



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARG UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم البيولوجيا



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
« **Biologie Végétale et Environnement** »

Thème

Etude phytochimique et activité antioxydante de
Taraxacum officinale

Présenté Par : -**BOUHAFFER Hadil**
-**BOUGRADJA Abderrahmene**

Soutenue publiquement le : 17/06/2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Dr. RIDA Soumeiya	MCB	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Président
Dr. CHEKCHAKI Narimene	MCB	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directeur de mémoire
Dr. BOURAIOU Chiraz	MCB	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examineur

Année universitaire : 2025/2026

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

À Mes très chers parents ,

Qui m'ont soutenue et encouragée durant ce travail, et qui m'ont offert les meilleures conditions pour poursuivre mes études. Que Dieu les garde et les protège, ainsi que leurs dévouements, leur amour, leurs sacrifices et leurs encouragements.

À celui qui m'a appris que les rêves grandissent grâce au soutien et à l'affection :

Je dédie ce modeste accomplissement en signe de reconnaissance pour chaque mot d'encouragement et chaque moment de soutien qu'il m'a apporté.

À Mes sœurs

À toute ma famille.

Hadil...

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

À Mes très chers parents et à mon frère :

Pour leur soutien, leur affection et leur amour, leur confiance et leur patience, ainsi
que pour leurs sacrifices infinis.

À toute ma famille :

À laquelle j'exprime mon amour et mon respect le plus dévoué.

À tous mes amis et collègues :

Puisse ce travail exprimer mes souhaits de succès et mes sincères sentiments envers vous.

Abderahmane...

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu qui nous a aidés et nous a donné la patience et le courage d'accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mme le Docteur **CHEKCHAKI Narimene**, pour son inlassable énergie, sa gentillesse, sa disponibilité, sa patience, son dévouement, ses encouragements indispensables et son aide précieuse, qui nous ont permis de mener ce travail à bien.

Nous tenons également à remercier les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de consacrer leur temps pour évaluer ce travail.

Nos remerciements vont à Mme le Docteur **RIDA S.**, qui nous a fait l'honneur de présider le jury, ainsi qu'à M^{elle} le Docteur **BOURAIYOU C.**, pour avoir accepté d'être examinatrice de ce mémoire.

À l'ensemble du personnel administratif, aux ingénieurs et aux techniciens de laboratoire qui ont contribué à la réalisation de ce travail, on tient à exprimer toute notre reconnaissance.

Enfin, nous adressons nos remerciements à l'ensemble de nos enseignants, pour avoir consacré leur temps et partagé leur savoir-faire, afin de nous offrir la meilleure formation possible.

Taraxacum officinale est une plante médicinale largement utilisée depuis des siècles, reconnue pour sa richesse en composés bioactifs dotés de propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et antioxydantes. Ces molécules jouent un rôle majeur dans la protection contre le stress oxydatif, ce qui en fait une ressource d'intérêt pharmacologique et nutraceutique.

L'objectif de ce travail a été d'étudier la composition phytochimique et l'activité antioxydante de *Taraxacum officinale*, en comparant les extraits aqueux des feuilles et des fleurs obtenues par décoction. Les dosages colorimétriques ont permis de déterminer les teneurs en phénols totaux, flavonoïdes totaux et tanins condensés, tandis que l'activité antioxydante a été évaluée *in vitro* par le test DPPH.

Les résultats ont montré que l'extrait aqueux des feuilles était significativement plus riche en phénols totaux, alors que les fleurs présentaient des teneurs plus élevées en flavonoïdes et en tanins condensés. Malgré cette différence, l'extrait floral a révélé une activité antioxydante supérieure, caractérisée par une valeur de CI_{50} plus faible. L'analyse statistique a mis en évidence une corrélation très élevée entre les phénols totaux et l'activité antioxydante ($r = 0,88$), confirmant leur rôle central dans le piégeage des radicaux libres. Les flavonoïdes ont montré une contribution intermédiaire ($r = 0,47$), tandis que les tanins condensés ont présenté une corrélation plus faible ($r = 0,20$), en accord avec leur faible biodisponibilité.

En conclusion, cette étude confirme que les phénols totaux sont les principaux déterminants de l'activité antioxydante de *Taraxacum officinale*. Les feuilles apparaissent comme un organe prometteur pour la valorisation pharmacologique grâce à leur richesse en polyphénols, tandis que les fleurs, malgré une teneur globale plus faible, présentent une efficacité antiradicalaire supérieure liée à la nature qualitative de leurs flavonoïdes. Ces résultats renforcent l'intérêt de cette plante comme source naturelle d'antioxydants pour la prévention du stress oxydatif et des maladies associées.

Mots-clés : *Taraxacum officinale*, activité antioxydante, extrait aqueux, composés phénoliques, Test DPPH.

يُعدّ نبات الهندباء البرية (*Taraxacum officinale*)، من النباتات الطبية المستخدمة على نطاق واسع منذ قرون، ويتميز بغناه بالمركبات الحيوية الفعالة ذات الخصائص المضادة للالتهابات والمضادة للبكتيريا والمضادة للأكسدة. وتلعب هذه المركبات دورًا مهمًا في الحماية من الإجهاد التأكسدي، مما يمنح هذا النبات أهمية دوائية وتغذوية علاجية كبيرة.

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل التركيب الكيميائي النباتي وتقييم النشاط المضاد للأكسدة لنبات الهندباء البرية (*Taraxacum officinale*) ، من خلال مقارنة المستخلصات المائية لأوراقه وأزهاره المحضّرة بطريقة الغلي. وقد أُجريت القياسات اللونية لتحديد محتوى الفينولات الكلية والفلافونويدات الكلية والتانينات المكثفة، في حين تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة في المختبر (*in vitro*) باستخدام اختبار DPPH.

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي للأوراق كان أغنى بشكل ملحوظ بالفينولات الكلية، بينما احتوت الأزهار على تراكيز أعلى من الفلافونويدات والتانينات المكثفة. وعلى الرغم من هذا الاختلاف، فقد أظهر المستخلص المائي للأزهار نشاطًا مضادًا للأكسدة أعلى، تجلّى في قيمة CI_{50} أقل. كما بيّن التحليل الإحصائي وجود ارتباط قوي بين محتوى الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة ($r = 0.88$) ، مما يؤكد الدور الأساسي لهذه المركبات في اصطياد الجذور الحرة. وأظهرت الفلافونويدات مساهمة متوسطة ($r = 0.47$) ، في حين سجلت التانينات المكثفة ارتباطًا أضعف ($r = 0.20$) ، وهو ما قد يُعزى إلى انخفاض توافرها الحيوي.

وفي الختام، تؤكد هذه الدراسة أن الفينولات الكلية تمثل المحدد الرئيسي للنشاط المضاد للأكسدة في نبات الهندباء البرية (*Taraxacum officinale*) . وتُعدّ الأوراق مصدرًا واعدًا للثمين الدوائي بفضل غناها بالبولىفينولات، في حين تتميز الأزهار، رغم انخفاض محتواها الإجمالي من هذه المركبات، بفعالية أكبر في معادلة الجذور الحرة، ويرجع ذلك إلى الطبيعة النوعية للفلافونويدات التي تحتويها. وتُعزى هذه النتائج أهمية هذا النبات كمصدر طبيعي لمضادات الأكسدة يمكن الاستفادة منه في الوقاية من الإجهاد التأكسدي والأمراض المرتبطة به.

الكلمات المفتاحية: الهندباء البرية (*Taraxacum officinale*) ، النشاط المضاد للأكسدة، المستخلصات المائية، المركبات الفينولية، اختبار DPPH.

ABSTRACT

Taraxacum officinale is a medicinal plant that has been widely used for centuries and is known for its richness in bioactive compounds with anti-inflammatory, antibacterial, and antioxidant properties. These compounds play a major role in protecting against oxidative stress, making this plant of considerable pharmacological and nutraceutical interest.

The aim of this study was to investigate the phytochemical composition and antioxidant activity of *Taraxacum officinale* by comparing aqueous extracts of its leaves and flowers obtained by infusion. Colorimetric assays were performed to determine the levels of total phenolics, total flavonoids, and condensed tannins, while antioxidant activity was evaluated *in vitro* using the DPPH radical scavenging assay.

The results showed that the aqueous leaf extract was significantly richer in total phenolic compounds, whereas the flowers contained higher levels of flavonoids and condensed tannins. Despite this difference, the floral extract exhibited greater antioxidant activity, characterized by a lower IC₅₀ value. Statistical analysis revealed a strong correlation between total phenolic content and antioxidant activity ($r = 0.88$), confirming the key role of these compounds in free-radical scavenging. Flavonoids showed a moderate contribution ($r = 0.47$), whereas condensed tannins exhibited a weaker correlation ($r = 0.20$), which may be attributed to their limited bioavailability.

In conclusion, this study confirms that total phenolics are the main determinants of the antioxidant activity of *Taraxacum officinale*. The leaves appear to be a promising source for pharmacological valorization owing to their high polyphenol content, while the flowers, despite their lower overall content, demonstrated superior radical-scavenging efficiency related to the qualitative nature of their flavonoids. These findings highlight the potential of this plant as a natural source of antioxidants for the prevention of oxidative stress and related diseases.

Keywords: *Taraxacum officinale*, antioxidant activity, aqueous extracts, phenolic compounds, DPPH assay.

Dédicace

Remerciements

Sommaire

RESUME	I
الملخص.....	II
ABSTRACT	III
SOMMAIRE.....	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES ABREVIATION	IX
INTRODUCTION	01
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :	
CHAPITRE I:GENERALITES SUR LES PLANTES MEDICINALES ET LE STRESS OXYDATIF ..	03
CHAPITRE II:PRESENTATION BOTANIQUE ET PHYTOCHIMIQUE DE <i>Taraxacum officinale</i>	08
PARTIE EXPERIMENTALE:	
MATERIEL METHODES	13
RESULTATS & DISCUSSION.....	19
CONCLUSION.....	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	25
ANNEXES.....	31

Table des matières

RESUME.....	I	
الملخص.....	II	
ABSTRACT	III	
SOMMAIRE.....	IV	
TABLE DES MATIERES	V	
LISTE DES FIGURES.....	VII	
LISTE DES TABLEAUX	VIII	
LISTE DES ABREVIATION.....	IX	
INTRODUCTION.....	01	
 PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :		
CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MEDICINALES ET LE STRESS OXYDATIF ...	03	
1. Plante médicinale : définition et conception terminologique.....	03	
2. Métabolites secondaires	03	
2.1. La chimie de spécialisation végétale	03	
2.2. Les voies de biosynthèse cellulaire.....	03	
2.3. Classification chimique et rôles biologique.....	04	
2.3.1. Les composés phénoliques	04	
2.3.2. Les terpènes et stéroïdes	04	
2.3.3. Les alcaloïdes	05	
3. Les stress oxydatif : mécanismes moléculaires et implications physiologiques	05	
3.1. Définition et nature biochimique des espèces réactives.....	05	
3.2. Le concept de Xenohormesis et implications thérapeutiques	05	
4. Antioxydants végétaux: Classification et mécanisme d'action	06	
4.1. Concept fondamentale	06	
4.2. Classification des systèmes antioxydants végétaux.....	06	
4.2.1. Les systèmes enzymatiques	06	
4.2.2. Les systèmes non enzymatiques	06	
5. Méthode d'évaluation de l'activité antioxydante.....	07	
 CHAPITRE 2: PRESENTATION BOTANIQUE ET PHYTOCHIMIQUE DE Taraxacum officinale		08
1. Le pissenlit (Taraxacum officinale).....	08	
2. Classification botanique	08	

3. Distribution morphologique et habitat.....	09
4. Usages traditionnels et propriétés thérapeutiques.....	10
4.1. Usages traditionnels et valorisation scientifique.....	10
5. Composition chimique de la plante	11

PARTIE EXPÉRIMENTALE :

BUT ET OBJECTIFS	13
-------------------------------	-----------

CHAPITRE 01: MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	14
--	-----------

1. Etude de la composition chimique et des propriétés antioxydantes du Pissenlit.....	14
1.1. Matériel végétale et extraction	14
1.2. Dosage colorimétrique des composés phénoliques.....	14
1.2.1. Dosage des phénols totaux.....	14
1.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux	15
1.2.3. Dosage des tanins condensés	16
1.3. Évaluation de l'activité antioxydante in vitro: Méthode DPPH	17
2. Traitement statistique	18

CHAPITRE 02 : RESULTATS ET DISSCUSIONS	19
---	-----------

1. La composition chimique & les propriétés antioxydantes des deux extraits de Taraxacum officinale	19
1.1. Dosage des composés phénoliques.....	19
1.2. Activité antioxydante.....	21
1.3. Étude des corrélations.....	21
2. Discussion	22

CONCLUSION.....	24
------------------------	-----------

LISTE DES REFERENCES.....	25
----------------------------------	-----------

ANNEXES.....	31
---------------------	-----------

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	La morphologie de <i>Taraxacum officinale</i> .	09
02	Schéma du protocole expérimental.	13
03	Réduction du DPPH par un antioxydant	17
04	Concentration des phénols totaux de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de <i>Taraxacum officinale</i> .	19
05	Concentration des flavonoïdes totaux de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs <i>Taraxacum officinale</i> .	20
06	Concentration des tanins condensés de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs <i>Taraxacum officinale</i> .	20
07	Concentration de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de <i>Taraxacum officinale</i> pour 50% d'inhibition de radicaux libres de DPPH.	21

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Structure chimique des quelques composés phénoliques.	04
II	La classification botanique de <i>Taraxacum officinale</i>	08
III	Les principaux composés organiques identifiés chez <i>Taraxacum officinale</i>, leur origine anatomique et les activités biologiques	12
IV	Les étapes de préparation de la gamme étalon de l'acide gallique	15
V	Les étapes de préparation de la gamme étalon de la quercétine	15
VI	Les étapes de préparation de la gamme étalon de la catéchine	16
VII	Les étapes de préparation de la gamme étalon de DPPH	18
VIII	Corrélation entre la quantité en phénols des extrait et le test DPPH	21

Liste des abréviations

ABTS :	Acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique).
CAT :	Catalase.
DPPH :	2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.
FRAP :	Pouvoir antioxydant réducteur du fer ferrique (Ferric Reducing Antioxidant Power).
GPx :	Glutathion peroxydase.
HAT :	Transfert d'atome d'hydrogène (Hydrogen Atom Transfer).
LDL :	Lipoprotéine de basse densité (Low Density Lipoprotein).
OMS :	Organisation mondiale de la santé.
PI :	Pourcentage d'inhibition.
ROS :	Espèces réactives de l'oxygène (Reactive Oxygen Species).
SET :	Transfert d'un électron unique (Single Electron Transfer).
SOD :	Superoxyde dismutase.



Introduction

Le stress oxydatif est défini comme un déséquilibre entre les oxydants et les antioxydants pouvant potentiellement conduire à des dommages cellulaires **(Preiser, 2012)**. Ces dommages sont impliqués dans le développement de nombreuses pathologies, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et pulmonaires **(Pincemail et al., 2023)**.

Pour réduire le stress oxydatif, il est recommandé d'adopter une alimentation saine riche en antioxydants, capables de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et de protéger les cellules contre leurs effets délétères. Ces antioxydants sont présents notamment dans les fruits, les légumes, les algues marines et diverses plantes médicinales **(Ragusa, 2023)**.

Au cours des dernières décennies, l'étude des composés bioactifs naturels s'est imposée comme un pilier central de la recherche biomédicale, portée par la reconnaissance croissante de leurs bénéfices thérapeutiques et de leur rôle dans la promotion de la santé humaine **(Narayanankutty et al., 2024)**. Parmi ces composés, les tanins, flavonoïdes, terpènes, saponines et acides organiques constituent des métabolites secondaires dotés de multiples activités biologiques, notamment leurs propriétés antioxydantes **(Faria et al., 2019)**. De nombreuses plantes à effet antioxydant sont répandues dans l'environnement, telles que le pissenlit commun (*Taraxacum officinale*) **(Piatkowska et al., 2022)**.

Taraxacum officinale, appartenant à la famille des Astéracées, est une plante herbacée vivace non toxique, souvent considérée comme une mauvaise herbe. Elle est largement répandue dans l'hémisphère Nord et s'est propagée dans diverses régions du monde bénéficiant de conditions climatiques favorables **(Lis & Olas 2019)**. Utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle, elle est reconnue pour le traitement des troubles hépatiques et de certaines affections féminines, notamment les cancers du sein et de l'utérus **(Jeon et al., 2008)**. Le pissenlit contribue également à l'amélioration des fonctions pancréatiques et gastriques. De plus, il présente des activités antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses **(Jassim et al., 2012)**.

La présente étude a été entreprise afin de valoriser cette plante médicinale, largement utilisée dans la médecine traditionnelle mais encore peu explorée de manière approfondie en laboratoire. L'objectif est d'évaluer sa composition phytochimique ainsi que son activité antioxydante, en comparant l'extrait aqueux de ses feuilles à celui de ses fleurs.

INTRODUCTION

Le mémoire s'articule en deux volets complémentaires :

- Une première partie consacrée aux généralités bibliographiques, abordant les plantes médicinales et le stress oxydatif, en mettant en lumière ses mécanismes et ses effets sur l'organisme, ainsi que la description botanique et chimique de *Taraxacum officinale*.
- Une seconde partie dédiée à l'approche expérimentale (*in vitro*), visant à mettre en évidence et comparer la teneur en certains composés phénoliques ainsi que l'activité antioxydante des extraits aqueux de feuilles et de fleurs de pissenlit.



Partie bibliographique

1. Plantes médicinales: Définitions et conceptions terminologiques

Au sens strict, une plante médicinale est une espèce végétale qui produit et accumule, dans un ou plusieurs de ses organes (racines, feuilles, fleurs, écorces), des substances appelées principes actifs ou métabolites secondaires, capables d'exercer une action pharmacologique (bénéfique ou toxique) sur l'organisme vivant (**Bruneton, 2016**).

Selon l'OMS la plante médicinale est tout végétal contenant des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs pour la chimio-synthèse de médicaments (**OMS, 2002**).

2. Métabolites Secondaires

2.1. La Chimie de spécialisation végétale

Les métabolites primaires sont des composés essentiels à la photosynthèse, à la respiration, ainsi qu'à la croissance et au développement des organismes (**Crozier et al., 2006**). Ils comprennent notamment les phytostérols, les lipides acylés, les nucléotides, les acides aminés et les acides organiques (**Croteau et al., 2000**).

À l'inverse, le métabolisme secondaire (ou spécialisé) produit des molécules non indispensables à la croissance, mais essentielles pour l'interaction de la plante avec son environnement (**Wink, 2010**). Ces métabolites secondaires présentent une diversité structurale considérable (plus de 200 000 structures identifiées). Ils sont souvent spécifiques à une famille botanique, un genre ou même une espèce, ce qui en fait des marqueurs chimiotaxonomiques précieux (**Bourgaud et al., 2001**).

2.2. Les Voies de Biosynthèse Cellulaire

Selon (**Dewick, 2002**), il existe trois voies principales de biosynthèse :

A. La voie de l'acide shikimique : conduit à la formation des acides aminés aromatiques et de la majorité des composés phénoliques (tanins, flavonoïdes).

B. La voie de l'acétate-malonate : à l'origine des acides gras et de certains phénols (quinones).

C. La voie du mévalonate (et la voie MEP) : responsable de la synthèse des terpènes et des stéroïdes.

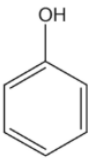
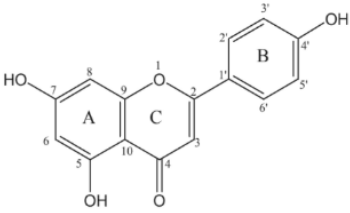
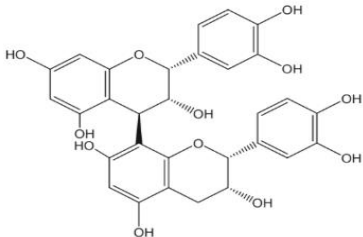
2.3. Classification Chimique et Rôles Biologiques

Les métabolites secondaires sont classés en trois grandes familles chimiques, selon leur structure et leur origine biosynthétique.

2.3.1. Les Composés Phénoliques (Polyphénols)

Ce vaste groupe se caractérise par la présence d'au moins un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles (-OH). Il inclut notamment les flavonoïdes, les tanins et les acides phénoliques (**Tableau I**) (Haslam, 1989 ; Manach *et al.*, 2004).

Tableau I : Structure chimique des quelques composés phénoliques (Vermerris & Nicholson , 2007)

Composés phénolique	Structure chimique
Phénols	
Flavonoïdes	
Tanins	

2.3.2. Les Terpènes et Stéroïdes (Terpénoïdes)

Formés par l'assemblage d'unités isoprènes à cinq atomes de carbone, les terpènes et stéroïdes constituent la classe la plus abondante de métabolites secondaires (Sparg *et al.*, 2004).

2.3.3. Les Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés, généralement basiques, dotés d'une activité pharmacologique très puissante, même à faible dose. Ils agissent préférentiellement sur le système nerveux central. Parmi les exemples notables figurent la morphine, la caféine, l'atropine et la vinblastine (Roberts & Wink, 1998).

3. Le stress oxydatif : Mécanismes moléculaires et implications physiologiques

3.1. Définition et nature biochimique des Espèces Réactives

Le stress oxydatif correspond à un déséquilibre marqué entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO), communément appelées radicaux libres, et la capacité des systèmes biologiques à les neutraliser ou à réparer les dommages qu'elles provoquent. Ce phénomène survient lorsque les défenses antioxydantes endogènes sont dépassées par une surproduction d'oxydants (Halliwell & Gutteridge, 2015).

Les ERO, dérivés hautement réactifs de l'oxygène moléculaire, se distinguent sur le plan biophysique en deux grandes catégories :

A. **Les Radicaux Libres** : Espèces chimiques instables caractérisées par la présence d'un électron non apparié, à durée de vie courte et hautement réactives. Les plus délétères sont le radical superoxyde, le radical hydroxyle et le radical hydroperoxyde (Valko et al., 2007).

B. **Les Espèces Non Radicalaires**: Molécules dépourvues d'électron célibataire mais agissant comme oxydants puissants ou précurseurs de radicaux libres. Les exemples les plus notables sont le peroxyde d'hydrogène et l'oxygène singulet (Valko et al., 2007).

3.2. Le concept de "Xenohormesis" et implications thérapeutiques

Au cours de l'évolution, les plantes ont développé des systèmes antioxydants puissants, reposant sur la synthèse de métabolites secondaires (flavonoïdes, polyphénols, caroténoïdes, tocophérols), afin de se protéger des dommages oxydatifs (Kasote et al., 2015). Plus les conditions environnementales sont hostiles (altitude élevée, ensoleillement intense, stress hydrique), plus les végétaux tendent à accumuler ces composés protecteurs.

Le principe de la xenohormesis repose sur l'idée que l'être humain, en consommant ces plantes, bénéficie directement des molécules de stress produites par le végétal pour sa

survie. Chez l'homme, le stress oxydatif est impliqué dans de nombreuses pathologies chroniques modernes, telles que les maladies cardiovasculaires (via l'oxydation du LDL conduisant à l'athérosclérose), le diabète, les maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson) et certains processus cancéreux **(Sies, 2015)**. La phytothérapie vise ainsi à renforcer les défenses antioxydantes endogènes par un apport exogène, particulièrement utile face aux agressions liées à la pollution, au tabagisme ou à une alimentation déséquilibrée.

4. Antioxydants Végétaux : Classification et Mécanismes d'Action

4.1. Concept Fondamental

En biochimie, un antioxydant végétal est défini comme toute substance qui, présente à faible concentration par rapport au substrat oxydable (lipides membranaires, protéines, ADN), retarde ou empêche significativement l'oxydation de ce substrat **(Halliwell & Gutteridge, 1995)**.

4.2. Classification des Systèmes Antioxydants Végétaux

4.2.1. Les Systèmes Enzymatiques (*In vivo*)

Assurent une détoxification rapide: la superoxyde dismutase transforme l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène **(Bowler et al., 1992 ; Alscher et al., 2002)**, les catalases sont localisées dans les peroxysomes et produisent des radicaux libres H_2O_2 **(Lehucher-Michel, 2001)**. Les glutathion peroxydases permettent de réduire H_2O_2 en H_2O en parallèle de l'oxydation du glutathion **(Thérond, 2003)**.

4.2.2. Les Systèmes Non-Enzymatiques (Métabolites Secondaires)

Constitués de métabolites secondaires stables et extractibles, confèrent aux drogues végétales leurs propriétés médicinales durables. Parmi eux, les polyphénols (flavonoïdes, acides phénoliques, tanins) sont les plus abondants et efficaces **(Rice Evans et al., 1996 ; Hagerman et al., 1998)**. S'y ajoutent les vitamines antioxydantes: la vitamine C, hydrosoluble et régénératrice de la vitamine E, et la vitamine E, liposoluble, qui bloque la propagation de la peroxydation lipidique **(Niki et al., 2005)**. Enfin, les caroténoïdes (bêta carotène, lycopène, lutéine) désactivent physiquement l'oxygène singulet par transfert d'énergie, sans subir de modification irréversible **(Stahl & Sies, 2003)**.

5 .Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation *in vitro* de l'activité antioxydante d'un extrait végétal est complexe et ne peut être réalisée par un seul test. La rigueur scientifique impose l'utilisation de plusieurs méthodes complémentaires, car la réactivité dépend du type de radical cible, du solvant et du mécanisme réactionnel (**Prior et al., 2005**).

Deux mécanismes fondamentaux sont distingués :

A. Le HAT (Hydrogen Atom Transfer), qui mesure la capacité d'un antioxydant à céder un atome d'hydrogène.

B. Le SET (Single Electron Transfer), qui évalue le transfert d'un électron unique (**Huang et al., 2005**). Parmi les tests les plus utilisés figurent :

- **DPPH** : basé sur la réduction du radical violet DPPH en une forme non radicalaire jaune (**Brand-Williams et al., 1995**).
- **ABTS/TEAC** : mesure la décoloration du radical cation bleu-vert ABTS en présence d'antioxydants (**Re et al., 1999**).
- **FRAP** : évalue le pouvoir réducteur global d'un extrait en transformant un complexe ferrique incolore en complexe ferreux bleu de Prusse (**Benzie & Strain, 1996**).

1. Le pissenlit (*Taraxacum officinale*)

Le pissenlit commun, scientifiquement nommé *Taraxacum officinale*, est une plante herbacée vivace largement distribuée à travers le monde (Cronquist, 1981 ; Judd et al., 2002). Il constitue l’un des représentants les plus répandus de la famille des Astéracées. Le terme « Taraxacum » provient des mots grecs « taraxos » (désordre) et « akos » (remède), reflétant l’usage médicinal ancestral de ces espèces. Le genre Taraxacum, qui regroupe plus de 2500 espèces, est reconnu en botanique pour ses propriétés thérapeutiques (Kamal et al., 2022).

2. Classification botanique

Selon la classification classique (morphologique) et les mises à jour phylogénétiques (Tela Botanica, 2023 ; Bouabdelli, 2019), la position taxonomique de *Taraxacum officinale* s’établit comme suit (Tableau II) :

Tableau II : Classification botanique de *Taraxacum officinale*

Niveau taxonomique	Classification
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta (Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Taraxacum</i>
Espèce	<i>Taraxacum officinale</i>

3. Distribution morphologique et habitat

Taraxacum officinale est une espèce largement distribuée dans le monde, originaire d'Europe, mais également bien implantée en Afrique du Nord. En Algérie, cette plante colonise divers milieux (champs, jardins, terrains incultes et bords de routes) depuis le niveau de la mer jusqu'à environ 2000 m d'altitude (Quezel & Santa, 1962 ; Escudero et al., 2003). Sa présence est particulièrement signalée dans les régions du Nord et de l'Est algérien, où elle est intégrée à la pharmacopée traditionnelle pour ses propriétés diurétiques, hépatoprotectrices et antioxydantes (Boudjelal et al., 2013). La consommation et l'usage médicinal du pissenlit sont rapportés depuis des millénaires dans plusieurs pays méditerranéens, confirmant son importance culturelle et thérapeutique (Skubic et al., 2025).

Sur le plan morphologique, le pissenlit présente une racine pivotante robuste et des feuilles disposées en rosette basale au collet, généralement glabres et très variables (dentées, lobées ou profondément découpées). Ses inflorescences jaunes sont portées par des pédoncules creux de 10 à 30 cm. Le fruit est un akène surmonté d'un pappus soyeux, favorisant une dispersion anémochore efficace des graines (Escudero et al., 2003) (Figure n°1).



Figure n°1 : La morphologie de *Taraxacum officinale* (Lucid, 2016)

4. Usages traditionnels et propriétés thérapeutiques

4.1. Usages traditionnels et valorisation scientifique

Le pissenlit (*Taraxacum officinale*) est utilisé depuis l'Antiquité pour le traitement de divers troubles, notamment hépatiques, digestifs et rénaux. Ses usages traditionnels s'étendent des médecins arabes du Xe XIe siècle aux peuples autochtones d'Amérique du Nord, ainsi qu'à la médecine chinoise, où il est reconnu pour ses effets sur le foie, les infections respiratoires et certaines affections cutanées (Chevallier, 1996 ; Duke, 2002 ; Li, 2003).

À partir du XIX^e siècle, le pissenlit (*Taraxacum officinale*) a commencé à susciter l'intérêt des chercheurs, qui ont étudié ses propriétés antioxydantes, anti inflammatoires, cholagogues et anticancéreuses.

Puis, dès les années 1950, sa composition biochimique a été largement explorée, révélant une diversité de constituants actifs tels que les sesquiterpènes, flavonoïdes, phénols, triterpènes, stérols et coumarines. Ces travaux ont confirmé son potentiel thérapeutique, en particulier ses effets antioxydants et anticancéreux (Williams et al., 1996 ; Schütz et al., 2006 ; Herrera et al., 2025).

Aujourd'hui, l'ensemble de la plante (racines, feuilles et fleurs) est valorisé sous forme de préparations pharmacologiques et de compléments alimentaires, principalement utilisés dans le traitement des affections hépatiques, biliaires et rénales (Blumenthal et al., 2000 ; Yarnell, 2009 ; Hao et al., 2024).

4.2. Activités biologiques du pissenlit (*Taraxacum officinale*)

Le pissenlit exerce de multiples activités biologiques bénéfiques :

- **Effets immunomodulateurs** : il renforce le système immunitaire en augmentant le poids des organes lymphoïdes, en améliorant la fonction des macrophages et en stimulant la production de monoxyde d'azote via l'induction de l'iNOS (Hu & Kitts, 2003 ; Ovadje et al., 2012).
- **Activité anti inflammatoire** : ses extraits réduisent l'inflammation et inhibent l'angiogenèse, confirmant leur potentiel dans la régulation des processus inflammatoires (Jeon et al., 2008 ; Sigstedt et al., 2008).

- **Propriétés hépatoprotectrices** : le pissenlit favorise la sécrétion biliaire et améliore les fonctions hépatiques, ce qui explique son usage traditionnel dans les troubles du foie (Choi et al., 2010 ; Clare et al., 2014).
- **Activité antioxydante** : grâce à ses composés phénoliques et flavonoïdiques, il neutralise l'oxygène singulet et divers radicaux libres, tout en augmentant l'activité des enzymes antioxydantes (SOD, GSH Px, CAT), contribuant ainsi à réduire le stress oxydatif (Hu & Kitts, 2005 ; González Correa et al., 2007).
- **Potentiel anticancéreux** : il inhibe la croissance et le développement tumoral, entraînant une diminution du nombre de cellules cancéreuses, comme démontré par des études récentes sur les extraits de racines (Ovadje et al., 2016 ; Qureshi et al., 2017 ; Hao et al., 2024).

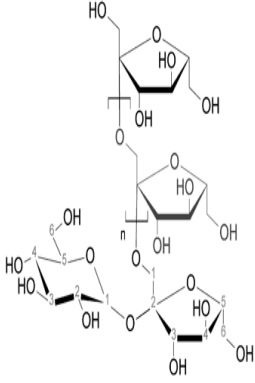
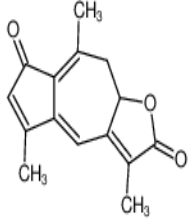
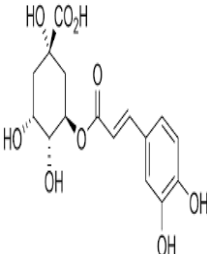
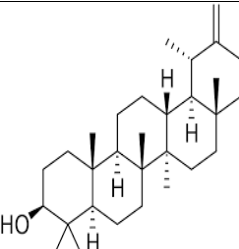
5. Composition chimique de la plante

La composition de *Taraxacum officinale* a suscité un grand intérêt scientifique en raison de ses nombreux composés bioactifs liés à ses propriétés pharmacologiques (Tableau III) (Herrera et al., 2025). Cette plante contient une abondance de lactones sesquiterpéniques, généralement présentes sous forme de glycosides. Parmi les composés apparentés figurent le β amyrine, le taraxastérol et le taraxérol, ainsi que des stérols libres tels que le sitostérol, le stigmastérol et divers phytostérols (Fatima et al., 2018).

Les autres constituants comprennent des polysaccharides, principalement les fructosanes et l'inuline, ainsi que de faibles quantités de pectine, de résine et de mucilage. On y retrouve également des glycosides flavonoïques, notamment la lutéoline 7 glucoside et deux lutéoline 7 diglucosides (Fatima et al., 2018).

Les feuilles de pissenlit constituent par ailleurs une source importante de vitamines et de minéraux : β carotène, caroténoïdes non provitaminiques A, xanthophylles, chlorophylle, vitamines C et D, plusieurs vitamines du groupe B, ainsi que de la choline. Elles renferment également des éléments minéraux essentiels tels que le fer, le silicium, le magnésium, le sodium, le potassium, le zinc, le manganèse, le cuivre et le phosphore (González Correa et al., 2007 ; Sharifi-rad et al., 2018 ; Hao et al., 2024).

Tableau III : Les principaux composés organiques identifiés chez *Taraxacum officinale*, leur origine anatomique et les activités biologiques (Sharifi-rad et al., 2018).

Le composant organique	La structure chimique	Partie de la plante	Activités biologique
Inuline (glucide)		Racine	Amélioration du microbiote intestinal, effet anti-inflammatoire et stimulation de l'élimination des agents pathogènes.
Taraxacine (lactones sesquiterpéniques)		Racine et partie aérienne	Activités anti-inflammatoires et antimicrobiennes.
Lutéoline, acide chlorogénique et acide caféique (acides phénoliques et flavonoïdes)		Racine et partie aérienne	Activités anti-inflammatoires et antioxydantes, avec réduction de la peroxydation lipidique et des dommages cellulaires
Taraxasterol (triterpène pentacyclique)		Racine	Activité antioxydante Activité anti-inflammatoire Activité antitumorale



Partie expérimentale

But et objectif

L'objectif général de ce travail est d'étudier la composition phytochimique et de comparer l'activité antioxydante des extraits aqueux obtenus par décoction à partir des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale* (Figure n° 2).

Enfin, une analyse des corrélations a été réalisée afin de mettre en évidence les liens entre les différents paramètres évalués au cours de l'expérimentation, tout en comparant ces résultats entre les deux types d'extraits étudiés.

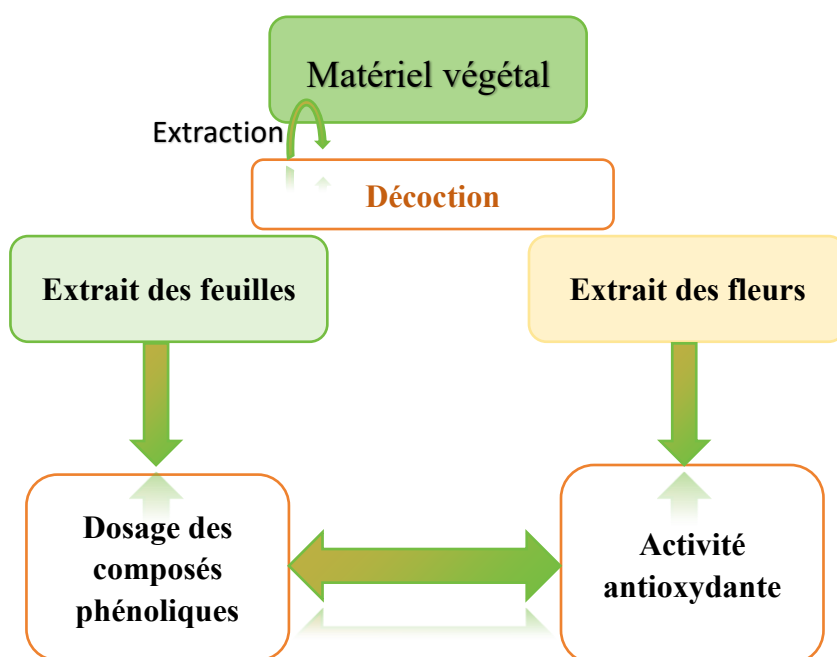


Figure n° 2 : Schéma du protocole expérimental réalisé sur la plante
Taraxacum officinale

1. Étude de la composition chimique et des propriétés antioxydantes du pissenlit

1.1. Matériel végétal et extraction

La plante *Taraxacum officinale* a été récoltée dans la région d'El Tarf durant les mois de mars et avril 2026. Les feuilles et les fleurs ont ensuite été séchées dans une étuve à 40 °C, puis réduites en poudre.

Pour la préparation des extraits aqueux de chaque organe, 1 g de poudre a été mis en contact avec 10 ml d'eau distillée, puis soumis à une décoction à 80-90 °C pendant 15-20 min. Après filtration, les extraits ont été ajustés au volume initial, conservés à 4 °C et utilisés le jour même pour les dosages phytochimiques ainsi que pour l'évaluation de l'activité antioxydante.

1.2. Dosage colorimétriques des composés phénoliques

1.2.1. Dosage des phénols totaux

➤ Principe de la méthode

Le dosage des phénols totaux constitue une analyse de base en phytochimie. En milieu alcalin, ajusté par une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3), les groupements hydroxyles (-OH) des polyphénols libèrent des électrons qui réduisent le réactif de Folin-Ciocalteu. Cette réaction entraîne la formation d'oxydes de tungstène et de molybdène, visibles par l'apparition d'une coloration bleue caractéristique. L'acide gallique est utilisé comme référence pour établir la courbe d'étalonnage.

➤ Protocole opératoire

La quantification des phénols totaux a été réalisée selon la méthode décrite par **Wolfe et al. (2003)**, avec quelques adaptations. Dans des tubes à essai, 0,5 ml d'extrait aqueux (1 mg/ml, préparé dans un mélange méthanol/eau 50:50) est mélangé à 5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu, puis à 4 ml de carbonate de sodium, sous agitation. Après une incubation de 15 minutes à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 765 nm.

La même procédure est appliquée pour la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Tableau IV**). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait (**mg EAG/g extrait**). La courbe d'étalonnage obtenue présente un coefficient de corrélation ($R^2 = 0,9902$) (**Annexe 1**).

Tableau IV : Les étapes de préparation de la gamme étalon de l'acide gallique.

AG (µg/ml)	0	50	100	150	200	250	300
Vi (µg/ml)	0	25	50	75	100	125	150
V _{MeOH} (µl)	500	475	450	425	400	375	350
FC (ml)	5						
Na ₂ CO ₃ (ml)	4						

1.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux

➤ Principe de la Méthode

Le dosage des flavonoïdes totaux repose sur une réaction colorimétrique basée sur la formation d'un complexe entre les ions aluminium (Al^{3+}) et les flavonoïdes, en présence de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Cette interaction génère une coloration dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en flavonoïdes. La quercétine, représentant de la famille des flavonols, a été utilisée comme standard pour l'établissement de la courbe d'étalonnage.

➤ Protocole opératoire

La méthode employée est une adaptation de celle décrite par **Zhisen et al. (1999)**. Dans des tubes à essai, 0,5 ml d'extrait aqueux (issu des fleurs ou des feuilles) est mélangé successivement avec 1,5 ml de méthanol, 0,1 ml de solution d' $AlCl_3$ à 10 %, 0,1 ml d'acétate de sodium et 2,8 ml d'eau distillée. Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité pendant 30 minutes. L'absorbance est ensuite mesurée à 430 nm.

La même procédure est appliquée pour la gamme d'étalonnage de la quercétine, avec des concentrations allant de 0 à 120 µg/ml (**Tableau V**). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine par gramme d'extrait (**mg EQ/g extrait**). La courbe d'étalonnage obtenue présente un coefficient de corrélation élevé ($R = 0,9974$), garantissant la fiabilité des mesures (**Annexe 2**).

Tableau V : Les étapes de préparation de la gamme étalon de la quercétine

Quercétine (µg/ml)	0	20	40	80	100	120
Vi de la solution mère (µg/ml)	0	10	20	40	50	60
V _{MeOH} (µl)	500	490	480	460	450	440
Méthanol (ml)	1,5					
$AlCl_3$ (ml)	0,1					
CH ₃ COONa (ml)	0.1					
Eau distillée (ml)	2,8					

1.2.3. Dosage des tanins condensés

➤ Principe de la méthode

Le dosage des tanins condensés repose sur une réaction colorimétrique utilisant la vanilline. En milieu acide, la vanilline interagit avec les tanins condensés, produisant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en tanins. Cette coloration est mesurable par spectrophotométrie à 500 nm. La catéchine est utilisée comme standard pour l'établissement de la courbe d'étalonnage.

➤ Protocole opératoire

La méthode appliquée est inspirée de **Jukunen-Tiitto (1985)**. Deux séries de tubes à essai sont préparées :

- Première série : chaque tube reçoit 1 ml d'extrait, puis 5 ml du réactif d'analyse (vanilline 1 % + HCl 8 %), ajoutés à intervalles d'une minute.
- Deuxième série (blanc) : chaque tube reçoit 1 ml d'extrait, puis 5 ml d'une solution de HCl 4 %, ajoutés de la même manière.

Les tubes sont ensuite placés dans un bain-marie à 30 °C pendant 20 minutes. À la fin de la réaction, l'absorbance est mesurée à 500 nm. La gamme d'étalonnage de la catéchine est réalisée avec des concentrations de 0 à 0,30 µg/ml (**Tableau VI**).

L'absorbance des blancs est soustraite de celle des échantillons afin de corriger les interférences, notamment dans les tissus riches en pigments. Les teneurs en tanins condensés sont exprimées en mg d'équivalent catéchine par gramme d'extrait (**mg EC/g extrait**). La courbe d'étalonnage obtenue présente un coefficient de corrélation élevé ($R^2 = 0,9911$), garantissant la fiabilité des résultats (**Annexe 3**).

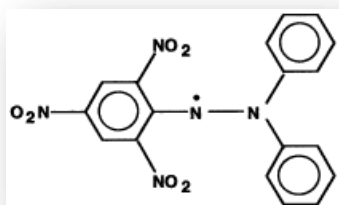
Tableau VI : Les étapes de préparation de la gamme étalon de la catéchine

Catéchine (µg/ml)	0	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30
Vi (µl)	0	200	400	600	800	1000
V _{MeOH} (µl)	1000	800	600	400	200	0
Réactif (ml)	5					

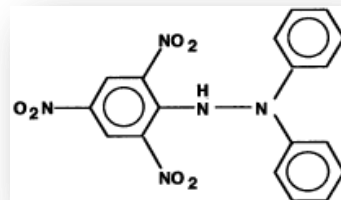
1.3. Evaluation de l'activité antioxydante in vitro : Méthode DPPH

➤ Principe de la méthode

L'évaluation de l'activité antiradicalaire des extraits repose sur la méthode colorimétrique utilisant le radical stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Ce composé, de couleur violette foncée, est soluble dans le méthanol ou l'éthanol et présente une absorption caractéristique. En présence d'un antioxydant, le radical DPPH est réduit en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine par transfert d'un atome d'hydrogène (**Figure n° 3**), ce qui entraîne une diminution progressive de la coloration de la solution. L'intensité de cette décoloration est proportionnelle au pouvoir piègeur de radicaux libres de l'extrait testé (Wollinger *et al.*, 2016).



diphényle-1-picrylhydrazyl
(Radical libre)



diphényle-1-picrylhydrazine
(Non-radical)

Figure n° 3: Réduction du DPPH par un antioxydant (Molyneux, 2004).

➤ Protocole opératoire

Le test de DPPH a été réalisé selon la méthode décrite initialement par Blois (1958), avec quelques adaptations. Une série de concentrations différentes de l'extrait aqueux de chaque organe a été préparée par dilution dans l'éthanol (**Tableau VII**). Pour chaque essai, 2 ml d'extrait ont été mélangés à 2 ml de solution de DPPH. Le mélange a ensuite été incubé à température ambiante pendant 30 minutes, à l'abri de la lumière. L'absorbance a été mesurée à 517 nm.

Un témoin a été préparé en suivant la même procédure, mais sans ajout de l'extrait testé, afin de déterminer l'absorbance totale du radical libre.

L'estimation de l'activité anti-radicalaire de chaque solution est exprimée par la valeur

du **pourcentage d'inhibition (PI%)** conformément à l'équation suivante :

$$PI \% = \frac{DO_{100\%} - DO_{Essai}}{DO_{100\%}} \times 100$$

Avec :

DO_{100%} : absorbance du totale.

DO_{Essai} : absorbance de la solution en présence d'extraits.

La courbe représentant la variation du pourcentage d'inhibition (PI %) en fonction des différentes concentrations des extraits aqueux des feuilles et des fleurs (1 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,05 et 0,03 mg/ml) permet de déterminer l'activité antiradicalaire. Celle-ci est exprimée par la valeur de la CI₅₀, définie comme la concentration de l'extrait nécessaire pour inhiber 50 % des radicaux libres du DPPH.

Tableau VII : Les étapes de préparation de la gamme étalon du DPPH

Concentration EQ1/EQ2	1	0,2	0,1	0,05	0,03	Totale
Vi (µl)	2000	400	200	100	60	/
V _{Ethanol} (µl)	0	1600	1800	1900	1940	2000
V _{DPPH} (ml)	2					

2. Traitement statistique

Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne plus ou moins l'écart type (moy±SEM). Les moyennes sont comparées par un test t de Student. L'analyse statistique des données a été réalisée par EXCEL 2016. Les différences sont considérées comme :

* : Significative lorsque $p \leq 0,05$.

** : Hautement significative lorsque $p \leq 0,01$.

*** : Très hautement significative lorsque $p \leq 0,001$.

p : Seuil de signification.

1. La composition chimique & les propriétés antioxydantes des deux extraits de *Taraxacum officinale*

1.1. Dosage des composés phénoliques

Les dosages des phénols totaux, des flavonoïdes totaux et des tanins condensés précédemment effectués, nous ont permis de comparer la composition des extraits aqueux issus des fleurs et des feuilles de *Taraxacum officinale*.

a. Evaluation de la teneur en phénols totaux

Les résultats indiquent une teneur en phénols totaux significativement plus élevée dans l'extrait aqueux des feuilles (44,25 %) par rapport à celui des fleurs. Cette différence est statistiquement hautement significative (**Figure n°4**).

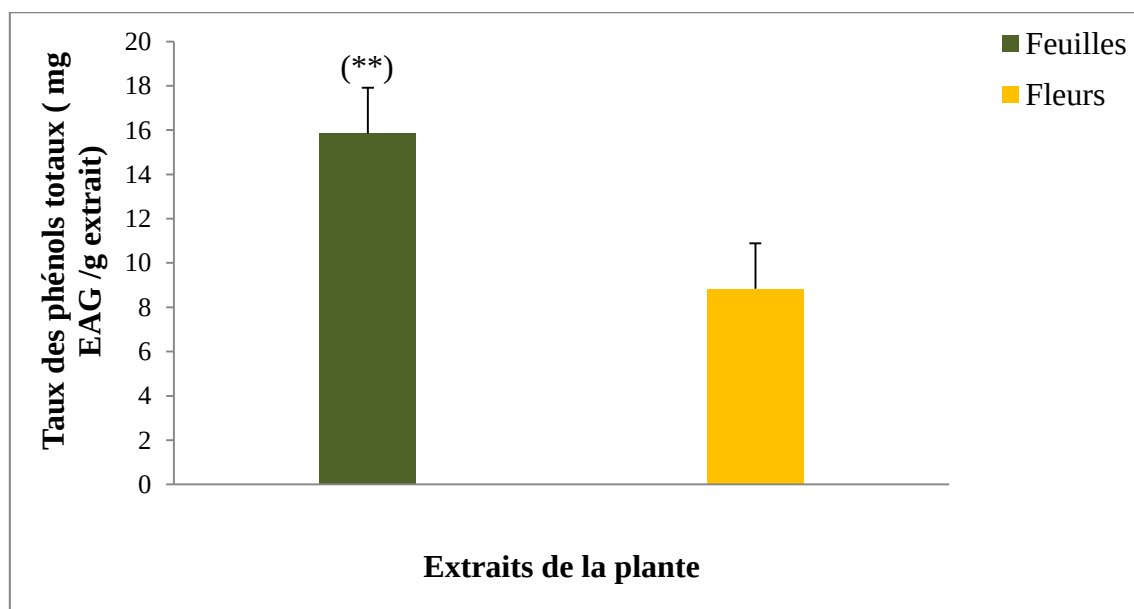


Figure n°4 : Concentration des phénols totaux de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale*

Les valeurs données représentent la moyenne de quatre mesures $\pm$ SEM

Les différences significatives: $p^{**} \leq 0,01$.

EAG équivalents acide gallique

b. Evaluation de la teneur en flavonoïdes totaux

Les résultats indiquent une teneur en flavonoïdes totaux plus élevée dans l'extrait aqueux des fleurs (17,49 %) comparativement à celui des feuilles. Toutefois, cette différence n'atteint pas le seuil de signification statistique (**Figure n°5**).

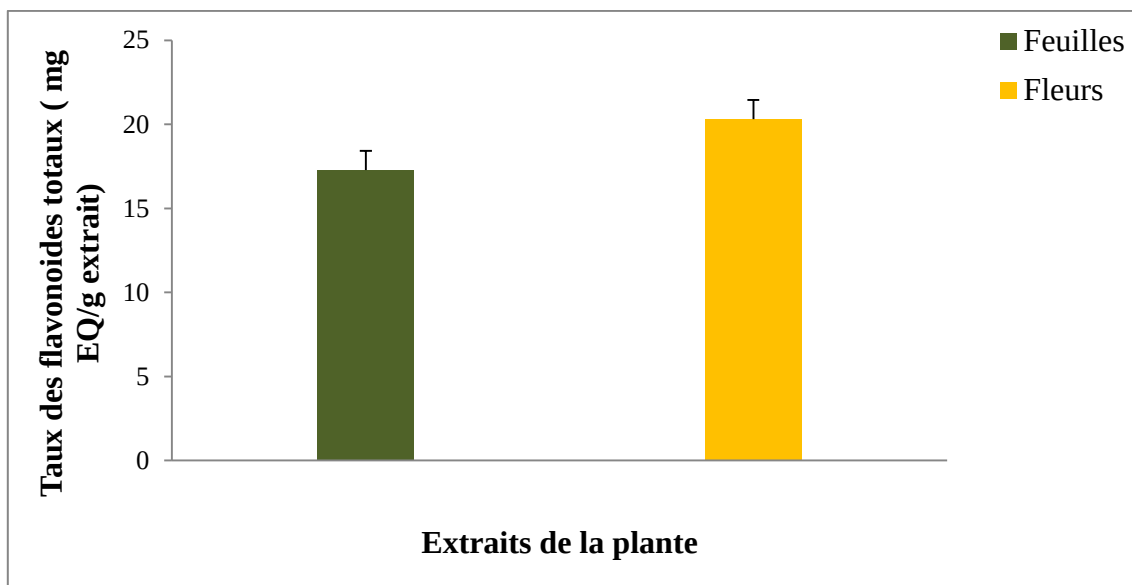


Figure n°5 : Concentration des flavonoïdes totaux de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale*

Les valeurs données représentent la moyenne de quatre mesures $\pm$ SEM
EQ équivalents quercétine.

c. Evaluation de la teneur en tanins condensés

Les résultats montrent une teneur en tanins condensés plus élevée dans l'extrait aqueux des fleurs (70,48 %) comparativement à celui des feuilles. Toutefois, cette différence n'atteint pas le seuil de signification statistique (**Figure n°6**).

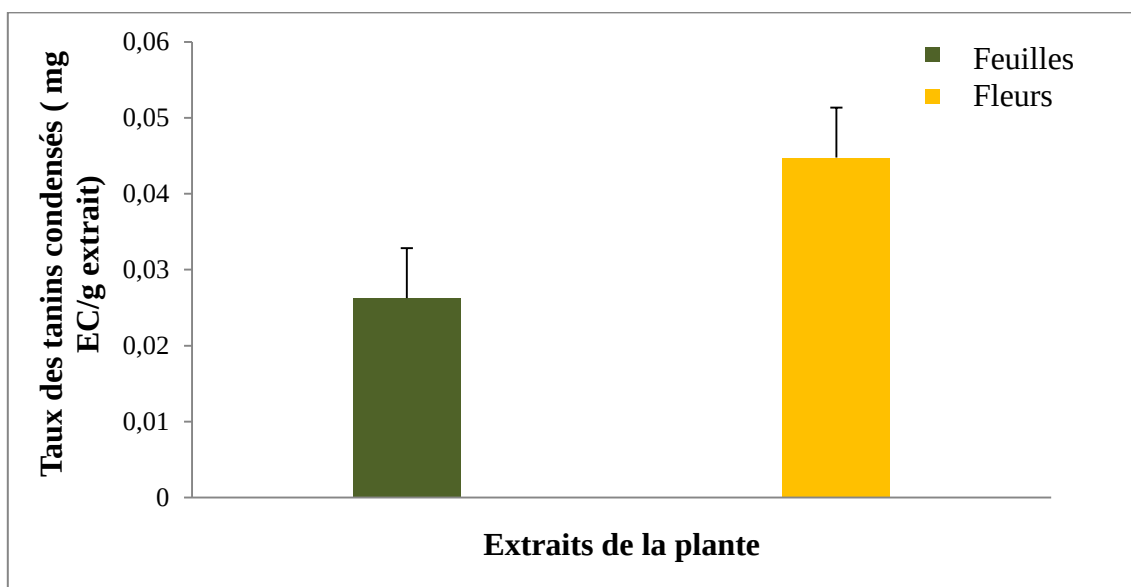


Figure n°6 : Concentration des tanins condensés de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale*

Les valeurs données représentent la moyenne de quatre mesures $\pm$ SEM
EC équivalents catéchine

1.2. Activité antioxydante

La mise en évidence du pouvoir antioxydant des différents extraits de *Taraxacum officinale* a été réalisée par la méthode chimique de piégeage du radical libre DPPH. Les résultats montrent que l'extrait aqueux des fleurs présente la plus forte activité antioxydante, caractérisée par une valeur de CI_{50} nettement plus faible que celle obtenue avec l'extrait des feuilles, traduisant une efficacité significativement supérieure (88,48 %) (**Figure n°7**).

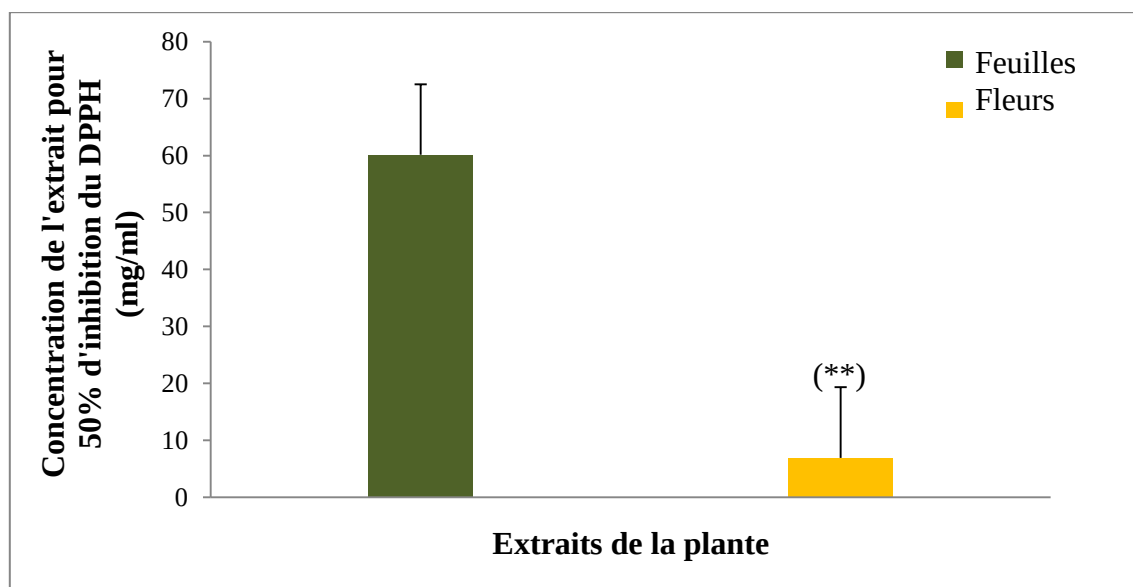


Figure n°7 : Concentration de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale* pour 50% d'inhibition de radicaux libres de DPPH.

Les valeurs données représentent la moyenne de quatre mesures $\pm$ SEM

Les différences significatives: $p^{**} \leq 0,01$.

1.3. Etude des corrélations

Les corrélations obtenues entre les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante *in vitro* (test DPPH) mettent en évidence une relation positive (**Tableau VIII**). Les phénols totaux présentent la corrélation la plus élevée avec l'activité antiradicalaire ($r=0,88$), suivis des flavonoïdes totaux ($r=0,47$), tandis que les tanins condensés montrent une contribution plus faible ($r=0,20$).

Tableau VIII : Corrélations entre la quantité en phénols des extraits et le test DPPH.

	Teneurs en phénols		
	Phénols totaux	Flavonoïdes totaux	Tanins condensés
Activité antioxydante <i>in vitro</i> (DPPH)	0,88	0,47	0,20

2. Discussion

L'étude menée sur les extraits aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale* a permis de quantifier les principales classes de composés phénoliques (phénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés) et d'évaluer leur activité antioxydante par le test DPPH. Les résultats obtenus révèlent des différences significatives dans la répartition de ces métabolites selon l'organe végétal, ainsi que des corrélations variables entre leurs teneurs et le pouvoir antiradicalaire mesuré. En effet, les résultats mettent clairement en évidence que la distribution des métabolites phénoliques dans *Taraxacum officinale* varie selon l'organe étudié et que cette variation conditionne directement l'activité antioxydante mesurée. L'extrait aqueux des feuilles présente une teneur en phénols totaux nettement supérieure à celle des fleurs, ce qui traduit une densité plus élevée en matière sèche et une moindre dilution des métabolites, confirmant les observations de **Milek et al. (2019)**. Cette richesse en polyphénols explique la forte corrélation observée entre phénols totaux et activité antiradicalaire ($r = 0,88$), les polyphénols étant reconnus comme les principaux contributeurs au piégeage des radicaux libres par transfert d'électron ou don d'hydrogène, ainsi que par chélation des ions métalliques pro-oxydants (**Li et al., 2023 ; Zhang et al., 2024**).

À l'inverse, les fleurs se distinguent par une teneur plus élevée en flavonoïdes et en tanins condensés. Les flavonoïdes, majoritairement sous forme glycosylée, présentent une polarité accrue qui favorise leur extractibilité en milieu aqueux (**Hu & Kitts, 2003 ; Lis & Olas, 2019**). Cette caractéristique explique la supériorité de l'extrait floral en flavonoïdes totaux, avec une différence statistiquement très significative ($p \leq 0,001$). Toutefois, la corrélation entre flavonoïdes et activité antioxydante reste modérée ($r = 0,47$), ce qui correspond aux données de **Rathod et al. (2023)**, montrant que leur efficacité dépend fortement de la structure chimique et qu'ils agissent aussi par modulation des voies de signalisation cellulaire. Les tanins condensés, bien que présents en quantité notable dans les fleurs, affichent une corrélation faible avec l'activité antioxydante ($r = 0,20$), ce qui s'explique par leur poids moléculaire élevé et leur tendance à former des complexes insolubles, limitant leur biodisponibilité et leur réactivité (**Huang et al., 2024**).

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH révèle que l'extrait floral possède une CI_{50} nettement plus faible que celui des feuilles, traduisant une activité supérieure malgré une teneur globale en phénols plus faible. Ce paradoxe souligne l'importance de la

qualité et de la nature des polyphénols plutôt que de leur quantité absolue, comme l'ont montré **Wollinger et al. (2016)** et **Jeon et al. (2022)**. Les flavonoïdes floraux, plus hydrosolubles et structurés pour interagir efficacement avec les radicaux libres, confèrent aux inflorescences un pouvoir antioxydant marqué.

Ainsi, la synthèse des résultats confirme que les phénols totaux sont les principaux déterminants de l'activité antioxydante, mais que la composition qualitative des flavonoïdes et la présence de tanins condensés modulent cette activité. Les feuilles apparaissent comme un organe prometteur pour la valorisation pharmacologique grâce à leur richesse en polyphénols, tandis que les fleurs, par leur efficacité antiradicalaire supérieure, représentent une source intéressante pour des applications nutraceutiques ciblées. Ces observations rejoignent les conclusions d'**Olas (2023)**, qui insiste sur l'importance des extraits riches en polyphénols dans la formulation de compléments alimentaires et de produits pharmaceutiques destinés à réduire le stress oxydatif et ses conséquences pathologiques.



CONCLUSION

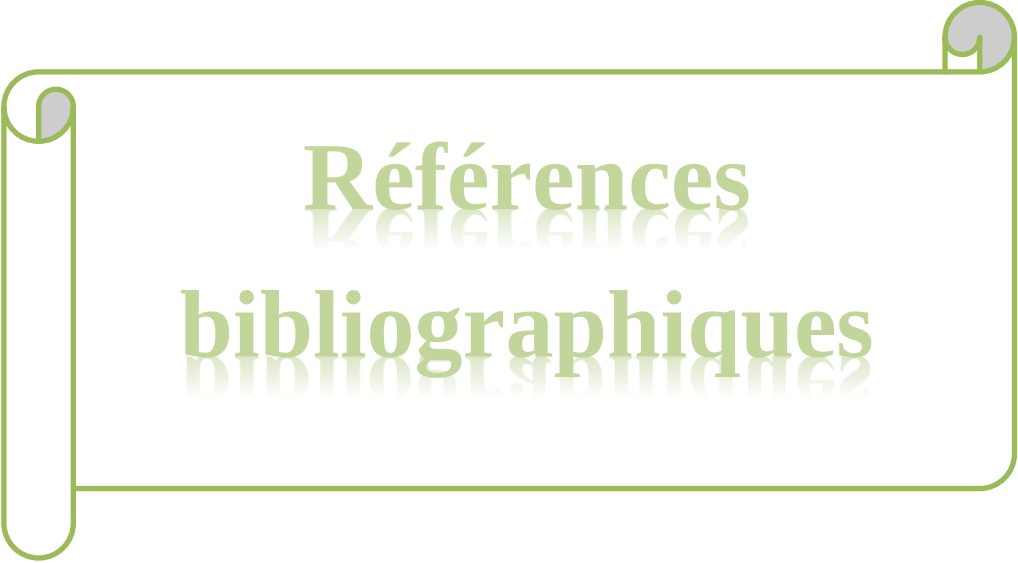
Au terme de cette recherche, l'étude comparative des extraits aqueux des feuilles et des fleurs de *Taraxacum officinale* a permis de mettre en lumière la diversité de leurs profils phytochimiques et de leurs activités antioxydantes. Cette approche a révélé des différences nettes entre ces deux organes végétaux, contribuant à une meilleure valorisation du potentiel thérapeutique de cette plante médicinale, déjà reconnue dans la tradition mais désormais confirmée par des données expérimentales.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux des feuilles est significativement plus riche en phénols totaux, tandis que l'extrait aqueux des fleurs présente des teneurs supérieures en flavonoïdes totaux et en tanins condensés. L'évaluation de l'activité antioxydante par le test de piégeage du radical libre DPPH révèle que l'extrait aqueux des fleurs possède une activité anti-radicalaire plus élevée, confirmant leur rôle majeur dans la neutralisation des espèces réactives de l'oxygène.

En somme, cette étude confirme l'importance thérapeutique du pissenlit (*Taraxacum officinale*) et démontre qu'il constitue une source notable d'antioxydants naturels. Toutefois, afin de mieux caractériser et valoriser son potentiel biologique, il est recommandé de poursuivre les investigations en élargissant les approches expérimentales :

- ✚ Explorer d'autres parties de la plante (racines, tiges, graines).
- ✚ Recourir à des méthodes d'extraction variées et optimisées.
- ✚ Employer des techniques complémentaires d'évaluation du pouvoir antioxydant (ABTS, FRAP, ORAC).
- ✚ Identifier et quantifier les composés phénoliques par chromatographie avancée (HPLC-MS, GC-MS).
- ✚ Évaluer les effets biologiques par des études in vivo.

Ainsi, *Taraxacum officinale* se confirme comme une plante médicinale prometteuse, dont l'étude approfondie pourrait contribuer au développement de nouvelles stratégies de prévention et de traitement des maladies liées au stress oxydatif.



Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A**lscher, R. G., Erturk, N., & Heath, L. S. (2002). Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1331-1341.
- B**enzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Blumenthal M., Goldberg A., Brinckmann J. (2000). *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs*. American Botanical Council.
- Bouabdelli, M. (2019). *Analyse systématique et propriétés pharmacologiques du Pissenlit commun (Taraxacum officinale)*. Synthèse bibliographique universitaire.
- Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, M., Sarri, D., Hendel, N., Benkhalel, A., Ruberto, G. (2013). Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. *Journal of Ethnopharmacology*, 148, 395-402.
- Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E. (2001). Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*, 161(5), 839-851.
- Bowler, C., Van Montagu, M., & Inzé, D. (1992). Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43(1), 83-116.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bruneton, J. (2016). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (5e éd.)*. Lavoisier.
- C**hevallier A. (1996). *The Encyclopedia of Medicinal Plants*. Dorling Kindersley.
- Choi U.K. et al. (2010). Hepatoprotective effects of *Taraxacum officinale*. *Journal of Ethnopharmacology*.
- Clare B.A., Conroy R.S., Spelman K. (2014). The diuretic effect of dandelion
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.
- Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000). Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and molecular biology of plants*, 24, 1250-1319.
- Crozier, A., Clifford, M. N., & Ashihara, H. (2006). *Plant secondary metabolites. Occurrence, structure and role in the human diet*, Blackwell-Publishers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D**ewick, P. M. (2002). Medicinal natural products: a biosynthetic approach (2e éd.). John Wiley & Sons.
- Duke, J. A. (2002). Handbook of medicinal herbs. CRC press .243p
- E**scudero, N. L., De Arellano, M. L., Fernández, S., Albarracín, G., & Mucciarelli, S. (2003). Taraxacum officinale as a food source. Plant foods for human nutrition, 58(3), 1-10.
- F**aria, T. C., Nascimento, C. C. H. C., De Vasconcelos, S. D. D., & Stephens, P. R. S. (2019). Literature review on the biological effects of Taraxacum officinale plant in therapy. Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development, 7(3), 94-99.
- Fatima, T., Bashir, O., Naseer, B., & Hussain, S. Z. (2018). Dandelion: Phytochemistry and clinical potential. J. Med. Plants Stud, 6(2), 198-202.
- G**onzález Correa J.A. et al. (2007). Antioxidant activity of dandelion extracts. Phytotherapy Research
- H**agerman, A. E., Riedl, K. M., Jones, G. A., Sovik, K. N., Ritchard, N. T., Hartzfeld, P. W., & Riechel, T. L. (1998). High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(5), 1887-1892.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (1995). The definition and measurement of antioxidants in biological systems. Free Radical Biology and Medicine, 18(1), 125-126.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). Free radicals in biology and medicine (5e éd.). Oxford University Press.
- Hao, F., Deng, X., Yu, X., Wang, W., Yan, W., Zhao, X., Wang, X., Bai, C., Wang, Z., & Han, L. (2024). Taraxacum: A Review of Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacological Activity. The American Journal of Chinese Medicine
- Haslam, E. (1989). Plant polyphenols: vegetable tannins revisited. Cambridge University Press.
- Herrera Vielma, F., Quiñones San Martín, M., Muñoz-Carrasco, N., Berrocal-Navarrete, F., González, D. R., & Zúñiga-Hernández, J. (2025). The role of Dandelion (Taraxacum officinale) in liver health and hepatoprotective properties. Pharmaceuticals, 18(7), 990.
- Hu C., Kitts D.D. (2003). Antioxidant and immunomodulatory properties of dandelion extracts. Food Chemistry.
- Hu C., Kitts D.D. (2005). Antioxidant and immunomodulatory properties of dandelion extracts. Food Chemistry.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Huang, Y., et al. (2024). Condensed tannins: Structure, bioavailability, and antioxidant potential. *Trends in Food Science & Technology*, 137, 45-58.
- J**assim, A. K. M., Farhan, S. A., & Noori, O. M. (2012). Identification of dandelion *Taraxacum officinale* leaves components and study its extracts effect on different microorganisms. *Al-Nahrain Journal of Science*, 15(3), 7-14.
- Jeon H.J. et al. (2008). Anti inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. *Journal of Ethnopharmacology*.
- Jeon, H., et al. (2022). Comparative antioxidant properties of different organs of *Taraxacum officinale*. *Antioxidants*, 11(5), 912.
- Julkunen-Titto, R. (1985), Phenolics constituents in the leaves of northern willows methods for the analysis of certain phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33(2), 213-217.
- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., & Stevens, P. F. (2002). *Botanique systématique : Une perspective phylogénétique*. De Boeck Supérieur.
- K**asote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V., & Bae, H. (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to nutritional and therapeutic applications. *International Journal of Biological Sciences*, 11(8), 982-991.
- Kamal, F. Z., Lefter, R., Mihai, C. T., Farah, H., Ciobica, A., Ali, A., ... & Ech-Chahad, A. (2022). Chemical composition, antioxidant and antiproliferative activities of *Taraxacum officinale* essential oil. *Molecules*, 27(19), 6477.
- L**i S. (2003). *Chinese Materia Medica*. Shanghai Science Press.
- Lis, B., & Olas, B. (2019). Pro-health activity of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) and its food products—history and present. *Journal of Functional Foods*, 59, 40-48.
- Li, Y., et al. (2023). Polyphenols as natural antioxidants: Mechanisms and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(2), 215-230.
- Lehucher-Michel M. P., Lesgards J. F., Delubac O., Stocker P., Durand P. et Prost M. 2001. Stress oxydant et pathologies humaines: Bilan et perspectives préventives. *La Presse médicale*, 30 (21), pp. 1076-1081.
- M**anach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Milek, M., Marcinčák, S., & Legáth, J. (2019). Phytochemical profile and antioxidant activity of *Taraxacum officinale* L. plant parts. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1845-1854.
- Molina-Montenegro, M. A., Palma-Rojas, C., Alcayaga-Olivares, Y., Osés, R., Corcuera, L. J., Cavieres, L. A., & Gianoli, E. (2013). Ecophysiological plasticity and local differentiation help explain the invasion success of *Taraxacum officinale* (dandelion) in South America. *Ecography*, 36(6), 718-730.
- 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.
- Narayanankutty, A., Famurewa, A. C., & Oprea, E. (2024). Natural bioactive compounds and human health. *Molecules*, 29(14), 3372.
- Niki, E., Yoshida, Y., Saito, Y., & Noguchi, N. (2005). Lipid peroxidation: mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 338(1), 668-676.
- Olas, B. (2023). Polyphenols and their role in nutraceuticals and pharmaceuticals. *Pharmacological Reports*, 75(1), 1-12.
- Organisation Mondiale de la Santé [OMS]. (2002). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. Organisation Mondiale de la Santé
- Ovadjé P. et al. (2012). Dandelion root extract induces apoptosis in cancer cells.
- Ovadjé P. et al. (2016). Dandelion root extract induces apoptosis in cancer cells. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Piątkowska, E., Biel, W., Witkiewicz, R., & Kępińska-Pacelik, J. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of Asteraceae family plants. *Applied Sciences*, 12(23), 12293.
- Pincemail, J., Rousseau, A. F., Kaux, J. F., Cheramy-Bien, J. P., Bruyère, C., Prick, J., ... & Meziane, S. (2023). A pilot study on oxidative stress during the recovery phase in critical COVID-19 patients in A rehabilitation facility: potential utility of the PAOT® technology for assessing total anti-oxidative capacity. *Biomedicines*, 11(5), 1308.
- Preiser, J. C. (2012). Oxidative stress. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 36(2), 147-154.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-4302.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

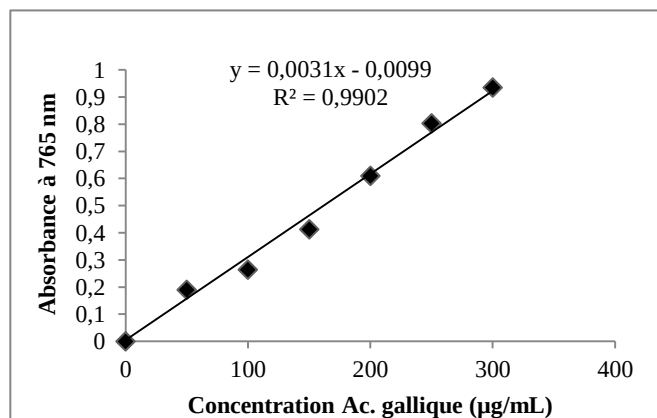
- Q**uézel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.
- Qureshi, S., Adil, S., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., & Farag, M. R. (2017). Beneficial uses of dandelion herb (*Taraxacum officinale*) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 591-602.
- R**athod, N. B., et al. (2023). Flavonoids in oxidative stress modulation: A comprehensive review. *Nutrients*, 15(4), 998.
- Ragusa, A. (2023). Secondary metabolites for the reduction of oxidative stress. *Molecules*, 28(22), 7555.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933-956.
- Roberts, M. F., & Wink, M. (Éds.). (1998). *Alkaloids: biochemistry, ecology, and medicinal applications*. Springer.
- S**chütz K. et al. (2006). Phytochemical composition of dandelion. *Journal of Food Chemistry* - Sharifi-Rad, M., Roberts, T. H., Matthews, K. R., Bezerra, C. F., Morais-Braga, M. F. B., Coutinho, H. D., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Ethnobotany of the genus *Taraxacum*—Phytochemicals and antimicrobial activity. *Phytotherapy Research*, 32(11), 2131-2145.
- Sies, H. (2015). Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. *Redox Biology*, 4, 180-183.
- Sigstedt S.C. et al. (2008). Inhibition of angiogenesis by dandelion extracts. *Nutrition and Cancer*.
- Skubic, M., Baša Česnik, H., Velikonja Bolta, Š., Rusjan, D., & Šircelj, H. (2025). Is common Dandelion (*Taraxacum officinale* agg.) foraged for food in vineyards pesticide residues free?. *Foods*, 14(4), 684.
- Sparg, S. G., Light, M. E., & Van Staden, J. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(2-3), 219-243.
- Stahl, W., & Sies, H. (2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24(6), 345-351.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

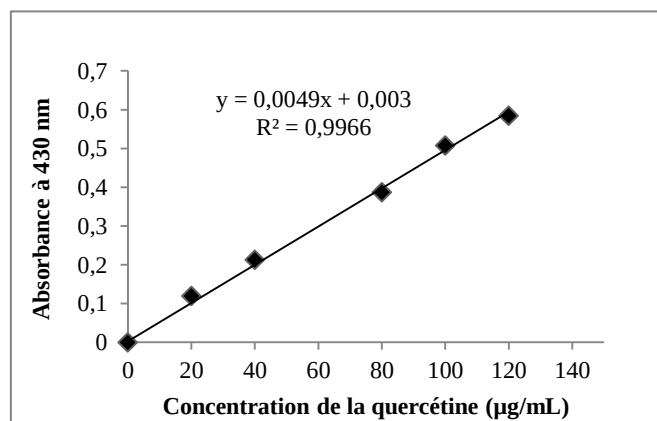
- T**ela Botanica (2023). Base de données des Trachéophytes de France métropolitaine (BDTFX). Réseau de la botanique francophone.
- Therond P. 2003. Le sélénium Un oligo-clément essentiel pour la santé humaine. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 38 (4), p. 250-256.
- V**alko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 39(1), 44-84.
- Vermerris, W., & Nicholson, R. (2007). Phenolic compound biochemistry. Springer Science & Business Media. 1-24 P.
- W**illiams C.A. et al. (1996). Flavonoid composition of *Taraxacum officinale*. Phytochemistry.
- Wink, M. (Éd.). (2010). Biochemistry of plant secondary metabolism (2e éd.). Wiley-Blackwell.
- Wolfe, K., Wu, X. et Liu, RH. (2003). Antioxidant activity of apple peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(3), 609-614.
- Wollinger, A., Perrin, É., Chahboun, J., Jeannot, V., Touraud, D., & Kunz, W. (2016). Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *Rosmarinus officinalis* L. leaves determined by DPPH assays. Comptes Rendus. Chimie, 19(6), 754-765.
- Y**arnell E. (2009). Botanical medicines for the liver. Alternative Medicine Review.
- Z**hishen, J., Mengcheng, T., et Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem, 64,555-559.



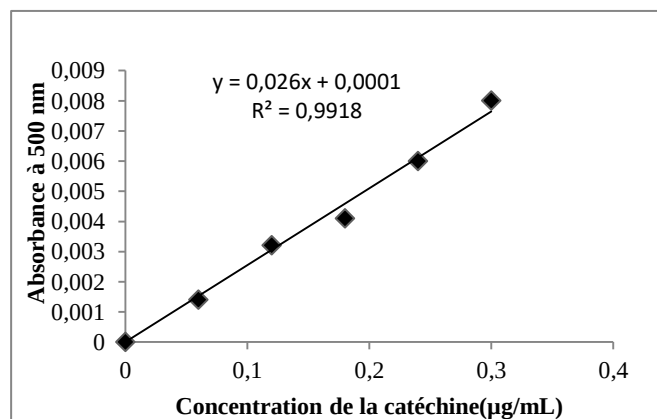
Annexes



Annexe 1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.



Annexe 2 : Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.



Annexe 3 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés.

Annexe 4 : listes des réactifs chimiques spécifiques utilisés

Réactifs	Non complet (code)	Firme
RFC	Le réactif Folin-Ciocalteu	Sigma
AG	L'acide gallique	Biochem. (Chemopharma)
La Quercétine	/	Aldrich
La vanilline	/	Biochem. (Chemopharma)
La catéchine	/	Sigma
DPPH	2.2-diphényle-1-picrylhydrazyl	ALDER