone(**Ma et al., 1998**), l'atractyloside et la carboxyatractyloside, l'hydroquinone, des alcaloïdes et des acides thiazinedione, ainsi que du caféolquinique(**Quin et al., 2006**). Ces composés chimiques confèrent à *X. strumarium* L. ses propriétés pharmacologiques et peuvent jouer un rôle dans ses activités biologiques. Il convient de noter que cette liste de composés n'est pas exhaustive et que d'autres composés peuvent être présents dans la plante. Des études supplémentaires sont nécessaires pour approfondir notre compréhension de la composition chimique de *X. strumarium* L. et de ses implications.

6. Utilisation traditionnelle

Lampourde (*X. strumarium* L.) est une espèce végétale annuelle appartenant à la famille des Astéracées. (**Javad et al 2015**), L'herbe est traditionnellement utilisée principalement dans le

Chapitre I: Généralité sur la plante *Xanthium strumarium* L

traitement de plusieurs maux. Des extraits de la plante entière, (Kamboj et Ajay 2010) , en particulier les fruits et les racines, sont utilisés comme remèdes. Des extraits de ces organes végétaux se sont avérés posséder des propriétés antifongiques, anti-inflammatoires, antileishmaniennes, antitrypanosomiennes , hypoglycémiques , anthelminthique, antiulcérogènes , diurétiques et anticancéreuses(Javad et al 2015)).

CHAPITRE 2 :

Les activités antioxydant es étudiées

1. L'activité antioxydante

Les antioxydants sont des composés capables de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ERO), également appelées radicaux libres. Ces derniers sont générés naturellement dans l'organisme mais peuvent causer des dommages cellulaires, entraînant des maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives (**Halliwell & Gutteridge, 2015**). L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits végétaux ou des composés purs est donc essentielle pour déterminer leur potentiel thérapeutique.

2. Extraits utilisés

Les extraits évalués dans cette étude proviennent de fractions solubles obtenues par des techniques d'extraction conventionnelles. Généralement, des solvants polaires ou semi-polaires comme le méthanol, l'éthanol ou l'acétate d'éthyle sont utilisés pour extraire les composés phénoliques et flavonoïdes, responsables de l'activité antioxydante (**Dai & Mumper, 2010**).

3. Méthodes d'évaluation

Plusieurs tests chimiques ont été utilisés pour quantifier l'activité antioxydante, chacun reposant sur un mécanisme spécifique d'interaction avec les radicaux libres ou les ions métalliques.

3.1. Test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le test DPPH est l'une des méthodes les plus largement utilisées pour évaluer l'activité antioxydante des extraits végétaux, des aliments et des composés naturels. Ce test repose sur l'utilisation du radical stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), qui présente une couleur violette intense en solution méthanolique, avec une absorption maximale à environ 517 nm (**Blois, 1958**).

Le principe de ce test est basé sur la capacité des antioxydants à donner un électron ou un atome d'hydrogène au radical DPPH•, le réduisant ainsi en une forme non radicalaire (DPPH-H), ce qui provoque une décoloration progressive de la solution. L'intensité de la décoloration est proportionnelle à la capacité antioxydante de l'échantillon. Plus la décoloration est importante, plus l'activité antioxydante est élevée. Cette activité est souvent exprimée par la valeur IC₅₀, qui correspond à la concentration nécessaire pour réduire 50 % des radicaux DPPH• présents dans la solution.

L'importance du test DPPH réside dans sa simplicité, sa rapidité et sa sensibilité, ce qui en fait une méthode de choix pour le criblage rapide de la capacité antioxydante. De plus,

contrairement à d'autres tests, DPPH ne nécessite pas d'étapes enzymatiques complexes ni de conditions de réaction spécifiques, ce qui le rend facilement applicable en laboratoire.

Cependant, ce test présente aussi certaines limites, notamment sa spécificité pour les composés liposolubles (faible solubilité dans l'eau), ce qui peut réduire sa pertinence pour évaluer les antioxydants hydrosolubles (**Molyneux, 2004**). Néanmoins, il demeure un outil fondamental dans les études de bioactivité, en particulier pour comparer l'efficacité antioxydante relative de différents extraits ou composés purs.

3.2. Test ABTS (2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique))

Le test ABTS est l'une des méthodes les plus couramment utilisées pour évaluer l'activité antioxydante, que ce soit dans les extraits de plantes ou les composés biochimiques actifs. Ce test repose sur la génération du radical cationique ABTS• par réaction du composé ABTS avec un oxydant puissant tel que le persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$). Cette réaction produit une solution de couleur bleu-vert en raison de la présence du radical libre ABTS⁺•, dont l'atténuation est mesurée spectrophotométriquement à une longueur d'onde de 734 nm (**Re et al., 1999**).

Lorsqu'un échantillon contenant des antioxydants est ajouté au mélange réactionnel, ces composés réduisent le radical ABTS• en sa forme non réactive (ABTS), entraînant une diminution de l'absorbance. L'activité antioxydante de l'échantillon peut ainsi être déterminée en fonction du pourcentage d'inhibition, généralement exprimé par la valeur IC₅₀ – la concentration nécessaire pour inhiber 50 % des radicaux libres ABTS•.

L'importance du test ABTS réside dans sa capacité à évaluer les antioxydants hydrosolubles et liposolubles, contrairement au test DPPH, qui est souvent limité aux composés solubles dans des solvants organiques. Cela rend le test ABTS particulièrement adapté à l'analyse d'une large gamme de composés végétaux et biologiques. Il se distingue également par sa rapidité, sa sensibilité élevée et sa bonne reproductibilité (**Prior et al., 2005**).

Ainsi, le test ABTS constitue un outil fiable dans les études visant à déterminer le potentiel biologique des extraits naturels, notamment en ce qui concerne leur capacité à lutter contre le stress oxydatif, un phénomène impliqué dans plusieurs maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et le diabète.

3.3. Test CUPRAC (cupric reducing antioxidant capacity)

Le test CUPRAC (capacité antioxydante réductrice du cuivre) est une méthode spectrophotométrique développée pour évaluer la capacité antioxydante globale des composés biologiques, y compris les extraits végétaux, les aliments, et les compléments nutritionnels. Ce test repose sur la réduction des ions cuivre(II) $[\text{Cu}(\text{Nc})_2^{2+}]$ en cuivre(I) $[\text{Cu}(\text{Nc})]$ par les antioxydants présents dans l'échantillon. La réaction se fait en présence de néocuproïne (2,9-diméthyl-1,10-phénanthroline), qui forme un complexe coloré stable avec les ions Cu^+ , mesuré par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 450 nm (Apak et al., 2004).

Ce test se distingue par sa capacité à détecter une large gamme d'antioxydants, qu'ils soient hydrosolubles ou liposolubles, phénoliques ou non phénoliques. Contrairement à certains autres tests, CUPRAC fonctionne dans un milieu presque neutre (pH ~ 7), ce qui le rend plus proche des conditions physiologiques de l'organisme humain. Il permet donc une évaluation plus réaliste du potentiel antioxydant dans des contextes biologiques.

L'importance du test CUPRAC réside également dans sa bonne corrélation avec d'autres méthodes classiques d'évaluation antioxydante comme le DPPH ou l'ABTS, tout en offrant une meilleure sensibilité pour certains flavonoïdes et acides phénoliques. Il est également applicable à des matrices complexes sans nécessiter une extraction fastidieuse des antioxydants (Apak et al., 2007).

En raison de sa simplicité, de sa reproductibilité, et de sa compatibilité avec divers types d'antioxydants, CUPRAC est de plus en plus adopté dans les laboratoires de recherche en phytothérapie, chimie alimentaire et pharmacologie, en particulier pour comparer l'efficacité de divers extraits végétaux ou formulations thérapeutiques naturelles.

Ces résultats indiquent que les extraits végétaux étudiés, bien qu'ils ne soient pas les plus puissants comparés aux composés de référence synthétiques, présentent néanmoins une efficacité notable qui pourrait suffire à leur utilisation en tant qu'agents antioxydants naturels, notamment dans les applications des compléments alimentaires et dans la prévention de l'oxydation dans les industries pharmaceutique et agroalimentaire. Il convient de noter que l'efficacité des antioxydants varie en fonction de la partie de la plante utilisée, du type de solvant et des méthodes d'extraction, ce qui souligne l'importance d'optimiser les techniques d'extraction afin d'obtenir un rendement maximal (Tenguria et al., 2013 ; Kamboj, 2014).

Partie 02 : Partie expérimentale

Chapitre 1:
Matériel et méthodes

1. Matériel

1.1. Matériel végétal

La partie aérienne de *Xanthium strumarium* L. a été récoltée en octobre 2024, durant sa période de fructification, dans la région de Khenchela, située à l'est de l'Algérie. L'identification botanique de l'espèce a été réalisée à l'aide de la flore de **Quézel et Santa (1963)**, puis validée par M. ZERAIB Azzeddine, enseignant-chercheur au Département d'Agronomie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abbes Laghrour de Khenchela. Le matériel végétal a été séché à température ambiante, à l'abri de la lumière directe du soleil, afin de préserver au mieux l'intégrité des composés bioactifs. Une fois sec, il a été réduit en poudre à l'aide d'un moulin électrique.



Figure 11: Plante *X.strumarium* L. séché



Figure 12: Poudre de *X.strumarium* L.
(photographies personnelles)

1.2. Matériel de laboratoire

Les expériences de dépistage phytochimique et de préparation des extraits végétaux ont impliqué une série de matériaux et d'équipements, détaillés comme suit :

***Matériel de verrerie :** Bêchers (50, 100, 250 ml), tubes à essai ordinaires et gradués, flacons Erlenmeyer, fioles graduées, pipettes graduées, burettes, entonnoirs, et cellules pour la lecture spectrophotométrique.

***Matériel spécifique :** Balance électronique de précision, agitateurs magnétiques, plaque chauffante, bain-marie, lampe UV à 366 nm, spectrophotomètre UV-Visible, filtre Büchner, et système de filtration sous vide (si disponible), ainsi qu'un évaporateur rotatif pour le séchage des extraits..

***Produits chimiques utilisés :** Méthanol, chloroforme, acide sulfurique concentré, acide acétique, ammoniac (NH₄OH) à 25%, réactif de Folin-Ciocalteu, chlorure d'aluminium (AlCl₃),

carbonate de sodium, chlorure de fer (FeCl₃) à 2%, réactifs de Mayer et Dragendorff, éther de pétrole, hydroxyde de sodium (NaOH) à 10%, et anhydride acétique, en plus de l'eau distillée.

2. Méthodes d'analyse

Lors de la réalisation d'une étude, il est indispensable de suivre un protocole méthodique et rigoureux pour parvenir à des résultats fiables et reproductibles. Ce qui suit est un plan détaillé qui décrit les étapes et les procédures particulières mises en œuvre pour mener à bien notre étude (figure 13).

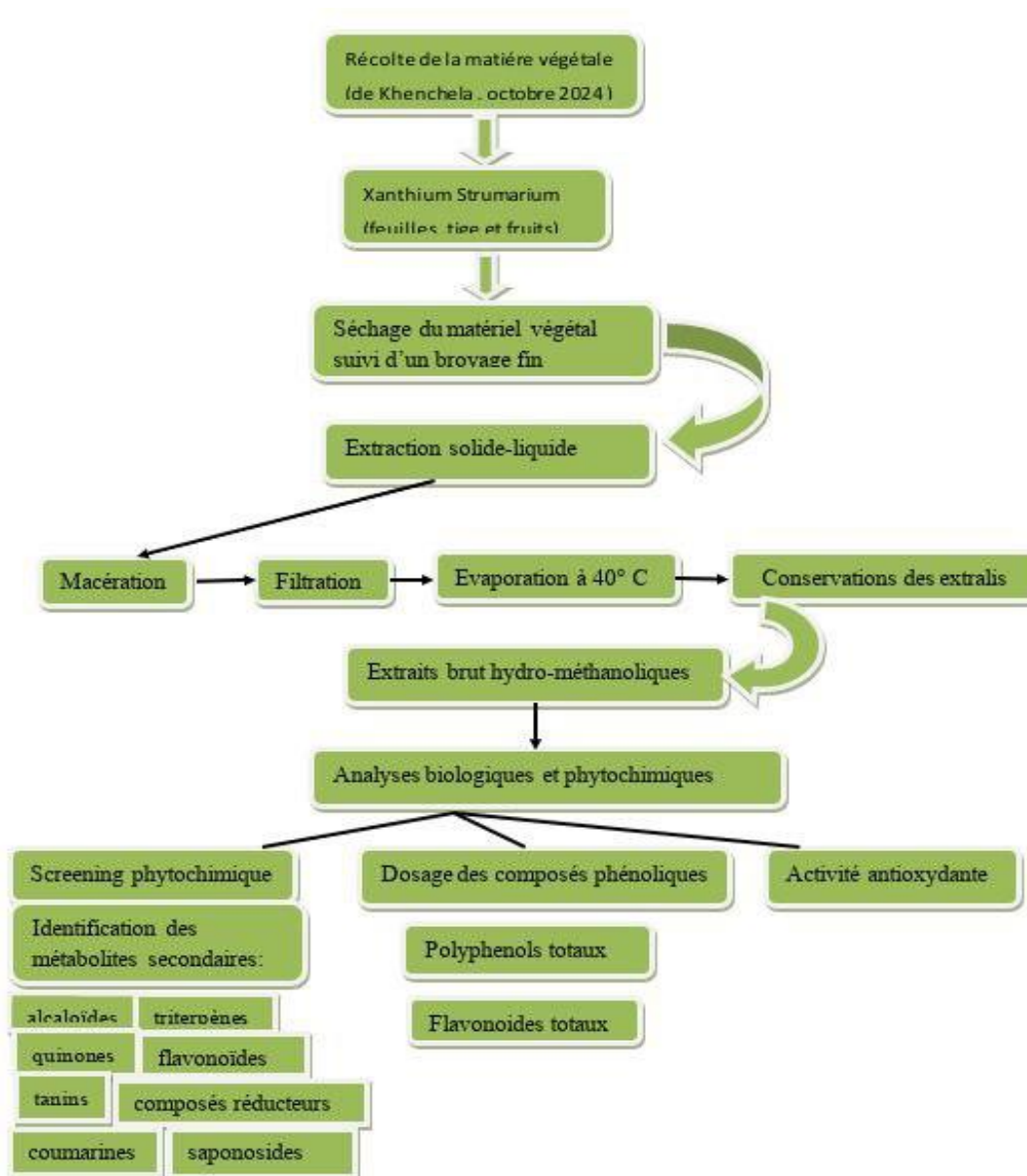


Figure 13: Schéma de la méthodologie suivis. F extraction solide liquide ajouté 80%

2.1. Préparations des extraits (Extraction solide-liquide) (Gaikwad et al., 2016):

- a) **Macération** :Il s'agit d'un simple contact entre le substrat solide et le solvant. 100 g de poudre des feuilles de *X.strumarium* L. sont mises en macération dans un mélange méthanol/eau (Méthanol 99,7 %/Eau distillée ; 8 : 2 ; v/v) pendant 24 heures sous agitation à température ambiante.
- b) **Filtration**:Après l'extraction , chaque mélange est filtré une fois sur coton hydrophile et une fois sur du papier filtre pour éliminer les résidus solides et obtenir le liquide extrait pur.
- c) **Évaporation** :Après filtration, le filtrat est soumis à une évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif sous pression réduite à 40°C pour éliminer le solvant et obtenir l'extrait sec.
- d) **Collecte et stockage**:Après évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif, le précipité obtenu est placé dans une étuve à température modérée (environ 25–35 °C) pour éliminer toute trace restante de solvant. L'extrait sec est ensuite conservé à 4°C jusqu'à utilisation. Toutes ces étapes sont illustrées dans la figure 14 ci-dessous.



a.Macération



b.Filtration



c. Évaporation



d.Extrait brut

Figure 14: Etapes de l'extraction (photographies personnelles)**2.2. Analyse phytochimique****2.2.1. Screening phytochimique**

2.2.1.1. Mise en évidence des tanins

Les tanins sont mis en évidence à partir de 2 ml de la solution à tester, ajouter 2 à 3 gouttes de solution de FeCl₃ à 2%.

Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleu-noire et un précipité (Laisser reposer quelques minutes), ce qui indique la présence de tanins galliques et la couleur brune verdâtre indique la présence de tanins catéchiques(Dohou et al., 2003).

2.2.1.2. Mise en évidence des saponosides

Test 1 : 5 ml de l'extrait brut méthanolique sont mélangés avec 10 ml d'eau distillée pendant 2 min. La formation d'une mousse persistante après 15 min confirme la présence des saponosides(Bruneton,1999).

Test 2 : 5 ml de l'extrait sont mélangés avec 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. Une couleur rouge-marronne de la couche d'interface indique la présence des triterpèneshétérosidiques (Benmahdi, 2001).

2.2.1.3. Mise en évidence des flavonoïdes

5 ml de l'extrait méthanolique sont traités avec quelques gouttes d'AlCl₃ (1%). La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur jaune (N'Guessanetal., 2009).

2.2.1.4. Mise en évidence des composés réducteurs

Ce test est basé sur la réaction de Keller-Kiliani. A 1 ml de l'extrait ajouter 5 ml d'acide acétique contenant des traces de FeCl₃ et 5 ml d'acide sulfurique contenant des traces de FeCl₃ .La présence des composés réducteurs est confirmé par la formation de deux phases, une colorée en brun rouge (acide acétique) et la deuxième en bleu-vert (acide Sulfurique(Edeaga,2005)).Parmi les composés réducteurs on note les coumarines.

2.2.1.5. Mise en évidence des coumarines

La présence de coumarines (composées polyphénolique) est réalisée en évaporant à sec 5 ml d'extrait étheré, 2ml d'eau chaude sont ajoutés puis 1ml de NH_4OH 25%, le mélange est observé sous UV à 366 nm. L'observation d'une fluorescence bleue intense indique la présence des coumarines (**Bachiaga, 2011**).

2.2.1.6. Mise en évidence des alcaloïdes

Test deMayer : HgCl (0,136g) dans 10ml d'eau distillée. KI (0,2g) dans 10ml d'eau distillée. Après l'agitation de chaque solution, on mélange les deux solutions pour avoir la solution du réactif Mayer. Ajouter au 5ml de l'extrait brut de la plante, quelques gouttes du réactif Mayer. La présence de turbidité ou de précipité indique la présence des alcaloïdes sels (**Tiwari et Kakkar, 1990**).

Test deDragendorf : 3 ml de l'extrait ont été mélangés avec 5ml d'acide chlorhydrique (HCl) à 1%, après incubation dans un bain marie chaud, quelques gouttes de réactif de Dragendoff ont été ajoutées, la présence d'un précipité blanc indique la présence des alcaloïdes (**Evans, 2002**).

2.2.1.7. Mise en évidence des quinones

1g du matériel végétal sec broyé et placé dans des tubes avec 15 à 30 ml d'éther de pétrole avec agitation et une repose pendant 24 heures, les extraits sont filtrés.

La présence de quinones libres est confirmée par l'ajout de quelques gouttes de NaOH 10% et lorsque la phase aqueuse vire au jaune, rouge ou violet, ce changement de couleur indique la présence des quinones (**Ribérreau, 1968**).

2.2.1.8. Mise en évidence des stérols et triterpènes

5g de plante, mise en poudre, a été mis dans 20 ml de chloroforme. Après filtration la solution obtenue est répartie entre deux tubes à essais (l'un servira de référence). On ajoute d'abord anhydride d'acétate (AC_2O); ensuite nous avons ajouté 1ml d' H_2SO_4 au fond du tube sans agiter. La formation d'un anneau rouge brunâtre à la zone de contact des deux liquides et

d'une coloration violette de la couche surnageante révèlent la présence des stérols et des triterpènes. C'est la réaction de Liebermann-Buchard (**Benzahi et al., 2001**).

2.2.2. Dosages des composés phénoliques

2.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur totale en composés phénoliques des extraits de *X.strumarium*L. a été déterminée selon la méthode de Folin-Ciocalteu, avec quelques modifications (Fan et al., 2019). Un volume de 0,5 mL d'extrait dilué a été mélangé à 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au dixième), puis incubé pendant 5 minutes à température ambiante. Ensuite, 2 mL de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % ont été ajoutés au mélange. Après une incubation de 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Une courbe d'étalonnage a été établie avec l'acide gallique, et les résultats ont été exprimés en mg équivalents d'acide gallique (EAG) par gramme d'extrait sec.

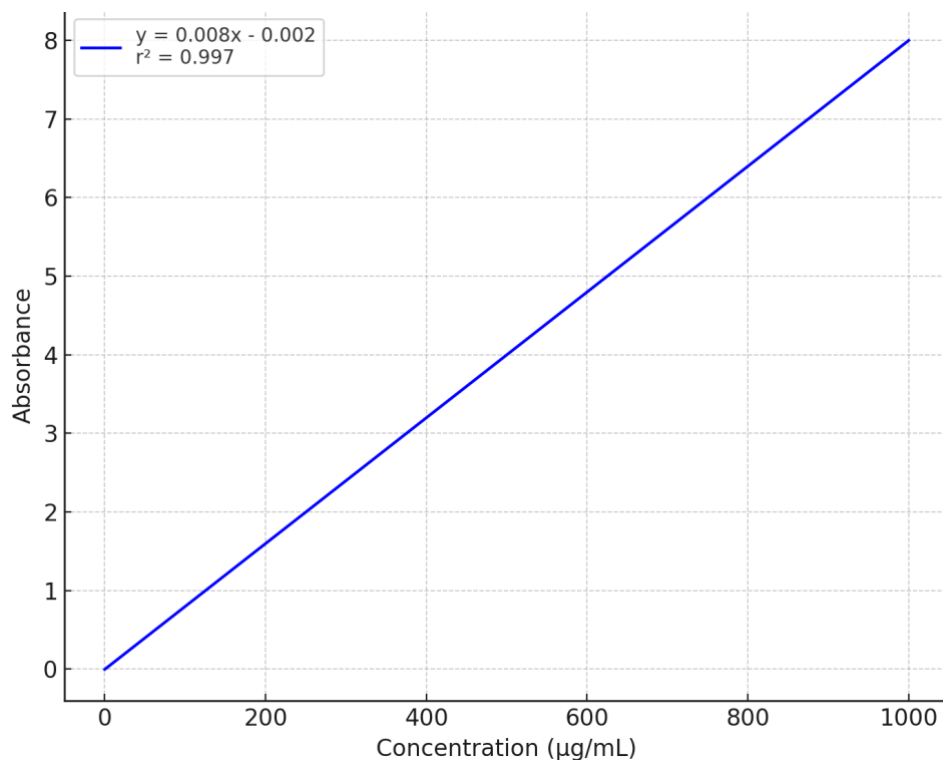


Figure 15: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

2.2.2.2. Dosage des flavonoides

La teneur totale en flavonoïdes a été déterminée par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium (**Kamboj, 2014**). Un volume de 1 mL d'extrait a été mélangé à 1 mL de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2 %, 1 mL d'acétate de potassium (1 M), et 2 mL d'éthanol. Le mélange a été incubé pendant 30 minutes à température ambiante, puis l'absorbance a été mesurée à 430 nm. La quantification a été réalisée à l'aide d'une courbe étalon construite avec la quercétine, et les résultats ont été exprimés en mg équivalents quercétine (EQ) par gramme d'extrait sec.

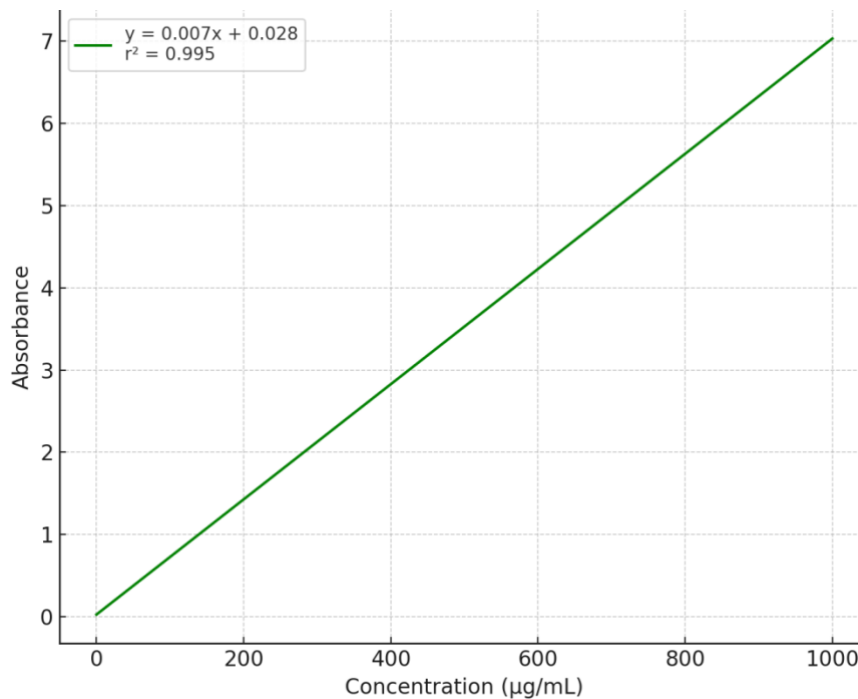


Figure 16: Courbe d'étalonnage de la quercétine

2.2.3. Evaluation de l'activité antioxydante

2.2.3.1. Le test DPPH

L'activité antiradicalaire a été évaluée selon la méthode de Blois (1958), utilisant le radical libre DPPH. Pour cela, différentes concentrations des extraits à tester (allant de 0 à 4 g/L) ont été préparées. Un volume de 40 µL de l'extrait ou d'un étalon a été mélangé avec 160 µL d'une solution de DPPH à 0,1 mM dans le méthanol, dans un volume total de 200 µL. Le mélange a été incubé pendant 30 minutes à température ambiante, à l'abri de la lumière. L'absorbance a ensuite été mesurée à 517 nm. L'activité antiradicalaire a été exprimée en pourcentage d'inhibition (%I), calculé selon l'équation suivante :

$$\%I = [(AC - AS) / AC] \times 100$$

où

AC est l'absorbance du témoin (DPPH seul),

- AS est l'absorbance de l'échantillon (DPPH + extrait).

L'évolution de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration a permis de déterminer la concentration inhibitrice à 50 % (**IC₅₀**) calculée graphiquement à partir de la courbe de pourcentage d'inhibition à différentes concentrations. Une faible valeur d'IC₅₀, associée à une faible absorbance, indique un fort pouvoir antioxydant de l'extrait testé.

2.2.3.2. Le test ABTS

Le radical ABTS^{•+} est un radical libre relativement stable, dont la décoloration en présence d'un antioxydant permet d'évaluer l'activité antiradicalaire. Dans cette méthode, un antioxydant est ajouté à une solution de radicaux ABTS^{•+} préformés, et la quantité résiduelle de ces radicaux est mesurée spectrophotométriquement à 734 nm après un temps d'incubation défini (Ak, 2008). L'analyse de l'activité de piégeage des radicaux ABTS[•] a été réalisée selon la méthode décrite par Re et al. (1999).

Pour le test, 160 µL de la solution de radical ABTS[•], préparée à partir d'ABTS et de persulfate de potassium (K₂S₂O₄), ont été mélangés à 40 µL de chaque extrait à différentes concentrations. Le mélange a été incubé à température ambiante pendant 10 minutes à l'obscurité, puis l'absorbance a été mesurée à 734 nm.

L'activité antiradicalaire vis-à-vis du radical ABTS^{•+} a été exprimée en pourcentage d'inhibition, calculé selon la formule suivante :

$$\%inhibition = [(AC - AS) / AC] \times 100$$

où :

- AC est l'absorbance du témoin (radical seul),
- AS est l'absorbance en présence de l'extrait.

2.2.3.3. Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC)

La détermination de la capacité de réduction du cuivre a été réalisée selon la méthode CUPRAC décrite par Apak et al. (2004). Dans ce test, la substance chromogène utilisée est le cation cuivre(II) bis(néocuproïne) [Cu(Nc)₂²⁺]. Lorsqu'il est réduit par un antioxydant, ce chromophore bleu clair se transforme en un chélate cuivre(I) bis(néocuproïne) de couleur jaune

orangé [Cu(Nc)₂⁺], dont l'absorbance peut être mesurée à une longueur d'onde de 450 nm. Le temps nécessaire pour atteindre la fin de la réaction varie généralement entre 30 et 60 minutes, selon la vitesse d'action de l'antioxydant (**Nabeelah et al., 2020**).




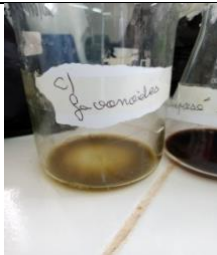
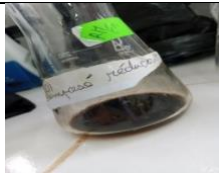
Pour préparer la solution réactionnelle, 50 µL de Cu(II) (10 mM), 50 µL de néocuproïne (7.5 mM) et 60 µL de tampon NH₄Ac (1 M, pH = 7,0) ont été mélangés. Différentes concentrations d'extraits ont ensuite été ajoutées à ce mélange initial pour atteindre un volume final de 200 µL dans chaque puits de la microplaque. Après une incubation d'une heure, l'absorbance à 450 nm a été mesurée. La capacité réductrice des extraits a été comparée à celle du BHA et du BHT. Les résultats ont été exprimés en A_{0.5} (µg/mL), représentant la concentration nécessaire pour obtenir une absorbance de 0.50.

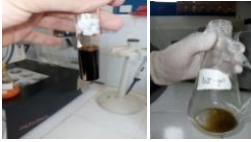
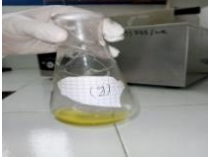
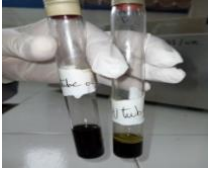
CHAPITRE 2:
RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Criblage phytochimique

Le criblage phytochimique de *Xanthium strumarium* L. révèle un large éventail de composés bioactifs présents dans la partie aérienne de la plante, notamment les feuilles, les tiges et les fruits (tableau03). Cette plante, connue pour ses propriétés médicinales, a fait l'objet de nombreuses études pour ses constituants phytochimiques, notamment : tanins, saponosides, flavonoïdes, composés réducteurs, stérols et triterpènes, quinones.

Tableau 3 :Résultats du dépistage phytochimique des métabolites secondaires dans l'extrait de plante (photographies personnelles)

Famille de composés	Résultat	Observation	
Tanins	++	la couleur bruneverdâtre indique la présence de tanins catéchiques	
Saponosides(test1)	++	Mousse persistante	
Saponosides(test2)	++	couleur rouge-marron à l'interface	
flavonoïdes	++	Apparition d'une couleur jaune après ajout de AlCl ₃ ,	
Composés réducteurs	++	brun-rouge (acide acétique)	

Coumarines	-	Aucune fluorescence bleue sous UV à 366 nm	
Alcaloïdes(Mayer /Drag)	++	Anneau rouge brunâtre + coloration violette (réaction de Liebermann-Buchard)	
Quinones	++	Changement de couleur jaune après ajout de NaOH	
Stérols et triterpènes	++	Anneau rouge brunâtre + coloration violette (réaction de Liebermann-Buchard)	

En revanche, l'absence de coumarines dans les extraits analysés est à souligner. Cette absence pourrait être liée à des facteurs écophysiologiques, à la localisation géographique des échantillons récoltés, ou encore à des variations génétiques intraspécifiques. Il est également possible que la concentration de ces composés soit en deçà du seuil de détection utilisé dans cette étude.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que *X.strumarium*L. est une source potentielle de composés bioactifs d'intérêt thérapeutique, justifiant les recherches ethnobotaniques et pharmacologiques menées sur cette plante. (Abdulkhaleq et al., 2022 ; Ezghayer et al., 2024).

2. Dosages des composés phenoliques

2.1. Dosage des polyphénols totaux

La quantification des composés phénoliques totaux a été réalisée selon la méthode de Folin-Ciocalteu. Les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide gallique (EAG) par gramme de matière sèche, sur la base d'une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (équation : $y = 0,008x - 0,002$, $r^2 = 0,997$). L'extrait de la partie aérienne de *X.strumarium*L. a présenté une teneur en polyphénols de 75,25 mg EAG/g. Cette valeur est proche de celle rapportée par Ly et al. (2021), qui ont mesuré 84,86 mg EAG/g dans un extrait des parties aériennes de la plante. D'autres études ont montré des teneurs encore plus élevées : par exemple, un extrait méthanolique de feuilles a affiché une concentration de 133,41 mg EAG/g (*Antioxidant activity of extracts from X.strumarium L. – A medicinal plant from the King dom of Lesotho*, 2023). Par ailleurs, Tenguria et al. (2013) ont observé des teneurs en polyphénols totaux de 21 % dans les extraits aqueux de feuilles et de 30,7 % dans ceux des fruits, soulignant l'impact du solvant et de l'organe végétal analysé sur le rendement en composés phénoliques. De manière similaire, Shaheen et al. (2023) ont évalué différentes fractions de feuilles de *X. strumarium* et ont constaté que la fraction acétate d'éthyle présentait la concentration la plus élevée en polyphénols (95,25 mg EAG/g), suivie des fractions éthanolique (65,14 mg EAG/g), éther de pétrole (25,12 mg EAG/g) et aqueuse (12,20 mg EAG/g). Ces résultats confirment que la polarité du solvant d'extraction joue un rôle déterminant dans la récupération des composés phénoliques.

2.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur totale en flavonoïdes a été déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage construite avec la quercétine (équation : $y = 0.007x + 0.028$, $r^2 = 0.995$). Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine (EQ) par gramme de matière sèche. L'extrait de la partie aérienne de *X.strumarium*L. a présenté une teneur élevée en flavonoïdes, évaluée à 96 mg

EQ/g. Toutefois, cette valeur contraste avec d'autres études, où des teneurs bien inférieures ont été rapportées. Par exemple, une étude a révélé une concentration totale en flavonoïdes de 3.66

mg EQ/g de masse sèche, tandis que **Kamboj (2014)** a observé des teneurs comprises entre 0.17 et 0.95 mg/g dans des extraits de feuilles obtenus avec différents solvants. Ces disparités soulignent l'influence significative des conditions d'extraction, notamment le type de solvant utilisé, sur la récupération des flavonoïdes dans les extraits végétaux.

3. Evaluation de l'activité antioxydante

3.1. Le test DPPH

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH ont été présentés dans le tableau 04

Tableau 4 : Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH

Extrait	IC 50
<i>Xanthium strumarium</i> L. L.	83.58 ± 0.1
BHA	7.18 ± 0.6
BHT	13.51 ± 0.26

L'activité antioxydante de l'extrait de la partie aérienne de *Xanthium strumarium* L. a été évaluée à l'aide de la méthode DPPH, en mesurant sa capacité à neutraliser le radical libre DPPH. L'extrait a présenté une valeur d'IC₅₀ est de 83.58 ± 0.1 µg/mL, traduisant une activité antioxydante notable, bien que moins puissante que celle des antioxydants de référence, le BHA (7.18 ± 0.6 µg/mL) et le BHT (13.51 ± 0.26 µg/mL).

Par ailleurs, une autre étude a rapporté une activité antioxydante significative des feuilles de cette plante, avec une valeur d'IC₅₀ de 0.09 mg/mL (**Rad et al., 2013**). De même, selon **Ghahari et al. (2017)**, la capacité antioxydante mesurée à travers l'IC₅₀ s'élevait à 184.13 µg/mL, confirmant le potentiel antioxydant de l'espèce.

3.2. Le test ABTS

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode ABTS ont été présentés dans le Tableau 5:

Tableau 5: Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode ABTS

Extrait	IC 50
<i>Xanthium strumarium</i> L. L.	26.34 ± 0.5
BHA	3.81 ± 0.93
BHT	2.52 ± 0.43

L'activité antioxydante des extraits de *Xanthiumstrumarium*L., en particulier celle des parties aériennes, a été largement explorée à l'aide de la méthode ABTS, entre autres approches. Par cette méthode, l'extrait de la partie aérienne a révélé une capacité marquée à neutraliser le radical libre ABTS•, avec une valeur d'IC 50 estde 26.34 ± 0.5 µg/mL. Ces résultats traduisent un potentiel antioxydant significatif, généralement attribué à la richesse de l'extrait en composés phénoliques et flavonoïdes. Néanmoins, cette activité demeure inférieure à celle des antioxydants de référence tels que le BHA (3.81 ± 0.93 µg/mL) et le BHT (2.52 ± 0.43 µg/mL).

Le test ABTS confirme que les extraits des parties aériennes de *Xanthiumstrumarium*L. présentent des propriétés antioxydantes notables, les valeurs d'IC 50suggérant une capacité efficace de piégeage des radicaux libres (Ly et al., 2021). Par ailleurs, d'autres recherches ont montré que des extraits issus d'autres parties de la plante, notamment les feuilles et les tiges,

présentent également une activité antioxydante importante, avec certaines valeurs d'IC₅₀ inférieures à 200 µg/mL(Kamboj, 2014 ; Ashoor et al., 2024).

3.2.Capacité antioxydante réductrice du cuivre (CUPRAC)

La méthode CUPRAC, développée par Apak et al. en 2004, repose sur la mesure de l'absorbance à 450 nm après formation d'un complexe stable entre les ions cuivre(I) et la néocuproïne. Ce complexe coloré résulte de la réduction des ions cuivre(II) par les composés à potentiel antioxydant présents dans les extraits analysés.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6: Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode CUPRAC

Extrait	A _{0.5} (µg/mL)
<i>Xanthiumstrumarium</i> L. L.	71 .34 ± 0.67

α -Tocophérol	35.28 ± 0.1
----------------------	-----------------

Ces données montrent que l'extrait de *Xanthiumstrumarium* L. présente une activité antioxydante notable avec $A_{0.5}(71.34 \pm 0.67 \mu\text{g/mL})$, bien que moins élevée que celle de l' α -tocophérol, un antioxydant de référence $A_{0.5}(35.28 \pm 0.1 \mu\text{g/mL})$. Par ailleurs, il a été démontré que les capacités antioxydantes des extraits varient en fonction des méthodes d'extraction utilisées. Les solvants polaires, tels que le méthanol, permettent d'obtenir des extraits à activité antioxydante plus élevée que ceux obtenus avec des solvants non polaires ("Antioxidant activity of extracts from *Xanthiumstrumarium* L. – A medicinal plant from the Kingdom of Lesotho", 2023 ; Gaikwad et al., 2016).

CONCLUSION

Conclusion

L'étude phytochimique et antioxydante de *Xanthiumstrumarium*L., une plante largement utilisée en médecine traditionnelle, a permis de confirmer sa richesse en métabolites secondaires bioactifs. Le criblage phytochimique qualitatif a révélé la présence notable de tanins, saponosides, flavonoïdes, composés réducteurs, alcaloïdes, quinones, ainsi que de stérols et triterpènes. L'absence de coumarines, quant à elle, pourrait être attribuée à des facteurs environnementaux, génétiques ou méthodologiques.

Sur le plan quantitatif, l'extrait de la partie aérienne de *X. strumarium* a présenté des teneurs élevées en polyphénols (75.25 mg EAG/g) et en flavonoïdes (96 mg EQ/g), soulignant son potentiel antioxydant important. Ces résultats s'alignent avec plusieurs études antérieures, tout en mettant en lumière l'influence décisive des conditions d'extraction (nature du solvant, organe végétal utilisé) sur le rendement des composés phénoliques.

L'activité antioxydante évaluée par les tests DPPH, ABTS et CUPRAC a mis en évidence une capacité notable de neutralisation des radicaux libres, bien que cette activité reste inférieure à celle des antioxydants de référence (BHA, BHT, α -tocophérol). Néanmoins, les valeurs d'IC₅₀ obtenues (83.58 μ g/mL pour DPPH ; 26.34 μ g/mL pour ABTS) ainsi que le A_{0.5} déterminé par CUPRAC (71.34 μ g/mL) confirment le potentiel antioxydant prometteur de cette plante.

L'ensemble des données obtenues renforce l'intérêt ethnopharmacologique de *Xanthiumstrumarium*L., justifiant davantage d'investigations sur ses composés actifs, leur mécanisme d'action, ainsi que leur valorisation potentielle dans le développement de traitements naturels contre le stress oxydatif et ses pathologies associées. Une attention particulière devrait également être portée aux méthodes d'extraction et aux conditions écologiques de culture, afin d'optimiser la concentration et la stabilité des composés bioactifs.

REFERENCES

Références

- **Angeli, L.,** Morozova, K., & Scampicchio, M. (2023). A kinetic-based stopped-flow DPPH method. *Dental Science Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34382-7>
- **Apak, R.,** Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970–7981. <https://doi.org/10.1021/jf048741x>
- **Apak, R.,** Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2007). [Details incomplete – please provide full title and source].
- **Ashoor, E. Y.,** Hameed, A. T., Najim, T. M., & Hasan, R. N. (2024). Phytochemical profiling and antibacterial dynamics of *Xanthium strumarium* L. extract: Unlocking potential therapeutic pathways. *Research Journal of Biotechnology*, 15(11), 156–164. <https://doi.org/10.25303/1911rjbt1560164>
- **Ashoor, M.,** Hossain, M. A., & Alqahtani, A. (2024). Evaluation of antioxidant properties of different parts of *Xanthium strumarium* L. using ABTS, DPPH and FRAP assays. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 31(1), 102–110.
- **Bachiaga, L.** (2011). Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne de quelques plantes médicinales utilisées dans le traitement des dermatoses au Burkina Faso [Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou].
- **Benmahdi, H.** (2001). Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes médicinales de la région de Sétif [Mémoire de Magistère, Université Ferhat Abbas Sétif].
- **Benzaahi, A.,** Belkhdja, M., & Berrehal, D. (2001). Étude phytochimique et activité biologique de quelques plantes médicinales de la région de Tlemcen. Actes du Séminaire National sur les Plantes Médicinales, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Algérie.
- **Berenguer, A.,** Osoria, L., Suarez, G. N., Manso, A. M. A., Salomón, S., Yaquis, P. A., Annabi, B., & Piloto-Ferrer, J. (2024). Exploring the potential of xanthatin from Cuban *Xanthium strumarium* L.: Isolation, characterization, and biological evaluation. *Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences*, 5(9), 1176–1186. <https://doi.org/10.37871/jbres2006>
- **Blois, M. S.** (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199–1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- **Bohm, B. A.,** & Stuessy, T. F. (2001). *Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications*. CRC Press.

Références

- **Botanická Fotogalerie.** (n.d.). *Xanthium strumarium* — photo description [Image]. Retrieved June 24, 2025, from <https://www.botanickafotogalerie.cz/fotogalerie.php?lng=en&latName=Xanthium%20strumarium&...>
- **Bruneton, J.** (1999). *Pharmacognosie: Phytochimie, plantes médicinales* (3e éd.). Paris: Lavoisier–Tec & Doc.
- **Chang, H.-W.,** Liu, P.-F., Tsai, W.-L., Hu, W.-H., Hu, Y.-C., Yang, H.-C., Lin, W.-Y., Weng, J.-R., & Shu, C.-W. (2019). *Xanthium strumarium* L. fruit extract inhibits ATG4B and diminishes the proliferation and metastatic characteristics of colorectal cancer cells. *Toxins*, 11(6), 313. <https://doi.org/10.3390/TOXINS11060313>
- **Chaudhari, S. P.,** & Baviskar, D. T. (2021). Anti-inflammatory activity of *Xanthium indicum* on carrageenan-induced paw edema in rats. [Journal Name Missing], 21(4), 1–6. <https://doi.org/10.1007/S13596-020-00502-1>
- **Chevallier, A.** (2016). *Encyclopédie des plantes médicinales: Identification, préparation, soins.* Artemis Éditions.
- **Davis, P. H.,** Mill, R. R., & Tan, K. (1965). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 5). Edinburgh University Press.
- **Dohou, N.,** Yamni, K., Tahrouch, S., Idrissi Hassani, L. M., Badoc, A., & Gmira, N. (2003). Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, Thymelaealythroïdes. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 142, 61–78.
- **Doucet, A.** (2013). *Systématique végétale: classification, identification et phylogénie.* Presses de l'Université du Québec.
- **Duke, J. A.** (2002). *Handbook of medicinal herbs* (2nd ed.). CRC Press.
- **Edeoga, H. O.,** Okwu, D. E., & Mbaebie, B. O. (2005). Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 685–688.
- **Evans, W. C.** (2002). *Trease and Evans Pharmacognosy* (15th ed.). Saunders Ltd.
- **Fan, Y. M.,** He, L., Wang, Y., & Tang, C. (2019). Morphological and ecological characteristics of *Xanthium strumarium* L. in China. *Journal of Plant Research*, 132(3), 391–402.
- **Gaikwad, S.,** Torane, R. C., & Mundhe, K. (2016). Preliminary screening and comparative evaluation of antioxidant potential of medicinally important plant *Xanthium strumarium* L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(2), 141–144. <https://www.phytojournal.com/archives/?year=2016&vol=5&issue=2&ArticleId=819>

Références

- **Ghahari, S.,** Alinezhad, H., Nematzadeh, Gh. A., Tajbakhsh, M., & Baharfar, R. (2017). Biochemical composition, antioxidant and biological activities of the essential oil and fruit extract of *Xanthium strumarium* Linn. from Northern Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(7), 1603–1616. <https://jast.modares.ac.ir/article-23-6103-en.html>
- **Hamel, T.,** et al. (2018). Ethnobotanical survey of medicinal plants in northeastern Algeria. *Journal of Ethnopharmacology*, 211, 1–10.
- **Heywood, V. H.,** Brummitt, R. K., Culham, A., & Seberg, O. (2007). Flowering plant families of the world. Royal Botanic Gardens, Kew.
- **Holm, L. G.,** Pancho, J. V., Herberger, J. P., & Plucknett, D. L. (1977). The world's worst weeds: Distribution and biology. University Press of Hawaii.
- **Javad, S.,** Wani, T. A., Bhat, S. A., & Shah, M. A. (2015). A review on pharmacological properties of *Xanthium strumarium* L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(3), 600–606.
- **Kamboj, A.** (2014). Analytical evaluation of antioxidant activity of some Indian medicinal plants. *International Journal of Green Pharmacy*, 8(3), 153–157. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.137420>
- **Kamboj, A.** (2014). Herbal medicine: Current trends and future prospects. *International Journal of Drug Research and Technology*, 4(3), 67–75.
- **Kamboj, A.** (2014). Phytochemical screening, in-vitro evaluation of antioxidant and free radical scavenging activity of leaves, stems and roots of *Xanthium strumarium* L., (Compositae). *British Journal of Pharmaceutical Research*, 4(1), 1–22. <https://doi.org/10.9734/BJPR/2014/3667>
- **Kamboj, A.,** & Saluja, A. K. (2010). A review on pharmacognostical, phytochemical and pharmacological studies on *Xanthium strumarium* L. Linn. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 5(2), 55–62.
- **Kim, J. H.,** Lee, J. H., Kim, H. S., & Kim, K. H. (2007). Hepatotoxicity of *Xanthium strumarium* L. caused by carboxyatractyloside. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(2), 290–294. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.041>
- **Tela-Botanica.** (n.d.). *Xanthium strumarium* – synthèse [Online botanical description]. Retrieved June 24, 2025, from <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-73046-synthese>
- **Travail personnel,** photographies prises au laboratoire– El Hamma, 2025.

Références

Résumé

Titre du mémoire: Evaluation de l'activité antioxydante de la plante *Xanthium strumarium*

Nom et prénom: Bentahar Cheyma/Athmani Ahlam

Encadreur : Pr. KADI Kenza

Résumé:

Ce travail s'est focalisé sur l'évaluation des activités biologiques des extraits des parties aériennes de *Xanthium strumarium* L., incluant les feuilles, les tiges et les fruits. Le criblage phytochimique a révélé la présence de divers métabolites secondaires bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins, les saponosides, les quinones, les stérols et triterpènes, tandis que les coumarines étaient absentes, probablement en raison de facteurs écophysiologiques ou génétiques.

La teneur totale en composés phénoliques et flavonoïdiques a été déterminée par des méthodes spectrophotométriques standardisées (Folin-Ciocalteu et quercétine). L'extrait a montré des concentrations élevées : 75.25 mg EAG/g pour les polyphénols et 96 mg EQ/g pour les flavonoïdes, soulignant sa richesse en antioxydants naturels.

Trois tests de capacité antioxydante ont été appliqués : DPPH, ABTS et CUPRAC. Les résultats ont montré que l'extrait possède une activité antioxydante notable, avec une IC_{50} de $83.58 \pm 0.1 \mu\text{g/mL}$ (DPPH), $26.34 \pm 0.5 \mu\text{g/mL}$ (ABTS) et une $A_{0.5}$ de $71.34 \pm 0.67 \mu\text{g/mL}$ (CUPRAC). Bien que cette activité soit inférieure à celle des antioxydants de référence (BHA, BHT, α -tocophérol), elle reste significative et prometteuse.

Ces résultats confirment le potentiel thérapeutique de *Xanthium strumarium* L. en tant que source naturelle de composés antioxydants. Ils mettent également en évidence l'influence du type d'organe végétal, du solvant utilisé et de la méthode d'extraction sur le rendement en substances bioactives. Ainsi, l'optimisation des techniques d'extraction apparaît essentielle pour maximiser l'efficacité biologique des extraits végétaux.

Mots-clés: *Xanthium strumarium* L., polyphénols, Flavonoïdes, activité antioxydante, Khenchela

ملخص

عنوانالمذكرة:تقييم النشاط المضاد للأكسدة لنبات *Xanthium strumarium* L.
الاسم و اللقب :بن الطاهر شيماء و عثمانى احلام
المؤطر : أ. قاضي كنزة

الملخص:

تركز هذا العمل على تقييم الأنشطة البيولوجية لمستخلصات الأجزاء الهوائية لنبته *Xanthiumstrumarium* L، بما في ذلك الأوراق والسيقان والثمار. وقد أظهر التحليل الكيميائي النباتي وجود مجموعة متنوعة من المركبات النشطة بيولوجياً مثل الفلافونويدات، التانينات، الصابونين، الكينونات، الستيرويدات والترينترينينات، في حين لوحظ غياب الكومارينات، وهو ما قد يُعزى إلى عوامل بيئية أو جغرافية أو اختلافات وراثية داخل النوع.

تم تحديد المحتوى الإجمالي من المركبات الفينولية والفلافونويدية باستخدام طرق قياسية تعتمد على التحليل الطيفي (طريقة فولين-سيوكالتيو ومعايرة الكيرسيتين). وقد أظهر المستخلص تركيزات مرتفعة بلغت 75.25 ملغ مكافئ حمض غاليك/غرام من المادة الجافة للفينولات، و96 ملغ مكافئ كيرسيتين/غرام للفلافونويدات، مما يؤكد غناه بمضادات الأكسدة الطبيعية.

تم اختبار النشاط المضاد للأكسدة باستخدام ثلاث طرق DPPH، ABTS، وCUPRAC. أظهرت النتائج أن للمستخلص نشاطاً ملحوظاً ضد الجذور الحرة، حيث بلغت قيمة IC_{50} 83.58 ± 0.1 ميكروغرام/مل بتجربة DPPH، و 26.34 ± 0.5 ميكروغرام/مل بتجربة ABTS، في حين بلغت 71.34 ± 0.67 $A_{0.5}$ ميكروغرام/مل بطريقة CUPRAC. وعلى الرغم من أن هذه القيم أقل من تلك الخاصة بالمضادات الاصطناعية المرجعية مثل BHA و BHT و α -توكوفيرول، إلا أن النتائج تُظهر فعالية واعدة.

تؤكد هذه المعطيات على القيمة العلاجية المحتملة لنبته *Xanthiumstrumarium* L كمصدر طبيعي لمضادات الأكسدة، كما تبرز أهمية نوع الجزء النباتي، والمذيب المستخدم، وطريقة الاستخلاص في التأثير على مردودية المركبات الفعالة. وبالتالي، فإن تحسين تقنيات الاستخلاص يُعد ضرورياً لتعظيم الفعالية البيولوجية للمستخلصات النباتية.

لكلمات المفتاحية: *Xanthiumstrumarium* L، البوليفينول، الفلافونويدات، النشاط المضاد للأكسدة، خنثلة

Sammury

TITLE:Assessment of antioxydant activity of the plant *Xanthium Strumarium*L.

FIRST AND FAMILY name:BentaharCheyma /AthmaniAhlam

Directed by: Pr. KADI Kenza

Summary:

This work focuses on the evaluation of the biological activities of extracts from the aerial parts of *Xanthium strumarium*L., including the leaves, stems, and fruits. Phytochemical screening revealed a wide range of bioactive compounds such as flavonoids, tannins, saponins, quinones, sterols, and triterpenes. Coumarins were notably absent, which may be due to environmental or geographical factors, or intraspecific genetic variation.

The total phenolic and flavonoid contents were quantified using standard spectrophotometric methods (Folin-Ciocalteu method and quercetin calibration). The extract showed high concentrations: 75.25 mg gallic acid equivalent (GAE)/g of dry matter for phenolics and 96 mg quercetin equivalent (QE)/g for flavonoids, confirming its richness in natural antioxidants.

Antioxidant activity was assessed using three methods: DPPH, ABTS, and CUPRAC. The results demonstrated a significant ability to neutralize free radicals, with IC₅₀ values of 83.58 ± 0.1 µg/mL (DPPH), 26.34 ± 0.5 µg/mL (ABTS), and A_{0.5} of 71.34 ± 0.67 µg/mL (CUPRAC). While these values are lower compared to synthetic reference antioxidants like BHA, BHT, and α-tocopherol, the extract still shows promising antioxidant potential.

These findings highlight the therapeutic potential of *Xanthium strumarium*L. as a natural source of antioxidants. They also emphasize the influence of plant part type, solvent used, and extraction method on the yield of bioactive compounds. Therefore, optimizing extraction techniques is essential to maximize the biological effectiveness of plant-based extracts.

Keywords:*Xanthium strumarium* L., Polyphenols, Flavonoids, Antioxydant activity, Khenchela