



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABD EL HAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE & DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE DE DOCTORAT 3ème Cycle (Doctorat LMD)

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Nutrition et pathologie

Thème :

Caractérisation et propriétés thérapeutiques de Taraxacum officinale

Présentée par :

Melle LAKEHAL Mahdjouba

Soutenue le 2026 devant le jury :

Président :	Pr. KEDDARI Soumia	Université de Mostaganem
Directeur :	Pr. CHAALEL Abdelmalek	Université de Mostaganem
Co-directrice :	Pr. BOUFADI Mokhtaria Yasmina	Université de Mostaganem
Examinatrice :	Pr. MOKHTAR Meriem	Université de Mostaganem
Examinatrice :	Pr. MEZIANI Samira	Université de Sidi Bel Abbés

Année Universitaire : 2025-2026

Avant-propos

Ce travail a été effectuée conjointement au Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé de l'Université de Mostaganem, avec la collaboration du le Laboratoire d'Anatomie et de Pathologie d'Etablissement Hospitalo-universitaire USTO (Oran).

D'abord je remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné courage, santé, souffle et patience pour accomplir ce travail.

*Je tiens particulièrement à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de thèse **Dr. Abdelmalek CHAALEL**, Professeur, de l'Université de Mostaganem. Je tiens à le remercier sincèrement et très chaleureusement pour sa disponibilité permanente et son soutien exceptionnel, ses orientations, ses conseils judicieux et ses encouragements tout au long de mon travail. Je le remercie pour sa compréhension, sa confiance accordée, ses discussions scientifiques enrichissantes qui m'ont permis d'évoluer sereinement au cours de ces années de recherches. Je le remercie de m'avoir fait bénéficier de son expérience ainsi que de son enthousiasme pour la recherche. Je ne vous remercie jamais assez sur ce que vous avez fait pour moi, vous serez pour toujours mon exemple. Vous m'avez fait un honneur en acceptant de diriger ce travail. Veuillez accepter cher Professeur, mes sentiments d'estimes, de respect et de reconnaissance.*

*A ma Co-directrice de thèse, **Dr. BOUFADI Mokhtaria Yasmina**, Professeur à l'USTHB, merci de m'avoir accepté comme étudiante dès mon Master où vous m'aviez honoré par votre encadrement en mémoire de fin d'études. Merci pour vos orientations, vos conseils judicieux et vos encouragements ainsi que votre soutien tout au long de mon travail de thèse. Vous avez toujours été disponible pour m'aider, m'assister à la réalisation de ce travail, malgré vos multiples occupations. Merci vraiment pour tout effort consenti. J'ai beaucoup apprécié votre confiance, vos riches discussions scientifiques, votre rigueur et votre souci du travail bien fait.*

Aux membres du jury

A notre maitre et président du jury

***Dr KEDDARI Soumia** Professeur à l'Université de Mostaganem pour l'honneur d'avoir accepté de participer dans ce jury.*

C'est un honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury.

Avant-propos

M. LAKEHAL (2026). Caractérisation et propriétés thérapeutiques de Taraxacum officinale.
Doctorat LMD en N&P. Univ. Mostaganem.

Votre simplicité et votre grand sens de l'humanisme nous forcent l'estime et l'admiration.

Votre simplicité et votre grand sens de l'humanisme nous forcent l'estime et l'admiration.

Mes remerciements s'adressent également à

Dr Mokhtar Meriem Professeur à l'Université de Mostaganem pour l'honneur qu'il me fasse en acceptant d'examiner ce travail, Mes sincères remerciements.

Dr MEZIANI Samira Professeur à Université Djillali Liabés Sidi Bel Abbés pour l'acceptation d'examiner cette thèse. Je lui adresse mes vifs remerciements

Nous tiens à remercier, tous ceux qui m'ont aidé par la Volonté de dieu, à tous ceux sans citer de nom, par peur d'oublier quelqu'un avec qui j'ai travaillé durant la réalisation de ma thèse.

Mahdjouba LAKEHAL

Dédicaces

Au terme de ce travail, avec un grand plaisir, une immense joie, je voudrais la dédier à toutes les personnes qui me sont chères.

Que ce modeste travail soit, en retour, l'expression de tout le respect et l'amour que je vous porte !

Je dédie ce travail A mon père « Kaddour » qui a œuvré pour ma réussite de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

*A la source de chaleur et tendresse l'origine de douceur et patience ma mère « Hlima »
Grace à leurs tendres encouragements et leur grand sacrifice Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux*

Merci ma mère et mon père pour votre soutien tout le long de ma vie scolaire.

A mes adorables soeurs (Fatma , Zohra et Salima) , je vous aime très fort , et je vous souhaite tout le bonheur, la joie et le succès. A toute ma famille et mes amies.

A mes chers frères « Hamdène, Laid, Rachid, Houari et Abdelkader » pour toute la spontanéité et votre élan chaleureux, Je vous dédie ce travail. Qu'ALLAH vous accorde longue vie et bonne Santé.

A les femmes de mes frère «Fatma, Hafida, Karima, Soulef et Yousra»

à toutes les petits-enfant de la famille.

Et à mes chères Zakia, Fatiha, Amina et Amel.

A tous, Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

Mahdjouba

Résumé

Depuis toujours, l'être humain recherche dans la nature des substances pouvant contribuer à la thérapeutique, voire à la guérison de maladies. Les progrès scientifiques ont favorisé le développement de médicaments à base de plantes reconnus et efficaces. *Taraxacum officinale*, est une plante souvent utilisée en médecine traditionnelle et qui est connue par ses vertus thérapeutiques. Cette étude a fait objet visant à déterminer la composition chimique, vérifier le pouvoir antimicrobien et l'effet anti-oxydant *in vitro*, l'activité anti-inflammatoire, l'effet anti-ulcère gastrique et l'effet anti anémique *in vivo*.

Le potentiel antimicrobien de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) a été étudié sur cinq souches pathogènes référenciées. L'effet anti oxydant par les dosages des polyphénols, des flavonoides et le test DPPH.

L'étude *in vivo* comprend un ensemble de rats wistar mâles albinos qui ont subi une inflammation du péritoine et de la patte (œdème) par voie injectable de la carragénine (3 %) après avoir été traités pendant 7 jours par l'extrait ETO en vue de restaurer les atteintes du péritoine et de la patte. Un autre groupement de rats Wistar a été prétraité par l'extrait ETO avant d'être exposé à un ulcère gastrique par voie orale d'une solution HCl/éthanol (150 µmol\60 %) dans le but de rétablir l'ulcération d'estomac. Et le dernier groupe subi à une anémie induit par la Céphalosporine avec le prétraitement de l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale*.

L'identification HPLC/UV de l'extrait ETO a montré la présence des composés phénoliques avec la prédominance des flavonoides, Nos résultats confirment que l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* présente une efficacité contre les microorganismes pathogènes avec un maximum de zone d'inhibition varie entre 0,78 à 24,73 mm avec *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus* respectivement. L'inflammation a été amélioré avec une réduction des biomarqueurs d'inflammation prostaglandine (20.95 % et 33 %) et facteur de nécrose tumorale(23.75% et 49.19 %) d'œdème de la patte droite et de péritonite du groupe inflammé et pré traité avec l'ETO par rapport ou groupe contrôle positive. . Les rats de groupe prétraité avec l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* dévoilent des effets perceptibles de la muqueuse gastrique d'où, on a enregistré une lésion d'une surface équivalent 54 mm² qui reste d'une manière significative (P<0.05) hautement restreinte de 80.24 % par rapport à celle du groupe deuxième

(contrôle positive). Les rats l'activité anti anémique du quatrième groupe enregistrent une amélioration dans le taux de fer avec une augmentation de l'ordre de 49.67 % et une diminution d'érythropoïétine de 36.98 % par rapport aux rats du groupe de contrôle positive

Mots clés: *Taraxacum officinale*, HPLC, activité antimicrobienne, inflammation, ulcère gastrique, anémie.

Abstract

Throughout history, humans have looked to nature for substances that can contribute to therapy or even the cure of diseases. Scientific progress has facilitated the development of recognized and effective plant-based medicines. *Taraxacum officinale* is a plant often used in traditional medicine and is known for its therapeutic properties. This study aimed to determine the chemical composition, verify its antimicrobial activity and antioxidant effect in vitro, as well as its anti-inflammatory activity, anti-gastric ulcer effect, and anti-anemic effect in vivo.

The antimicrobial potential of the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (ETO) was studied on five reference pathogenic strains. The antioxidant effect was evaluated through the measurement of polyphenols, flavonoids, and the DPPH test. The in vivo study involved a group of male albino Wistar rats that underwent peritoneal and paw inflammation (edema) through injectable carrageenan (3%) after being treated for 7 days with the ETO extract to restore the damage to the peritoneum and paw. Another group of Wistar rats was pretreated with the ETO extract before being exposed to a gastric ulcer via oral administration of an HCl/ethanol solution (150 µmol/60%) to restore stomach ulceration. The last group was subjected to anemia induced by Cephalosporin with pretreatment using the ethanolic extract of *Taraxacum officinale*.

The HPLC/UV identification of the ETO extract showed the presence of polyphenolic compounds with a predominance of flavonoids. The results confirm that the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* is effective against pathogenic microorganisms, with a maximum inhibition zone ranging from 0.78 to 24.73 mm against *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*, respectively. Inflammation was improved with a reduction in inflammation biomarkers, prostaglandin (20.95% and 33%) and tumor necrosis factor (23.75% and 49.19%), in the right paw edema and peritonitis of the inflamed group pre-treated with ETO compared to the positive control group. Rats in the group pretreated with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* showed noticeable effects on the gastric mucosa, where a lesion with an area of 54 mm² was recorded, which remains significantly ($P < 0.05$) reduced by 80.24% compared to that of the second group (positive control). In rats, the anti-anemic activity of the fourth group showed an improvement in iron levels, with an increase of 49.67% and a decrease in erythropoietin of 36.98% compared to rats in the positive control group.

Keywords: *Taraxacum officinale*, HPLC, antimicrobial activity, inflammation, gastric ulcer, anemia.

الملخص

لطالما بحث الإنسان في الطبيعة عن مواد يمكن أن تساهم في العلاج الطبي، أو حتى في شفاء الأمراض. وقد ساهم التقدم العلمي في تطوير أدوية قائمة على النباتات معترف بها وفعالة. عشبة الهندباء (*Taraxacum officinale*) هي نبات يُستخدم كثيرًا في الطب التقليدي ويشتهر بفوائده العلاجية. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد التركيب الكيميائي لهذه النبتة، التحقق من القدرة المضادة للميكروبات والنشاط المضاد للأوكسدة مخبرياً، النشاط المضاد للالتهابات، النشاط المضاد للقرحة المعدية والنشاط المضاد لفقر الدم داخل الجسم الحي.

تم دراسة الفعالية المضادة للميكروبات لمستخلص الهندباء الطبية الإيثانولي (ETO) على خمسة سلالات ممرضة مرجعية. تم قياس النشاط المضاد للأوكسدة عن طريق تحديد محتوى البوليفينولات والفلافونيدات واختبار DPPH.

تشمل الدراسة في الجسم الحي، مجموعة من ذكور الجرذان البيضاء من نوع ويستار الذين خضعوا للتهاب محيطي ومخلب (وذمة) عن طريق حقن الكاراجينين (3%) بعد تناولهم مدة 7 أيام مستخلص الهندباء الإيثانولي لمعالجة تلف القدم والصفاق.

تم التسبب بقرحة المعدة عند طريق تناول محلول يحتوي على HCl (105 ميكرومول) + إيثانول (60%) بعد معالجتهم بمستخلص الهندباء الإيثانولي (ETO) لغرض التقليل من تقرحات المعدة. اما المجموعة الأخيرة فقد كانت تعاني من فقر دم ناتج عن السيفالوسبورين مع العلاج المسبق بمستخلص الهندباء الإيثانولي.

أظهر التحليل الكروماتوغرافي لمستخلص الإيثانول للهندباء ETO وجود المركبات الفينولية المتعددة مع غلبة الفلافونويدات، وتؤكد النتائج أن نبات *Taraxacum officinale* يظهر فعالية ضد الكائنات الدقيقة الممرضة مع حد أقصى لمنطقة التثبيط تتراوح بين 5.70 إلى 37.73 ملم مع *Bacillus subtilis* و *Staphylococcus aureus* على التوالي. تم تحسين مؤشرات الالتهاب مع تقليل نسبة البروستاجلاندين (35.90% و 33%) وعامل نخر الورم (33.70%) و

79.19% في وذمة الساق اليمنى والتهاب الصفاق للمجموعة الملتهبة والمعالجة مسبقاً ب ETO مقارنة بالمجموعة الإيجابية. كشفت فئران المجموعة التي تمت معالجتها مسبقاً بمستخلص نبات الهندباء عن تأثيرات ملحوظة على الغشاء المخاطي للمعدة، حيث تم تسجيل مساحة الالتهاب بمقدار 07 مم² و التي تبقى منخفضة بشكل ملحوظ ($P < 0.05$) بنسبة 05.37% مقارنة بالمجموعة الثانية (الفئة الموجبة). أظهرت نتائج الفئران في المجموعة الرابعة نشاطاً مضاداً لفقر الدم مع رفع معدل الحديد بزيادة قدرها 79.97% وتقليل في معدل الإريثروبويتين بنسبة 39.90% مقارنة بالفئران في المجموعة الثانية الإيجابية.

الكلمات المفتاحية: الهندباء، HPLC، النشاط المضاد للميكروبات، الالتهاب، القرحة المعدية، فقر الدم.

Liste des publications

- Mahjouba LAKEHAL, Abdelmalek CHAALEL, Mokhtaria Yasmina BOUFADI, Nawal BOUKEZZOULA, Djilali BENABDELMOUMENE, Choukri TEFIANI (2025). Dual Protective Effects of *Taraxacum officinale* Ethanolic Extract against Cephalosporin-induced Anemia and HCl/ Ethanol-induced Gastric Ulcer in Wistar Rats. Asian Journal of Dairy and Food Research.
- Mahjouba LAKEHAL, Abdelmalek CHAALEL, Mokhtaria Yasmina BOUFADI, Nawal BOUKEZZOULA, Djilali BENABDELMOUMENE, Choukri TEFIANI (2025). Anti inflammatory Activity of *Taraxacum officinale* on Carrageenan-induced Paw Edema in Wistar Rats. Asian Journal of Dairy and Food Research.

Liste des communications

- 1^{er} séminaire national des plantes aromatiques et médicinales de l'EST Algerien(SNPAMEA-1) Azzaba. Skikda. Le 14/15 Septembre 2021. Etude de l'activité anti-fongique de l'extrait méthanoïque de *Taraxacum officinale* ATCC10231.sur Candidat albicans
- 10eme Journée Scientifique dans la Science de la nature et de la vie JNSNV.Le 16/17 Novembre 2021. Etude in vitro du pouvoir anti-oxydant de l'extrait méthanoïque de *Taraxacum officinale*.
- Séminaire international en Microbiologie (Séminaire en Hybride Béjaia). L 14 Juin 2022. Etude de l'activité anti-microbienne de l'extrait méthanoïque de *Taraxacum officinale*.
- Le premier séminaire international virtuel sur les bioressources, la nutrition et la santé (ISBNH). Le 28/29 Novembre 2022. Etude in vivo de l'activité gastro-protectrice de *Taraxacum officinale*.

Liste des abréviations

%	Pourcentage
% AUG	pourcentage d'augmentation
% INH	pourcentage d'inhibition
°C	degrés Celsius
µg	Microgramme
µL	Microlitre
µM	micro-molaire
ADN	acide désoxyribonucléique
AILI	Lésion pulmonaire aiguë
AINS	anti-inflammatoires non stéroïdiens
AlCl ₃	chlorure d'aluminium
AMPK	adénosine monophosphate
AP	Acides phénoliques
APAP	Acétaminophène
ARNm	Acide RiboNucléique messenger
ATP	Adénosine triphosphate
BPH	Pharmacopée britannique des plantes médicinales
C	Carbone
C1G	céphalosporine première génération
CAT	Catalase
CCl ₄	tetrachloride de carbone

CE50	concentration effective.
CMI	Concentration minimale inhibitrice
ESCOPE	Coopérative scientifique européenne de phytothérapie
COX-2	cyclooxygénase 2
CRP	protéine réactive-C
Cu	Cuivre
CV	Congestion vasculaire
CV mi	Congestion vasculaire moins intense
CVC	Congestion des veines centrales
DENV2	virus de la dengue de sérotype 2
HepG2	lignée cellulaire d'hépatoblastome
ATP	Adénosine triphosphate
BPH	Pharmacopée britannique des plantes médicinales
C	Carbone
C1G	céphalosporine première génération
CAT	Catalase
CCl4	tetrachloride de carbone
CE50	concentration effective.
CMI	Concentration minimale inhibitrice
ESCOPE	Coopérative scientifique européenne de phytothérapie
COX-2	cyclooxygénase 2
CRP	protéine réactive-C

Cu	Cuivre
CV	Congestion vasculaire
CV mi	Congestion vasculaire moins intense.
CVC	Congestion des veines centrales
DENV2	virus de la dengue de sérotype 2
HepG2	lignée cellulaire d'hépatoblastome
DI	Décilitre
DPPH	2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle
DsG	Destruction glomérulaire
EAG	équivalent d'acide gallique.
EDTA	Acide Ethylène-Diamine-Tétra-Acétique
EPO	Erythropoïétine
EQ	équivalent de quercétine.
ETO	extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i>
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation
FDA	Food and Drug Administration des États-Unis
Fe	Fer
Ft	ferritine,
G	Gramme
G	Groupe
GAE	équivalent d'acide gallique.
GB	globule blanc
GDt	Glomérule dilaté
GmDt	Glomérule moins dilaté

GGN	glande gastrique normale
GN	glomérule normal
GPX	Glutathion-peroxydase
GR	globule rouge
GRAS	généralement reconnue comme sûre
GSH-Px	glutathion peroxydase
H	Heure
H ₂ N	Hydrazine
H ₂ O ₂ /Fe	le donneur de radical hydroxyle
H ₂ O ₂	peroxyde d'hydrogène
Hb	Hémoglobine
HBA	acide hydroxybenzoïque
HCl	Chlorure d'hydrogène
Hemato	Hématocrite
HN	Hépatocytes normaux
HmiH	Nécrose moins intense des hépatocytes.
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
HRP	niveau de la peroxydase de raifort
i. d	Intradermique
i. p	intrapéritonéale.
IC50	concentration inhibitrice médiane
IL	infiltrat lymphocytaire
iNOS	l'oxyde nitrique synthase inductible
J	Jour
Kg	Kilogramme

L	Litre
LDL	lipoprotéines de basse densité
LPS	lipopolysaccharide bactérien
MDA	Malondialdéhyde
Mg	Magnésium
Mg	Milligramme
Kg	Kilogramme
mi ARN	micro- Acide RiboNucléique
Min	Minute
mL	Millilitre
Mm	Millimètre
mm ²	millimètres carrés
Mmol	Millimole
N	Azote
N°	Numéro
Na ₂ CO ₃	carbonate de sodium
NADH	Nicotinamide Adénine Dinucléotide Réduit
NADP	Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate
NBF	formol tamponné neutre
NFS	Numération Formule Sanguine
NIH-USA	Institut national de la santé (NIH) des États-Unis

Nm	nanomètre.
NO	oxyde nitrique
NO ₂	dioxyde d'azote
NSM	muscle strié normale.
O	Oxygène
O ₂	Dioxygène
OH	Hydroxyde
OMS	Organisation mondiale de la santé
P/V	poids / volume
Pc	poids corporel
PFA	Paraformaldéhyde
pg	Picogramme
PGE ₂	prostaglandine E ₂
PH	Potentiel hydrogène
Plqts	Plaquettes
PNN	polynucléaire neutrophile
RNS /ROS	les espèces réactives de l'oxygène
SOD	superoxyde dismutase
T	<i>Taraxacum</i>
TCMH	Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
TG	Triglycérides
TNF- α	Facteur de nécrose tumorale

UFC	unité formant colonie.
UI	unité internationale
UV	ultra violet
VGM	Volume Globulaire Moyen
VHB	virus de l'hépatite B
VHC	virus de l'hépatite C
VIH-1	virus de l'immunodéficience humaine de type 1
Zn	Zinc

Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux

Partie expérimentale

Partie résultats et discussion

Tab. 1	Composition d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> par HPLC/UV (mg/ g).	53
Tab. 2	Rendement d'extraction(%), polyphénols totaux (mg EAG/g) et flavonoïdes (mg EQ/g) d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> (ETO).	54
Tab. 3	activité anti-oxydante <i>in vitro</i> par le test de la réduction DPPH	55
Tab. 4	Diamètres des zones d'inhibitions (en mm) de cinq souches pathogènes cultivées en présence de quatre concentrations (12.5, 25, 50 et 100 µg/mL) d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> .	56
Tab. 5	Concentration minimale inhibitrice (CMI) en (mg/mL) d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> de cinq souches pathogènes.	58
Tab. 6	Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur Hb, GR et hématocrite chez les rats anémiques induits par la Céphalosporine.	94
Tab. 7	Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur les minéraux.	95
Tab. 8	Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur les vitamines.	97
Tab. 9	Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur la concentration en érythropoïétine	98

Listes des figures

Partie bibliographique

Fig. 1	<i>Taraxacum officinale</i> au mois de Mai.	4
Fig. 2	Activité pro-santé du pissenlit et de ses produits (Lis et Olas, 2019).	12

Liste des tableaux et figures

Fig. 3	Produits alimentaires issus de différentes parties du <i>pissenlit</i> : fleur (Taraxaciflox),	14
	feuille (Taraxacifolium) et racine (Taraxaciradix) (Lis et Olas, 2019).	
Fig. 4	Structures et représentants des polyphénols, ainsi que quelques illustrations sur les endroits où ils pourraient être trouvés dans les aliments d'origine végétale (Ciupei et al., 2024)	17
Fig. 5	Aperçu général des sources de radicaux libres et de leurs impacts sur la santé (Hansa, 2024).	23
Fig. 6	Les inducteurs de l'inflammation (Medzhitov, 2008).	25
Fig. 7	La réponse inflammatoire (Weill et Batteux, 2003).	26
Fig. 8	Représentation de l'ulcère gastroduodéal (Lacour et Belon, 2015).	27

Partie expérimentale

Partie matériels et méthodes

Fig. 9	Région géographique de la récolte de <i>Taraxacum officinale</i> .	30
Fig. 10	Les différentes étapes d'extraction de <i>Taraxacum officinale</i> .	31
Fig. 11	Réaction d'antioxydant avec un radical de DPPH (Dickson et Toumint Kadidia, 2022).	34
Fig. 12	Rats wistar dans leurs cages métaboliques.	36
Fig.13	Schéma descriptif de l'activité anti inflammatoire de <i>Taraxacum officinale</i> au niveau de la patte droite.	37
Fig.14	Schéma descriptif de l'activité anti inflammatoire de <i>Taraxacum officinale</i> au niveau du péritoine.	39
Fig. 15	Schéma descriptif de l'activité gastro-protectrice de <i>Taraxacum officinale</i> .	43
Fig. 16	Médicament Céfuroxime de deuxième génération.	48
Fig. 17	Prélèvement sanguin par ponction oculaire.	49
Fig. 18	Schéma descriptif de l'activité anti anémique de <i>Taraxacum officinale</i> .	49

Partie résultats et discussion

Fig. 19	Chromatogrammes par analyse HPLC/UV d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> à une longueur d'onde de 320 nm.	52
----------------	---	-----------

Liste des tableaux et figures

Fig. 20	Chromatogrammes par analyse HPLC/UV d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> à une longueur d'onde de 270 nm.	53
Fig. 21	Glycémie (g/l) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).	60
Fig. 22	Glycémie (g/l) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.p).	61
Fig. 23	Albuminémie (g/dl) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine; G3 :200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine(i. d).	63
Fig. 24	Albuminémie (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> et/ou carraghénane. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine.	64
Fig. 25	Teneur en protéines sériques totales (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> et/ou de carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.d).	65
Fig. 26	Teneur en protéines sériques totales (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> et/ou de carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine(i.p).	66
Fig. 27	Fibrinogène (g/l) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanolique de	67

- Taraxacum officinale* et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine(i.d).
- Fig. 28** Taux sériques de fibrinogène (g/l) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* et/ou du carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p). **68**
- Fig. 29** Malondialdéhyde (mmol/l) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* et/ou la carragénine .Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d). **69**
- Fig. 30** Teneur en malondialdéhyde (MDA) (nmol/mL) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carraghénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5).G1 : Témoin ; G2 : Eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine(i.p). **70**
- Fig. 31** Taux de catalase (Umg/Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d). **71**
- Fig. 32** Taux de superoxydedismutase (Umg/Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d). **72**
- Fig. 33** Taux de glutathion peroxydase (Umg/Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d). **72**
- Fig. 34** Taux de catalase (CAT) (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les **73**

valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : Eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kgd'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.).

- Fig. 35** Taux de superoxydedismutase (SOD) (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : Eau physiologique (7jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.). **74**
- Fig. 36** Taux de la glutathion peroxydase (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par un extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou de la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : Eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.). **74**
- Fig. 37** Taux de prostaglandines pg/ml chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d). **76**
- Fig. 38** Teneur en prostaglandine E2 pg/ml chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* et/ou du carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7jours) puis 200 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine(i.p). **77**
- Fig. 39** Taux de facteur de nécrose tumorale TNF- α ng/g chez le rat traité ou non par l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : eau physiologique (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d). **78**
- Fig. 40** Taux de TNF- α dans le foie ng/g chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* et/ou du carraghénane. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : eau physiologique (7jours) puis 200 μ L de carraghénane (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carraghénane (i.p). **79**
- Fig. 41** Pourcentage de l'augmentation du volume de la patte (% AUG) des rats traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou **81**

la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

- Fig. 42** Pourcentage de l'inhibition du volume de la patte (% INH) des rats traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d). **82**
- Fig. 43** Coupes histologiques de la jambe du groupe : (a) G1 : témoin ; (b) : G2 ; eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3%) i.d.; (c) : G3 ; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; (d) : G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3%) id. **PPN** : polynucléaires neutrophiles **NSM** : muscle strié normale. **83**
- Fig. 44** Coupes histologiques du foie du groupe : (a) G1 : contrôle ; (b) : G2 ; eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3%) ; (c):G3; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; (d) : G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3 %). **HN** : Hépatocytes normaux, **CVC** : Congestion des veines centrales, **HmiH** : Nécrose moins intense des hépatocytes. **84**
- Fig. 45** Coupes histologiques des reins du groupe : (a) G1 : contrôle ; (b) : G2 ; eau physiologique (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3%) ; (c):G3; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; (d) : G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3 %). **GN** : glomérule normal, **CV** : Congestion vasculaire, **DsG** : Destruction glomérulaire, **Gdt** : Glomérule dilaté, **GmDt** : Glomérule moins dilaté, **CV mi** : Congestion vasculaire moins intense. **85**
- Fig. 46** Superficie de lésion de la muqueuse gastrique (mm²) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).(a) : G1, témoin ; (b) : G2, 1 ml eau physiologique(7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; (c) : G3, 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; (d) : G4, 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 ml d'éthanol 60% + HCl 150 μ mol (1 j) ; **87**
- Fig. 47** Pourcentage d'inhibition de lésion de la muqueuse gastrique (%) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).(a) : G1, témoin ; (b) : G2, 1 ml eau physiologique (7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; (c) : G3, 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; (d) : G4, 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 ml d'éthanol 60% + **88**

- HCl 150 μ mol (1 j) ;
- Fig. 48** Pourcentage d'inhibition de lésion de la muqueuse gastrique (%) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de Taraxacum officinale et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 ml d'éthanol 60% + HCl 150 μ mol (1 j). **89**
- Fig. 49** Teneur en malondialdéhyde (MDA) (nmol/ml) chez les rats traités ou non par l'ETO et/ou l'HCl/éthanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 1 ml d'eau physiologique (7 jours) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 jour) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 jour) **90**
- Fig. 50** Examen macroscopique d'estomac du groupe : (a) : G1, témoin ; (b) : G2, 1 ml eau physiologique (7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; (c) : G3, 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; (d) : G4, 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j). **91**
- Fig. 51** Coupes histologiques du groupe (a) : G1, témoin ; (b) : G2, 1 ml eau physiologique (7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; (c) : G3, 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; (d) : G4, 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 ml d'HCl/éthanol (1 j) ; **92**

Table des matières

« Caractérisation et propriétés thérapeutiques de *Taraxacum officinale*. »

Avant-propos

Dédicace

Résumé

ABSTRACT

الملخص

Liste des publications et communications

Liste des abréviations

Liste des tableaux et figures

Table des matières

Partie bibliographique	Pages
<u>Introduction</u>	1
<u>Chapitre I : pissenlit : généralités et intérêts thérapeutiques</u>	3
I.1. Caractéristique botanique du <i>pissenlit</i>	3
I.2. Composition chimique de pissenlit	4
I.3.Évaluation scientifique de pissenlit sur des études in vitro	6
I.4.Évaluation scientifique du pissenlit sur des études in vivo	11
I.5. Médicaments et produits alimentaires à base de pissenlit	12
I.6. Toxicologie et sécurité	15
I.7. Molécules bioactives dans les plantes médicinales	16
I.7.1. Les polyphénols	16
I.7.1.1. Acides phénoliques (AP)	17
I.7. 1.2. Flavonoïde	18
I.7.1.3. Les lignanes	18

I.7.1.4. Les stilbènes	19
I.8. Les anti-oxydants	19
I.8.1. Les défenses anti-oxydantes	19
I.9. Stress oxydatif	20
I.10. Les radicaux libres	21
I.10.1. Propriétés et sources des radicaux libres	21
I.11. L'inflammation	23
I.11.1. Classification de l'inflammation	23
I.11.1.1. L'inflammation aiguë	23
I.11.1.2. L'inflammation subaiguë	24
I.11.1.3. L'inflammation chronique	24
I.11.2. Les inducteurs de l'inflammation	24
I.11.2.1. Inducteurs exogènes	24
I.11.2.2. Inducteurs endogènes	25
I.11.3. Les étapes de l'inflammation	26
I.11.3.1. Une première phase précoce	26
I.11.3.2. Une deuxième phase dite du « granulome »	26
I.11.3.3. Une troisième phase, c'est la phase ultime ou de réparation	26
I.12. L'ulcère gastrique	27
I.13. L'anémie	28
I.13.1. L'anémie microcytaire	28
I.13.2. L'anémie macrocytaire	29
I.13.3. L'anémie normocytaire	29

Partie expérimentale

<u>Chapitre II : Matériel et méthodes</u>	30
II. 1. Matériel	30
II.1.1. Matériel végétal (région graphique)	30
II.2. Méthodes	30
II.2.1. Extraction de la plante	30

II.2.2. Détermination de composition chimique de l'extrait de <i>Taraxacum officinale</i> par HPLC/UV	31
II.2.3. Etude phytochimique	31
II.2.3 .1. Dosage des polyphénols totaux	32
II.2.3 .2. Dosage des flavonoïdes	32
II.3. Les activités réalisées	33
II.3.1. Activités biologiques in vitro	33
II.3.1.1 Mesure du pouvoir antioxydant par DPPH (2,2-diphenyl-picrylhydrazyl)	33
II.3.1.2. Activité antimicrobienne	35
II.3.1.2.1. Méthode de diffusion de disque	35
II.3.1.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	35
II. 3.2. 1. Matériel animal	35
II.4.1. Les activités biologiques <i>in vivo</i>	36
II.4.1.1. Activité anti-inflammatoire sur des rats Wistar	36
II.4.1.1.1. Œdème de la patte droite	36
II.4.1.1.2. L'activité anti-inflammatoire de <i>Taraxacum officinale</i> sur le péritoine	38
II.4.1.1.2.1. Dosage des paramètres biochimiques	39
II.4.1.1.2.1.1. Glucose	39
II.4.1.1.2.1.2. L'albumine	39
II.4.1.1.2.1.3. Dosage de protéines totales	39
II.4.1.1.2.1.4. Dosage de fibrinogène	40
II.4.1.1.2.2. Détermination du statut antioxydant	41
II.4.1.1.2.2.1.La peroxydation lipidique	40
II.4.1.1.2.2.2.Dosage de l'activité de la catalase (CAT)	40
II.4.1.1.2.2.3.Dosage de l'activité superoxyde dismutase (SOD)	40
II.4.1.1.2.2.4.Dosage de l'activité glutathion peroxydase (GPX)	41
II.4.1.1.2.3. Dosage des bio-marqueurs inflammatoires	41
II.4.1.1.2.3. 1. Dosage de la prostaglandine E2	41
II.4.1.1.2.3. 2. Détermination du facteur de nécrose tumorale (TNF- α)	41
II.4.1.2. Activité gastro protectrice <i>in vivo</i> sur des rats Wistar	43
II.4.1.2.1. Déterménation du malondialdéhyde	44
II. 4.1.2.2. Etude histologique	44

II.4.1.3. L'activité antianémique de <i>Taraxacum officinale</i> chez des rats	48
II.4.1.3.1. Dosage de NFS (Numération Formule Sanguine)	49
II.4.1.3.2. Dosage du fer sérique	50
II.4.1.3.3. Dosage du Ferritine	50
II.4.1.3.4. Dosage du magnésium sanguin	50
II.4.1.3.5. Dosage des éléments de trace métalliques	50
II.4.1.3.5. A. Dosage du cuivre (Cu)	50
II.4.1.3.5.B. Dosage du zinc (Zn)	50
II.4.1.3.6. Dosage des vitamines	51
II.4.1.3.6.A. Dosage de la vitamine C	51
II.4.1.3.6.B. Dosage de la vitamine B	51
II.4.1.3.7. Dosage d'érythropoïétine	51

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Le rendement d'extraction	54
III.2. Identification de la composition chimique de <i>Taraxacum officinale</i> par HPLC/UV	54
III.3. Teneur en polyphénols totaux de l'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i>	56
III.4. Teneur en flavonoïdes de l'ETO	57
III.6. Activité antimicrobienne	58
III.6.1. Activité antimicrobienne par diffusion de disques	58
III.6. 2. Concentration minimale inhibitrice (CMI)	59
III.7. Activité anti-inflammatoire in vivo de <i>Taraxacum officinale</i> sur l'œdème de la patte et la péritonite	60
III.7.1. L'inflammation et paramètres sériques	60
A. Glycémie	60
B. Albumine	63
C. Protéines totales	65
D. Le Fibrinogène	67
III.7.2. L'effet Statut anti-oxydant, Taux du malondialdéhyde (MDA)	68
III.7.3. Effet de <i>Taraxacum officinale</i> sur la catalase (CAT), le superoxyde dismutase (SOD) et le glutathion peroxydase (GSH-Px)	71
III.7.4. Effet de <i>Taraxacum officinale</i> sur les biomarqueurs de l'inflammation	75

M. LAKEHAL (2026). Caractérisation et propriétés thérapeutiques de Taraxacum officinale.
Doctorat LMD en N&P. Univ. Mostaganem.

a. Taux de prostaglandine E2 (PGE2)	75
b. Détermination du Facteur de nécrose tumorale TNF- α	77

III.7.5. Le pourcentage d'augmentation du volume de la patte (% AUG)	80
III.7.6. Le pourcentage d'inhibition du volume de la patte (% INH)	81
III.7.5. Analyse des coupes histologiques	82
III.8. L'activité gastro-protectrice in vivo de <i>Taraxacum officinale</i> (l'ulcère)	86
III.8.1. Superficie de lésion de la muqueuse gastrique (mm ²)	86
III.8.2. Le pourcentage de lésion de la muqueuse gastrique (%)	87
III.8.3. Pourcentage d'inhibition de lésion de la muqueuse gastrique (% INH)	89
III.8.4. Taux du malondialdéhyde (MDA)	90
III.8.5. Examen macroscopique d'estomac	91
III.8.6. L'étude histologique	92
III.9. L'activité anti anémique in vivo de <i>Taraxacum officinale</i> sur l'anémie induit par la Céphalosporine	93
III.9.1. Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur Hb, RBC et PCV chez les rats anémiques induits par les céphalosporines	93
III.9.2. Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur les minéraux	95
III.9.3. Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur les vitamines	97
III.9.4. Effet d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> sur la concentration en Erythropoïétine	98
Conclusion et perspectives	102
Références bibliographiques	105
Publications	

Introduction

L'apparition de certaines maladies de civilisation, telles que l'athérosclérose, le diabète, les crises cardiaques et certains cancers, a été associée à des niveaux élevés de stress oxydatif et à un dysfonctionnement de l'hémostase. L'hémostase est définie comme une séquence de réactions qui maintient la fluidité du sang circulant, tout en empêchant son écoulement en cas de rupture d'un vaisseau (Gale, 2011 ; Kluft et Burggraaf, 2011). Cependant, la structure et le fonctionnement des biomolécules impliquées dans l'hémostase peuvent être altérés par les effets des espèces réactives de l'oxygène (ERO) (Qiao et al., 2018). Les concentrations d'ERO peuvent augmenter en réponse à des facteurs biotiques tels que les réactions enzymatiques, l'oxydation des protéines respiratoires ou l'oxydation des xénobiotiques, ainsi qu'à des facteurs abiotiques tels que les rayonnements ionisants, la pollution environnementale, les toxines, les médicaments et une mauvaise alimentation. En revanche, de nombreuses études indiquent que la consommation de produits riches en antioxydants naturels, c'est-à-dire certains aliments et nutraceutiques ont un effet positif sur le maintien de l'équilibre oxydant-antioxydant dans l'organisme (Ivanov, 2014).

Les plantes médicinales et leurs extraits sont également des sources particulièrement bien exploitées d'antioxydants naturels. Parmi celles-ci, le pissenlit, et plus particulièrement *T. officinale*, a suscité un intérêt croissant ces dernières décennies en tant que source de composés bioactifs conférant des effets anti-inflammatoires, antioxydants, cholérétiques, diurétiques, hépato-protecteurs et immunostimulants (Lis et Olas, 2019). En particulier, les activités anti-oxydantes et anti-inflammatoires des extraits et préparations de *pissenlit* ont été principalement attribuées à leurs composants polyphénoliques (Martinez et al., 2015; Majewski, 2020).

Taraxacum officinale, communément appelé *pissenlit*, est une plante herbacée spontanée présente dans diverses régions d'Inde et du monde (notamment dans l'hémisphère nord). Sa composition chimique, composée notamment de lactones sesquiterpéniques, de saponines, de flavonoïdes, de phénols et de nombreux autres composés, contribue positivement au bien-être général du corps humain. Sa culture est largement répandue en Eurasie, en Amérique et en Afrique (Laila et al., 2025 ; Kania-Dobrowolska et Baraniak, 2022).

Taraxacum officinale est plante médicinale traditionnelle, a suscité une attention particulière pour son rôle potentiel dans la prévention et le traitement du cancer du sein. Les mécanismes pharmacologiques sous-jacents aux effets du *Taraxacum officinale* et l'identification de ses

principaux composants bioactifs méritent d'être approfondis. Historiquement, il a été utilisé pour traiter diverses affections, notamment les troubles hépatiques, grâce à ses propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires (Wang et al., 2025 ; Herrera Vielma et al., 2025).

Les feuilles et les fleurs de *pissenlit* sont caractérisées par de fortes propriétés anti-oxydantes et hypocholestérolémiantes. Les HCA(acides hydroxycitriques) induisent des effets antiradicaux et protecteurs contre les processus oxydatifs (Jędrejek et al., 2017), tandis que les flavonoïdes inhibent la formation d'espèces réactives de l'oxygène et de l'azote en inhibant la NO synthase et l'expression de la protéine COX-2 (Hu et Kitts, 2004 ; Tsai et al., 2017). L'acide chicorique est efficace pour prévenir la formation et l'aggravation du processus d'athérosclérose (Tsai et al., 2017). Les racines de pissenlit contiennent également des quantités importantes d'inuline (Kania et al., 2010 ; Jędrejek et al., 2017). L'inuline est un polysaccharide naturel appartenant à une classe de fibres alimentaires appelées fructanes. Cette plante est également une source importante de vitamines (A, C, E, K et B) et de minéraux (par exemple, fer, silicium, sodium, cuivre, zinc, magnésium et manganèse) (Jalili et al.,2020 ; Olas et al.,2022). Les feuilles de *pissenlit* sont également une riche source de potassium, ce qui pourrait être lié à l'activité diurétique de la plante (Hook et al.,1993).

Les lactones de *pissenlit* ont un goût amer et sont souvent un ingrédient de produits qui stimulent la digestion. Les données de la littérature suggèrent que les acides phénoliques et les lactones sesquiterpéniques sont les principaux composants de la racine de pissenlit responsables de son potentiel antidiabétique (Wirngo et al.,2016).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés de déterminer la composition chimique, les polyphénols et les flavonoïdes contenant la plante, évaluer le potentiel anti-oxydant *in vitro* par le test DPPH, l'effet antimicrobien, l'effet antiinflammatoire, l'effet anti-ulcère, et l'effet anti anémique d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*.

Cette thèse se compose de trois parties distinctes : la première partie est consacrée à une revue bibliographique incluant une description détaillée de la plante, son utilisation *in vitro* et *in vivo* ainsi que les pathologies associées. La seconde partie présente le matériel et les méthodes employés lors de l'expérimentation. Enfin, la troisième partie est dédiée à l'analyse et à la discussion des résultats obtenus. Et on finit notre manuscrit par une conclusion avec des perspectives.

Chapitre I : pissenlit : généralités et intérêts thérapeutiques

I.1. Caractéristique botanique du pissenlit

Le pissenlit (*T. officinale*), une plante herbacée pérenne, appartient à la famille des Astéracées, plus précisément à la sous-famille des Cichorioideae et à la tribu des Lactuceae. Le nom du genre *Taraxacum* signifie herbe amère en arabe, tandis qu'en grec, il peut être dérivé des mots taraxia (trouble oculaire) et akeomai (guérir). Le nom commun « pissenlit » vient probablement du français (dent delion), qui signifie dents du lion, en référence aux bords des feuilles en forme de dents (Qureshi et al., 2017 ; Yarnell et Abascal, 2009). Des traductions similaires peuvent être vues dans d'autres langues, par ex. Löwenzahn en allemand ou diente de leon en Espagne (Yarnell et Abascal, 2009). Le pissenlit est une plante comestible considérée comme une mauvaise herbe et largement répandue dans les zones tempérées les plus chaudes de l'hémisphère nord (Jinchuan et Jie, 2011 ; Xue et al., 2017), il est également distribué dans certaines régions d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, ainsi qu'en Australie et en Nouvelle-Zélande (Mingarro et al., 2015). On pense que le pissenlit est apparu pour la première fois en Eurasie, mais qu'il a depuis été involontairement déplacé par les humains au cours des périodes historiques. Il a été suggéré que le pissenlit est arrivé pour la première fois en Amérique du Nord avec les Vikings ou qu'il pourrait être transporté par des auto-stoppeurs dans des paquets de graines de légumes (Stewart-Wade et al., 2002).

Même si les pissenlits sont capables de s'adapter à diverses conditions, on estime qu'ils se développeraient mieux dans des endroits protégés du vent, avec un sol riche en humus, en calcium et en eau (Petkova et al., 2015). Le pissenlit se développe essentiellement dans les prairies, les pelouses, les abords de routes, les jardins, les vergers et les zones non cultivées (Rasool et Sharma., 2014), que ce soit en plein soleil ou à mi-ombre (Lim, 2012). C'est une plante rustique, résistante à la sécheresse et au gel. Le pissenlit peut également être présent dans d'autres zones au sol humide, du niveau de la mer jusqu'à 1 000 m d'altitude. De plus, il apparaît sous les tropiques dans les hautes terres fraîches à des altitudes de 1 200 à 1 500 m (Lim, 2012).

Le pissenlit est une plante avec une racine pivotante bien développée dont la longueur peut atteindre jusqu'à 0.5 m (Bashmakov et al., 2008). Les racines latérales sont réparties relativement régulièrement sur toute sa longueur. De plus, les racines ont une grande capacité

de régénération et peuvent produire des pousses ou des racines à partir de très petits fragments. En hiver, lorsque des conditions défavorables surviennent, les racines du *pissenlit* sont plus courtes et descendent dans le sol, où elles sont mieux protégées (Ianovici, 2016).

Les tiges sont acaulescentes (1–2.5 cm de longueur) avec des entre-nœuds très courts, avec une rosette radiale de feuilles à la base. La forme des feuilles elles-mêmes est très variable, allant de sans lobes à bordées de dents en passant par fortement incisées (Stewart-Wade et al., 2002). La rosette basale donne naissance à une à de nombreuses hampes cylindriques (5 à 50 cm de hauteur) portant des inflorescences simples (capitule) de 2 à 5 cm de diamètre à leurs extrémités. Les fleurs sont semi-fleurons, bisexuées et jaune vif fig.1 (Ianovici, 2016).

L'épanouissement se produit deux fois annuellement, la première instance se produisant entre avril et mai, tandis que la seconde a lieu en septembre (Lim, 2012). Le fruit se présente sous forme d'akènes de couleur brune claire ou brune olive, recouverts d'un floccus blanc de 10 mm qui élargit la surface de vol (Bashmakov et al., 2008). De plus, des cellules latimer spécialisées présentes dans presque tous les organes de la plante sont utilisés pour produire du latex (Wahler et al., 2009).



Figure 1 : *Taraxacum officinale* au mois de mars.

I.2. Composition chimique de *pissenlit*

Les matières premières médicinales sont la racine (*Taraxaciradix*), la racine avec l'herbe (*Taraxaciradix cum herba*), les feuilles (*Taraxacifolium*) et les fleurs (*Taraxaciflox*). La période de récolte, les conditions environnementales et la méthode de séchage ont un impact énorme sur la composition chimique des matières premières (Stewart-Wade et al., 2002). Il est donc important de déterminer la concentration des composés chimiques contenus dans les

extraits utilisés dans les études ; cependant, de nombreux travaux expérimentaux n'incluent pas cette information.

Le *pissenlit* est une riche source de divers composés phytochimiques, notamment des flavonoïdes, des acides phénoliques et des terpènes. En plus de sa gamme de composés polyphénoliques, de nombreux autres composés ont été découverts. Parmi les composés phénoliques ayant une activité anti-oxydante et anti-inflammatoire présents dans les feuilles et les pétales, les concentrations les plus élevées ont été observées pour les dérivés de l'acide hydroxycinnamique, en particulier l'acide chicorique, l'acide chlorogénique et l'acide caféique (Jędrejek et al., 2017). Les principales lactones sesquiterpéniques (généralement présentes sous forme de glycosides) contiennent des taraxacolides, de la dihydrolactucine, de l'ixérine, des acides taraxiniques et de l'ainslioside (Gonzalez-Castejon et al., 2012 ; Sharifi-Rad et al., 2018). Des travaux expérimentaux ont démontré que les fractions phénoliques standardisées de *pissenlit* provenant des feuilles et des pétales sont capables de réduire le stress oxydatif et de moduler des processus importants dans les plaquettes sanguines (Lis et al., 2018). On pense également qu'il renforce le système immunitaire du corps tout en nettoyant le foie (Di Napoli et Zucchetti, 2021).

Les flavonoïdes constituent un groupe important de métabolites secondaires végétaux ingérés par l'homme. Ils peuvent être divisés en plusieurs groupes, chacun avec un cycle flavone comme structure de base. En général, les flavonoïdes possèdent une forte activité anti-oxydante en raison de leur capacité à éliminer les radicaux et à participer aux réactions anti-oxydantes (Treml et Smejkal, 2016).

Par exemple, les extraits de feuilles et de fleurs de *pissenlit* sont riches en lutéoline-7-oglucoside, et lutéoline ; avec d'autres anti-oxydants, tels que les acides phénoliques et les terpénoïdes, ces flavonoïdes peuvent être utilisés pour protéger le corps humain contre les effets pathologiques des radicaux libres (Gonzalez-Castejon et al., 2012 ; Xue et al., 2017).

L'amertume des *pissenlits* est causée par la présence de lactones sesquiterpéniques, principalement des eudesmanolides (c'est-à-dire la tétrahydridoridentine B ; le taraxacolide-O- β -glucopyranoside) ; les guaïanolides (c'est-à-dire 11 β ,13-dihydrolactucine ; ixérine D) ; et les acides germacranolides estérifiés (c'est-à-dire l'ester β -glucopyranosyle de l'acide taraxinique, qui sont uniques à la plante (Sharifi-Rad et al., 2018).

La racine est une matière première amère aux effets principalement cholérétiques. Les composés biologiquement actifs, à savoir les lactones sesquiterpéniques, stimulent la

sécrétion de bile par le foie, ce qui facilite son écoulement dans le duodénum. De plus, les glucosides de l'acide taraxique affectent la normalisation du processus digestif en raison de leur effet bénéfique sur les fonctions sécrétoires du pancréas et de l'augmentation de la sécrétion du suc gastrique (Wirngo et al., 2016).

Les racines de *pissenlit* contiennent également de l'inuline, qui a divers effets bénéfiques tels que l'élimination des agents pathogènes dans le tractus gastro-intestinal et la répression de l'obésité, du cancer et de l'ostéoporose (Wirngo et al., 2016). La teneur en inuline des racines est déterminée par la saison, par ex. la plus petite quantité est observée au printemps (2 % de la teneur totale en composés secondaires) et la plus grande en automne (40 %) (Gonzalez-Castejon et al., 2012).

1.3.Évaluation scientifique de *pissenlit* sur des études *in vitro*

Wu et al. (2025) supposent que l'extrait de *Taraxacum officinale* a montré de puissantes activités anti-oxydantes et antiprolifératives.

Des études expérimentales suggèrent que la consommation d'aliments riche en anti-oxydants alimentaires naturels peut prévenir ou réduire le risque de maladies liées au stress oxydatif. Par exemple, les fleurs de *pissenlit* sont une source riche en acide caféique, d'acide chlorogénique, de lutéoline et de lutéoline-7-glucoside. L'extrait de fleur, avec son contenu polyphénolique abondant, s'est avéré présenter une activité inhibitrice des radicaux superoxydes et réduire la formation d'acide urique à des concentrations de 166.7 mg/mL (Hu et Kitts, 2005).

De plus, l'extrait de fleur de *pissenlit* a neutralisé le clivage du désoxyribose non spécifique au site, induit par des radicaux hydroxyles, de manière dépendante à la concentration. Des concentrations plus importantes d'extrait ont éliminé l'oxydation des lipides. Ces résultats révèlent que l'extrait de fleur de *pissenlit* a un effet piègeur sur les radicaux 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) et protège les cellules vivantes de l'oxydation intracellulaire induite par les radicaux peroxyde. De plus, l'extrait standardisé de *pissenlit* a supprimé l'oxyde nitrique dans les cellules macrophages RAW 264.7 de souris en culture stimulées par le lipopolysaccharide bactérien (LPS) sans induire de cytotoxicité. Cet effet peut être lié à la présence de lutéoline ou de lutéoline-7-glucoside, qui agit en réduisant l'expression à la fois de l'oxyde nitrique synthase inductible (iNOS) et de la cyclooxygénase 2 (COX-2) sans réduction concomitante des activités enzymatiques (Hu et Kitts, 2005).

Récemment, Jędrejek et al. (2017) et Lis et al. (2018) ont étudié la composition phytochimique des feuilles et des pétales de *pissenlit*, ainsi que leurs propriétés antiplaquettaires et leur potentiel anti-oxydant contre l'effet d'un oxydant biologique puissant : le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) ou H_2O_2/Fe (le donneur de radical hydroxyle). Leurs résultats indiquent que quatre fractions phénoliques standardisées de *pissenlit* provenant des feuilles et des pétales sont capables de réduire le stress oxydatif (c'est-à-dire la peroxydation lipidique et la carbonylation des protéines) ; peut protéger les groupes thiol dans les plaquettes sanguines ainsi que dans les protéines plasmatiques. Leurs résultats montrent que les pétales de *pissenlit* avaient des propriétés anti-oxydantes plus fortes. Surtout en ce qui concerne la protection des protéines plasmatiques, que les fractions phénoliques des feuilles de *pissenlit* ; cette différence peut être associée à des différences dans leurs profils chimiques. De plus, toutes les fractions de *pissenlit* prolongeaient le temps de thrombine du plasma lorsqu'elles étaient pré-incubées avec de la thrombine, une sérine protéase plasmatique multifonctionnelle ayant une fonction centrale dans le contrôle de l'hémostase ; cela peut être associé à l'inhibition de l'activité de la thrombine.

Ailleurs, il a été constaté que cinq préparations extraites de racines de *pissenlit* étaient des sources précieuses de différentes classes de métabolites secondaires non cytotoxiques possédant divers potentiels biologiques, notamment des propriétés anti-oxydantes et anticoagulantes (Radoman et al., 2023). Les auteurs suggèrent que les composés naturels contenus dans le *pissenlit* présentent des activités anti-oxydantes, antiplaquettaires et anticoagulantes ; ceux-ci peuvent être bénéfiques dans la prévention et le traitement des maladies cardiovasculaires, qui surviennent souvent en réponse à des modifications de l'hémostase et du stress oxydatif.

De nos jours, le rythme rapide de la vie moderne, associé à une alimentation déséquilibrée et au stress, rend impossible l'apport de tous les composants nécessaires au bon fonctionnement de la peau. Une étude des propriétés anti-oxydantes de l'extrait de feuilles et de tiges de *pissenlit* par Xie et al. (2018) ont découvert que l'acide caféique était le composant prédominant de l'extrait de tige de *pissenlit* (86.7 mg/g) et que l'acide chlorogénique prédominait dans l'extrait de feuille de *pissenlit* (2.34 mg/g). Chimiquement, l'acide chlorogénique est un ester formé entre l'acide caféique et l'acide quinique. L'acide chlorogénique et l'acide caféique possèdent tous deux un résidu aromatique avec un groupe hydroxyle vicinal, dont la présence détermine leur potentiel antimutagène, cancérigène et anti-oxydant (Sato et al., 2011). Les deux extraits possédaient un pouvoir réducteur et une capacité

de piégeage des radicaux anions superoxydes similaires ; cependant, l'extrait de tige a indiqué que les acides caféiques contenus dans l'extrait de tige inhibaient la tyrosinase, il est donc prometteur en tant qu'agent de soin de la peau, mais des études supplémentaires sont nécessaires. Une teneur totale en phénol et une activité anti-oxydante plus élevées ont également été démontrées par l'extrait de feuille (2.019 mg GAE/L) par rapport à l'extrait de racine (1.997 mg GAE/L) ([Ozcan, et al., 2012](#) ; [Sato et al., 2011](#)) ont évalué les activités biologiques de l'acide chlorogénique et de son principal métabolite, à savoir l'acide caféique. Les résultats d'études *in vitro* suggèrent que l'acide caféique a un meilleur effet anti-oxydant que l'acide chlorogénique. Les résultats d'un test ultérieur basé sur un modèle d'ischémie-reperfusion intestinale *in vivo* ont montré que l'acide caféique joue un rôle important dans l'effet protecteur démontré par l'acide chlorogénique sur les lésions d'ischémie-reperfusion intestinale, décrites comme une condition qui rétablit la circulation sanguine par le réoxygénat, après une hypoxie temporaire. Ces résultats indiquent qu'en plus de leur activité anti-oxydante connue, ces acides testés peuvent également avoir un effet protecteur sur les lésions intestinales.

En outre, [Kim et Baik \(2015\)](#) ont étudié une boisson fermentée fonctionnelle probiotique à base de feuilles de *pissenlit* séchées avec un niveau élevé d'acide caféique, qui est également proposée comme moyen efficace de prévenir ou de traiter le diabète, une maladie qui a touché environ 422 millions de personnes en 2014. Bien que les médicaments à base de sulfonylurées soient souvent utilisés pour traiter le diabète, leur utilisation est associée à des effets indésirables tels que l'hypoglycémie et un échec secondaire de la sécrétion d'insuline. Une alternative possible est offerte par l'utilisation de la probiotique pour produire des aliments fonctionnels fermentés, qui agissent en améliorant la flore intestinale ([Mustafa et al., 2016](#)). L'une des méthodes de conversion de l'acide chlorogénique en acide caféique dans les produits antidiabétiques consiste à utiliser une approche d'hydrolyse enzymatique utilisant la cinnamoyl estérase. L'acide caféique obtenu peut stimuler plus efficacement la sécrétion d'insuline par les cellules β pancréatiques, abaissant ainsi la glycémie.

De plus, l'acide caféique peut être plus facilement absorbé dans l'estomac que l'acide chlorogénique. Il est intéressant de noter que les auteurs ont obtenu le lactobacille fonctionnel LA-F46 présentant une activité cinnamoyl estérase élevée à partir des selles humaines ([Kim et Baik, 2015](#)).

Des études récentes ont montré que les extraits de *pissenlit* possèdent une activité antidiabétique potentielle grâce à leur mélange Composé de divers éléments, comprenant des acides phénoliques des phytostérols, des flavonoïdes et des lactones sesquiterpéniques. Vingt-huit composés ont été isolés de la plante entière de *T. officinale* et leurs effets inhibiteurs contre l' α -glucosidase ont été évalués. Deux d'entre eux présentaient des activités inhibitrices exceptionnelles (IC_{50} 61.2 et 39.8 μ M, respectivement), et les nouveaux isolats présentaient des activités (IC_{50} 145.3–181.3 μ M) similaires à l'acarbose (IC_{50} 179.9 μ M), un médicament antidiabétique utilisé pour traiter le diabète sucré de type 2 (Lis et Olas, 2019).

Selon les auteurs Choi et al. (2018), Wirngo et al. (2016) et Xue et al. (2017), ont confirmé que les extraits de feuilles, de fleurs, de racines et de tiges sont riches en acide chicorique et que l'extrait brut de feuilles possède la teneur totale en phénols et flavonoïdes et l'activité anti-oxydante les plus élevées et que l'extrait brut de racine est le plus faible. De plus, l'extrait de feuilles a supprimé le stress oxydatif intestinal et l'inflammation dans les cellules du côlon humain en culture. Par conséquent, l'extrait de *pissenlit* pourrait fournir des thérapies anti-oxydantes et anti-inflammatoires alternatives pour les maladies chroniques de l'intestin, telles que les maladies inflammatoires de l'intestin ou le cancer colorectal. Le cancer reste l'une des principales causes de décès, avec plus de 12 millions de nouveaux cas de cancer chaque année et plus de sept millions de décès liés au cancer dans le monde. Une approche pour réduire le risque de contracter un cancer consiste à modifier les facteurs liés au mode de vie. Par exemple, il a été démontré qu'enrichir l'alimentation avec du taraxastérol, présent dans des tisanes ou des substituts de café à base de racine de *pissenlit*, réduit potentiellement le risque de contracter un cancer (Sharma et Zafar, 2014). Le taraxastérol est un constituant triterpénique-pentacyclique isolé non seulement du *pissenlit*, mais également de la chicorée, du cardon ou de l'arnica des montagnes (Yang et al., 2015).

Des études antérieures ont montré que le *Taraxacum officinale* possède une activité anticancéreuse dans différents types de cancer. Une recherche a démontré que des extraits de *Taraxacum officinale* entravent la multiplication et l'infiltration des cellules cancéreuses mammaires et prostatiques (Sigstedt et al., 2008). Une autre étude a démontré que cet extrait de plante peut inhiber la prolifération et la croissance des cellules cancéreuses du sein (Nassan et al., 2018).

Une étude de [Saratale et al. \(2018\)](#) a montré que le *Taraxacum officinale* exerce une cytotoxicité sur les cellules cancéreuses hépatiques humaines. Des études *in vivo* et *in vitro* ont montré que des extraits de cette plante peuvent induire la mort cellulaire programmée dans différentes catégories de cellules cancéreuses, telles que les cellules cancéreuses leucémiques humaines, colorectales, prostatiques et pancréatiques ([Nguyen et al., 2019](#) ; [Ovadge et al., 2011](#) ; [Ovadge et al., 2012](#) ; [Ovadge et al., 2016](#)).

Une étude récente de [Rehman et al. \(2016\)](#) ont clairement démontré la puissance des extraits méthanoliques de racine de *pissenlit* (500 µg/mL) contre le cancer du foie. Les auteurs indiquent que l'extrait de *pissenlit* a augmenté le niveau de phosphorylation de la protéine kinase activée par l'adénosine monophosphate (AMPK) des cellules HepG2, considérée comme cruciale dans le traitement du cancer et d'autres maladies métaboliques.

Une étude de [Han et al. \(2011\)](#) a montré que l'extrait aqueux de *Taraxacum officinale* possède une activité antivirale *in vitro*, inhibant la transcription inverse et la réplication du virus de l'immunodéficience humaine de type 1 (VIH-1). Une autre étude a montré que cet extrait végétal est capable de prévenir les infections grippales en inhibant la réplication virale ([He et al. 2011](#)). Une étude récente de [Yang et al. \(2020\)](#) a montré que l'extrait de *Taraxacum officinale* possède une activité antivirale *in vitro* contre le virus de l'hépatite B (VHB), le composé bioactif à l'origine de cette action étant le taraxastérol. D'autres études ont montré que cet extrait végétal possède une activité antivirale contre le virus de la dengue de sérotype 2 (DENV2) ([Flores-Ocelotl et al. 2018](#)) et le virus de l'hépatite C (VHC) ([Rehman et al., 2016](#)).

Deux études antérieures ont montré que les oligosaccharides et polysaccharides isolés de *Taraxacum officinale* présentent un effet antibactérien contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* ([Qian et al., 2014](#) ; [Wang, 2014](#)). Une étude de [Kenny et al. \(2015\)](#) a montré que l'extrait de racine de *Taraxacum officinale* possède une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. Une autre étude a révélé que l'extrait de feuilles de *Taraxacum officinale* possède de fortes propriétés antibactériennes contre *Staphylococcus aureus* et une activité antibactérienne modérée contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis* ([Diaz et al., 2018](#)).

Des études antérieures ont montré que *Taraxacum officinale* possède une activité anti-oxydante *in vitro* ([Ivanov et al., 2018](#) ; [Milek et al., 2019](#) ; [Park et al., 2011](#)). Deux études ont montré que les polysaccharides de cette plante possèdent une activité anti-oxydante *in vitro*

(Guo et al., 2019 ; Park et al., 2014). D'autres études ont démontré que les polyphénols contenus dans *Taraxacum officinale* exercent des effets anti-oxydants *in vitro* (Aabideen et al., 2020 ; García-Carrasco et al., 2015 ; Hu et Kitts, 2005 ; Jedrejek et al. 2017 ; Jedrejek et al., 2019 ; Lis et al., 2020).

I.4.Évaluation scientifique du pissenlit sur des études *in vivo*

Des études révèlent que le *Taraxacum officinale* est utile pour prévenir et traiter les maladies du foie. Une étude a montré que deux polysaccharides présents dans cette plante sont efficaces pour prévenir les lésions hépatiques induites par l'acétaminophène (APAP) (AILI) dans un modèle murin (Cai et al., 2017).

Une étude antérieure a montré que cet extrait de feuille de plante avait une activité hépatoprotectrice contre les lésions hépatiques induites par le dichromate de sodium *in vivo* (Hfaiedh et al., 2016).

Ding et Wen (2018) ont montré que l'extrait de racine de *Taraxacum officinale* pouvait exercer des propriétés thérapeutiques dans la rectocolite hémorragique. Une autre étude a montré que cette plante est capable de prévenir la colite chez la souris. Dans cette étude, l'extrait de *Taraxacum officinale* semble avoir un effet plus puissant qu'un médicament anti-inflammatoire sur la prévention de la colite. Cette plante a notamment prévenu la colite grâce à ses activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires et régénératrices (Han et al., 2017). Une étude antérieure a montré qu'un polysaccharide de *Taraxacum officinale* pouvait améliorer la rectocolite hémorragique (Wang et al., 2017 ; Ding et Wen, 2018) ont démontrés l'efficacité du taraxastérol dans le traitement de la colite aiguë *in vivo* (Chen et al., 2019a). Et une étude de Chen et al. (2019b) ont montré que l'extrait de *Taraxacum officinale* est capable d'améliorer les symptômes de la colite, de contrôler le métabolisme des acides gras et la dysbiose.

Une étude antérieure a montré que le taraxastérol issu de *Taraxacum officinale* possède un effet antiarthritique en inhibant l'inflammation *in vivo* (Wang et al., 2016).

Des études suggèrent que l'extrait de *Taraxacum officinale* améliore l'immunité, augmentant la production d'oxyde nitrique (NO) et de cytokines chez la souris (Kim et al., 1998 ; Lee et al., 2012). Une autre étude a indiqué que le taraxastérol peut activer la voie de signalisation anti-apoptotique, qui est régulée négativement dans les maladies auto-immunes (Sang et al.,

2019). Une étude de Tan et al. (2017) a montré que les extraits de *Taraxacum officinale* améliorent la réponse immunitaire *in vivo*.

Deux études antérieures ont montré que des composés isolés de *Taraxacum officinale* présentaient des effets hypoglycémians via l'inhibition de l' α -glucosidase et de l' α -amylase (Choi et al., 2018 ; Guo et al., 2019).

Aabideen et al. (2020) ont découvert que cette plante avait une activité hypolipidémiante via l'inhibition de la lipase pancréatique.

Deux autres études ont montré un effet positif de l'extrait de *Taraxacum officinale* sur le traitement et la prévention des maladies rénales, telles que la lithiase urinaire (Ghale-Salimi et al., 2018 ; Karakus et al., 2017).

La consommation de *pissenlit* peut également avoir un impact sur la santé et la fig.2 représente ses activités pro-santé.

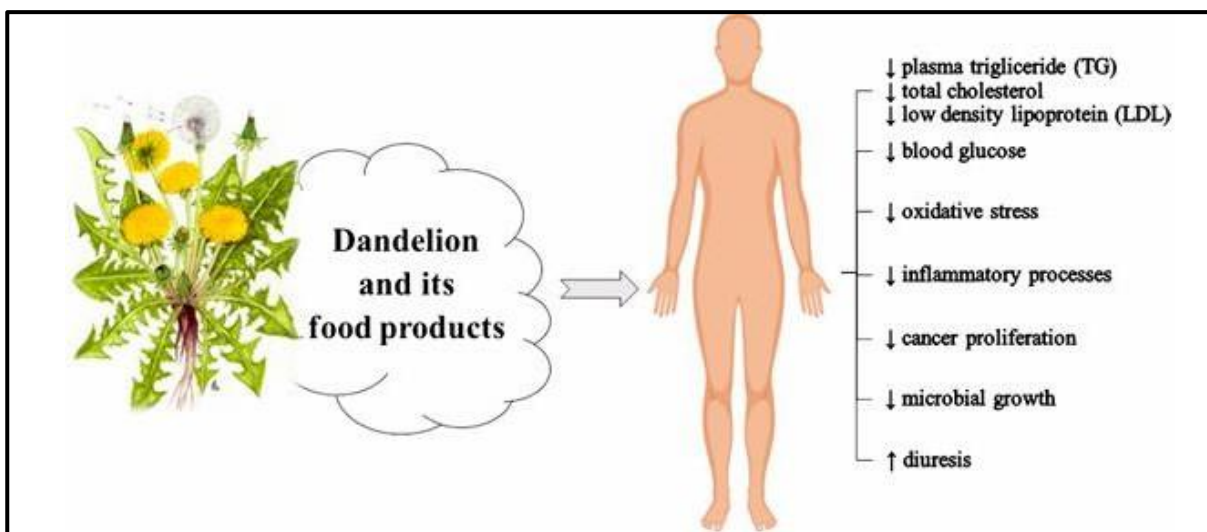


Figure 2 : Activité pro-santé du *pissenlit* (Lis et Olas, 2019).

1.5. Médicaments et produits alimentaires à base de *pissenlit*

Diverses parties de la plante de *pissenlit* ont été étudiées à la fois chimiquement et nutritionnellement. En plus d'être utilisés comme remède contre la maladie, les pétales, les feuilles et les racines du *pissenlit* sont transformées en divers produits alimentaires. Par exemple, dans les plats populaires en France et au Vietnam, les jeunes feuilles de *pissenlit* sont consommées en salade, seules ou en association avec d'autres plantes comme la laitue,

les échalotes et la ciboulette. De plus, les feuilles peuvent être bouillies, égouttées et saupoudrées d'épices (Gonzalez-Castejon et al., 2012 ; Lim, 2012). La préparation de produits tels que des liqueurs ou des marmelades est une pratique courante en Italie (Martinez et al., 2015). En raison de sa richesse en minéraux, le thé de *pissenlit* peut aider à prévenir l'ostéoporose et à renforcer les dents. L'analyse minérale de dix types de thé disponibles dans le commerce montre que 3.5 tasses d'infusion de *pissenlit* et 4.5 tasses d'infusion d'échinacée fournissent une bonne source de potassium (Gallaher et al., 2006). Les feuilles séchées sont des composants populaires de nombreuses boissons digestives, diététiques et bières aux herbes courantes en Angleterre et au Canada (Gonzalez-Castejon et al., 2012). Les feuilles et les racines peuvent être consommées sous forme de tisane, de teinture ou de gélules. En outre, les feuilles de *T. officinale* sont une bonne source de matière première pour la farine riche en protéines et autres nutriments selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, pourrait être utilisée pour améliorer l'état nutritionnel des zones avec de faibles ressources économiques (FAO) (Escudero et al., 2003).

Les racines torréfiées peuvent également être bues sous forme de café, étant d'abord soigneusement nettoyées, puis séchées à la chaleur artificielle et légèrement torréfiées jusqu'à ce qu'elles aient la teinte du café. Le café au *pissenlit* est particulièrement recommandé aux diabétiques en raison de la présence d'un glucide complexe (fructo-oligosaccharides) aux nombreux effets bénéfiques (Wirngo et al., 2016).

Il a été constaté que l'inuline, un fructane naturellement présent dans le *pissenlit*, peut améliorer le métabolisme des glucolipides chez les diabétiques. Lorsqu'elle est fournie avec de la nourriture, elle agit comme un prébiotique, l'inuline résiste à la digestion chez l'homme, l'intestin grêle et atteint le côlon, où il est fermenté par le microbiote intestinal, c'est-à-dire les bifidobactéries, qui constituent une partie majeure de la microflore intestinale humaine et offrent des bienfaits considérables pour la santé de l'hôte (Trojanova et al., 2004). Cependant, l'inuline dérivée des racines de *pissenlit* est utilisée pour la production microbiologique de sirop à haute teneur en fructose et pourrait donc jouer un rôle dans la prévention de la propagation de maladies de civilisation telles que le diabète et l'obésité (Ning et al., 2017).

Le café au *pissenlit*, sans l'effet narcotique du café normal, gagne en popularité en Pologne et peut être obtenu dans la plupart des restaurants et magasins végétariens. Cependant, on pense que la racine de *pissenlit* offre les plus grandes propriétés médicinales sous sa forme non

torréfiée et peut être prise sous forme de thé, d'extrait ou sous forme de capsules (Escudero et al., 2003).

Les préparations de racines et de feuilles de *pissenlit* sont utilisées comme composants cholérétiques, diurétiques et toniques dans une large gamme de compléments alimentaires (Escudero et al., 2003). Aussi, des extraits de fleur de *pissenlit* sont utilisés pour aromatiser les desserts laitiers glacés, les bonbons, les gélatines ou encore le fromage (Schütz et al., 2006). Leur utilisation dans les aliments est justifiée par leur faible contenu calorique (45 kcal pour 100 g de légumes verts crus) et leur riche densité nutritionnelle.

les feuilles de *pissenlit* contiennent une large gamme de vitamines telles que la vitamine A , ainsi qu'un certain nombre d'autres vitamines, dont la vitamine C, E, K, B6, B5, choline, folate, thiamine, riboflavine et niacine. Les feuilles de *pissenlit* contiennent également un certain nombre de minéraux, notamment du calcium, du sodium, du magnésium, du fer, du cuivre, du phosphore, du zinc et du manganèse. Parmi ceux-ci, le potassium est présent en quantités les plus élevées, similaires à celles de la banane, une supplémentation en *pissenlit* pourrait être une bonne stratégie pharmaceutique. pour les patients recevant des diurétiques (Clare et al., 2009).

Plusieurs parties du *pissenlit* ont été étudiées tant sur le plan chimique que nutritionnel. Outre leur utilisation comme remède, les pétales, les feuilles et les racines du *pissenlit* sont transformés en divers produits alimentaires fig.3.

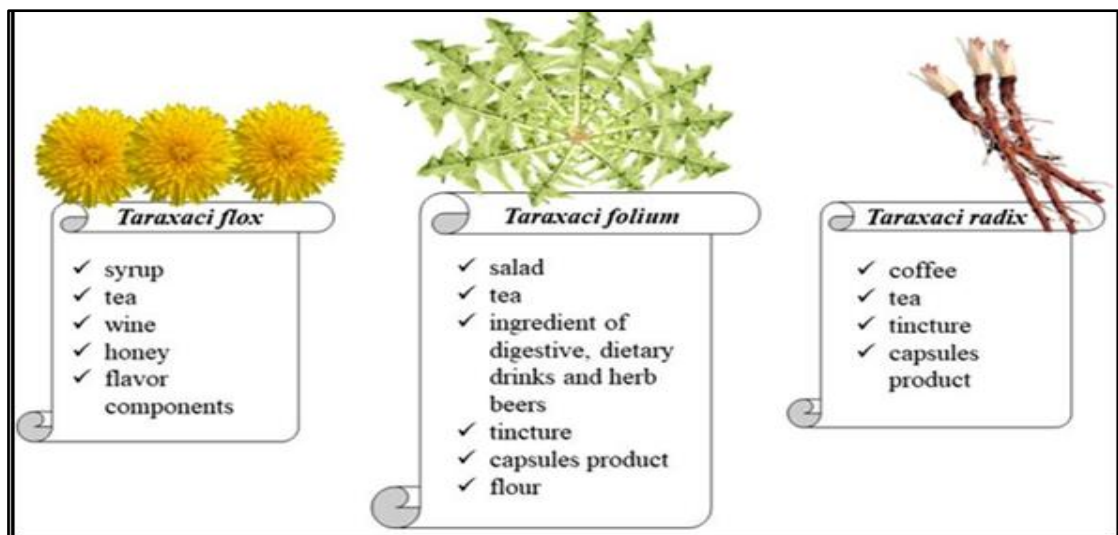


Figure3 : Produits alimentaires issus de différentes parties du *pissenlit* : fleur (Taraxaciflox), feuille (Taraxacifolium) et racine (Taraxaciradix) (Lis et Olas, 2019).

I.6. Toxicologie et sécurité

Comme pour tous les médicaments contenant des substances amères, un inconfort dû à une hyperacidité gastrique peut survenir suite à leur consommation (Yarnell et Abascal, 2009). Les résultats d'Escudero et al. (2003) indiquent un potentiel nutritif pour les feuilles de *Taraxacum officinale*. Une dermatite de contact a été observée en cas de contact fréquent avec du latex de *pissenlit* (Wirngo et al., 2016 ; Yarnell et Abascal, 2009) ; cependant, le potentiel sensibilisant du *pissenlit* est classé comme très faible (Escudero et al., 2003), sans aucun signe significatif ou visible de toxicité observé dans les expériences menées sur des lapins, des souris, des rats et d'autres animaux (Wirngo et al., 2016). En raison de ses effets multidirectionnels sur la santé, le *pissenlit* était une plante officielle au début de la pharmacopée des États-Unis. Les racines étaient d'une grande importance et ils ont été inclus dans le formulaire national jusqu'en 1965.

Selon la Pharmacopée chinoise (édition 2020), les effets médicinaux de *Taraxacum officinale* incluent la dissipation de la chaleur et l'élimination des toxines, des hématomes, des inflammations, la diurèse et la jaunisse. *Taraxacum officinale* peut être utilisé pour traiter la mastite aiguë, les abcès pulmonaires, la congestion conjonctivale. La Coopérative scientifique européenne de phytothérapie (ESCOP) et la Commission E allemande autorisent l'utilisation de la racine de *pissenlit* pour soutenir la fonction hépatique (García-Carrasco et al., 2015). De plus, le *pissenlit* est répertorié sur la liste « généralement reconnue comme sûre » (GRAS) de la Food and Drug Administration des États-Unis (FDA) en tant qu'aliment et complément (Martinez et al., 2015), et il est également officiellement reconnu dans la pharmacopée chinoise (Chine). Commission de Pharmacopée (CPC), 2015a été recommandé de consommer jusqu'à 50 g d'organes de *pissenlit* frais par jour, et la dose recommandée de feuilles et de racines séchées brutes est de 4 à 10 g par jour (Yarnell et Abascal, 2009). Les doses administrées par teinture de feuilles et de racines varient de 9 à 15 mL par jour, en supposant trois doses par jour, et ce type de consommation est particulièrement populaire aux États-Unis.

La Pharmacopée britannique des plantes médicinales (BPH) recommande 0.5 à 2 g de racine (trois fois/jour) ou 4 à 8 mL de teinture de racine (trois fois/jour) ; cependant, la dose recommandée de feuille de *pissenlit* est de 3 à 5 g ou 5 à 10 mL de teinture de feuilles (2 fois/jour dans les deux cas). De plus, en Allemagne, la racine de *pissenlit* et ses herbes sont autorisées comme tisane médicinale standard pour traiter les troubles biliaires, les troubles

digestifs et gastro-intestinaux et pour stimuler la diurèse. L'herbe de *pissenlit* et la racine de *pissenlit* avec herbe sont approuvées dans les monographies de la Commission E et la posologie recommandée est de 3 à 4 g de racines (deux fois/jour) ou de 10 à 15 gouttes de teinture (trois fois/jour). De plus, la dose recommandée de feuille est de 4 à 10 g et de 2 à 5 mL de teinture (les deux trois fois/jour) (Wirngo et al., 2016 ; Yarnell et Abascal, 2009).

I.7. Molécules bioactives dans les plantes médicinales

Il existe environ plus de 200 000 substances chimiques isolées et identifiées, présentant des structures et des classes diverses, provenant de plantes supérieures du monde entier. Ces substances chimiques sont divisées en deux groupes principaux : les métabolites primaires et secondaires (Vuolo et al., 2019). Les métabolites primaires, tels que les acides gras, les protéines, les glucides et les acides nucléiques, sont indispensables à la pérennité des cellules. Les métabolites secondaires ont également une grande importance. Malgré qu'ils ne participent pas directement au métabolisme photosynthétique ou respiratoire, ils sont reconnus comme essentiels à la survie des plantes (Chikezie et al., 2015). Leurs structures et leurs composés chimiques sont différents de ceux des métabolites primaires et ils sont responsables de la défense des plantes (Chikezie et al., 2015).

Les métabolites secondaires sont classés selon leurs voies de biosynthèse et leur structure ; ils sont divisés en trois grands groupes : (1) les composés phénoliques ; (2) les terpénoïdes ; et (3) les alcaloïdes azotés et les composés soufrés. Ces composés sont liés aux métabolites primaires par des éléments constitutifs et des enzymes de biosynthèse (Vora, 2017).

I.7.1. Les polyphénols

Les polyphénols sont des composés naturels synthétisés exclusivement par les plantes, dont les caractéristiques chimiques sont proches des substances phénoliques (Singla et al., 2019).

Aujourd'hui, les polyphénols représentent l'un des métabolites secondaires végétaux les plus connus, caractérisés par un large éventail de propriétés bioactives uniques, ce qui les rend très appréciés pour leurs effets bénéfiques sur les plantes et les humains. Les polyphénols sont des composés structurellement très différents, mais essentiels à diverses fonctions végétales. Ils sont responsables des propriétés organoleptiques et nutritionnelles des aliments d'origine végétale et sont utiles à de nombreuses applications pratiques (Belščak-Cvitanović et al., 2018).

Les polyphénols sont composés d'un noyau phénolique et d'éléments structuraux qui relient ces noyaux phénoliques entre eux. Les polyphénols sont classés en différentes sous-catégories selon leur mode d'action et leurs composants structuraux. Divers polyphénols sont classés comme acides phénoliques, flavonoïdes, stilbènes, lignanes et autres polyphénols [fig.4](#), y compris les xanthones, les tanins et les anthraquinones. Les fruits, légumes, céréales, légumineuses, herbes et épices sont les principales sources de polyphénols. La composition de ces polyphénols est significativement influencée par des facteurs internes et externes tels que les conditions agro-climatiques, le moment de la récolte, les méthodes de culture, l'origine, et ainsi de suite. Les polyphénols représentent des pharmanutriments qui peuvent être utilisés dans la production de médicaments, d'aliments fonctionnels, d'agents colorants et d'autres compléments santé pour l'être humain ([Prabhu et al., 2021](#)).

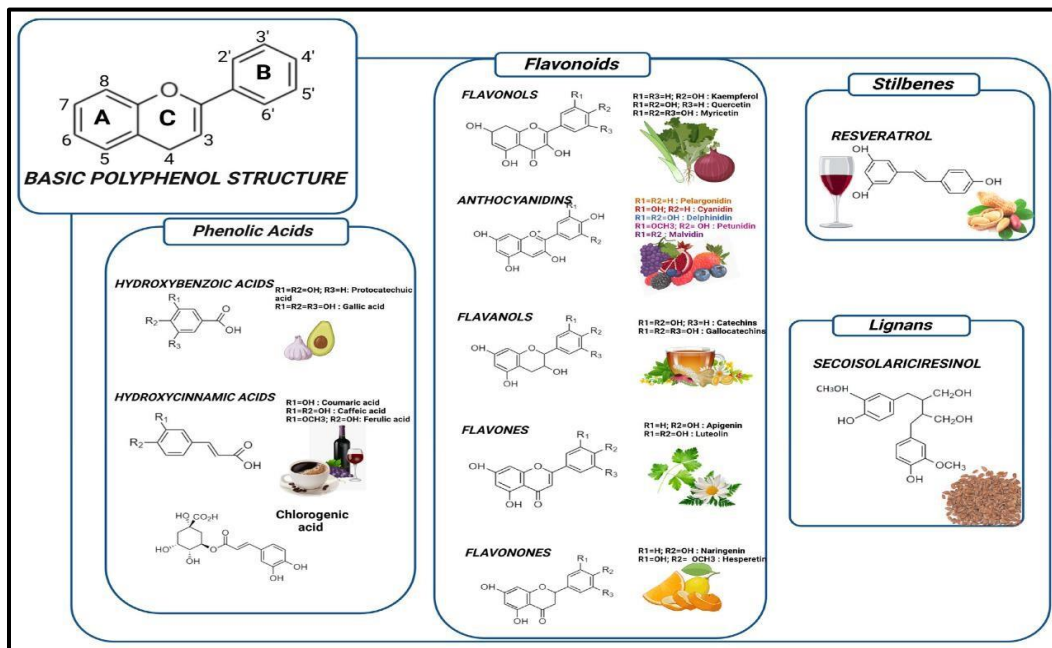


Figure 4 : Structures et représentants des polyphénols, ainsi que quelques illustrations sur les endroits où ils pourraient être trouvés dans les aliments d'origine végétale ([Ciupei et al., 2024](#))

I.7.1.1. Acides phénoliques (AP)

Les acides phénoliques sont des composés naturels aux effets thérapeutiques potentiels contre diverses maladies. Cependant, leur incorporation dans les produits alimentaires et pharmaceutiques est limitée par des difficultés telles que leur instabilité, leur faible solubilité

et leur biodisponibilité réduite (Chen et al., 2024). Ils sont également largement utilisés pour leur contribution à la santé, car ce sont de puissants anti-oxydants (Kumar et Goel, 2019; Bento-Silva et al., 2020). La biodisponibilité de ces composés dépend de leur forme libre, de leur niveau de conjugaison ou des différents traitements qu'ils peuvent subir (Bento-Silva et al., 2020).

Les acides phénoliques peuvent être définis comme des dérivés de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique. Les acides hydroxycinnamiques sont plus fréquemment présents dans différentes espèces végétales que les acides hydroxybenzoïques, et sont principalement présents dans les AP tels que les acides p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (Kumar et Goel, 2019). Le plus souvent, ils sont liés à une amine, un ester ou un glycoside. La littérature souligne la forte absorption des acides hydroxycinnamique et hydroxybenzoïque, même si la plupart des informations sont connues sur les acides hydroxycinnamiques. L'acide hydroxybenzoïque (HBA) est généralement présent en petites quantités, mais on le trouve dans certains fruits rouges, herbes, radis ou oignons, et dans certaines boissons alcoolisées comme le vin ou la bière (Juurlink et al., 2014 ; Gutiérrez-Escobar et al., 2021)

I.7.1.2. Flavonoïdes

Ce sont des composés phénoliques végétaux, présents pratiquement dans toutes les parties de la plante, en particulier les cellules végétales photosynthétiques (Ciupei et al.2024). Les flavonoïdes sont couramment présents dans les thés, les agrumes, les baies et les légumes-feuilles, et sont responsables de leurs bienfaits pour la santé de l'hôte (Waheed Janabi et al., 2020). Si certains d'entre eux sont facilement présents dans les aliments, d'autres sont présents uniquement dans un certain groupe ; par exemple, les isoflavones ne se trouvent que dans les légumineuses (Almeida et al., 2018).

I.7.1.3. Les lignanes

Les lignanes sont des phytoestrogènes à structure stéroïdienne, présents en concentration relativement faible dans diverses graines, céréales, fruits et légumes, et dont l'importance est due à une concentration plus élevée dans les graines de lin et de sésame (Rodríguez-García et al., 2019 ; Senizza, 2020). Elles issues de la dimérisation oxydative de deux ou plusieurs unités phénylpropanoïdes (David Barker, 2019).

I.7.1.4. Les stilbènes

Structurellement, ils ont un squelette C6–C2–C6, le plus souvent présenté sous deux formes isomères. Ces composés peuvent agir comme antifongique, synthétisés en cas de blessure ou de tissu infecté. Les stilbènes sont biosynthétisés en période de stress biotique et abiotique qui survient dans la vie de la plante, comme les attaques microbiennes, l'exposition à une chaleur extrême et l'oxydation (Teka et al., 2022). Elle inhibe l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL) et jouent donc un rôle important dans la réduction des taux de maladies cardiovasculaires, aidant dans l'épidémie d'obésité est liée à l'amélioration de la restriction calorique en stimulant le régulateur d'information silencieux (Paul et al., 2010 ; Chen et al., 2018).

I.8. Les anti-oxydants

Les anti-oxydants sont des substances qui préviennent, inhibent ou réduisent les processus d'oxydation (Atta et al., 2017 ; Ayoka et al., 2022). Historiquement, les anti-oxydants ont été utilisés industriellement pour prévenir la vulcanisation du caoutchouc et la corrosion des métaux, ainsi que pour piéger les radicaux libres (Comert et Gokmen, 2018), entre autres.

Récemment, ils ont été utilisés comme stabilisants, lubrifiants et conservateurs alimentaires (El-Chaghaby et al., 2014).

En 2015, selon des études de marché, la valeur marchande des anti-oxydants synthétiques et naturels dépassait les 2 milliards de dollars américains et devrait augmenter de plus de 50 % pour atteindre environ 4.5 milliards de dollars américains (Kotha et al., 2022).

Compte tenu des nombreux effets nocifs du stress oxydatif sur les systèmes biologiques humains, des recherches supplémentaires sur de nouvelles pistes d'activité anti-oxydante dérivées de produits naturels sont nécessaires comme les flavonoïdes (Treml et Smejkal, 2016).

I.8.1. Les défenses anti-oxydantes

Les anti-oxydants sont des substances capables de céder un électron aux radicaux libres non neutralisés afin de les neutraliser et de réduire leur potentiel nocif (Gulcin, 2020). Les dommages cellulaires sont généralement retardés ou prévenus par la capacité de ces anti-oxydants à piéger les radicaux libres. Grâce à leur faible poids moléculaire, ces anti-oxydants

peuvent facilement interagir avec certains radicaux libres pour stopper une série de réactions (Da Pozzo, 2018 ; Elsayed Azab, 2019).

Les anti-oxydants peuvent être classés en plusieurs grandes catégories : hydrosolubles et liposolubles, biologiques et synthétiques (Mironczuk-Chodakowska et al., 2018). Les anti-oxydants hydrosolubles se trouvent dans les légumes et les fruits et sont mieux absorbés par l'organisme. En revanche, l'organisme les élimine rapidement par l'urine. La vitamine C et les polyphénols sont des exemples d'anti-oxydants hydrosolubles. Les anti-oxydants absorbés en présence de lipides sont appelés anti-oxydants liposolubles ou liposolubles. Par conséquent, sans lipides, l'organisme est incapable d'absorber et d'utiliser ces anti-oxydants. Cependant, il faut noter qu'ils sont difficiles à éliminer des cellules et des tissus et qu'ils peuvent s'accumuler avec le temps, empêchant ainsi un apport suffisant. La vitamine E est un excellent exemple d'anti-oxydant liposoluble (Stevens, 2021).

Il existe deux catégories d'anti-oxydants : les anti-oxydants biologiques et les anti-oxydants synthétiques (Anuj et al., 2016). Les anti-oxydants biologiques enzymatiques et non enzymatiques sont eux-mêmes classés en deux catégories. Les enzymes impliquées dans les anti-oxydants peuvent dégrader les ROS, protégeant ainsi l'organisme des dommages causés par les radicaux libres. Le superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase sont les principales classes d'anti-oxydants enzymatiques. En revanche, la glutathion réductase et la thioredoxine réductase sont les enzymes secondaires des anti-oxydants (Fan et al., 2014 ; Benhar, 2018).

Les radicaux libres peuvent être produits par le métabolisme normal de l'organisme et affecter les systèmes biologiques humains. Lorsque l'équilibre entre pro-oxydants et anti-oxydants est perturbé, le stress oxydatif s'accumule et cause de graves dommages aux cellules et tissus structurels tels que les lipides, les protéines et les acides nucléiques. Cela provoque des lésions tissulaires dans diverses pathologies, notamment le diabète, les maladies neurologiques, le cancer et d'autres. La présence de groupes hydroxyles sur la structure des favonoïdes devient un facteur déterminant dans la capture des radicaux libres (Tumilaar et al., 2024).

I.9. Stress oxydatif

L'inégalité entre les anti-oxydants cellulaires et les radicaux libres réactifs produits, tels que les RNS ou les ROS, est connue sous le nom de stress oxydatif (Oliveira et al., 2021). Un excès de ROS/RNS provoque un stress oxydatif, car les mécanismes anti-oxydants cellulaires

ne peuvent les neutraliser (Jena et al., 2023). Un stress oxydatif accru peut nuire à la santé humaine, notamment en endommageant les protéines, les lipides et les acides nucléiques, et avoir des effets néfastes sur la santé (Briyal et al., 2023 ; Forman and Zhang, 2021). La mort cellulaire (apoptose ou nécrose) résulte de dommages aux systèmes biologiques ou de la formation de nombreuses espèces chimiques réactives par le stress oxydatif.

Le stress oxydatif est associé à plus de cinquante maladies telles que le diabète, l'hypertension, le cancer, les maladies cardiovasculaires et les maladies neurodégénératives (Pizzino et al., 2017 ; Teleanu, 2022).

Les protéines peuvent également subir des changements conformationnels qui affectent leur fonction lorsqu'elles sont endommagées par le stress oxydatif (Mesika et Reichmann, 2019). L'apparition du stress oxydatif augmente le risque de dommages à l'ADN (Chiorcea-Paquim, 2022).

I.10. Les radicaux libres

Les radicaux, également appelés radicaux libres en chimie, sont des molécules ou des ions possédant des électrons non appariés dans leurs orbitales atomiques. Ils sont générés par diverses voies, mais les plus courantes sont des processus redox. L'électrolyse, la chaleur et les rayonnements ionisants sont tous connus pour produire des radicaux. Un déséquilibre dans la production de ces électrons non appariés et d'anti-oxydants provoque un stress oxydatif. Ce qui entraîne des maladies telles que le cancer, la dermatite, la cataracte, les accidents vasculaires cérébraux et l'asthme (Chen et al., 2022 ; Martemucci et al., 2022). Un stress oxydatif accru peut avoir de graves conséquences sur les dommages à l'ADN (protéines, acides nucléiques et lipides), ce qui peut avoir un impact négatif sur la santé (Yu et al., 2016 ; Salehi et al., 2020).

I.10.1. Propriétés et sources des radicaux libres

Les radicaux sont des atomes contenant des électrons libres ou non appariés qui existent sous forme libre (Sisein, 2014). Les radicaux libres peuvent être produits par le métabolisme cellulaire normal. En raison de leur instabilité et de leur grande réactivité, les radicaux libres interagissent facilement avec d'autres molécules pour atteindre leur stabilité. De plus, leur durée de vie est généralement courte car ils possèdent un nombre impair d'électrons (Phaniendra et al., 2015).

Les réactions radicalaires se déroulent en trois étapes principales : initiation, propagation et terminaison. Les principales sources de radicaux libres proviennent de l'extérieur de l'organisme, comme les rayons X, l'ozone, les produits chimiques industriels, la pollution atmosphérique, les pesticides, les radiations et le tabagisme (Aranda-Rivera et al., 2022). Les superoxydes, les radicaux organiques et les radicaux hydroxyles sont tous convertis en peroxyde d'hydrogène par rayonnement ionisant fig.5. Au niveau cellulaire, ce peroxyde participe à une activité oxydative secondaire ou subit des réactions redox avec des ions métalliques tels que le cuivre et le fer. La formation de radicaux libres résulte de réactions non enzymatiques et enzymatiques dans les tissus impliqués dans la chaîne respiratoire, la production de prostaglandines, l'auto-oxydation de l'adrénaline, les cellules phagocytaires, la déplétion en riboflavine, l'ischémie, le vieillissement, le cancer, les infections et le stress mental (Phaniendra et al., 2015). Cependant, d'autres sources de radicaux libres peuvent provenir du corps humain (endogènes), telles que le réticulum endoplasmique, les mitochondries et les peroxysomes.

Le principal produit final de la génération d'ERO dans les mitochondries est le radical anion superoxyde. Les voies d'oxydation des glucides et des acides gras se déroulent dans les mitochondries (Morant-Ferrando et al., 2023). Le processus de formation d'ATP ou d'énergie dans les mitochondries implique le transport d'électrons à l'aide de quatre complexes enzymatiques : le complexe I, le complexe II, le complexe III et le complexe IV. Le complexe III (cytochrome c réductase ou ubiquinone) et le complexe I (NADH déshydrogénase) sont les principaux sites de la chaîne de transport d'électrons où le radical superoxyde est généré (Wong et al., 2017 ; Ohnishi et al., 2018). Les ROS peuvent entraîner la formation d'autres radicaux hautement réactifs tels que l'oxygène singulier, les espèces azotées et les radicaux carbonates (Kanwal et al., 2023). Le principal facteur contribuant à la production de ROS dans les mitochondries réside dans le processus respiratoire (Mailloux, 2020).

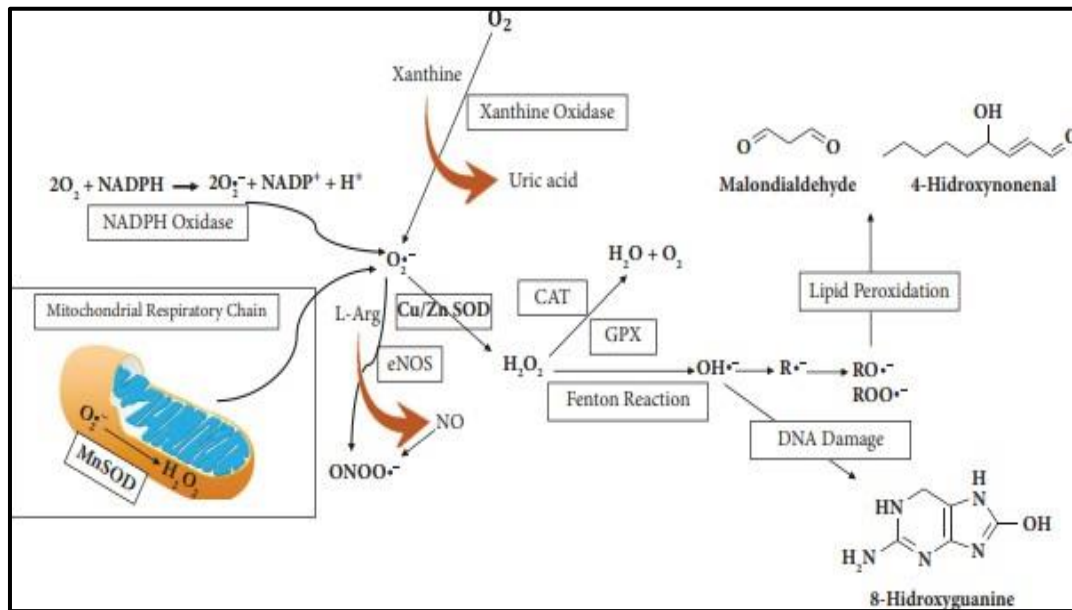


Figure 5: Les sources des radicaux libres (Hansa, 2024).

I.11. L'inflammation

L'inflammation est un aspect essentiel du mécanisme de défense inné de l'organisme contre les étiologies infectieuses et non infectieuses. Ce mécanisme est non spécifique et immédiat (Ferrero-Miliani et al., 2007). Les cinq signes fondamentaux de l'inflammation sont la chaleur, la rougeur, le gonflement, la douleur et la perte fonctionnelle. L'augmentation du flux sanguin entraîne rougeur et chaleur, tandis que le gonflement résulte de l'accumulation de liquide. La douleur est provoquée par la libération de substances chimiques stimulantes, et la perte fonctionnelle reflète une combinaison de facteurs. Ces signes sont évidents dans l'inflammation aiguë de surface, mais peuvent ne pas tous être observables dans l'inflammation aiguë interne, en particulier au niveau des organes internes (Zigterman et Dubois, 2022).

I.11.1. Classification de l'inflammation

L'inflammation peut être classée en trois types selon la durée de la réponse à la cause lésionnelle.

I.11.1.1. L'inflammation aiguë

Elle se manifeste immédiatement après la blessure et dure généralement quelques jours ; l'inflammation chronique, qui peut persister pendant des mois, voire des années, si

l'inflammation aiguë ne disparaît pas ; et l'inflammation subaiguë, une phase de transition de l'état aigu à l'état chronique qui dure de 2 à 6 semaines (Ward et Lentsch. 1999).

L'inflammation aiguë débute suite à une blessure spécifique, déclenchant la libération de médiateurs solubles tels que les cytokines, les protéines de phase aiguë et les chimiokines. Ces substances favorisent la migration des neutrophiles et des macrophages vers le site de l'inflammation, constituant un élément crucial de la réponse immunitaire innée lors d'une inflammation aiguë. (Germolec et al., 2018).

I.11.1.2. L'inflammation subaiguë

Elle est une inflammation aiguë qui ne se résorbe pas rapidement. Si l'inflammation aiguë ne disparaît pas ; et l'inflammation subaiguë, une phase transitoire de l'état aigu à l'état chronique, qui dure de 2 à 6 semaines (Pahwa et al., 2023).

I.11.1.3. L'inflammation chronique

Si l'inflammation subaiguë persiste au-delà de six semaines, elle passe de subaiguë à chronique, marquée par la migration des lymphocytes T et des plasmocytes vers le site de l'inflammation. Une inflammation prolongée sans guérison entraîne des lésions tissulaires et une fibrose. (Pahwa et al., 2018) D'autres types de cellules, comme les macrophages et les monocytes, contribuent également à l'inflammation aiguë et chronique (Ward et Lentsch. 1999).

I.11.2. Les inducteurs de l'inflammation

Les causes ou inducteurs de l'inflammation peuvent être classés en deux groupes principaux : les inducteurs exogènes et endogènes (Medzhitov, 2008).

I.11.2.1. Inducteurs exogènes

Les tissus attaqués par des sources externes libèrent des signaux qui induisent l'inflammation. Ces inducteurs exogènes peuvent être subdivisés en deux catégories : microbiens et non microbiens. Les inducteurs microbiens se divisent en deux classes. La première classe regroupe les profils moléculaires associés aux agents pathogènes, communs à tous les micro-organismes. La seconde classe regroupe les facteurs de virulence, spécifiques aux agents pathogènes. Ces facteurs de virulence déclenchent la réponse inflammatoire en raison de l'activité de l'agent pathogène. On peut citer comme exemples l'activité enzymatique produite par les helminthes et les exotoxines produites par les bactéries, détectées par des capteurs. Les

inducteurs non microbiens comprennent les allergènes, les composés toxiques, les irritants et les corps étrangers trop volumineux pour être digérés ou qui causent des lésions phagocytaires chez les macrophages. La silice et l'amiante sont des exemples de corps étrangers (Ward et Lentsch, 1999).

I.11.2.2. Inducteurs endogènes

Les tissus morts, endommagés, dysfonctionnels ou stressés libèrent des signaux qui induisent une inflammation. Ces inducteurs inflammatoires peuvent être divisés en deux grands groupes : les facteurs infectieux et les facteurs non infectieux. Les facteurs infectieux comprennent les bactéries, les virus et autres micro-organismes. Les facteurs non infectieux englobent les blessures physiques et biologiques. Les blessures physiques comprennent les gelures, les brûlures, les traumatismes, les corps étrangers, les rayonnements ionisants et les composés chimiques tels que le glucose, les acides gras, les toxines, l'alcool et les irritants chimiques tels que le nickel et d'autres oligo-éléments. Les inducteurs biologiques comprennent les signaux émis par les cellules endommagées et les réponses physiologiques à l'excitation fig.6 (Chen et al., 2018).

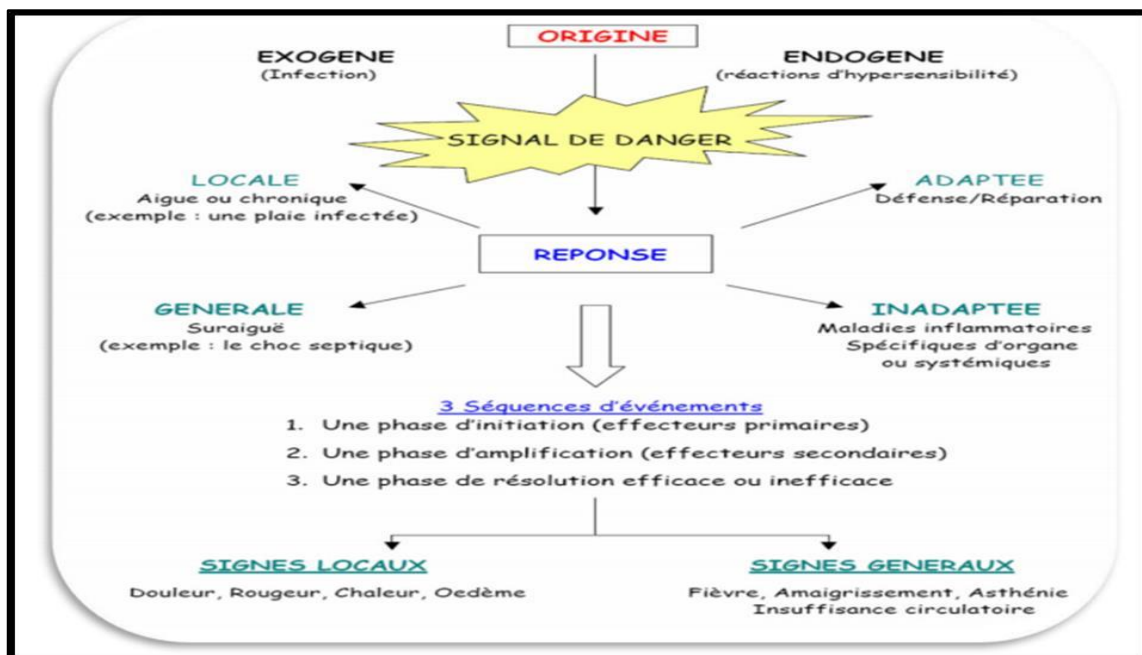


Figure 6 : Les inducteurs de l'inflammation (Medzhitov, 2008).

L'inflammation est caractérisée par des modifications de la microcirculation locale et elle se traduit cliniquement par 4 phénomènes typiques, signes cardinaux de Celsius, qui sont le

gonflement (Œdème), la douleur, la chaleur et l'érythème [fig.7 \(Singh et Kumar, 2021\)](#).

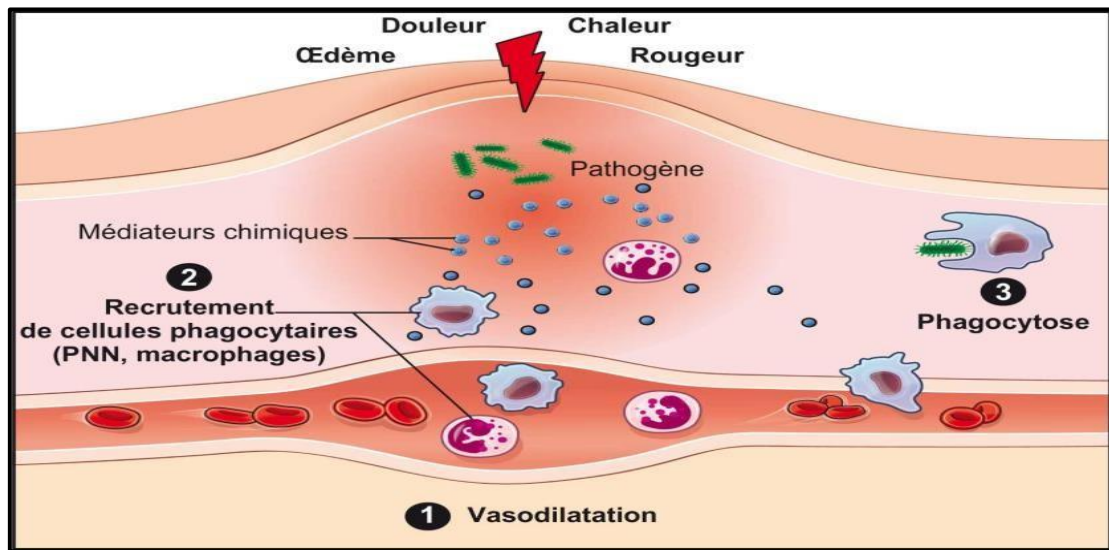


Figure 7: La réponse inflammatoire ([Weill et Batteux, 2003](#))

I.11.3. Les étapes de l'inflammation

L'inflammation ainsi définie se déroule en trois phases :

I.11.3.1. Une première phase précoce : Elle se caractérise par une vasodilatation, une augmentation de la perméabilité capillaire et se traduit par les signes suivants : chaleur, œdème et douleur. On note également une migration de leucocytes des vaisseaux vers les tissus lésés et une libération de facteurs tissulaires à savoir l'histamine, la sérotonine, les kinines et les prostaglandines ([Lamari et al., 2017](#)).

I.11.3.2. Une deuxième phase dite du « granulome » : Caractérisée par l'introduction dans l'infiltrat cellulaire de polynucléaires, faisant place à des cellules mononuclées (lymphocytes, plasmocytes), aux macrophages qui phagocytent les agents agressifs et aux fibroblastes. Il s'en suit une libération d'enzymes protéolytiques qui entretiennent l'inflammation ([Lamari et al., 2017](#)).

I.11.3.3. Une troisième phase, c'est la phase ultime ou de réparation : La cellule dominante est le fibroblaste qui synthétise les fibres de collagène et les muco-polysaccharides aboutissant à la constitution d'un nouveau tissu conjonctif. Ce tissu a pour rôle de former une barrière. Le tissu fibreux néoformé entourant le foyer infectieux peut empêcher les antibiotiques d'agir au niveau des articulations conduisant à une diminution de la mobilité et parfois un blocage. Au niveau du système nerveux central ; la réaction inflammatoire empêche le déplacement du liquide céphalorachidien et entraîne une compression du système

nerveux centrale. Tous ces inconvénients s'expliquent la nécessité d'utiliser des produits qui peuvent empêcher l'inflammation (Lamari et al., 2017) .

I.12. L'ulcère gastrique

La gastrite ou l'ulcère gastrique résultent par la destruction de muqueuse gastrique. Elle se développe en raison de dommages aux défenses de la muqueuse gastrique fig.8. Lorsqu'il n'est pas traité. La gastrite évolue vers des ulcères gastriques et un cancer gastrique. Le prévalence de la gastrite et de l'ulcère gastrique est d'environ 10 % dans le monde population et est en augmentation (Díaz-Rivas et al., 2015). La gastrite présente moins ou pas de symptômes. L'étiologie de la gastrite et l'ulcère gastrique reste incertain. C'est probablement dû à un déséquilibre entre la production d'acide et de pepsine et les lésions des muqueuses (Al-Sayed et El-Naga, 2015), causées par le stress, une production élevée d'acide, l'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), consommation chronique d'aliments épicés, infection virale, consommation d'alcool et fumeur. Ces facteurs génèrent des espèces réactives de l'oxygène (ROS), et augmenter les peroxydes lipidiques et les cytokines pro-inflammatoires et radicaux libres et invasion d'*Helicobacter pylori* (Boeing et al., 2016).

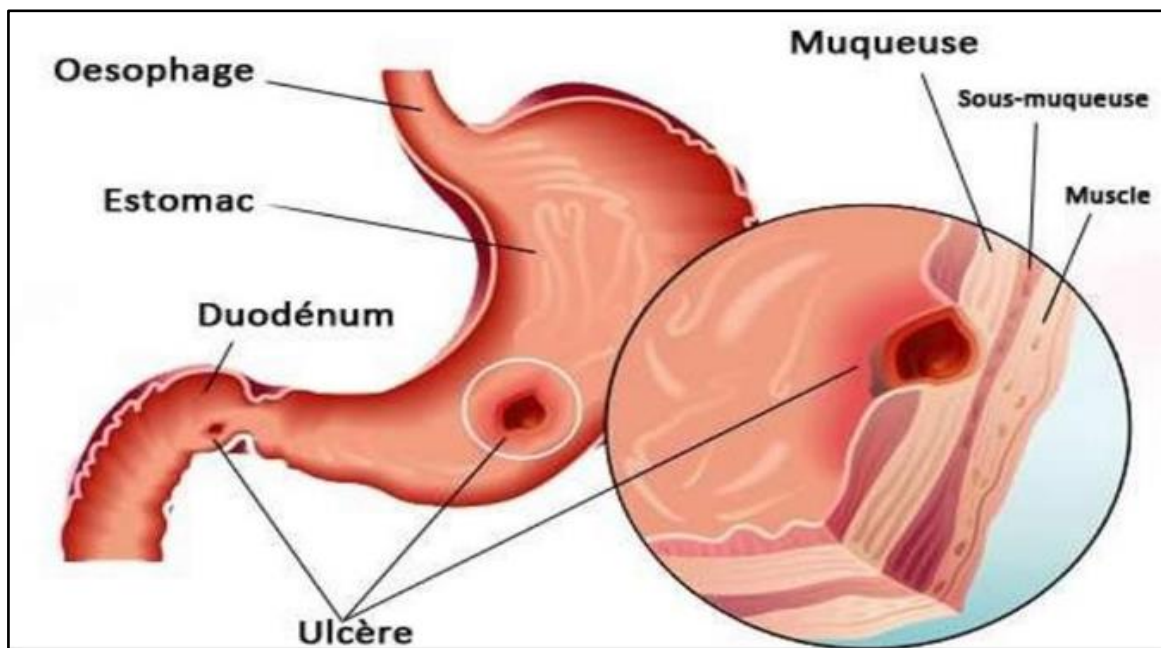


Figure 8: Représentation de l'ulcère gastroduodénal (Lacour et Belon, 2015).

Malgré l'efficacité des traitements médicamenteux, ces derniers présentent toujours un certain nombre d'effets indésirables d'où l'intérêt de la phytothérapie, la source alternative à base de plantes qui est de plus en plus utilisée pour traiter une grande variété de maladies dont l'ulcère

gastrique (Srinivas *et al.*, 2013). *Taraxacum officinale* est parmi les plantes souvent utilisées pour traiter l'ulcère gastrique (Yang *et al.*, 2017).

I.13. L'anémie

L'anémie, selon les critères de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), est définie comme une concentration d'hémoglobine < 13 g/dL (8 mmol/L) chez les hommes adultes et < 12 g/dL (7.5 mmol/L) chez les femmes adultes non enceinte (Wouters *et al.*, 2018). Elle est une maladie caractérisée par une baisse significative du taux de globules rouges ou d'hémoglobine, entraînant une diminution de la capacité du sang à transporter l'oxygène dans les tissus de l'organisme. Cette baisse anormale du taux d'hémoglobine et de globules rouges circulants peut résulter d'une diminution de la production de cellules sanguines ou d'une augmentation de la lyse des globules rouges. L'anémie est sans doute la maladie sanguine la plus répandue, représentant un risque sanitaire critique pour au moins un tiers de la population mondiale. Elle demeure un problème de santé publique majeur dans plusieurs pays en développement et sous-développés. Elle touche des personnes de tous âges, en particulier les nourrissons, les jeunes femmes en âge de procréer et les personnes âgées (Luka *et al.*, 2014).

Elle est caractérisée par un manque de globules rouges sains, contenant de l'hémoglobine (protéine qui transporte l'oxygène des poumons vers toutes les parties du corps). Il existe de nombreux types d'anémie, chacun ayant sa propre cause (Nasrullah et Khalid, 2019),

L'anémie peut être due à :

- Une destruction excessive des érythrocytes ;
- Une perte excessive d'érythrocytes par hémorragie ;
- Une combinaison des facteurs ci-dessus (Knight et Nigam, 2024)

Le VGM est particulièrement utile pour identifier le type d'anémie chez un patient et peut également indiquer les causes sous-jacentes potentielles de la maladie (Maner *et al.*, 2024). On distingue :

I.13.1. L'anémie microcytaire

La microcytose peut résulter d'un déficit en un composant de l'hémoglobine, entraînant une taille de cellules nettement plus petite sur un frottis sanguin périphérique. L'hémoglobine est composée d'hème et de molécules de globine. Par exemple, la ferrochélatase, une enzyme essentielle à la synthèse de l'hème, incorpore du fer dans la structure cyclique de la

protoporphyrine pour former la molécule d'hème (Barman-Aksözen et al., 2019). Par conséquent, le manque de fer dû à l'anémie ferriprive chronique peut entraîner une altération des cycles de protoporphyrine des molécules d'hème. L'anémie liée aux maladies chroniques est due à une réponse évolutive visant à protéger le fer des bactéries qui l'utilisent pour leur croissance. Les infections bactériennes déclenchent une inflammation, entraînant des taux élevés de réactifs de phase aiguë tels que l'hepcidine, qui séquestre le fer dans les macrophages et réduit son absorption dans le tractus gastro-intestinal. Cet effet est similaire à celui de l'anémie ferriprive (Means, 1999). En cas d'anémie ferriprive, d'anémie liée à une maladie chronique ou d'anémie sidérolastique secondaire à une intoxication au plomb, une altération de la synthèse de l'hème et de l'hémoglobine entraîne une réduction significative de la taille des érythrocytes. Les thalassémies, caractérisées par des mutations des chaînes α - ou β -globine, perturbent également la synthèse de l'hémoglobine, ce qui conduit à la formation d'érythrocytes microcytaires dans ces hémoglobinopathies (Maner et al., 2024).

I.13.2. L'anémie macrocytaire

L'anémie macrocytaire peut être classée en anémie mégaloblastique ou non mégaloblastique. Lors de la synthèse des pyrimidines, le folate subit une hydrogénation en tétrahydrofolate et apporte un groupement carboné. La vitamine B12, ou cobalamine, est un cofacteur de l'enzyme qui transfère le groupement carboné du tétrahydrofolate. Les carences en folate ou en vitamine B12 perturbent la division des érythrocytes et les ramènent à leur taille normale. Par conséquent, les érythrocytes cessent de se diviser en raison d'un déficit en pyrimidines, ce qui entraîne une hypertrophie des cellules. On pense qu'un VGM élevé contribue à la maladie thromboembolique veineuse par un ou plusieurs mécanismes (Xu et al., 2024). Une théorie suggère qu'avec l'augmentation du VGM, l'hématocrite augmente également. Un hématocrite élevé favorise la margination des plaquettes, augmentant ainsi le risque de maladie thromboembolique veineuse. Une autre théorie suggère qu'un VGM élevé augmente la viscosité du sang, en particulier dans les gros vaisseaux. Le débit sanguin diminue de façon exponentielle, prédisposant à la formation de caillots. L'augmentation du VGM entraînerait un déséquilibre rhéologique, entraînant une thrombose ultérieure (Maner et al., 2024).

I.13.3. L'anémie normocytaire

L'anémie normocytaire est généralement due à une hémolyse intravasculaire ou extravasculaire. Cependant, l'anémie aplasique, qui implique la destruction des cellules souches myéloïdes responsables de la production d'érythrocytes, peut également être à l'origine de l'anémie normocytaire (Maner et al., 2024).

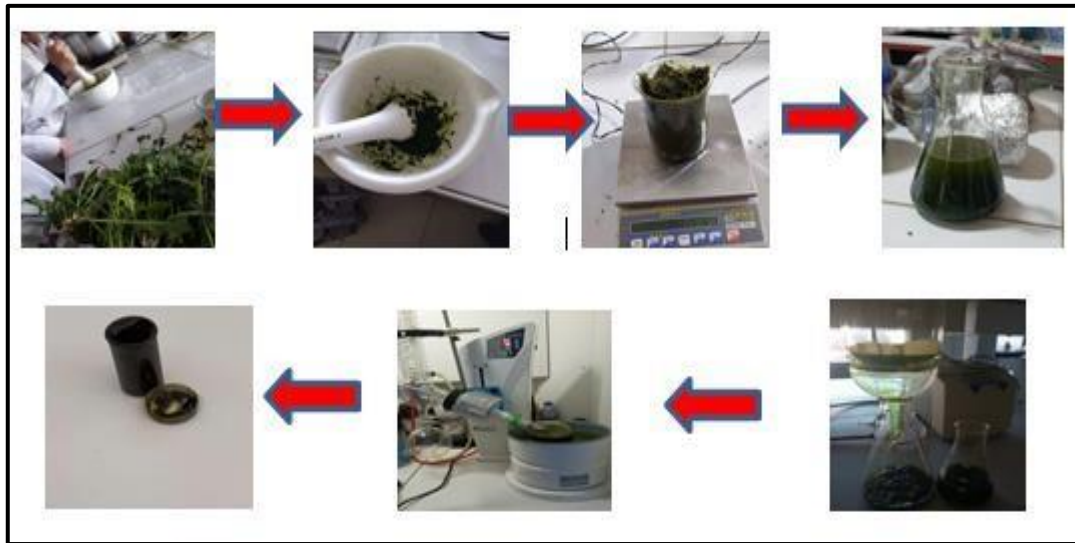


Figure 10 : Les étapes d'extraction de *Taraxacum officinale*.

II.2.2. Détermination de composition chimique de l'extrait de *Taraxacum officinale* par HPLC/UV

L'identification d'extrait ethanolic de de *Taraxacum officinale* a été effectuée à l'aide d'une pompe Prostar/Dynamax PS-210 et d'un système d'injection automatisé (Prostar 410 Autosampler, Varian, Palo Alto, CA, États-Unis). La colonne utilisée pour la détermination par HPLC était une colonne Beta-Basic C18 (4,6 mm × 150 mm ; Thermo Electron Corporation, San Jose, CA, États-Unis), la température de la colonne étant fixée à 25 °C. La phase mobile était un gradient linéaire d'acide acétique aqueux à 2 % : méthanol (0 min, 100:0 ; 17 min, 100:0 ; 7 min, 25:75 ; 5 min, 0 :100) à un débit de 0,7 mL/min. Le volume d'injection était de 15 µl. Pour l'étalonnage, des volumes appropriés de solutions mères standard (100 µg/mL) ont été dilués dans du méthanol, et cinq niveaux de concentration (5, 10, 20, 50 et 100 µg/mL) ont été analysés. Le temps de rétention du pic de l'étalon de référence a été utilisé pour identifier le pic du constituant de l'échantillon en vue de l'analyse d'empreinte digitale. La quantification du composé a été réalisée à l'aide d'une courbe d'étalonnage du composé standard. Les chromatogrammes ont été enregistrés à 270 et 320 nm.

La quantification des constituants a été déterminée à l'aide de courbes standard exprimées en mg pour 1 g de *Taraxacum officinale* (Domitrovic et al.,2010).

II.2.3. Etude phytochimique

II.2.3 .1. Dosage des polyphénols totaux

Nous avons utilisé la méthode de Folin-ciocalteu pour déterminer la teneur en composés phénoliques selon (Li et al., 2009). La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de la droite d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-200 µg/mL) et est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

Principe :

Ce dosage est fondé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin-Ciocalteu consiste en une solution acide jaune contenant un complexe polymérique d'ions (hétéropolyacides). En milieu alcalin, le réactif de Folin-Ciocalteu oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéropolyacides d'où la formation d'un complexe bleu.

Procédure : mélanger 0.5 mL d'extrait éthanolique d'ETO avec 5 mL d'eau distillée et 0.5 mL de réactif Folin-Ciocalteu. Laisser incuber pendant 3 min à température ambiante, puis ajouter 0.5 mL de la solution du carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 10% (P/V), une heure après l'incubation à la température ambiante, l'absorbance est lue à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre à UV visible à double faisceaux de type SHIMADZU UV-2401PC contre un blanc sans extrait (eau distillée dans un même volume réactionnel).

Le taux de polyphénols totaux dans l'extrait a été calculé à partir d'une droite d'étalonnage linéaire établie avec des concentrations d'acide gallique, comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme de *Taraxacum officinale* (EAG/g).

II.2.3 .2. Dosage des flavonoïdes

Principe : Le dosage de flavonoïdes dans l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a été effectué selon le protocole de Woisky et Salatino (1998), en utilisant le trichlorure d'aluminium (AlCl_3) comme réactif. La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'un complexe de couleur jaune ; due à la formation d'une liaison entre l' AlCl_3 et les doublets libres de l'oxygène des groupements OH des flavonoïdes, dont l'absorption s'ajuste à 430 nm.

Une extrapolation est effectuée sur une droite d'étalonnage établie avec plusieurs concentrations connues de quercétine, afin de déterminer la quantité des flavonoïdes d'extrait du *Taraxacum officinale*.

Procédure : 1 mL d'extrait de *Taraxacum officinale* est mélangé à 1 mL de trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ (2%) (P/V), après leur réaction pendant 30 min à température ambiante et dans l'obscurité, l'absorbance est lue contre un blanc à 430 nm. La quercétine est utilisée pour tracer la courbe d'étalonnage.

La teneur en flavonoïdes contenue dans l'extrait du *Taraxacum officinale* est calculée à partir d'une droite d'étalonnage établie avec la quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions réactionnelles que l'échantillon. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercétine par g de *Taraxacum officinale* (EQ/g).

II.3. Les activités biologiques

II.3.1. Activités biologiques *in vitro*

II.3.1.1 Mesure du pouvoir antioxydant par DPPH (2,2-diphényl-picrylhydrazyl)

Principe : La mesure anti-radicalaire d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a été évaluée par le test du DPPH suivant la méthode originale décrite par Blois (1958) et modifiée par Brand-Williams et al. (1995).

La méthode DPPH• (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) évalue la capacité anti-oxydante de la teinture par une réaction de transfert d'électrons. Les résultats ont été définis comme la valeur CI50. La concentration inhibitrice représente la concentration de l'échantillon capable de piéger 50 % des radicaux libres DPPH. La valeur CE_{50} est inversement proportionnelle à l'activité de piégeage des radicaux libres aux propriétés anti-oxydantes de l'échantillon (Epure et al., 2022).

Le DPPH- (2,2-Diphényl 1-picrylhydrazyl) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 515 nm. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH- est réduit et change de couleur en virant au jaune que représente la fig.11. Les absorbances mesurées à 515 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH•, qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon.



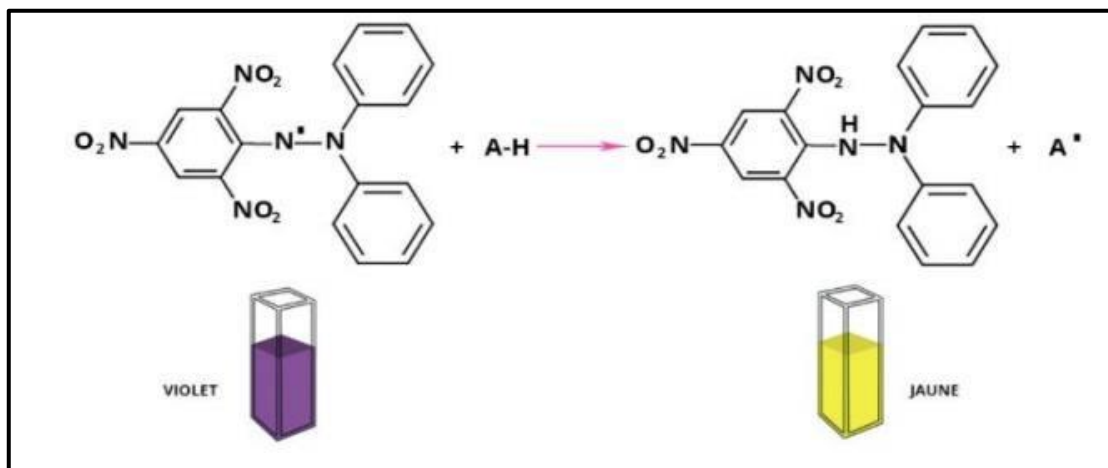


Figure 11 : Réaction d'antioxydant avec un radical de DPPH (Dickson et Toumint Kadidia, 2022).

L'absorbance du mélange permet de déterminer le pourcentage de DPPH- résiduel à l'équilibre. Cette mesure est effectuée avec différentes concentrations d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (5, 10, 20 et 50 µg/mL).

Une concentration en AOH nécessaire pour réduire la moitié de la quantité en DPPH initialement présente dans le milieu a été calculée et qui représente la concentration effective 50 (CE₅₀) (Blois, 1958 ; Brand-Williams et al., 1995).

Procédure : L'évaluation de l'activité anti-oxydante de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* par le DPPH est effectuée par la méthode décrite par Brand-Williams et al. (1995). Mélanger 0.025 mL d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à différentes concentrations (10, 20 et 50 µg/mL) avec 0.975 mL de DPPH (60 µM), incuber la suspension pendant 30 min à l'abri de la lumière et à température ambiante, puis lire l'absorbance à 517 nm.

Les résultats d'absorbance obtenus ont été convertis en taux de pouvoir anti radicalaire (% RSA ou Radical Scavenging Activity) de DPPH selon l'équation :

$$[\%RSA = (\text{Abscontrôle} - \text{AbsE}) / \text{Abscontrôle} \times 100]$$

Les résultats sont souvent apportés par rapport à un antioxydant de référence, comme l'acide ascorbique.

II.3.1.2. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne a été évaluée *in vitro*, par deux méthodes ; la méthode de diffusion par disques pour la détermination des diamètres des zones d'inhibition et la méthode des séries de dilutions pour la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI).

II.3.1.2.1. Méthode de diffusion de disque

La méthode de diffusion en disque a été utilisée pour évaluer initialement les propriétés antibactériennes des extraits de *Taraxacum officinale* contre les agents pathogènes d'origine alimentaire. Les isolats testés ont été inoculés dans 10 mL de bouillon nutritif stérile et incubés à 37 °C pendant 8 h. La culture a été étalée à la surface de la boîte de gélose nutritive stérile à l'aide d'un coton-tige stérile.

Différentes concentrations d'extrait de *Taraxacum officinale* (12.5, 25, 50 et 100 mg/mL) ont été déposées sur la gélose de chaque boîte de pétri. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24h en aérobiose. Après 24h d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés à l'aide d'une règle (Bhargav et al., 2016).

II.3.1.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'extrait de *Taraxacum officinale* a été déterminée par la technique de dilution en milieu liquide couplée à l'étalement en milieu solide ; décrite par (Wiegand et al., 2008).

Dans un tube à essai stériles, des volumes variables d'extrait ont été ajoutés, de sorte que les extraits de gradient de concentration suivent une géométrie de progression de 2, de 0 à 30 mg/mL. Chaque tube de l'une des séries est ensuite inoculé avec 1 mL d'un inoculum de 10⁸ UFC/mL. Ensuite, tous les tubes ont été incubés à 37 °C pendant 24 h. Un millilitre du contenu de chaque tube a ensuite été inoculé dans un milieu solide. La concentration la plus faible qui inhibe complètement le germe d'essai est considéré comme la CMI.

II.3.2. Les activités biologiques *in vivo*

II.3.2.1. Matériel animal

Dans les présentes expérimentations, 80 rats mâles de souches Wistar albinos d'un poids de (180-200 g) a été utilisé. Les rats ont été fournis par l'institut Pasteur d'Alger (Algérie).

Dès leur réception, les rats ont été mis aléatoirement dans des cages par groupes de six dans chaque cage pour une période d'adaptation de 2 semaines à température ambiante avec un cycle naturel de

lumière et d'obscurité. Les rats ont un accès libre à la nourriture (croquettes provenant de la société de production des aliments pour animaux, Bouzaréa, Alger) et à l'eau. Le protocole est conforme aux lignes directrices Institut national de la santé (NIH) des États-Unis (NIH-USA) [fig. 12](#).



Figure 12 : Rats wistar dans leurs cages.

II.3.2.2. Activité anti-inflammatoire sur des rats Wistar

Afin d'évaluer l'effet anti-inflammatoire d'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale*, deux modèles d'inflammation ont été utilisés dans l'étude *in-vivo*, à savoir :

- Une inflammation de l'œdème de la patte induite par la carragénine.
- Une inflammation du péritoine induite par la carragénine.

II.3.2.2.1. Œdème de la patte droite

Après 2 semaines d'adaptation, les rats du premier groupe G1 et deuxième groupe G2 ont reçu par voie orale 1 mL d'eau physiologique troisième groupe G3 et quatrième groupe G4 ont reçu par voie orale 1 mL de 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*.

Au 7ème jour, une heure après la dernière prise du traitement, les rats des groupes G2et G4 ont reçu par voie intradermique 100 µL du carragénine en raison de (3 %) afin d'induire l'inflammation selon le protocole de [Jisha et al. \(2019\)](#) avec quelques modifications [fig. 13](#).

Le diamètre de l'œdème de la patte a été mesuré chaque heure (avant et de 0 heure jusqu'à 5 heures à l'aide d'une règle pour déterminer l'effet anti-inflammatoire du *Taraxacum officinale* sur l'œdème.

Après la dernière mesure de l'œdème de la patte (5h), les rats ont été maintenu sous une légère anesthésie au chloroforme (afin d'éviter tout risque de changements de paramètres biochimiques) avant d'être sacrifiés.

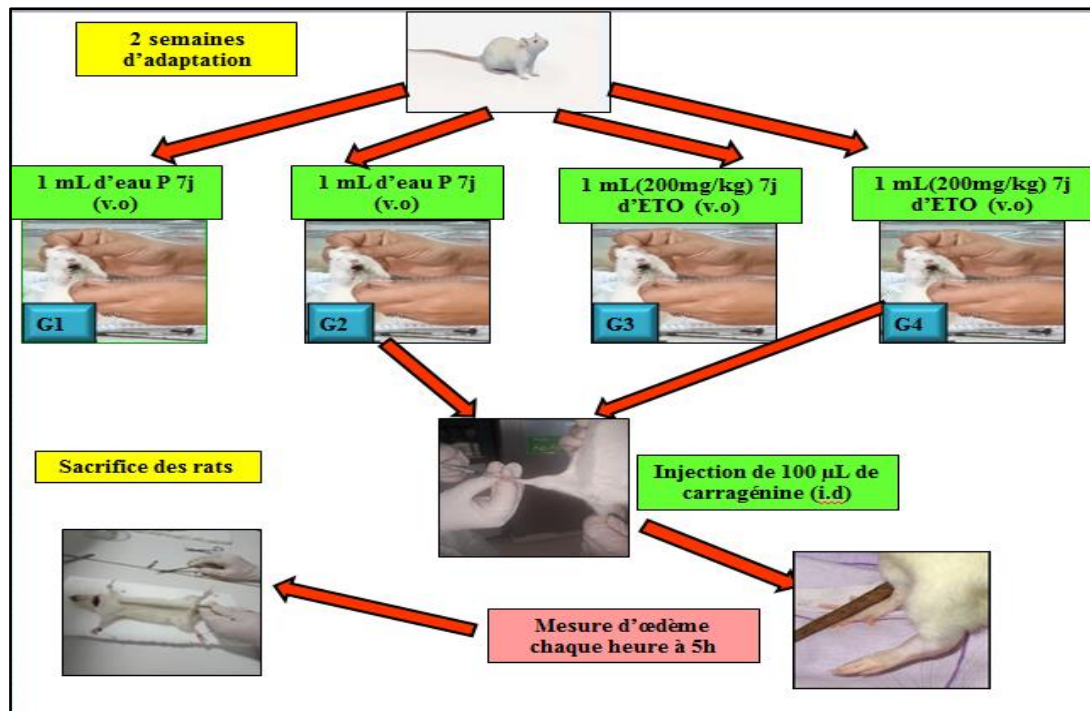


Figure13 : Schéma descriptif de l'activité anti inflammatoire de *Taraxacum officinale* au niveau de la patte droite.

Le sang est prélevé par sinus orbitale dans des tubes secs et des tubes héparines, afin de récupérer le sérum, le plasma et les érythrocytes. Les pattes ont été récupérées et conservées dans du formol à 10 % à température ambiante et passer pour l'examen histologique.

Le pourcentage d'augmentation (%AUG) de diamètre de la patte de rat est calculé selon la formule (Nongonierma et al., 2006).

$$\%AUG = (D_n - D_0) \times 100 / D_0$$

D_n: Diamètre de la patte la n^{ème} heure après l'injection de la carragénine.

D₀ : Diamètre de la patte avant l'injection de la carragénine.

L'activité anti-inflammatoire d'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* a été exprimée en calculant le pourcentage d'inhibition de l'œdème pour chaque groupe de rats selon la formule suivante de [Nourshargh et al. \(2014\)](#).

$$\%INH = (\%AUG_{\text{témoin}} - \%AUG_{\text{traité}}) \times 100 / \%AUG_{\text{témoin}}$$

II.3.2.2.2. L'activité anti-inflammatoire de *Taraxacum officinale* sur le péritoine

Après 2 semaines d'adaptation, les rats du premier et deuxième groupe (G1 et G2) reçoivent 1 mL d'eau physiologique par voie orale ; tandis que les rats du groupe G3 et G4 ont reçu par voie orale 1 mL de 200 mg/kg d'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale*.

Au 7ème jour, une heure après la dernière dose, les rats des groupes G2, G4 ont reçu par voie intra-péritonéal 100 µL du carragénine en raison de (3%) afin d'induire l'inflammation au niveau du péritoine selon le protocole de ([Vasudevan et al.,2006](#)) fig.14.

6h après l'induction de l'inflammation par la carragénine, les rats ont été maintenus sous une légère anesthésie au chloroforme avant d'être sacrifiés. Le sang a été récupéré par sinus orbitale dans des tubes secs, héparine, EDTA et citrate.

Le foie et les reins ont été récupérés, rincés avec l'eau physiologique et conservés dans le formol (10 %) à une température ambiante et passés pour l'examen histologique.

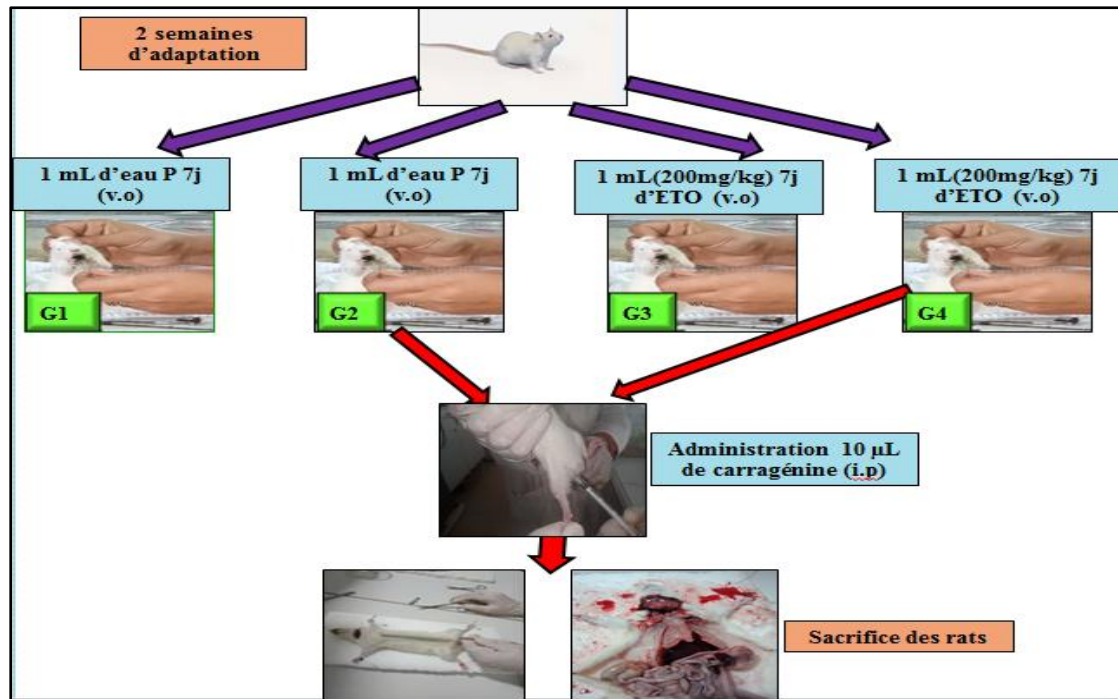


Figure 14: Schéma descriptif de l'activité anti inflammatoire de *Taraxacum officinale* au niveau du péritoine.

II.3.2.2.3.Dosage des paramètres biochimiques

II.3.2.2.3.1.Glucose

Le dosage de glucose et de l'albumine de ces deux modèles expérimentaux d'inflammation a été réalisé selon la méthode enzymatique (Hexokinase /G-6-PDH, Biomérieux, France) et la méthode colorimétrique (Kit Biolabo, France)

II.3.2.2.3.2.L'albumine

L'albumine se combine au vert de bromocrésol, à pH légèrement acide, entraînant un changement de couleur de l'indice, passant du jaune-vert au vert-bleuté, et proportionnel à la concentration d'albumine présente dans l'échantillon testé (Webster, 1977).

II.3.2.2.3.3.Dosage de protéines totales

Le dosage de la protéine totale du sérum a été effectué selon la méthode colorimétrique (réaction de Biuret). Les protéines présentes dans l'échantillon réagissent avec le sulfate de cuivre en milieu basique, pour donner un complexe coloré en bleu violet quantifiable par

spectrophotométrie à 546 nm. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de la protéine totale de l'échantillon. Un temps d'attente d'environ 30 min est nécessaire pour le développement de la couleur (Tangara et al., 2019)

II.3.2.2.3.4.Dosage de fibrinogène

Le dosage de fibrinogène a été réalisé selon la méthode de Clauss, (1957), ce dosage du fibrinogène est quantitatif, fonctionnel et basé sur la coagulation. Il mesure la capacité du fibrinogène à former un caillot de fibrine après exposition à une forte concentration de thrombine purifiée. Les échantillons de plasma sont pré dilués afin de minimiser les interférences avec le dosage par des substances comme l'héparine et les produits de dégradation du fibrinogène. En résumé, le plasma dilué est incubé à 37 °C avant l'ajout du réactif de thrombine préchauffé (37 °C). Le temps de coagulation est mesuré à partir du moment précis de l'ajout de thrombine. Le temps de coagulation, en secondes, est interpolé à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée à partir de différentes dilutions de plasma standard dosé (Stang et Mitchell, 2013).

II.3.2.2.4.Détermination du statut antioxydant

II.3.2.2.4.1.La peroxydation lipidique

La peroxydation lipidique plasmatique a été déterminée en fonction des taux de malondialdéhyde (MDA) par l'acide thiobarbiturique (Yagi, 1976).

II.3.2.2.4.2.Dosage de l'activité de la catalase (CAT)

Dosage de la catalase a été mesuré à 30°C à l'aide d'un spectrophotomètre Shimadzu UV-160 (Vélizy, Villacoublay, France) selon la méthode de Shapira et al., 1974. La décomposition du substrat H₂O₂ a été suivie par spectrophotométrie à 240 nm. L'activité a été exprimée en K/g d'hémoglobine [K : constante de vitesse de la réaction du premier ordre telle que définie par Shapira et al., (1974).

II.3.2.2.4.3.Dosage de l'activité superoxyde dismutase (SOD)

Le superoxyde dismutase (SOD) du plasma et de l'hémolysat ont été mesurées à 30°C par une modification de la méthode d'Abbe et Fischer (1986), dans un analyseur centrifuge Cobas-Bio (Hoffmann-La Roche, Bâle, Suisse). L'absorbance a été mesurée à 415 nm pendant 3 mm.

II.3.2.2.4.4. Dosage de l'activité glutathion peroxydase (GPX)

Dosage de glutathion peroxydase (GPX) dans le plasma a été déterminé à l'aide de kits Ransel. Nous avons mesuré les activités à 37 °C dans un analyseur centrifuge Cobas-Bio selon la méthode de [Paglia et Valentine \(1967\)](#). L'absorbance a été mesurée à 340 nm pendant 3 mn.

II.3.2.2.5. Dosage des bio-marqueurs inflammatoires

II.3.2.2.5.1. Dosage de la prostaglandine E2

La concentration de la prostaglandine E2 (PGE2) est mesurée utilisant Kit ELISA suivant une technique immuno-enzymatique d'inhibition compétitive.

Le dosage est basé sur la compétition entre PGE2 et le conjugué de PGE2 pour une quantité limitée d'anticorps monoclonal spécifique à PGE2 dirigés contre la PGE2 sur une microplaque. Comme la concentration de PGET est fixée et que la concentration de PGE2 est variable, le niveau de la peroxydase de raifort (HRP) qui peut se lier à l'anticorps PGE2 est inversement proportionnel à la concentration de PGE2 dans l'échantillon. Le complexe anticorps-PGE2 se lie à l'immunoglobuline G présente dans la plaque du kit ELISA. Ensuite, la microplaque est lavée et le réactif d'Ellman contenant le substrat pour que le conjugué sera ajouté. Le produit de la réaction enzymatique est nettement jaune et absorbe fortement à une absorbance de 412 nm. L'intensité de la couleur, est mesurée par spectrophotométrie, est proportionnelle à la quantité de PGET lié, et inversement proportionnelle à la concentration de PGE2 libre dans l'échantillon.

II.3.2.2.5.2. Détermination du facteur de nécrose tumorale (TNF- α)

Le dosage du facteur de nécrose tumorale (TNF-alpha) se fait sur l'homogénat avec du Kit ELIZA. Le TNF- α est une cytokine qui repose sur la mise en évidence des complexes antigènes-anticorps par un marqueur enzymatique lui-même releuable par la transformation d'un substrat en produit coloré. Le dosage est basé sur l'utilisation de deux anticorps : un anticorps monoclonal anti-TNF- α et un anticorps conjugué à la biotine. Un revêtement d'anticorps monoclonal anti-TNF- α est appliqué dans les micro-puits de la plaque ELISA afin que TNF- α animale présente dans l'échantillon où le standard, se lie aux anticorps adsorbés dans les micro-puits. L'anticorps anti-TNF- α conjugué à la biotine est ajouté et se lie à TNF- α capturé par le premier anticorps. L'anti-TNF- α conjugué à la biotine non lié est éliminé durant l'étape de lavage. La Streptavidine -HRP est ajoutée et se lie à l'anti-TNF- α conjugué à la

biotine. Pour l'incubation suivante, la Streptavidine-HRP non lié est supprimée pendant le lavage, et la solution de substrat réagissant avec le HRP est ajoutée aux puits. Proportionnellement à la quantité des TNF- α présents dans l'échantillon, un produit coloré est formé. La réaction est terminée par l'addition de l'acide phosphorique et l'absorbance est mesurée à 450 nm. La courbe d'étalonnage est préparée à partir du standard TNF- α fourni par le Kit dosage.

II.3.2.3. Activité gastro protectrice *in vivo* sur des rats Wistar

Après la période d'adaptation, quotidiennement et pendant 7 jours, les rats du premier et deuxième groupe (G1 et G2) reçoivent 1 mL d'eau physiologique par voie orale; tandis que les rats du groupe G3 et G4 ont reçu par voie orale 1 mL de 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*.

Au 7ème jour, une heure après la dernière prise du traitement, les rats des groupes G2, G4 ont reçu par voie orale 10 mL d'une solution de HCl/éthanol (150 μ Mol/60%) progressivement afin d'induire un ulcère selon [Yang et al.\(2017\) fig.15](#).

Les rats ont été maintenus sous une légère anesthésie au chloroforme et les rats ont été sacrifiés avant la collecte du sang.

L'estomac a été retiré et ouvert le long de la plus grande courbure, puis rincé doucement avec de l'eau physiologique pour éliminer le contenu gastrique et les caillots sanguins. Une partie de l'estomac a été mise dans le formol (10%) pour l'étude histologique, et la seconde partie a été conservée dans le PBS pour mesurer la lésion gastrique. La zone de lésion de la muqueuse gastrique chez chaque animal a été calculée et exprimée en pourcentage (%) par rapport à la surface totale de l'estomac à l'aide d'un microscope [Morsy et al. \(2012\)](#).

Les échantillons de sang ont été collectés dans des tubes secs, héparines et EDTA pour les analyses et les paramètres biochimiques.

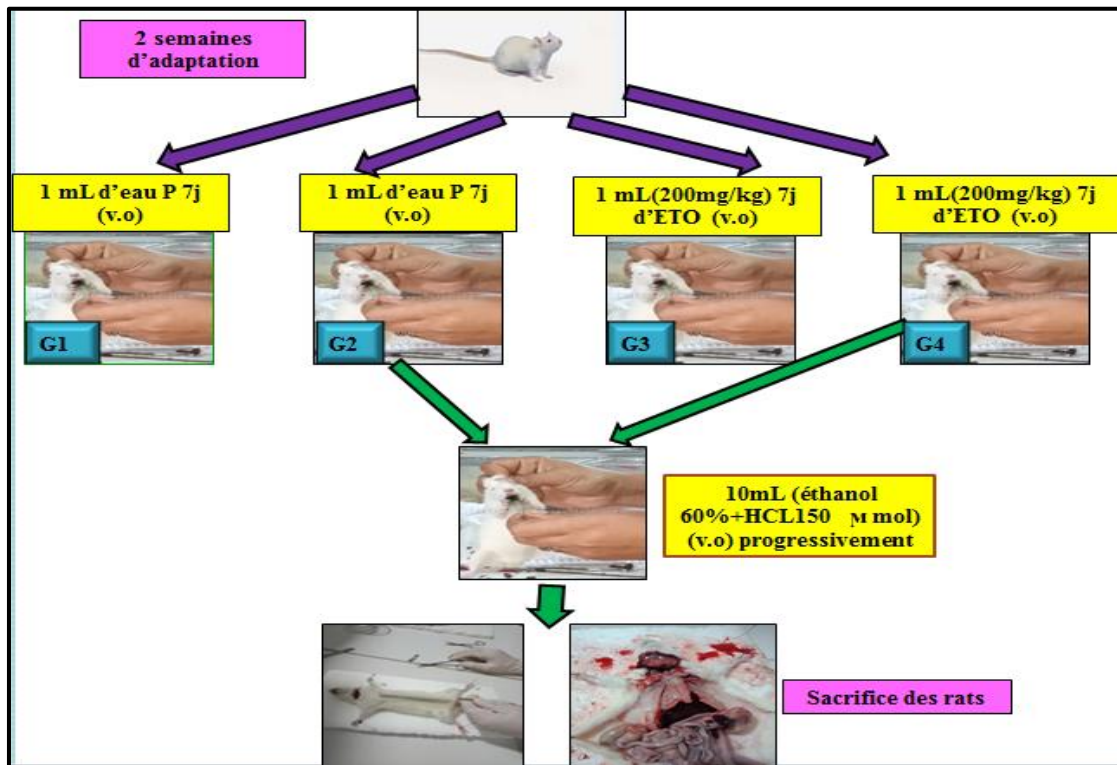


Figure 15 : Schéma descriptif de l'activité gastro-protectrice de *Taraxacum officinale*.

II.3.2.3.1.Détermination du malondialdéhyde

Le dosage de malondialdéhyde a été effectué selon la méthode de [Yagi, 1976](#) d'acide thiobarbiturique décrite précédemment.

II.3.2.3.2.Etude histologique

Le foie, les reins, l'estomac et la patte ont été récupérés pour l'étude histologique, ils ont rincés avec de l'eau physiologique et conservés dans le formol (10 %) à une température ambiante. La coloration histologique est un ensemble de procédés techniques utilisés pour la préparation d'échantillons de tissus, par coloration à l'aide de colorants histologiques, afin de faciliter l'étude microscopique ([Anderson, 2011](#)). Le processus de coloration histologique comprend cinq étapes clés : fixation, traitement, inclusion, sectionnement et coloration ([Titford, 2009](#)).

- **Préparation des échantillons**

L'étape de la décalcification précédant l'opération de sectionnement, exceptionnellement .Elle est exceptionnellement pour calcifiés la patte ainsi, une étape importante en histologie. (Verdenius et Alma, 1958).

- **Coloration**

La coloration est utilisée pour mettre en évidence les caractéristiques importantes du tissu et améliorer le contraste tissulaire. L'hématoxyline, un colorant basique couramment utilisé dans ce processus, colore les noyaux en leur conférant une couleur bleutée, tandis que l'éosine (un autre colorant utilisé en histologie) colore le noyau cellulaire en lui conférant une couleur rosâtre. Cependant, plusieurs autres techniques de coloration sont utilisées pour des cellules et des composants spécifiques (Dibal et al., 2022) La coloration est une technique médicale couramment utilisée dans le diagnostic des tumeurs, où un colorant est appliqué sur les bords postérieur et antérieur des tissus prélevés afin de localiser les cellules malades, tumorales ou autres cellules pathologiques (Musumeci, 2014). En biologie, la coloration est utilisée pour marquer les cellules et identifier les acides nucléiques, les protéines ou l'électrophorèse sur gel afin de faciliter l'examen microscopique (Jackson et Blythe, 2013). Dans certains cas, diverses méthodes de coloration multiple sont utilisées telles que la coloration différentielle, la double coloration ou la coloration multiple (Iyiola et Avwioro, 2011).

- **Fixation**

La fixation désigne l'utilisation de produits chimiques pour préserver la structure naturelle des tissus et empêcher la dégradation de la structure cellulaire. Le formol tamponné neutre est généralement utilisé lorsqu'un microscope optique est utilisé pour réaliser l'étude. Les fixateurs améliorent la préservation des tissus et des cellules grâce à un processus irréversible de réticulation des protéines. Cependant, si ce procédé permet de préserver la structure de la cellule pour les études histologiques, il détruit et dénature les protéines, les rendant ainsi dysfonctionnelles (Young et al., 2009). La fixation au formol dénature l'ADN, les mi ARN et les ARNm des tissus, et l'extraction de ces composants à des fins histologiques peut fausser les résultats (Anderson, 2011).

La phase de fixation préserve la composition chimique des tissus, durcit les cellules ou les tissus destinés à la coupe et retarde leur dégradation (Titford, 2009). De plus, les fixateurs modifient la pénétration tissulaire et influencent l'exposition aux antigènes, ce qui peut être

bénéfique ou néfaste (Iyiola et Avwioro, 2011). Ces fixateurs sont administrés de deux manières : par perfusion et par immersion du tissu préparé. Ils sont infusés dans l'organisme des animaux par diffusion. La perfusion est un processus plus lent, plus long et un seul fixateur peut être utilisé à la fois (Shostak, 2013). Plusieurs fixateurs sont utilisés, mais les fixateurs au formaldéhyde sont les plus couramment utilisés (Black, 2012). Le formol tamponné neutre (NBF) stabilise les acides aminés des protéines et assure une bonne préservation des tissus et de la structure cellulaire. La paraffine-formaline (paraformaldéhyde-PFA) est efficace dans l'immunocoloration mais nécessite d'être fraîchement préparée pour améliorer son efficacité (Iyiola et Avwioro, 2011).

Le fixateur de Bouin s'est avéré efficace dans les tissus délicats et mous tels que les petits tissus, les embryons et les tissus cérébraux (Musumeci, 2014). Il assure une bonne préservation des noyaux et du glycogène, mais sa pénétration est lente et altère les mitochondries et les tissus rénaux (Weiss et al., 2011).

Les organes sont fixés dans du formol à 10%, ce dernier est l'un des meilleurs fixateurs des protéines. Cette technique nous a permis de conserver nos pièces pendant plusieurs semaines.

- **Déshydratation**

Elle est réalisée par un passage du tissu dans des bains d'éthanol de concentrations croissantes. Cette étape vise à éliminer l'eau des tissus sélectionnés afin de les solidifier et de faciliter la découpe de lames minces, plus fines pour les microscopes optiques et plus épaisses pour les microscopes électroniques. L'eau est éliminée des tissus par déshydratation à l'éthanol. Pour des pièces de 5 à 7 mm d'épaisseur, on effectuera :

1 bain de 4 h d'éthanol à 70°

2 bains de 12 h à 24 h d'éthanol à 96°

2 bains de 2 h à 4 h d'éthanol à 100°

2 bains de 4 h de butanol

Enfin, les tissus sont prêts pour leur inclusion dans la paraffine (Shostak, 2013). Le processus est répété avec une substance clarifiante hydrophobe comme le xylène pour éliminer l'alcool, la paraffine et l'agent infiltré. Des résines sont utilisées pour faciliter la découpe de lames minces (Titford, 2009).

- **L'inclusion**

Ce procédé s'effectue au cours de deux étapes successives : l'imprégnation et l'enrobage. (Musumeci, 2014).

- **L'imprégnation :**

La paraffine pénètre dans le tissu au cours d'un bain à l'étuve à 60°C. (Musumeci, 2014).

- **Enrobage**

Lors de la coloration, l'enrobage est réalisé à l'aide de paraffine afin de faciliter l'extraction des structures cellulaires. Dans les tissus cellulaires complexes, on utilise de la résine plastique, de la cire ou une combinaison de fixateurs pour obtenir une bonne morphologie (Musumeci, 2014). Cependant, ces fixateurs peuvent entraîner une dégradation des structures cellulaires et tissulaires en raison d'un chauffage prolongé, ce qui peut engendrer des problèmes lors du processus d'hybridation en raison de l'instabilité de l'ARN. De même, l'infiltration de paraffine inhibe la pénétration des anticorps et autres fixateurs chimiques. Afin de remédier à ce problème, la congélation des tissus après l'enrobage, le retrait de la cire après coloration et l'utilisation de fixateurs PFA offrent une solution fiable pour améliorer la morphologie (Titford, 2009).

- **Décalcification**

La dureté du tissu osseux nécessite un traitement à l'aide d'agents chimiques permettant de chélater le calcium. La décalcification facilite l'obtention de coupes fines exploitables d'un point de vue microscopique. Durant cette étape on introduit les pattes dans une solution décalcifiante (980 mL de l'eau distillée + 20 mL de l'acide nitrique), pendant trois heures (Verdenius et Alma, 1958).

- **Sectionnement**

En histologie, le sectionnement désigne la préparation de microtomes en forme de ruban d'un tissu afin de le monter sur une lame de microscope pour examen (Cai et al., 2014). Dans ce cas, une série de fines sections de tissus de l'épaisseur requise sont découpées et préparées selon la méthode à la paraffine.

- **Déparaffinage-Hydratation**

Les coupes doivent être déparaffinées-avant d'être colorer en les plongeants dans des bains successifs de :

Cyclohexane : 10 mn × 2

Ethanol à 95° : 5 mn

Ethanol à 70° : 1min

Eau courante : passage jusqu'à disparition du trouble. (Cai et al., 2014)

- **Récupération des antigènes (Coloration et montage des coupes)**

Il s'agit du processus suivant la fixation et l'inclusion. Il vise à récupérer les antigènes masqués. Lorsque des fixateurs au formol et d'autres aldéhydes sont utilisés, la réticulation des protéines entraîne le masquage des sites antigéniques, ce qui affaiblit la coloration immuno-histochimique. Le processus de récupération des antigènes permet de rompre les liaisons croisées des protéines et de démasquer les épitopes et les antigènes fixés et inclus au formol et à la paraffine (Titford, 2009). La stratégie globale consiste à améliorer l'intensité de la coloration des anticorps (Cai et al., 2014).

Dans cette étape, on utilise un colorant nucléaire (l'hémalum ou l'hématoxyline de Groat) et un colorant cytoplasmique : l'éosine. Les lames sont plongées et laissées dans des bains successifs de : 5 minutes dans l'hématoxyline de Groat 1%, 5 minutes dans l'eau courante, 30 secondes dans un bain d'éosine suivies d'un bain d'eau courante (rinçage). Une fois colorées, les coupes sont montées. Selon les réactions mises en oeuvre, le milieu de montage nécessitera une déshydratation dans des bains successifs de :

Ethanol à 70° : 2 mn

Ethanol à 95° : 5 mn

Ethanol à 100° : 5 à 10 mn

Butanol : 5 mn

Cyclohexane : 10 mn

Pendant la déshydratation, les coupes ne doivent pas sécher. On peut les laisser dans le dernier bain de cyclohexane plusieurs heures. Mettre une goutte d'Eukitt sur une lamelle, sans laisser sécher, poser la lamelle sur les coupes en évitant d'emprisonner des bulles d'air. Laisser sécher quelques heures à température ambiante. Observer Les coupes au microscope optique à différents grossissements.

II.3.2.4.L'activité antianémique de *Taraxacum officinale* chez des rats

L'anémie a été induite chez les rats avec de la Céphalosporine (Céfuroxime de deuxième génération) [fig.16](#) selon le protocole d'[Ighodaro et al. \(2020\)](#) avec une légère modification.

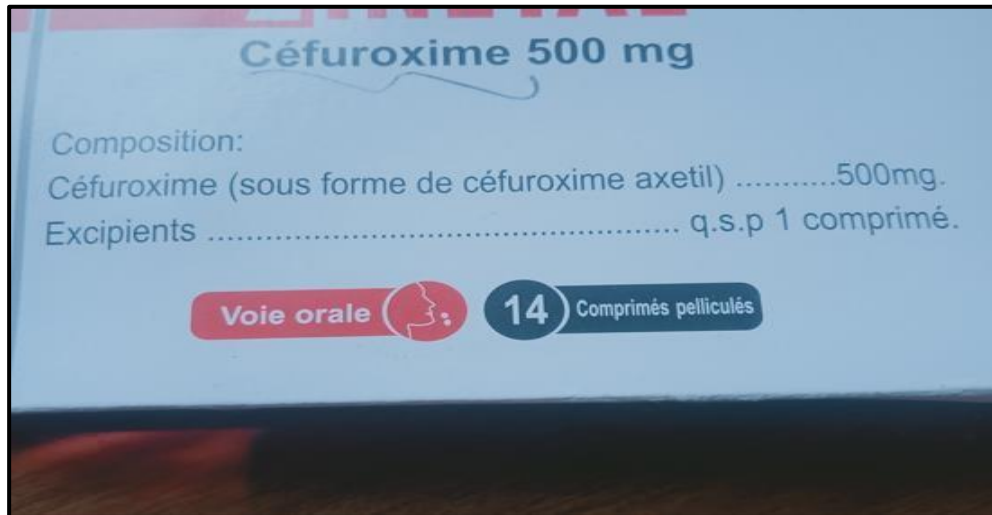


Figure 16 : Médicament Céfuroxime de deuxième génération.

Après 2 semaines d'adaptation, 20 rats mâles ont été utilisés, les rats sont conçus comme suit :

- G1 :** 1 mL d'eau physiologique pendant 10 jours ;
- G2 :** 1mL(10 mg/kg/12h) de céphalosporine pendant 10 jours ;
- G3 :** 1 mL d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (200 mg/kg/12h) pendant 10 jours ;
- G4 :** 1 mL d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (200 mg/kg/12h) + 10 mg/kg/12h de céphalosporine pendant 10 jours.

L'administration de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et la Céphalosporine a été faite par voie orale. Les rats ont eu un accès à la nourriture et d'eau ad libitum tout au long de l'étude.

Au 10^{ème} jour, les rats ont été mis à jeun pendant une nuit (12 h), les échantillons de sang ont été prélevés via le sinus rétro-orbitaire de l'œil par ponction oculaire dans des tubes secs et EDTA [fig.17](#) pour analyses biochimiques, les rats ont été maintenus sous une légère anesthésie de chloroforme avant d'être sacrifiés [fig.18](#).

Les tubes secs étaient centrifugés pendant 5min à 3200 tr/min. Le sérum récupéré, est conservé à -80°C et a servi par la suite au dosage des paramètres sanguins.



Figure17: Prélèvement sanguin par ponction oculaire.

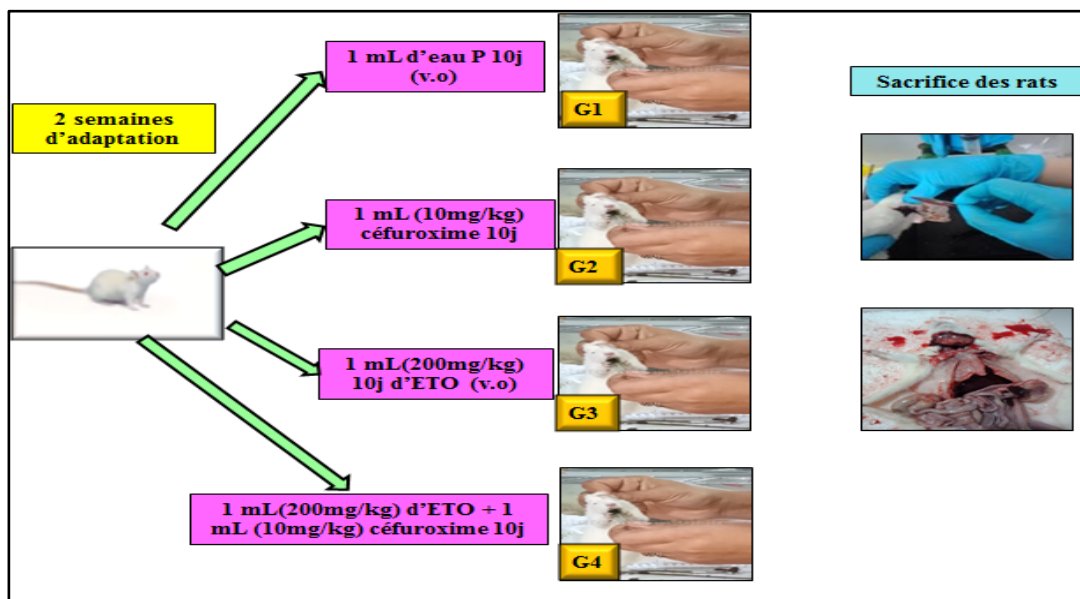


Figure 18: Schéma descriptif de l'activité anti anémique de *Taraxacum officinale*.

II.3.2.4.1. Dosage de NFS (Numération Formule Sanguine)

Une numération formule sanguine différentielle a été effectuée à l'aide d'un automate (Coulter ERMA PCE-210, Ermainc, Japon)

II.3.2.4.2.Dosage du fer sérique

Le dosage du fer sérique est réalisé à l'aide d'un automat Cobas Integra 400 Plus par une méthode colorimétrique chimique par voie humide. Le fer ferrique (Fe^{3+}) n'est pas lié à la transferrine par le chlorhydrate de guanidine (pH 4.5). L'ion ferrique est ensuite réduit en fer ferreux par ascorbate ethydroxylamine. Les ions de fer bivalents forment un complexe coloré avec la ferrozine, détecté à 552 nm. Les valeurs du Fer sérique sont exprimées par $\mu\text{mol/L}$ (Fretellier et *al.*, 2014).

II.3.2.4.3.Dosage du Ferritine

Le dosage de la ferritine sérique a été effectué à l'aide d'un automate de Type Cobas Integra 400 Plus. Cet appareil est doté d'un système à canaux fermés, dont le dosage de la ferritine se fait selon la méthode Immuno-turbidimétrique. Le principe de la méthode a été décrit par Koivunen et *al.* (2006), il repose sur une agglutination d'une réaction induite par la liaison antigène-anticorps.

II.3.2.4.4.Dosage du magnésium sanguin

Le dosage du magnésium dans le sérum est effectué selon méthode colorimétrique (kit Chronolab). Le magnésium présent dans le sérum interagit avec le calmagite en milieu alcalin pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotomètre. La lecture a été mesurée à 520nm. Et les résultats sont mesurés par l'unité (mmol/L).

II.3.2.4.5.Dosage des éléments de trace métalliques

II.3.2.4.5.1. Dosage du cuivre (Cu)

Le dosage Cuivre dans le serum (Cu) a été effectué par spectrophotométrie d'absorption atomique (SpectrAA 220 FS, Varian, Springvale, Australie). Le principe repose sur l'absorption par les éléments à l'état atomique d'un rayonnement issu d'une lampe à cathode creuse ou à décharge. Compte tenu de la nature discrète des niveaux d'énergie des atomes, la source lumineuse doit contenir l'élément à analyser ; ainsi son spectre d'émission correspond exactement au spectre d'absorption de l'élément à analyser. Et les résultats sont mesurés par l'unité ($\mu\text{mol/L}$).

II.3.2.4.5.2.Dosage du zinc (Zn)

Le dosage du zinc dans le sérum a été effectué par spectromètre d'absorption atomique AA-6601F (Southon et *al.*, 1984). Les solutions d'étalons sont préparées à partir d'une solution mère de zinc (ZnNO_3) [1 mg/mL] par dilution successive allant de 0 jusqu'à 2 $\mu\text{g/dL}$. La

lecture spectrométrique des étalons a été faite à 213.9 nm. Le sérum est dilué (1/10ème) par l'eau bi-distillée pour qu'il soit prêt à l'analyse.

II.3.2.4.6. Dosage des vitamines

II.3.2.4.6.1. Dosage des vitamines C

La teneur en vitamine C dans le sérum sanguin a été estimée selon la méthode d'Omaye et al. (1979). La vitamine C présente dans le plasma produit une réaction avec 2,4-dinitrophenylhydrazine en présence de sulfate de cuivre. L'absorbance a été mesurée à 520 nm.

II.3.2.4.6.2. Dosage de la vitamine B

Les performances analytiques des techniques de dosage quantitative *in vitro* des folates B⁹ et de la vitamine B¹² ont été évaluées sur l'analyseur Immulite 2000 par chimiluminescence utilisant la méthode de (Colombier et al., 2002).

II.3.2.1.3.7. Dosage d'érythropoïétine

L'érythropoïétine a été estimée par l'utilisation d'ELISA avec les kits Quantikine IVD ELISA (R&D Systems #DEP00). 150 µL de diluant (Réf 895057 : milieu protéique avec un conservateur. Contient de l'azide de sodium). Ce test ont été appliqués sur microplaque de 96 puits pré-enduite d'un monoclonal murin Anticorps anti rHuEPO et 50 µL de l'échantillon ont été ajoutés à chaque puits. Après incubation à température ambiante pendant environ 2 heures et lavage des puits avec Wash tampon 4 fois. Le mélange a été coloré par TMBZ (tétraméthylbenzidine). Après incubation à température ambiante pendant 30 min et l'ajout d'une portion de 100 µL d'une solution d'arrêt à chaque puits pour terminer la réaction, l'absorbance a été mesuré à 450 nm avec un lecteur de puits (SK601, Seikagaku Corporation) (Yoshioka et al., 2013).

Analyse statistique

Le logiciel Sigma Stat a été utilisé pour l'analyse statistique. Le niveau de signification a été fixé à $p < 0.05$. Les données sont présentées sous forme de moyen de 5. L'expérience portant sur l'étude *in vivo* a été indépendamment répétée 6 fois dans un dispositif en randomisation totale. Les expériences *in vitro* ont été indépendamment répétées 3 fois dans un dispositif en randomisation totale.

<<

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Le rendement d'extraction

Selon le résultat obtenu, on montre une variabilité de rendement pour l'extrait de *Taraxacum officinale* est présente à 42.87 %.

Des recherches antérieures montrent que le rendement total des substances extraites, la teneur en phénols totaux, les flavonoïdes et l'activité anti-oxydante dépendent de la technique d'extraction et du solvant utilisés. Selon la littérature, le méthanol est plus efficace pour extraire le phénol des matières végétales (Dedić et al., 2022).

III.2. Identification de la composition chimique de *Taraxacum officinale* par HPLC/UV

L'analyse chromatographique par HPLC/UV a été effectuée sur deux longueurs d'ondes différentes à 270 et 320 nm pour identifier et quantifier les flavonoïdes et les acides phénoliques respectivement de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) (fig. 19 et 20).

La comparaison des temps de rétention de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* avec ceux des différents standards a révélé la présence de 20 composés phénoliques. Les résultats sont présentés dans [tableau1](#).

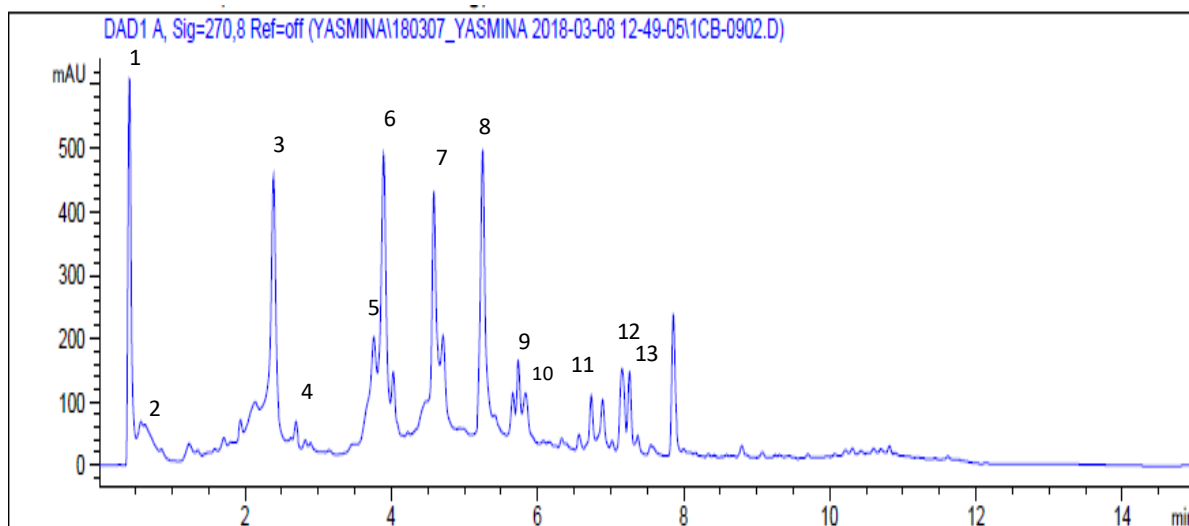


Figure 19: Chromatogrammes par analyse HPLC/UV d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à une longueur d'onde de 270 nm.

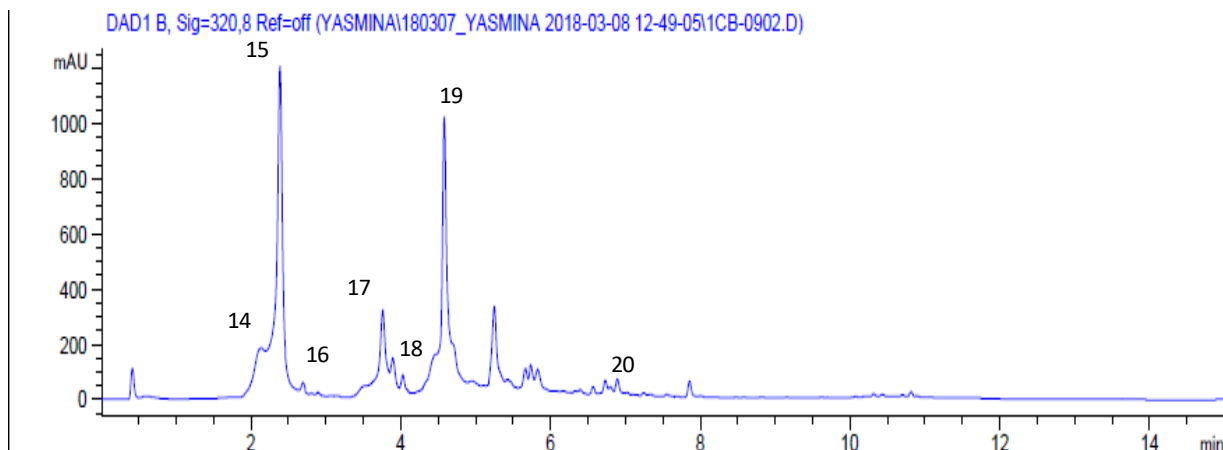


Figure 20: Chromatogrammes par analyse HPLC/UV d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à une longueur d'onde de 320 nm.

Tableau 1: Composition d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* par HPLC/UV (mg/g).

Nombre du pic	Composés	Quantité (mg/g pissenlit)	Temps de rétention (min)
1	Luteolin	0.89	0.41
2	Galangin	0.13	0.57
3	Catechin	0.71	2.38
4	Thymol	0.11	2.69
5	Bis methylated quercetin	0.36	3.76
6	Quercétin	0.76	3.89
7	Rutin	0.65	4.58
8	Acacetin	0.77	5.25
9	Hesperidin	0.34	5.74
10	Apeginin	0.33	5.83
11	Kaempferol	0.35	6.73
12	pinocembrin	0.39	7.16
13	Chrysin	0.4	7.252
14	Gallic acid	0.22	2.13
15	Cafeic acid	0.19	2.38
16	Ascorbic acid	0.09	2.69
17	Férulic acid	0.38	3.76
18	m-cumaric acid	0.2	4.02
19	Rosmarinic acid	0.79	4.58
20	Trans-cinnamic acid	0.08	6.73

Selon nos résultats obtenus, l'analyse HPLC montre que notre extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a 12 flavonoïdes avec la forte prédominance et 8 acides phénoliques.

Les 12 flavonoïdes qui ont été identifiés sont : (1) lutéoline ;(2) galangine ; (3) catéchine ;(5) bis quercentine méthylée ; (6) quercétine ;(7) rutine ; (8)acacétin e;(9)hesperidinee; (10)apeginin; (11) kaempferol ;(12) pinocembrine et (13) chrysine, les 8 polyphénols sont : (4) thymol ; (14)acide gallique ; (15)acide caféique ; (16) acide ascorbique ;(17) acide férulique ; (18) acide m-cumarique ; (19) acide rosmarinique et (20) acide trans-cinnamic.

La plus teneur plus élevée des flavonoides était celle de luteolin, acacétin et quercétin qui ont les quantités suivantes 0.89 mg/g, 0.77 mg/g et 0.76 mg/g avec le temps de rétention : 0.41 min, 5.25 min et 3.89 respectivement. En outre, la teneur en acide phénolique était très faible. La moins faible était celle d'acide trans-cinnamique et l'acide caféique avec une teneur de 0.08 et 0.09 mg/g et un temps de rétention de 6.73 min et 2.38 min respectivement.

Dandelion est une source de plusieurs compositions phytochimiques comprends les flavonoides et les acides phenoliques, qui ont des effets anti-oxydant et anti-inflammatoire présentes dans les feuilles à cause de ses grandes concentrations en acide hydroxycinnamique, acide chicorique, acide chlorogénique et acide caféique (Jędrejek et al., 2017).

L'étude de Jamal et al. (2025) a rapporté des composés bioactifs courants tels que l'acide gallique, la quercétine, acide férulique.

Xue et al. (2017) confirment que les extraits des feuilles, des fleurs et des racines sont riches en acide chicorique. L'extrait de feuilles de *Taraxacum officinale* a la plus grande concentration en polyphénols et flavonoides.

III.3. Teneur en polyphénols totaux de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*

Les résultats de la teneur en polyphénols totaux de l'extrait de *Taraxacum officinale* sont présentés dans la figure 20 en utilisant l'acide gallique comme un standard. Ces résultats indiquent que l'extrait possède une proportion très élevée en polyphénols totaux, et qui est de l'ordre de 211.32 mg EAG/g [tableau 2](#).

Tableau 2: Rendement d'extraction(%), polyphénols totaux (mg EAG/g) et flavonoïdes (mg EQ/g) d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO).

	Rendement	polyphénols totaux	Flavonoïdes
Extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i>	42.87%	211.32 mg EAG/g	199.41 mg EQ/g

Les acides phénoliques sont des métabolites secondaires qui sont trouvés couramment dans les aliments d'origine végétale. Ils ont suscité un intérêt considérable en raison de leurs nombreux potentiels bienfaits pour la santé, qui sont de puissants anti-oxydants (Ivanova et al., 2005).

Les plantes du genre *Taraxacum* connues sous le nom de pissenlit sont utilisées depuis longtemps dans la médecine traditionnelle à cause de la présence d'acide chicorique (acide dicafféyl tartrique), qui appartient aux phénylpropanoïdes et l'un des principaux constituants de *Taraxacum officinale* (Ivanov, 2014).

T. officinale est une précieuse source de polyphénols, avec une concentration importante d'acide cichorique (Epure et al., 2022).

La teneur en polyphénols de notre étude reste nettement supérieure à celle trouvée par Yang et al. (2017) sur des extraits éthanoliques de *Taraxacum officinale* qui ont obtenus la valeur 99.9 mg/100g d'extrait de la plante. Et inférieure à celle de Khan et al. (2019) qui ont trouvé une valeur de l'ordre de 691.6 mg GAE/g. Cette divergence liée à la polarité et à la solubilité du solvant (Xi et al., 2009).

III.4. Teneur en flavonoïdes de l'ETO

Notre extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* montre un taux de flavonoïdes de 199,41 mg/g de quercétine tableau2.

Lis et al. (2020) suggèrent que les parties aériennes de pissenlit sont riches en composés flavonoïdes, qui sont également un composant important et qui ont l'un effet anti-oxydant très puissant

Selon Yang et al. (2017) l'extrait méthanolique de *Taraxacum officinale* possède une teneur très faible en flavonoïdes de l'ordre de 20.7 mg/g de quercétine.

III.5. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphenyl -picrylhydrazyl)

L'activité anti-radicalaire de piégeage d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* vis-à-vis

du radical DPPH a été évaluée par le test de scavenging de ce radical en utilisant l'acide ascorbique comme un standard.

Les résultats montrent que l'extrait de *Taraxacum officinale* a une activité anti-radicalaire élevé. Cet extraita une $CE_{50} = 141.42 \mu\text{g/mL}$ par rapport à l'acide ascorbique qui a une CE_{50} égale $32.87 \mu\text{g/mL}$ [tableau3](#).

Tableau3 : activité anti-oxydante *in vitro* par le test de la réduction DPPH

Extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i>	CE_{50} acide ascorbique ($\mu\text{g/mL}$)	CE_{50} d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> ($\mu\text{g/mL}$)
	32.87 ± 5.84	141.42 ± 3.41

[Amessis-Ouchemoukh et al. \(2014\)](#), ont rapporté que les polyphénols sont des donneurs efficaces d'atome d'hydrogène au radical DPPH en raison de leurs structures chimiques idéales. Des études de [Hernández-Rodríguez et al. \(2019\)](#) ont prouvé que les composés phénoliques et plus particulièrement les flavonoïdes sont responsables de l'effet scavenger des radicaux libres.

[Jeon et al. \(2008\)](#) confirment que l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a la capacité de piéger les radicaux libres.

Nos résultats sont plus faibles que ceux noté par [Petkova et al. \(2015\)](#), qui suggèrent que les extraits de racines de *Taraxacum officinale* provenant de Parvomay ont démontré la plus forte activité anti-oxydante DPPH 83.1 mg/mL .

III.6. Activité antimicrobienne

III.6.1. Activité antimicrobienne par diffusion de disques

Tableau4 : Diamètres des zones d'inhibitions (en mm) de cinq souches pathogènes cultivées en présence de quatre concentrations (12.5, 25, 50 et $100 \mu\text{g/mL}$) d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*.

Les diamètres des zones d'inhibition d'extrait ETO sont illustrées dans le [tableau 4](#).

Les souches microbiennes	Concentrations d'extrait éthanoïque de <i>Taraxacum officinale</i> (µg/ mL)			
	12.5	25	50	100
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 27853	9 ± 0.98	11.3 ±0.8	13 ± 0.74	24 ± 0.73
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	10 ± 0.51	11 ± 0.61	13 ± 0.22	14 ± 0.1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	13 ± 1.26	13.33±0.8	14 ± 0.48	15 ± 0.9
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	1.15 ± 0.37	2.09 ± 0.21	3 ± 0.81	4± 0.9
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	12 ± 0.63	13 ± 0.33	14 ± 0.7	16 ± 0.8

On remarque que l'extrait a réagi positivement contre toutes les souches microbiennes testées. Le diamètre de la zone d'inhibition varie de 0.78 à 24.73 mm. Cette activité varie selon les espèces microbiennes et selon les différentes concentrations d'ETO.

Il ressort des résultats obtenus que *Taraxacum officinale* possède un large spectre d'action contre les bactéries à Gram positif et à Gram négatif. Par ailleurs l'ETO a exprimé une action antifongique à l'égard de la levure *Candida albicans* avec toutes les concentrations.

Une étude récente de [Yang et al. \(2020\)](#) a montré que l'extrait de *Taraxacum officinale* a une activité antivirale *in vitro* contre le virus de l'hépatite B (VHB) et le composé bioactif qui exerce cette action est le taraxastérol.

Une étude de [Liang et al. \(2020\)](#) a révélé que *Taraxacum officinale* peut inhiber *Candida albicans* en perturbant la paroi cellulaire.

Il est également possible de souligner que les composants du *Taraxacum officinale* potentialisent l'action de certains antibiotiques de la famille des pénicillines ([Faria et al., 2019](#)).

Deux études antérieures ont montré que les oligosaccharides et polysaccharides isolés de *Taraxacum officinale* présentent un effet antibactérien contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* (Qian et al., 2014 ; Wang, 2014). Dans une autre étude de Kenny et al. (2015) ont montré que l'extrait de racine de *Taraxacum officinale* a une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. Une autre recherche a révélé que les feuilles de *Taraxacum officinale* ont de fortes propriétés antibactériennes contre *Staphylococcus aureus* avec une activité antibactérienne modérée contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis* (Diaz et al., 2018).

III.6.2. Concentration minimale inhibitrice (CMI)

La croissance microbienne est indiquée par la présence d'un culot blanc qui se forme au fond du puits. La CMI des souches pathogènes est présentée dans le [tableau 5](#).

Tableau 5 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) en (mg/mL) d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* de cinq souches pathogènes.

Souches microbiennes	Concentration minimale inhibitrice(CMI) d'extrait éthanolique de <i>Taraxacum officinale</i> (mg/mL)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 27853	6.25 ± 0.9
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	6.25 ± 0.1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	12.5 ± 2.11
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	25 ± 0.33
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	12.5 ± 0.2

La croissance microbienne est indiquée par la présence d'un culot blanc qui se forme au fond du puits. La CMI des souches pathogènes est présentée dans le [tableau 4](#).

On remarque que tous les souches pathogènes testées sont sensibles à l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*. La Concentration minimale inhibitrice variait entre 6.25 et 50 mg/mL.

Une concentration de 12.5 % de *Taraxacum officinale* était nécessaire pour un effet

bactéricide sur les souches *S. aureus* ATCC 25923, *E. coli* ATCC 25922 et *C. albicans* ATCC 10231, et 6. 25 % était requise pour *P. aeruginosa* (Rimbu et al., 2025).

Trinh et al. (2020) ont rapporté que l'extrait de plante à base d'éthanol de *T. officinale* présente un effet bactéricide sur la souche *S. aureus* ATCC 25923 à une concentration de 20 mg/mL.

L'extrait de *T. officinale* testé dans l'étude de Sangeetha et Ezhilarasan (2016) a montré une action létale sur la souche *E. faecalis* ATCC 29212 à une concentration de 200 mg/mL. L'étude de Shah et al. (2011) a montré que les extraits de *S. marianum* n'ont pas présenté d'activité antimicrobienne contre les souches à Gram négatif testées, *E. coli* ATCC 25922 et *P. aeruginosa* ATCC 27853.

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes étudiés variait considérablement en fonction de la souche microbienne et du type d'extrait utilisé. Par exemple, *T. officinale* a montré une inhibition contre les souches *P. aeruginosa*, mais pas contre *S. aureus* et *E. coli*. Alors l'efficacité des extraits de plantes peut être spécifique à la souche, soulignant l'importance de prendre en compte plusieurs souches dans les études antimicrobiennes (Rani et al., 2015 ; Marinas et al., 2015).

III.7. Activité anti-inflammatoire *in vivo* de *Taraxacum officinale* sur l'œdème de la patte et la péritonite

III.7.1. L'inflammation et paramètres sériques

A. Glycémie

*** Au niveau de l'œdème de la patte**

La fig. 21 représente la glycémie chez les rats Wistar traités ou non par la carragénine. Comparativement aux rats du groupe témoin négatif, la carragénine a augmenté la glycémie chez les rats du deuxième groupe avec un taux de 68.51 %. Une diminution significative ($p < 0.05$) de ce paramètre est observée chez les rats du groupe G4 (47.91 %), qui ont reçu 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) par rapport au deuxième groupe.

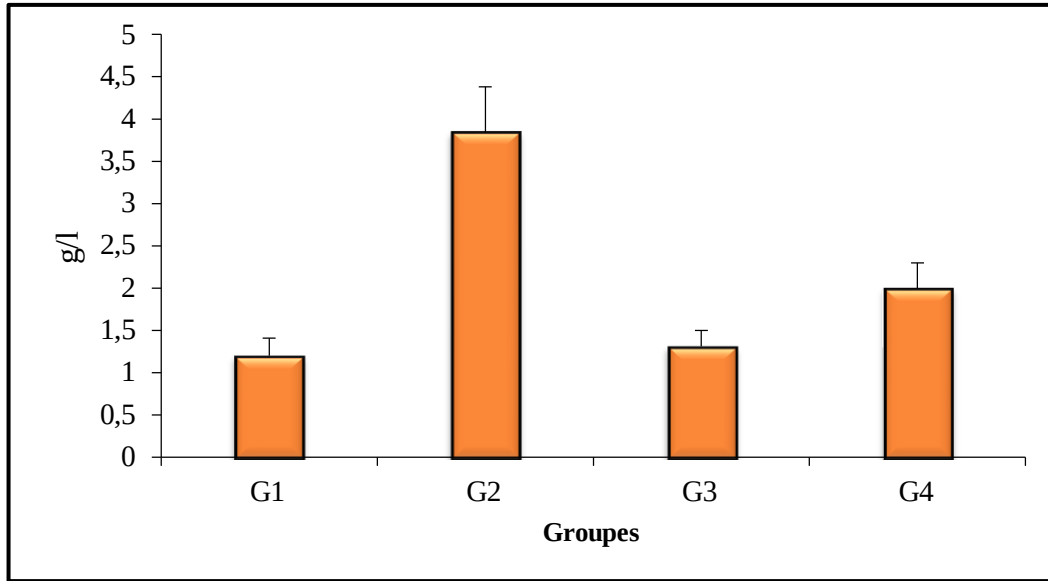


Figure21 : Glycémie (g/l) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).

Des taux élevés de glucose chez les rats du groupe G2 (injectés uniquement avec de la carragénine), que l'inflammation peut déséquilibrer le diabète et que *Taraxacum officinale* exerce un effet protecteur et préventif contre l'hyperglycémie induite par la carragénine.

*** Au niveau de la péritonite**

L'effet de *Taraxacum officinale* sur les paramètres biochimiques, la [fig.22](#) représente le taux de sucre dans le sang chez des rats ayant subi une inflammation au niveau du péritoine par injection intrapéritonéale de 100 μ L de carragénine.

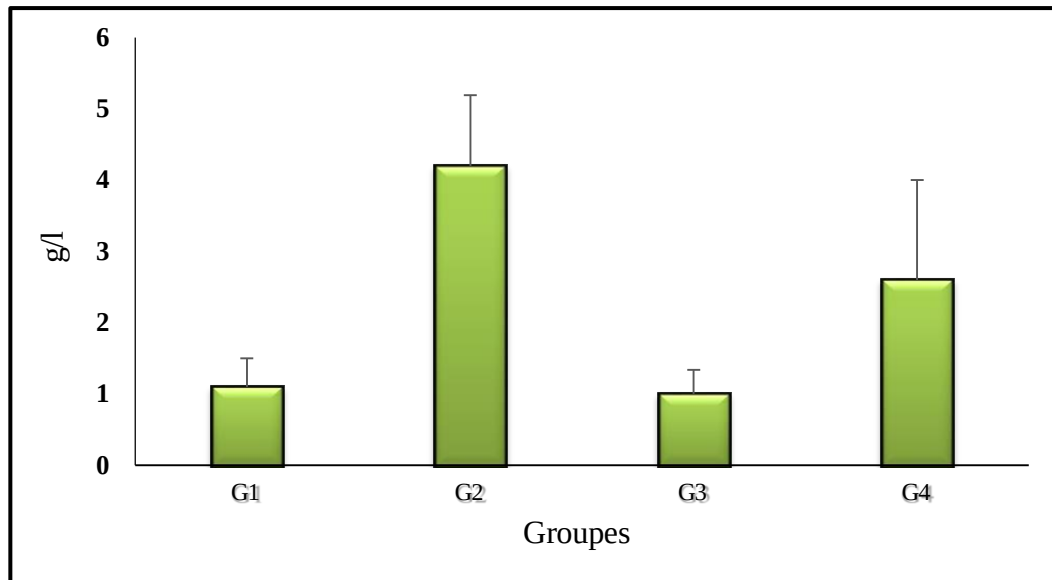


Figure22 : Glycémie (g/l) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

Nos résultats montrent que l'administration de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* n'affecte pas significativement les taux d'albumine dans le groupe G3, ceux-ci sont quasiment similaires pour le groupe témoin négatif G1. En revanche, l'injection intrapéritonéale de carragénine a modifié significativement ($P < 0.05$) les proportions d'albumine chez les rats du G2, augmentant leurs taux avec un taux de 65.21% par rapport au G1. Nous avons enregistré une augmentation significative ($P < 0.05$) du taux de glycémie chez les rats prétraités avec 200mg/kg d'extrait éthanoliques de *Taraxacum officinale* puis injectés avec 100 μ L de carragénine de l'ordre de 46,66% par rapport au G2.

Une glycémie élevée a été identifiée comme contribuant à une inflammation accrue d'après (Wojcik et al., 2020).

L'inflammation et les anomalies immunitaires sont des facteurs déclenchants du diabète de type 1 et du diabète de type 2 et de leurs complications associées (Devaraj, 2007 ; Duan et al., 2019).

Davaatseren et al. (2013) ont démontré que *Taraxacum officinale* a un rôle antidiabétique. (Ribezzo et al., 2016) ont noté que le stress oxydatif joue un rôle clé dans la perpétuation de

l'inflammation et par la libération de cytokines et est observé dans diverses maladies telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies neuro-dégénératives ainsi que le diabète que l'hyperglycémie est l'un de ces signes, ce qui explique par les résultats du groupe contrôle positive.

Les composés des parties aériennes de *Taraxacum officinale* présentent des propriétés diurétiques, anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anticancérigènes, analgésiques, anticoagulantes et anti-hyperglycémiantes (Pfingstgraf et al., 2021 ; Schütz et al., 2006).

B. Albumine

*** Au niveau de l'œdème de la patte**

La [fig.23](#) représente les concentrations d'albumine sérique. Nos résultats montrent que l'administration de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* n'a pas d'effet significatif sur les taux d'albumine dans le groupe G3 (4.54 g/dl), ceux-ci étant quasiment identiques pour le groupe témoin négatif G1 (4.4 g/dl).

Cependant, l'injection intradermique de carragénine a significativement modifié ($p < 0.05$) les proportions d'albumine chez les rats du groupe G2, diminuant leurs taux de 61.36 % par rapport au groupe G1. On a également observé une augmentation significative ($p < 0.05$) du taux d'albumine chez les rats prétraités avec 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* puis injectés avec 100 μ L de carragénine de l'ordre de 48.48 % par rapport au groupe G1.

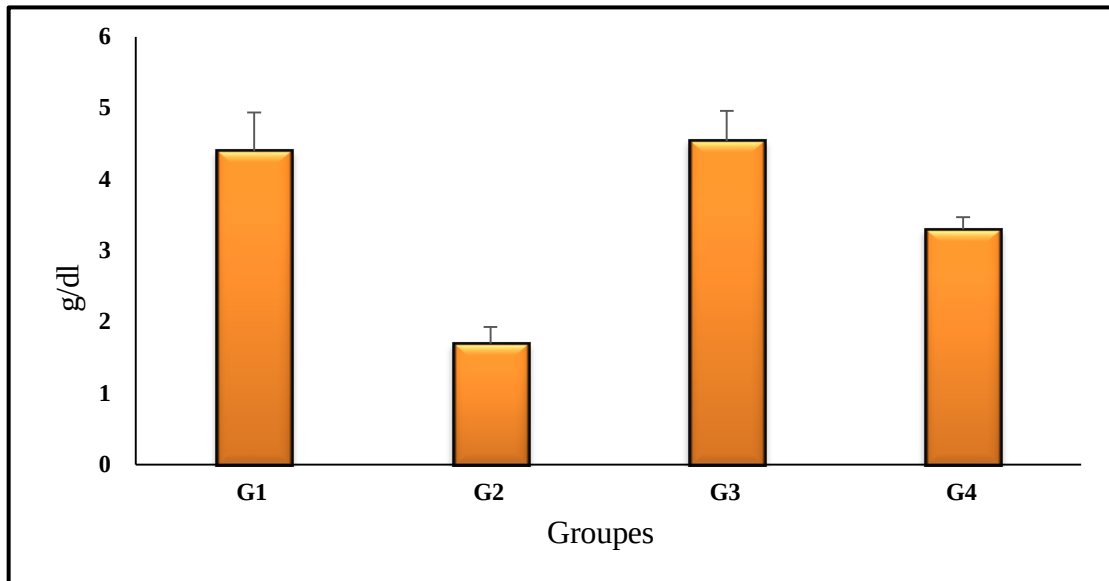


Figure23 : Albuminémie (g/dl) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanolique du *Taraxacum officinale* et/ou la carragénine .Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine(i.d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).

*** Au niveau de la péritonite**

Nos résultats montrent que l'administration de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* n'affecte pas significativement les taux d'albumine dans le groupe G3, ceux-ci sont quasiment similaires pour le groupe témoin négatif G1 [fig.24](#). En revanche, l'injection intrapéritonéale de carragénine a modifié significativement ($P < 0.05$) les proportions d'albumine chez les rats du G2, diminuant leurs taux avec un taux de 65.21% par rapport au G1. Nous avons enregistré une augmentation significative ($P < 0.05$) du taux d'albumine chez les rats prétraités avec 200mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* puis injectés avec 100 μ L de carragénine de l'ordre de 46.66% par rapport au G2.

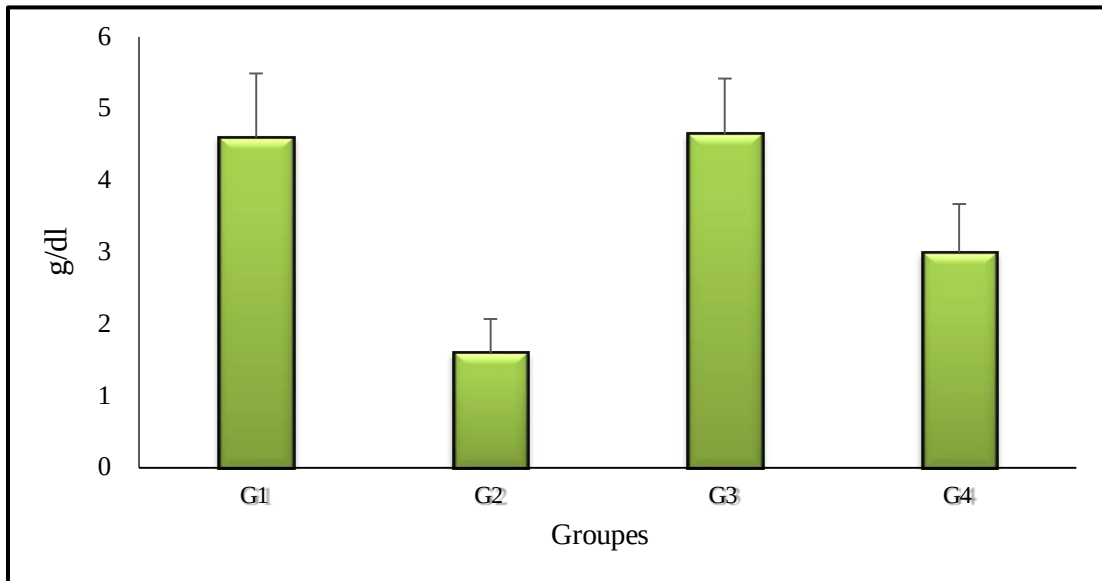


Figure 24 : Albuminémie (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

L'albumine est la protéine la plus abondante du plasma et joue un rôle régulateur dans la distribution des fluides corporels, la physiologie acido-basique et la liaison des composants essentiels dans la circulation sanguine. La protéine réactive-C (CRP) est produite par les hépatocytes et est couramment utilisée pour évaluer l'inflammation (Sheinenzon et al., 2021).

De faibles taux d'albumine sérique résultant d'une fuite capillaire induite par une inflammation ou d'une anorexie liée à la maladie au cours d'une maladie aiguë (Eckart et al., 2020).

C. Protéines totales

* Au niveau de l'œdème de la patte

Protéines totales Les concentrations sériques de protéines totales sont reportées dans la fig.25. D'après les résultats obtenus, l'injection de carragénine dans le groupe G2 a entraîné une diminution significative ($P < 0.05$) du taux de protéines totales qui est de l'ordre de -4.7 g/dl par rapport au groupe témoin (G1) (8.1 g/dl).

En revanche, une augmentation significative ($P < 0.05$) est observée chez les rats prétraités par ETO (G4), dont les taux de protéines totales (44.26 %) sont près de 2 fois supérieurs à ceux enregistrés chez les rats du groupe témoin positif G2.

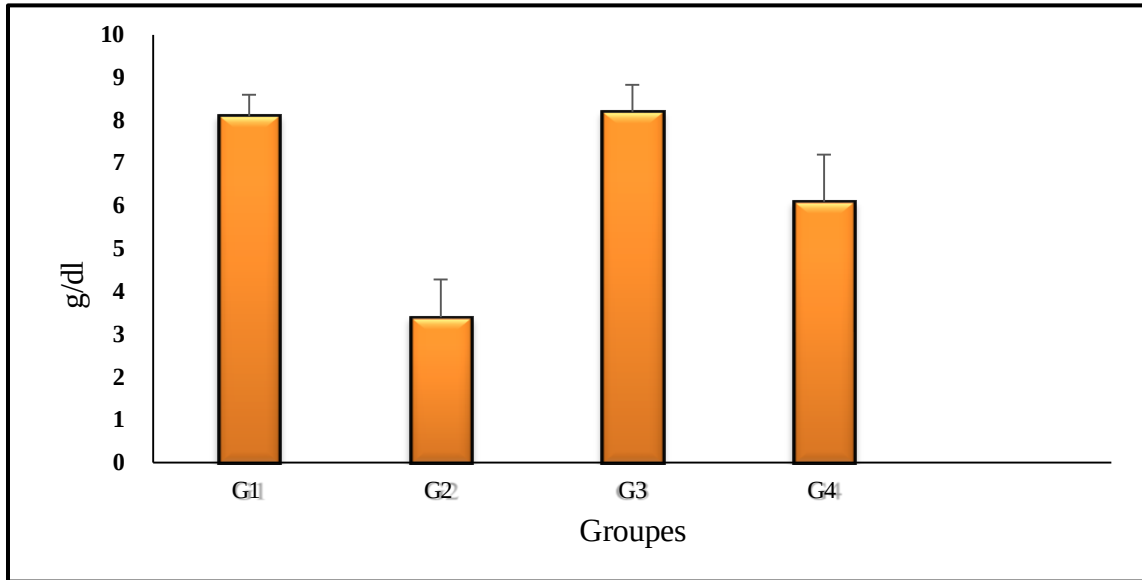


Figure 25 : Teneur en protéines sériques totales (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou de carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM ($n = 5$). G1 : contrôle ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

*** Au niveau de la péritonite**

Les concentrations sériques de protéines totales sont illustrées à la [fig.26](#), Les résultats obtenus montrent que l'injection de carragénine dans le groupe G2 a entraîné une diminution significative ($p < 0.05$) du taux de protéines totales, de l'ordre de 61.25 % par rapport au groupe témoin (G1). En revanche, une augmentation significative ($p < 0.05$) a été observée chez les rats prétraités avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (G4), dont les taux de protéines totales sont presque deux fois supérieurs à ceux enregistrés chez les rats du groupe témoin positif G2 (49.18%).

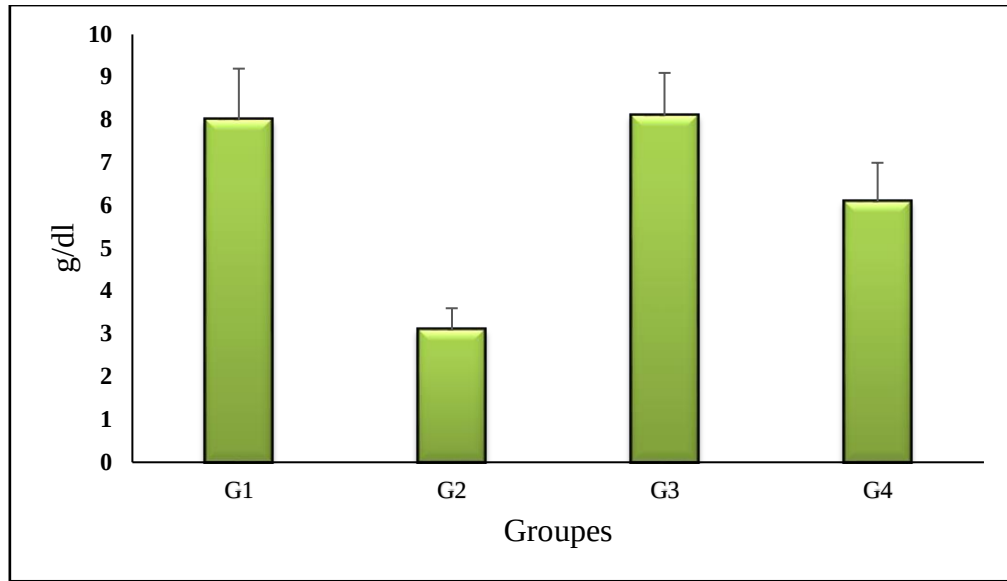


Figure 26: Teneur en protéines sériques totales (g/dl) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou de carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de

Les protéines totales comprennent surtout l'albumine, les globulines (alpha 1, alpha 2, bêta, gamma) sont synthétisées par le foie (Belier et Michaux, 2007).

Pendant l'inflammation des tissus, il y a normalement une vasodilatation et recrutement de capillaires et au moins des augmentations transitoires de la perméabilité capillaire. Cela conduit à l'extravasation des protéines plasmatiques (Carlsson et Rippe, 1999) ce qui observée chez le groupe subi à l'inflammation (hypo albuminémie et hypo protéinémie).

Hruby et Jacques (2019) suggèrent qu'il y une hypo protéinémie pendant l'inflammation, ce que nous avons bien observé dans nos résultats.

D. Le Fibrinogène

*** Au niveau de l'œdème de la patte**

Les concentrations plasmatiques de fibrinogène des rats exposés à l'inflammation sont présentées dans la fig.27, d'après nos résultats, la concentration de fibrinogène a augmenté significativement ($p < 0.05$) de 75.86 % chez les rats ayant reçu uniquement une injection de carragénine à la patte (G2) par rapport au groupe témoin (G1). Comparativement

aux rats du groupe G2, l'ETO a diminué la concentration de fibrinogène chez les rats du groupe 4, atteignant 37.93 %.

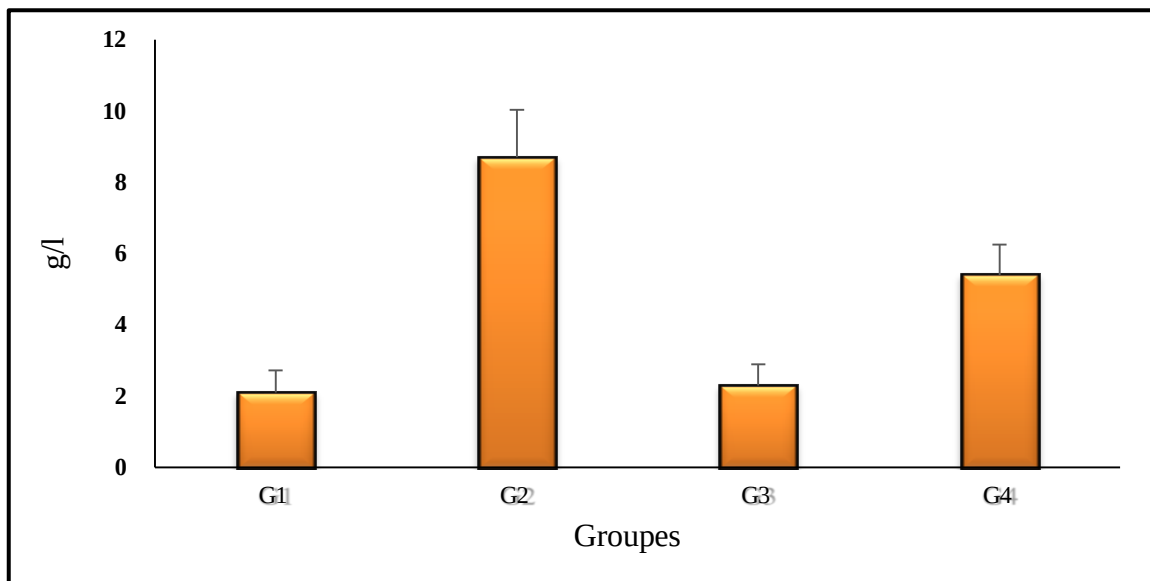


Figure 27: Fibrinogène (g/l) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine(i.d); G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

*** Au niveau de la péritonite**

Les résultats du dosage du fibrinogène sérique sont présentés dans la [fig.28](#). Ils ont montré une augmentation hautement significative ($P < 0.05$) de 50 % chez les rats ayant reçu une injection de carragénine seule (G2) par rapport aux rats du groupe G1. Lorsque les rats ont été traités avec un extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* avant l'injection de carragénine dans le péritoine, le taux de fibrinogène a été nettement amélioré avec une réduction d'environ 37.50 % chez les rats de ce dernier groupe par rapport au groupe G2.

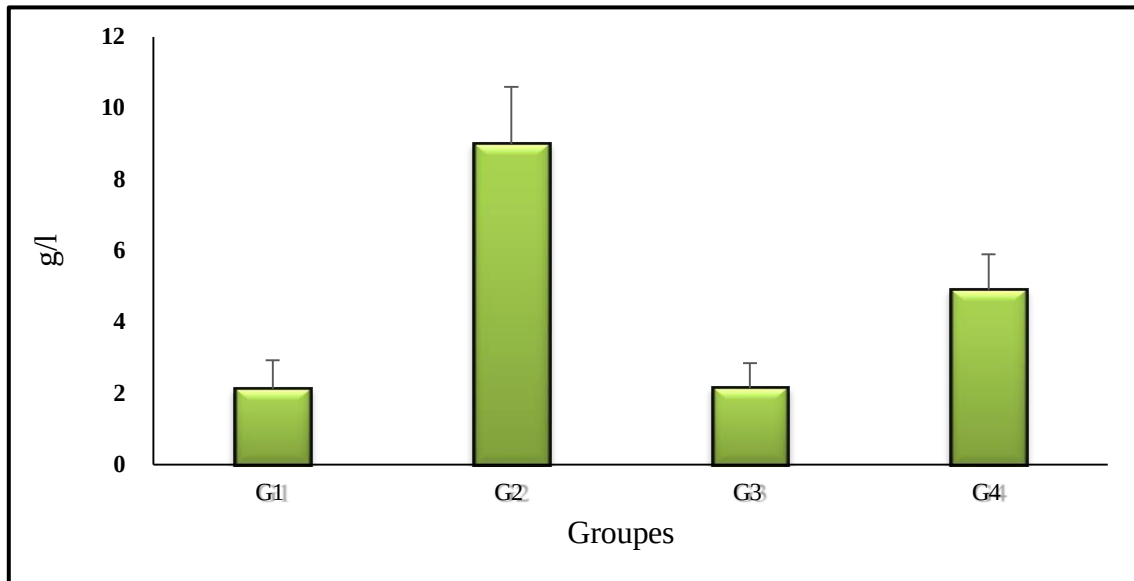


Figure 28: Taux sériques de fibrinogène (g/l) chez des rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou du carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

Le fibrogène est une protéine synthétisée par le foie, c'est un marqueur de l'inflammation (Louisot, 1983) alors l'augmentation du fibrinogène au niveau du groupe contrôle positif (G2) par rapport au groupe témoin (G1) est un signe de début d'inflammation.

Selon Coly et al. (2020), l'augmentation du fibrinogène due à une inflammation chronique.

III.7.2. L'effet Statut anti-oxydant, Taux du malondialdéhyde (MDA)

* Au niveau de l'œdème de la patte

Le niveau de malondialdéhyde des différents groupes est présenté dans la fig.29.

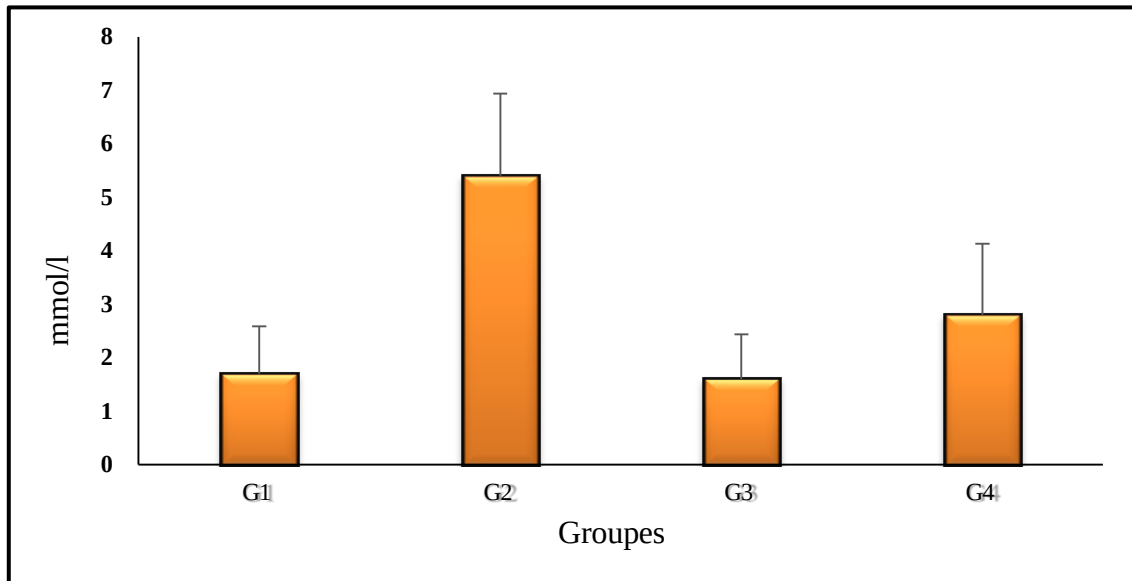


Figure 29 : Malondialdéhyde (mmol/l) chez les rats traités ou/non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

Un taux très élevé de malondialdéhyde (68,51 %) est noté chez les rats du groupe G2 injectés avec de la carragénine par rapport aux rats du groupe témoin G1. Comparé au taux de MDA des rats du groupe G2, les rats du groupe G4 prétraités avec de l'ETO puis de la carragénine ont montré un taux réduit de 48.14 %.

***Au niveau de la péritonite**

Le taux de malondialdéhyde des différents groupes est présenté dans la [fig.30](#).

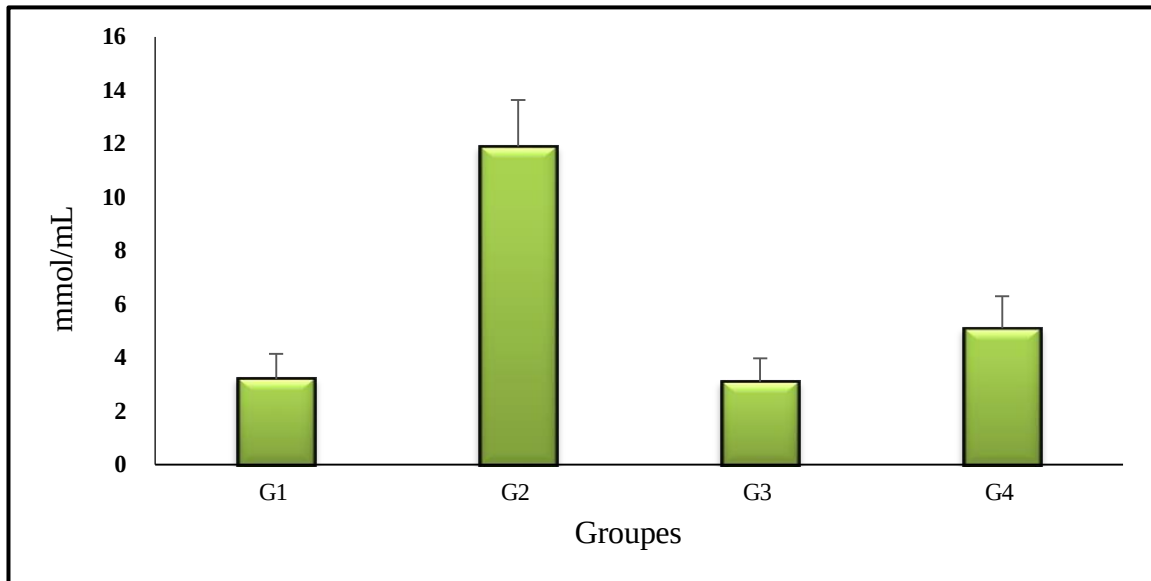


Figure 30: Teneur en malondialdéhyde (MDA) (nmol/mL) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p.).

On note un taux très élevé de malondialdéhyde chez les rats du groupe G2 injectés uniquement avec de la carragénine 76.31 % par rapport aux rats du groupe témoin G1. En comparaison du taux de malondialdéhyde (MDA) des rats du groupe G2, les rats du groupe G4 prétraités avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* puis la carragénine ont montré un taux réduit de 57.14 %.

Nos observations sont en accord avec celles obtenues par [\(Park et al., 2011\)](#) qui suggèrent que les deux extraits : aqueux et méthanolique de racine de *T. officinale* ont une action protectrice en réduisant la peroxydation lipidique (MDA) qui a été observée chez les rats du groupe prétraités avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* puis soumis à une inflammation avec de la carragénine.

[Mahboubi et Mahboubi \(2020\)](#) et [Karakuş et al. \(2017\)](#) suggèrent que l'extrait de pissenlit a significativement réduit les taux sériques de malondialdéhyde (MDA).

Une réduction significative des taux de MDA a été observée par [Abdel-Magied et al. \(2019\)](#) qui montrent que l'administration orale d'extrait de *Taraxacum officinale* pendant 14 jours avant et après l'irradiation de rayonnement gamma.

III.7.3. Effet de *Taraxacum officinale* sur la catalase (CAT), le superoxyde dismutase (SOD) et le glutathion peroxydase (GSH-Px)

* Au niveau de l'œdème de la patte

Une réduction hautement significative ($P < 0.05$) de l'activité enzymatique de la catalase, du superoxyde dismutase et de la glutathion peroxydase à des niveaux respectifs de 50.77 %, 78.29% et 50.29 % est due à l'injection intradermique de carragénine qui a induit une inflammation chez les rats G2 par rapport au groupe témoin (G1) [fig.31](#), [32](#) et [33](#). De plus, l'administration quotidienne d'ETO à une dose de 200 mg/kg a atténué l'inflammation induite par la carragénine chez les rats (G4) avec des augmentations estimées de l'activité enzymatique de CAT, SOD et GSH Px de l'ordre de 57.40 %, 79.56 % et 56.98 % respectivement, par rapport au G2.

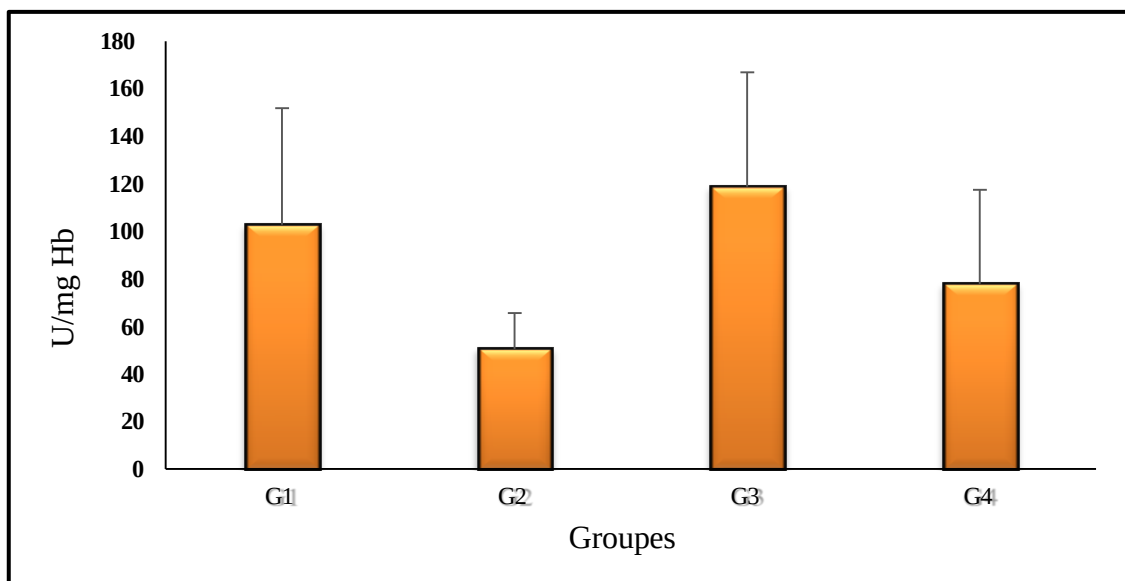


Figure 31 : Taux de catalase (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM ($n = 5$). G1 : témoin ; G2 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).

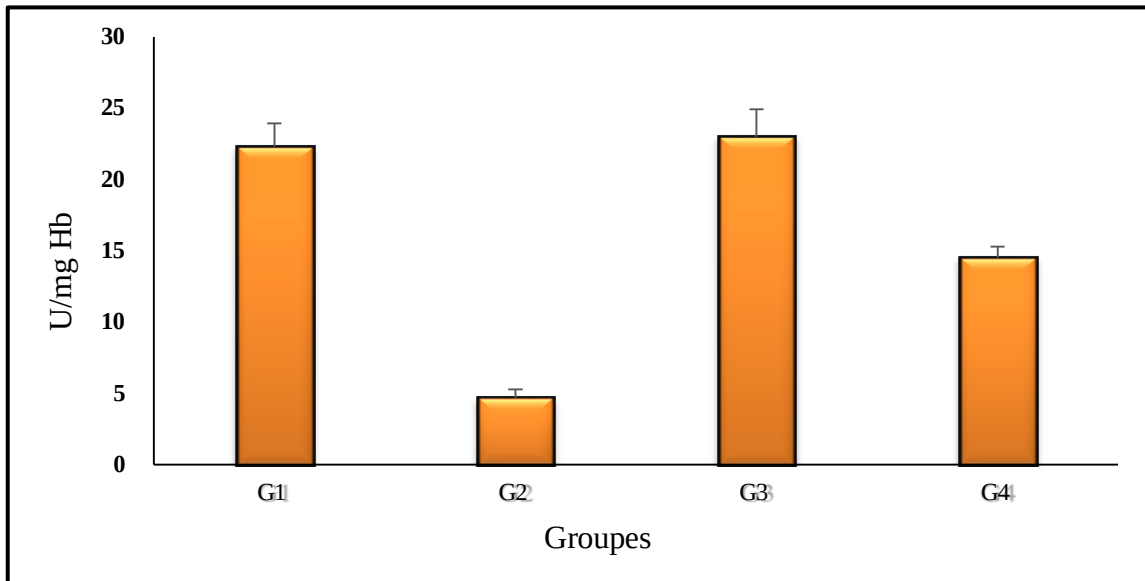


Figure 32 : Taux de superoxyde dismutase (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).

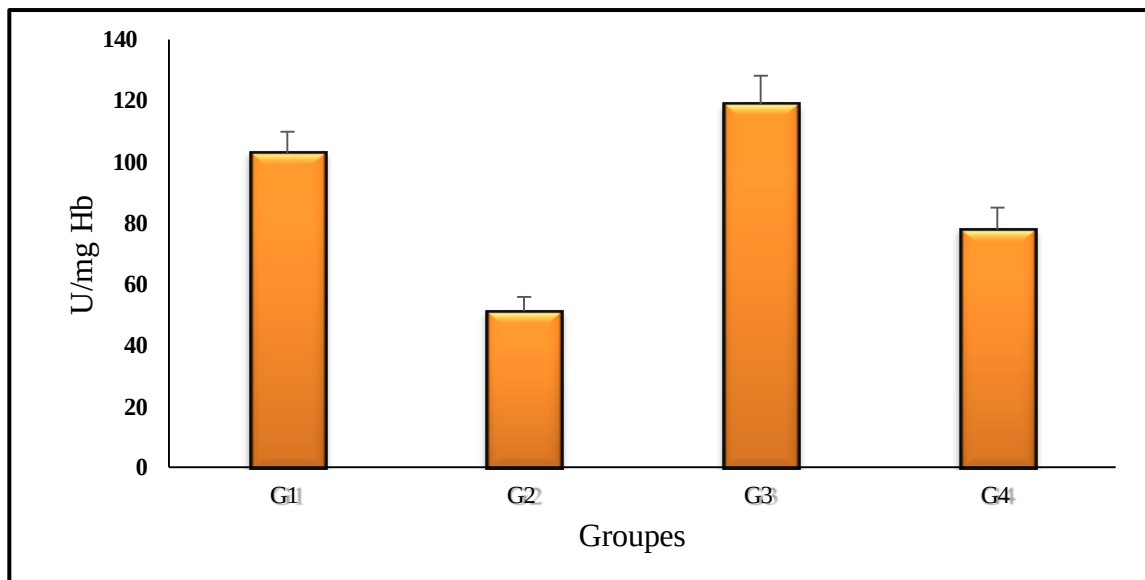


Figure 33 : Taux de glutathion peroxydase (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i. d).

*** Au niveau de la péritonite**

Une réduction très significative ($P < 0.05$) des activités enzymatiques de la catalase, du superoxyde dismutase et de la glutathion peroxydase à des valeurs de 53.45 %, 63.27 % et 53.25% respectivement, cette réduction était due à l'injection intrapéritonéale de carragénine qui a induit une inflammation chez les rats G2 par rapport au groupe témoin (G1) [fig.34](#), [35](#) et [36](#). De plus, l'administration quotidienne d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à la dose de 200mg/kg a atténué l'inflammation induite par la carragénine chez les rats (G4) avec des augmentations des activités enzymatiques de CAT, SOD et GSH Px estimées de l'ordre de 44.28%, 55.17 %et 46.97% respectivement par rapport au G2.

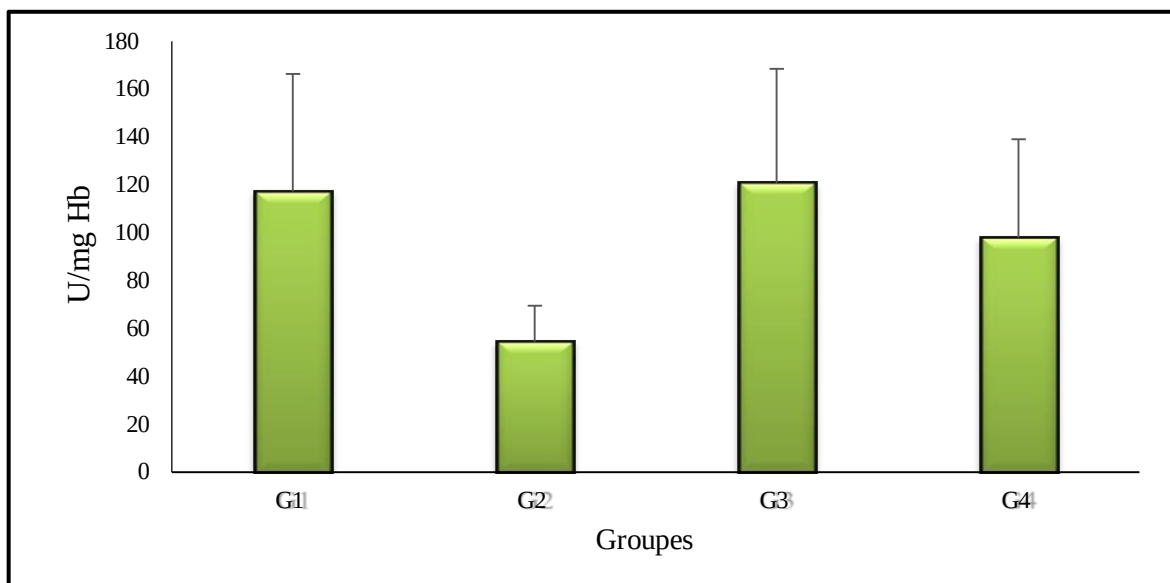


Figure 34 : Taux de catalase (CAT) (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kgd'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

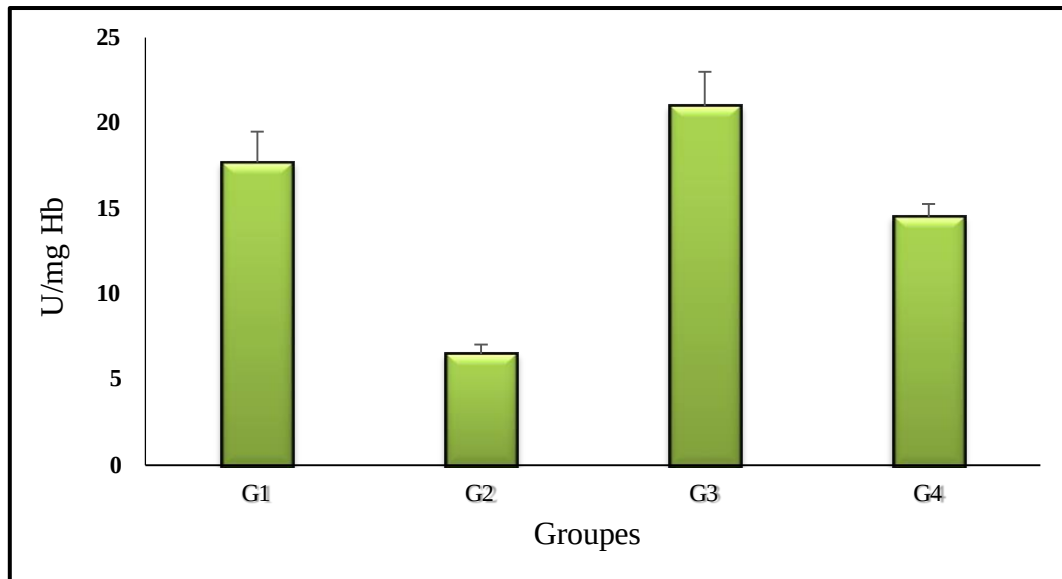


Figure 35 : Taux de superoxyde dismutase (SOD) (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

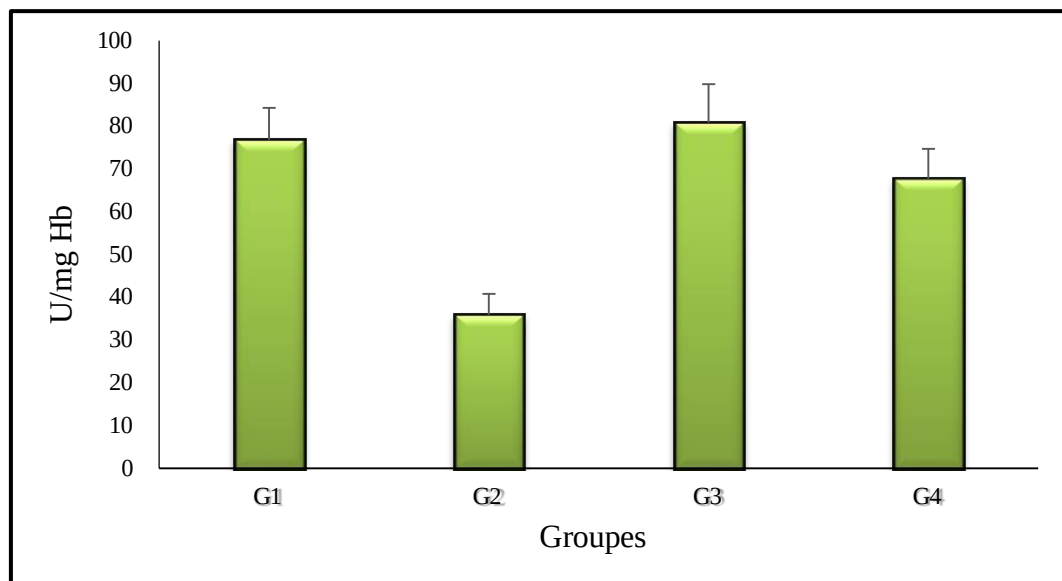


Figure 36 : Taux de la glutathion peroxydase (U/mg Hb) chez des rats traités ou non par un extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou de la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : Témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i.p.) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

Les plantes médicinales peuvent non seulement protéger contre les dommages oxydatifs, mais aussi jouer un rôle essentiel dans le maintien de la santé et la prévention des maladies dégénératives chroniques. Les anti-oxydants récupérés des plantes médicinales et les enzymes de différentes dérivées de diverses sources biologiques telles que la catalase, les peroxydases et la superoxyde dismutase jouent un rôle important dans la minimisation de la vitesse d'oxydation d'autres composés (Hassan et al., 2017).

Nos résultats démontrent l'effet anti-inflammatoire de l'ETO et corroborent à ceux de (Park et al., 2011), qui suggèrent que l'extrait éthanolique et aqueux de *Taraxacum officinale* réduit l'activité des enzymes anti-oxydantes, notamment la superoxyde dismutase, la catalase et la GSH-réductase et à ce de Mahboubi et Mahboubi (2020), qui montrent que L'extrait de pissenlit à l'eau chaude a induit une augmentation des enzymes anti-oxydantes également significativement augmenté les enzymes anti-oxydantes hépatiques [catalase CAT, Super oxyde dismutase SOD et glutathion (GSH)].

Nos résultats montrent l'effet anti inflammatoire de l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* et ils corroborent avec celle (Park et al., 2014) qui suggèrent que l'extrait méthanolique et aqueux de *Taraxacum officinale* ont réduit activités enzymatiques anti-oxydantes y compris : le superoxyde dismutase, la catalase, la GSH-peroxydase et la GSH-réductase.

L'administration d'un extrait de *Taraxacum officinale* à 200 mg/kg de poids corporel a entraîné une augmentation significative de la SOD, CAT et GSH ($p < 0.05$) chez les rats (Nzekwe et al., 2020).

L'administration orale par l'extrait de pissenlit 200 mg/kg/j aux rats 14 jours avant et après l'irradiation de rayonnement gamma a atténuait le stress oxydatif qui se traduisait par une augmentation marquée du GSH et de l'activité de la SOD, de la CAT (Abdel-Magied et al., 2019).

III.7.4. Effet de *Taraxacum officinale* sur les biomarqueurs de l'inflammation

a. Taux de prostaglandine E2 (PGE2)

*** Au niveau de l'œdème de la patte**

La fig.37 montre les taux de prostaglandines chez les rats traités ou non avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou la carragénine. Les rats du groupe G2 traités

uniquement avec la carragénine ont enregistré une augmentation très significative ($P < 0.05$) du taux sérique de PGE2 de 60.67 %, par rapport au groupe témoin G1. Alors que le groupe G4 (qui a reçu 200 mg/kg d'ETO) a montré une diminution significative de 20.95 % de la concentration de PGE2 par rapport au groupe témoin positif G2.

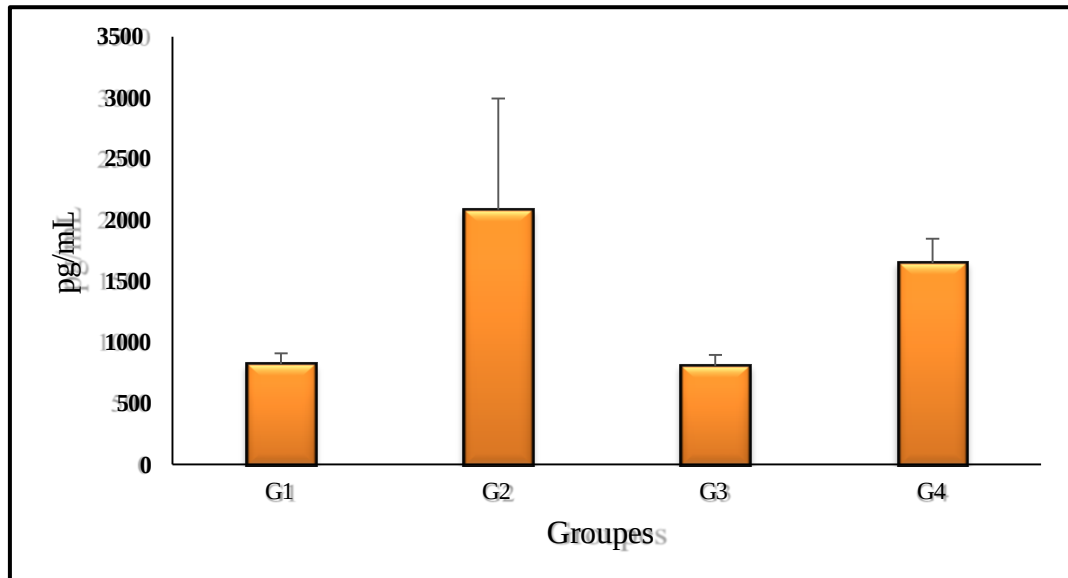


Figure 37 : Taux de prostaglandines pg/mL chez des rats traités ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM ($n = 5$). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

La [fig.38](#) représente le taux de prostaglandine dans les quatre groupes en pg/mL. Les rats du groupe G2 traités uniquement à la carragénine ont enregistré une augmentation très significative ($p < 0.05$) du taux sérique de PGE2 de 71 %, par rapport au groupe témoin G1. Le groupe G4 (qui a reçu 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale*) a quant à lui montré une diminution significative de la concentration de PGE2 de 33 % par rapport au groupe témoin positif G2.

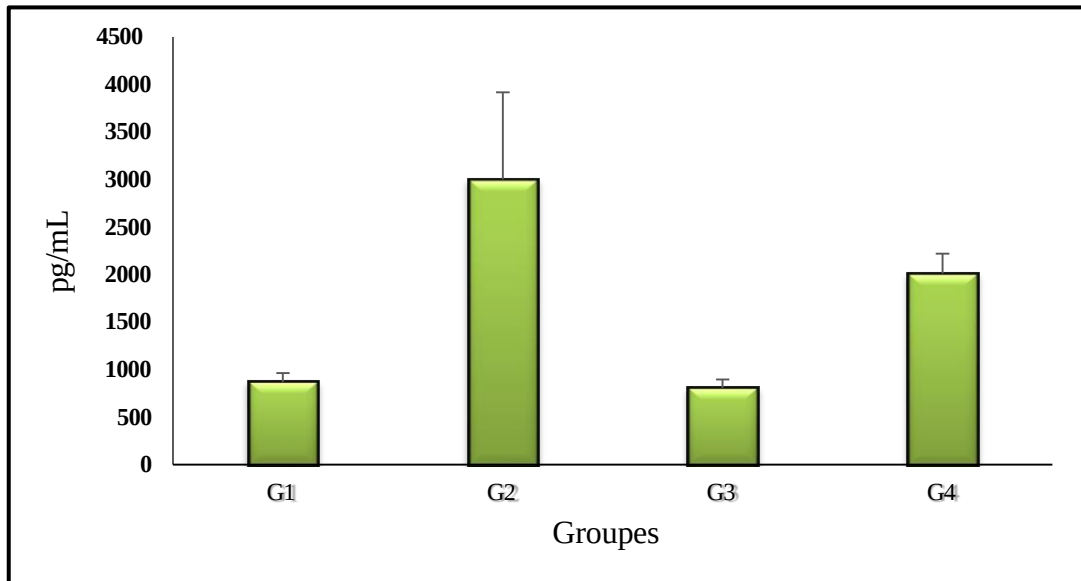


Figure 38: Teneur en prostaglandine E2 pg/mL chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou du carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; G2 : 200 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

b. Détermination du Facteur de nécrose tumorale TNF- α

***Au niveau de l'œdème de la patte**

Le niveau de facteur de nécrose tumorale TNF- α ng/g chez les rats traités ou non par l'ETO et/ou la carragénine est présenté dans la [fig.39](#). Selon nos résultats, on note une augmentation significative ($P < 0.05$) (47.45 %) du taux sérique de TNF- α chez les rats du deuxième groupe G2 (qui ont été injectés avec de la carragénine seule) par rapport aux rats du premier groupe G1 (86.2 ng/g). Comparé au niveau des rats du groupe G2, les rats du groupe G4 prétraités avec l'extrait d'ETO puis la carragénine ont montré un niveau réduit de 23.75 %.

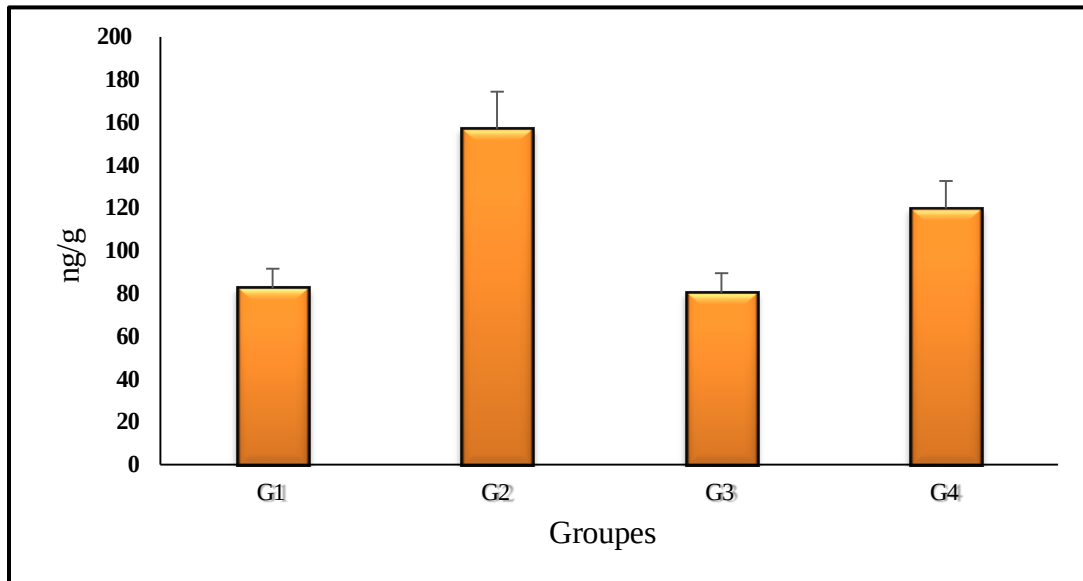


Figure 39 : Taux de facteur de nécrose tumorale TNF- α ng/g chez le rat traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

*** Au niveau de la péritonite**

D'après les résultats illustrés dans la [fig.40](#) du facteur de nécrose tumorale (TNF- α), on observe une augmentation significative ($p < 0.05$) de 46.92 % du taux sérique de TNF- α chez les rats du deuxième groupe G2 (qui ont reçu une injection de carragénine seule) par rapport aux rats du premier groupe G1. En revanche, le prétraitement des rats avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a enregistré une diminution de 49.19 % par rapport au groupe témoin positif (G2).

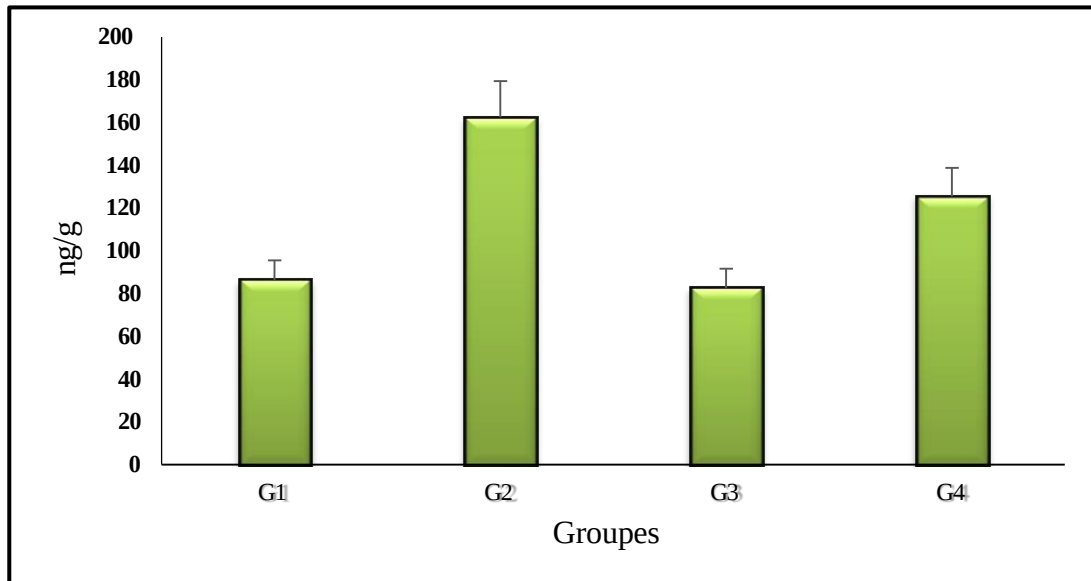


Figure 40: Taux de TNF- α dans le foie ng/g chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou du carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : contrôle ; puis 200 μ L de carragénine (i.p) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (i.p).

L'inflammation est un processus biologique complexe qui agit comme un système de défense principal pour contrer les stimulations nuisibles contre les organismes étrangers tels que les bactéries et les virus. Le mécanisme inflammatoire induit IKK et p-65 qui active les cytokines et libère des prostaglandines (PGE) (Loram et al., 2007 ; Turner et al., 2014). Alors l'inflammation est confirmée chez le groupe contrôle positive conduisant à une augmentation significative des niveaux de prostaglandine car Bahmani et al. (2014) ont rapporté que les flavonoïdes ont des effets sur les récepteurs opioïdes et les récepteurs alpha-adrénergiques qui peuvent inhiber les enzymes impliquées dans l'inflammation et la douleur. En outre, les flavonoïdes dans les tissus enflammés inhibent la cyclooxygénase, de sorte qu'ils peuvent empêcher la formation de prostaglandines (PGE) (Ali et al., 2010). Ce qui a été enregistré chez les rat du groupe pré traité avec 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* car notre plante est riche en flavonoïdes.

Taraxacum officinale inhibe significativement la production de TNF et de prostaglandine E2 en inhibant la production d'IL-1, ce qui témoigne de son activité anti-inflammatoire (Faria et al., 2019).

La contraction vasculaire de la prostaglandine a également été diminuée par le sirop d'eau florale de *Taraxacum officinale* chez les rats obèses (Majewski et al., 2021).

Nos résultats sont corroborés avec celles de Liu et al. (2010) qui montrent que *Taraxacum officinale* inhibe également la production de cytokines inflammatoires TNF 6 heures après la provocation au lipo-polysaccharide de manière dose dépendante chez les souris.

Dans la présente étude on a constaté une perturbation au niveau de la fonction Hépatique et rénale traduite par une augmentation très significative des marqueurs biochimiques y compris la glycémie, l'albumine, les protéines totales et le fibrinogène. Aussi dans le statut anti-oxydant (Taux du malondialdéhyde : MDA) et la catalase (CAT), le superoxyde dismutase (SOD) et le glutathion peroxydase (GSH-Px), dans les biomarqueurs d'inflammation (PGDE2, TNF- α)

Evidemment, l'administration de 200 mg/kg de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a montré un effet protecteur dans les deux fonctions précédentes en améliorant le taux des marqueurs biochimiques, le statut antioxydant et les biomarqueurs d'inflammation.

Cet effet protecteur de *Taraxacum officinale* est peut-être dû à la composition chimique de cette dernière particulièrement les acides phénoliques et les flavonoïdes connu par leurs effets anti-oxydants.

III.7.5. Le pourcentage d'augmentation du volume de la patte (% AUG)

La fig.41 représente les pourcentages de l'augmentation du volume de la patte chez des rats traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine.

Selon nos résultats obtenus, on remarque que la carragénine provoque l'œdème expliquant juste après l'injection de carragénine chez les rats du contrôle positive(G2).

On observe une inflammation significative entre la troisième et la quatrième heure, en particulier à la quatrième heure (seuil optimal), où le taux enregistré est de 75%.

A partir de la quatrième heure, on remarque qu'il y a une diminution dans le pourcentage de l'augmentation du volume des pattes des rats de chaque groupe.

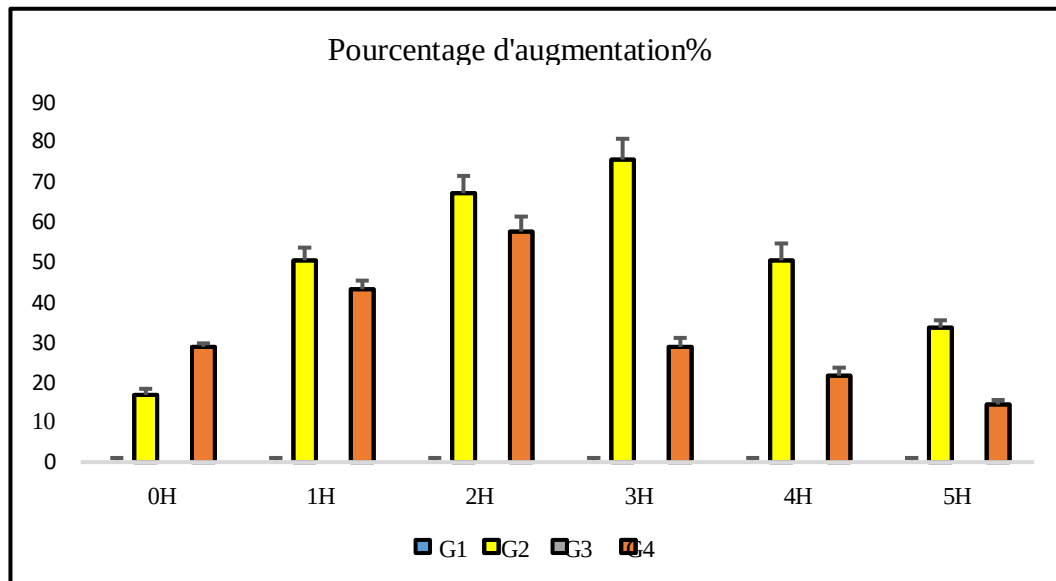


Figure41 : Pourcentage de l'augmentation du volume de la patte (% AUG) des rats traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

Jeon et al. (2008) suggèrent que l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* e induit une inhibition du volume d'exsudat par rapport au groupe témoin chez la souris.

L'administration orale 100 mg/kg d'extrait de racine de *Taraxacum officinale* a un effet sur l'œdème de la patte induit par la carragénine avec une diminution de 25 % (Monographs, 2003).

Le pissenlit possède des vertus thérapeutiques pour éliminer la chaleur, réduire les gonflements, soulager l'inflammation (Sur et al., 2008).

III.7.6. Le pourcentage d'inhibition du volume de la patte (% INH)

Les pourcentages d'inhibition du volume de la patte sont présentés dans la fig.42 chez les rats des différents groupes.

Les données illustrées dans cette figure indiquent que l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a un effet inhibiteur chez les rats de dernier groupe comparant aux rats du deuxième groupe.

Cette inhibition est hautement significative de quatrième heure à la sixième heure où le taux d'inhibition est le suivant : 61,90% dans la première heure et 57,15% dans la dernière heure.

L'inhibition a diminuée à partir de la quatrième heure chez les rats de quatrième groupe.

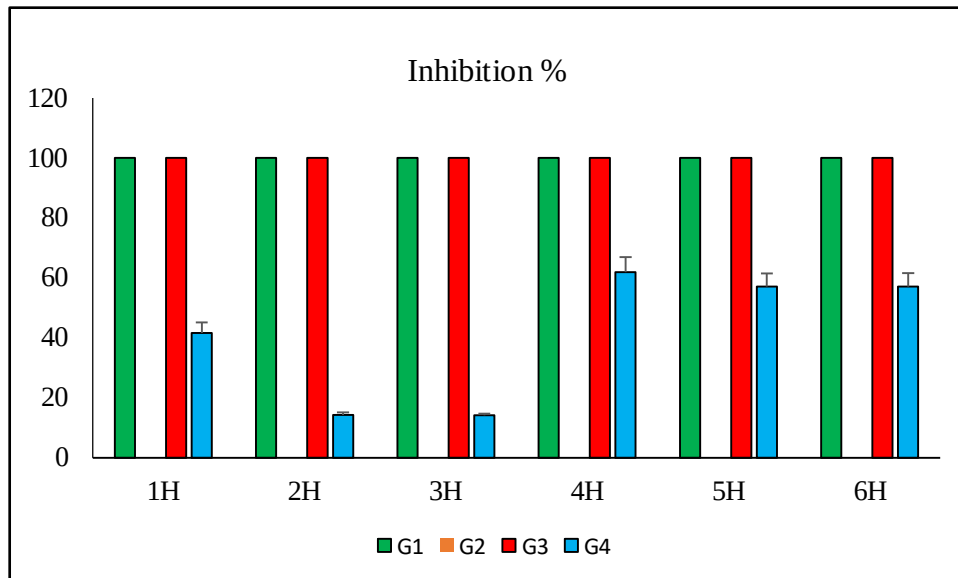


Figure 42: Pourcentage de l'inhibition du volume de la patte (% INH) des rats traité ou non par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (ETO) et/ou la carragénine. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 100 μ L de carragénine (i. d) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 100 μ L de carragénine (i.d).

L'injection de carragénine dans une poche d'air sous-cutanée située sur la face dorsale du rat induit un processus inflammatoire. L'administration de 200 mg/kg de l'extrait de *Taraxacum officinale* à une une inhibition de l'ordre de 74 dans le modèle de poche d'air induite par la carragénine (Jeon et al., 2008).

III.7.5. Analyse des coupes histologiques

*Au niveau de l'œdème de la patte

L'observation microscopique réalisée sur une coloration topographique des coupes histologiques de pattes révèle l'action inflammatoire due à l'injection de 200 μ L de carragénine par voie intradermique (G2) au niveau de la patte des rats fig.43.

Cette inflammation chronique se traduit au niveau de l'architecture tissulaire par la présence des congestions, associés à l'œdème entre les faisceaux musculaires au niveau du derme profond.

Par ailleurs, un aspect architectural présentant un muscle strié normale des pattes des rats du groupe G3 (qui ont reçu uniquement 200 mg/kg de *Taraxacum officinale*) G3 comme quasiment celui du groupe témoin (G1).

Toutefois, les rats du G4 ont répondu positivement et efficacement au pré- traitement par l'extrait ETO d'où leurs structures semblent être restaurées par rapport à celle retrouvée chez le groupe contrôle positive.

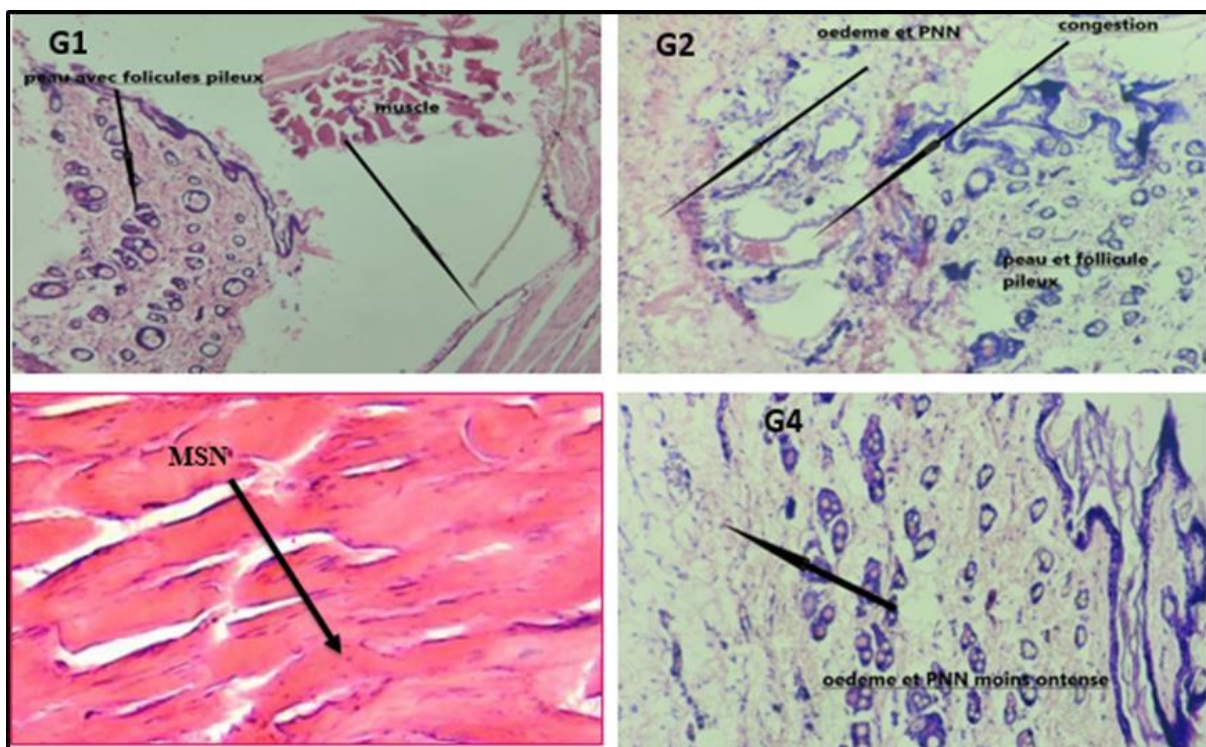


Figure 43 : Coupes histologiques de la jambe du groupe : G1 : témoin : G2 ; 100 μ L de carragénine (3%) (i.d.) ; G3 ; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3%) (i.d). **PPN** : polynucléaires neutrophiles **MSN** : muscle strié normale.

*** Au niveau de la péritonite**

Histopathologie du foie :

L'étude histologique des rats du groupe témoin (G1) présente une structure histologique normale du parenchyme hépatique, les veines centro-lobulaires ainsi que les hépatocytes. L'histologie hépatique pour les rats du groupe 3 administrés uniquement de 200 mg/kg d'extrait de la plante [fig.44c](#) ont montré sur le tissu hépatique une anatomie similaire à celle observée chez le groupe témoin.

Les rats qui ont administrés de 200 mg/kg d'extrait éthanolique de la plante et exposés à une inflammation au péritoine avec la carragénine groupe 4 [fig.44d](#) ont montré sur le tissu hépatique des hépatocytes avec une dégénérescence hydropique, considérée comme un aspect microscopique normal sauf qu'il y a une nécrose moins intense que le groupe contrôle positive.

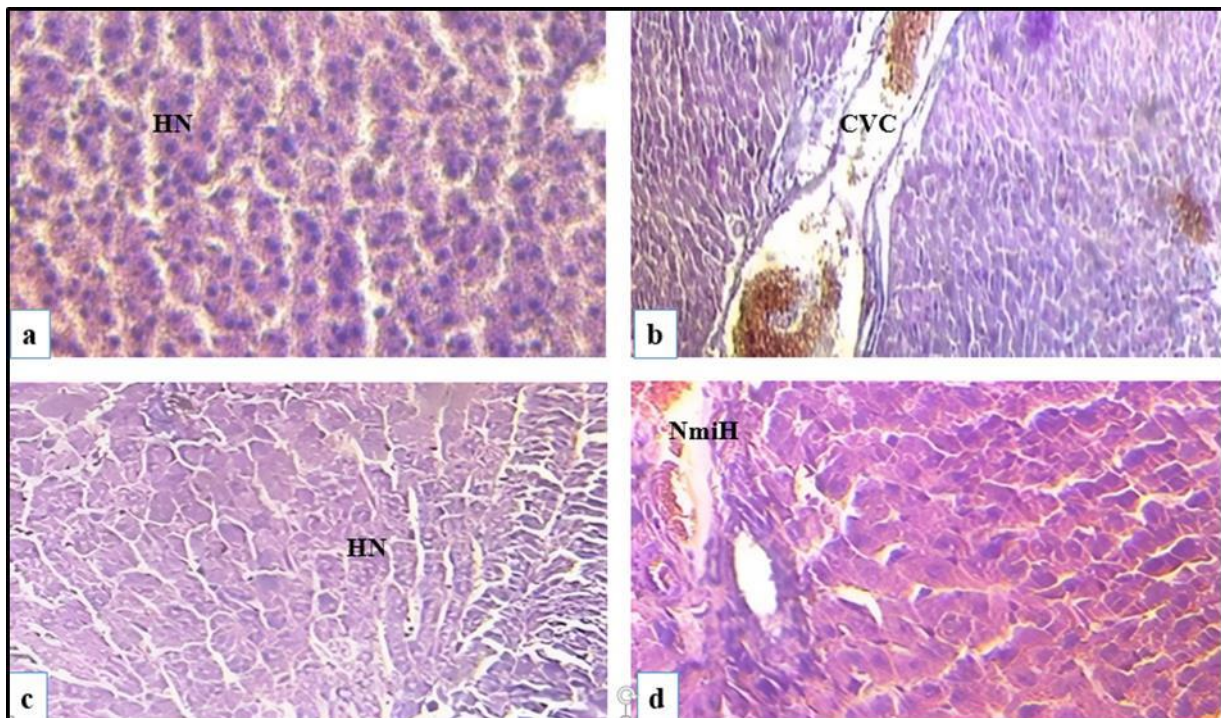


Figure 44: Coupes histologiques du foie du groupe : (a) G1 : contrôle ; (b) : G2 ; 100 µL de carragénine (3%) ; (c): G3; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; (d) : G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 µL de carragénine (3 %). **HN** : Hépatocytes normaux, **CVC** : Congestion des veines centrales, **HmiH** : Nécrose moins intense des hépatocytes.

Par contre, la coupe histologique des cellules hépatiques des rats exposés à l'inflammation par la carragénine (au niveau du péritoine) deuxième groupe, dévoile des congestions des veines centrales ainsi des nécroses hépatocytaires [fig. 44b](#).

Histopathologie des reins

Le parenchyme rénal des rats du groupe témoin [fig. 45 a](#) et les rats administrés avec 200 mg/kg l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* [fig.45 c](#), présentent une morphologie (parenchyme) rénale normale et une structure tubulaire normale (glomérules normaux).

L'histologie des tissus rénaux des rats exposés au carragénine au niveau du péritoine (groupe 2) montrent des nécroses glomérulaires et des congestions vasculaires, avec une dilatation et destruction glomérulaire [fig. 45 b](#).

Néanmoins, l'association de 200 mg/kg d'extrait de la plante avec la carragénine, montre une congestion vasculaire moins intense et des glomérules un peu délatés proche à celle de glomérule du groupe témoin [fig.45 d](#).

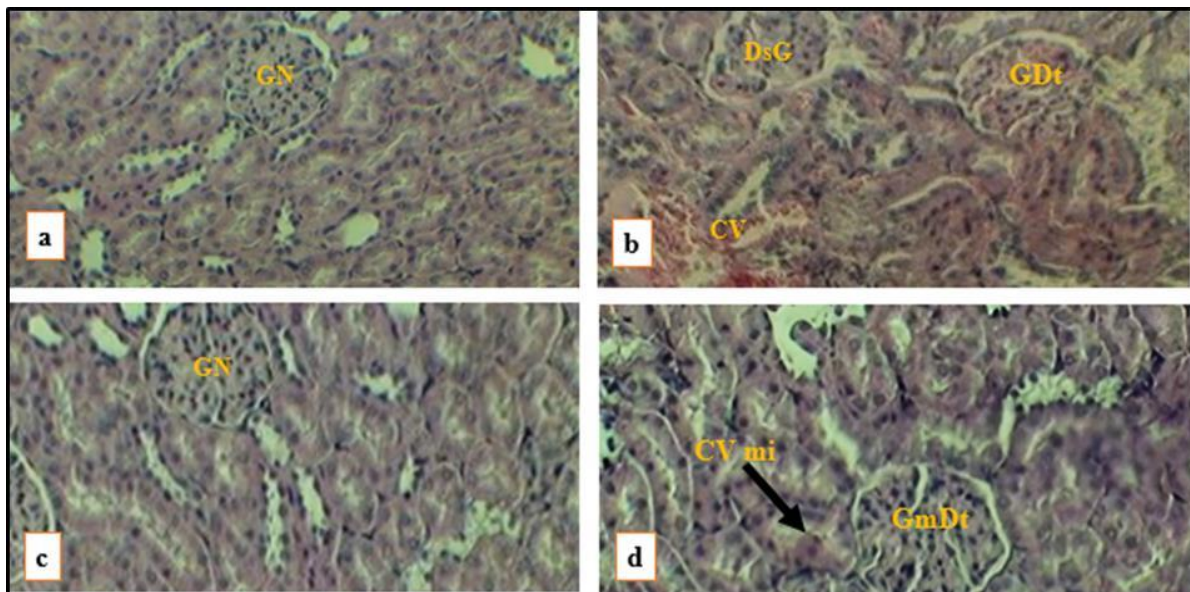


Figure 45: Coupes histologiques des reins du groupe : (a) G1 : contrôle ; (b) : G2 ; 100 μ L de carragénine (3%) ; (c):G3; 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; (d) : G4 ; 200 mg/kg de *Taraxacum officinale* (7 jours) puis 100 μ L de carragénine (3 %). **GN** : glomérule normal, **CV** : Congestion vasculaire, **DsG** : Destruction glomérulaire, **GDt** : Glomérule dilaté, **GmDt** : Glomérule moins dilaté, **CV mi** : Congestion vasculaire moins intense.

Taraxacum officinale a été évaluée comme une plante contenant une activité anti-inflammatoire, montrant son effet protecteur contre la pancréatite aiguë induite par la cholécystokinine chez le rat (Faria et al., 2019).

L'extrait éthanolique de pissenlit utilisé comme une excellente protection contre les dommages causés par l'insuffisance Rénale Chronique (Esra et al., 2022).

Dans une autre recherche, Hamza et al. (2020) ont mis en évidence l'effet préventif du pissenlit sur la fibrose hépatique.

L'extrait expérimental de *Taraxacum officinale* a un effet hépato-protecteur et réduit le dysfonctionnement rénal. Ces effets ont été corrélés à l'activité anti-oxydante et à la réduction du stress oxydatif systémique (Pfingstgraf et al., 2020).

Les résultats Salim et al. (2025) suggèrent que le *Taraxacum officinale* exerce des effets hépato-protecteurs contre les lésions hépatiques induites par le CCl₄, potentiellement par la modulation des marqueurs de stress anti-oxydant

III.8. L'activité gastro-protectrice *in vivo* de *Taraxacum officinale* (l'ulcère)

III.8.1. Superficie de lésion de la muqueuse gastrique (mm²)

La superficie de la zone lésée de la muqueuse d'estomac des rats qui ont subi l'ulcère gastrique est rapportée dans la fig. 46.

L'examen macroscopique histologique a révélé que l'administration de la solution d'HCl/éthanol, présentait des lésions gastriques étendues dans la muqueuse de l'estomac.

D'une manière générale, ces observations sont caractéristiques d'un ulcère gastrique. En effet, après l'administration d'HCl/éthanol (150 µmol/60 %) le groupe des rats ulcérés a exhibé une superficie d'ulcération maximale 61.04%, correspondante à une valeur de 185,22 mm².

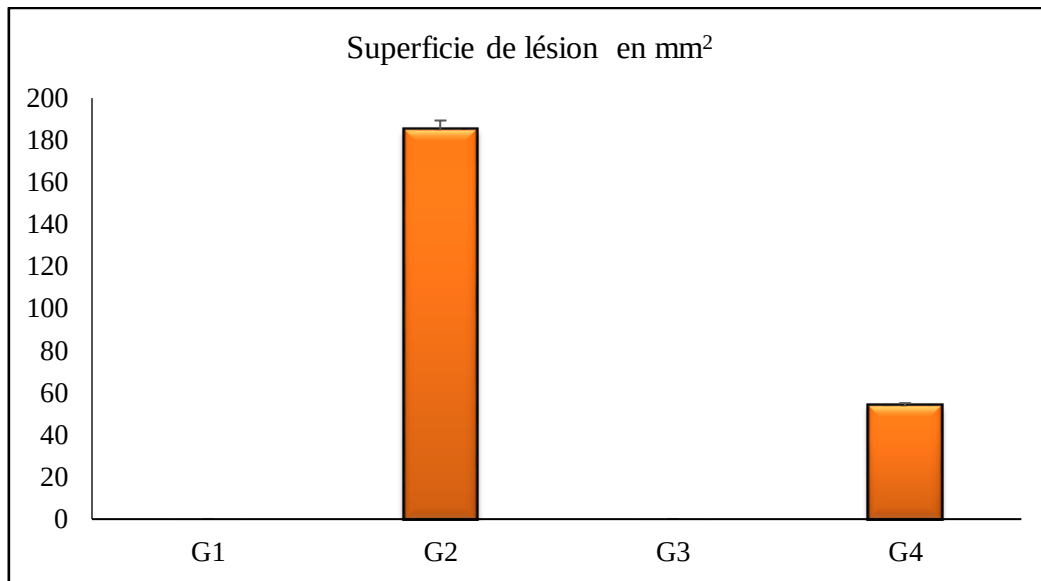


Figure 46: Superficie de lésion mm² de la muqueuse gastrique (mm²) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).: G1 :témoin ; G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 mL d'éthanol 60% + HCl 150 μ mol (1 j).

Toutefois, les rats du groupe qui a été prétraité avec 200 mg/Kg d'ETO pendant sept jours puis administré par la solution d'HCl/éthanol (1 jour), dévoilent des effets perceptibles de *Taraxacum officinale* sur l'aspect histologique de la muqueuse gastrique d'où, on a enregistré une lésion d'une surface équivalent 54 mm² qui reste d'une manière significative ($P < 0.05$), hautement restreinte de 32.14% par rapport à celle du deuxième groupe.

Le groupe témoin (G1), et le groupe traité avec l'extrait de *Taraxacum officinale* n'a présente aucune lésion et des muqueuse gastrique normale.

III.8.2. Le pourcentage de lésion de la muqueuse gastrique (%)

Les pourcentages de de lésion de la muqueuse gastrique (%) sont présentés dans la [fig.47](#).

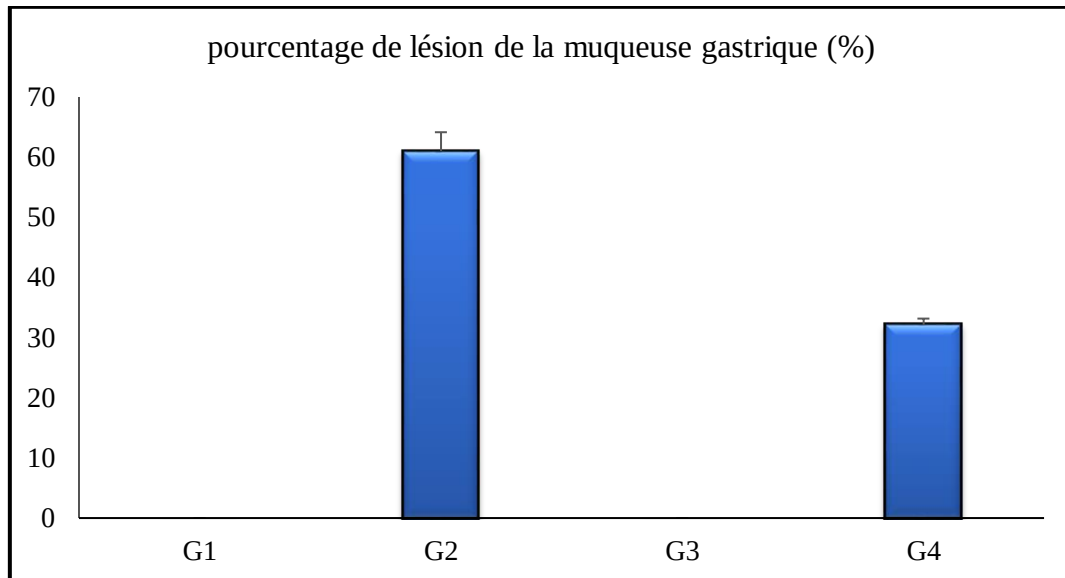


Figure 47: Le pourcentage de lésion de la muqueuse gastrique (%) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5).: G1 :témoin ; G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 mL d'éthanol 60% + HCl 150 μ mol (1 j).

Nous avons observé dans la muqueuse d'estomac qu'il y a une production massive des lésions gastriques caractéristiques chez les groupes de rats de groupe contrôle positif (G2) administrant la solution d'HCl/éthanol seulement par rapport aux rats de groupe témoin.

Les lésions gastriques chez le G2 sont expliquées par des rougeurs et des destructions des vaisseaux sanguins qui sont très claires dans les zones altérées avec 61.04 % de lésion dans la muqueuse d'estomac en comparaison avec le groupe témoin négative.

En revanche, le prétraitement par l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* enregistre une amélioration de la lésion d'une valeur de 31.14% de la muqueuse gastrique, par rapport au du groupe ulcéré (G2).

Nos observations sont analogues avec celle de [Rainsford \(1989\)](#) sur le modèle de lésions gastriques induites par l'aspirine, en considérant les différents mécanismes par lesquels on induit une ulcération gastrique. La raison étant principalement attribuée à l'inhibition de la biosynthèse des prostaglandines cytoprotectrices (par exemple ; PGE et PGI₂), à l'inhibition

de la voie cycloxygénase du métabolisme de l'acide arachidonique entraînant une surproduction de leucotriène et d'autres produits de la voie de la 5-lipoxygénase.

Peskar *et al.* (1986) suggèrent que les produits de la voie de la 5-lipoxygénase peuvent jouer un rôle clé dans le développement de l'ulcère, induit par des agents irritants tels que l'éthanol. Li *et al.* (2016), ont rapporté également que l'éthanol produit des lésions nécrotiques dans la muqueuse gastrique par son effet toxique direct, en réduisant la sécrétion de bicarbonates et la production de mucus. Ce qui observé chez le deuxième groupe.

II.8.3. Pourcentage d'inhibition de lésion de la muqueuse gastrique (% INH)

L'examen macroscopiques nous ont permis d'observer la meilleure prévention de *Taraxacum officinale*.

Cependant, l'association d'HCl+ethanol avec une dose de 200 mg/kg de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* fig. 48, montre une restauration presque totale des lésions gastriques avec un taux d'inhibition de 70.84%, contre le groupe de rats ulcérés (0 %) G2, ce qui nous permet de constater l'effet gastro protecteur de la plante.

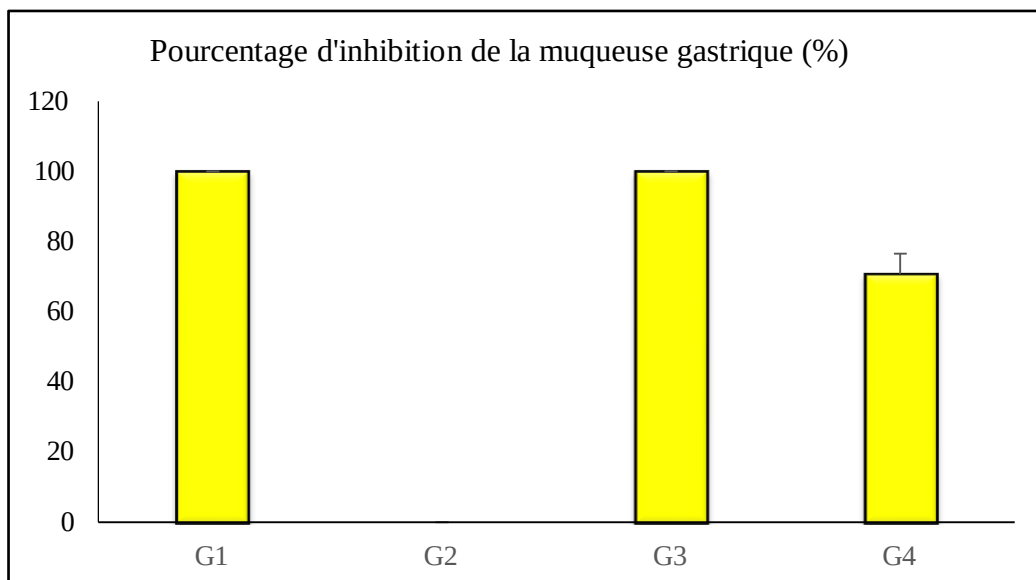


Figure 48 : Pourcentage d'inhibition de lésion de la muqueuse gastrique (%) chez des rats traités ou non avec de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et/ou HCl+ethanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 déterminations $\pm$ SEM (n = 5). G1 : témoin ; G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 mL d'éthanol 60% + HCl 150 μ mol (1 j).

L'éthanol produit une contraction marquée des muscles circulaires de la bande fundique du rat. Une telle contraction peut conduire à une compression muqueuse au site de la plus grande contrainte mécanique, au niveau des crêtes des plis muqueux en conduisant à une nécrose et une ulcération (Sim et al., 2001).

Nos résultats sont corroborés avec celles de Yang et al. (2017) qui montrent que *Taraxacum officinale* a empêché la perturbation cellulaire au niveau de la couche interne d'estomac.

Les résultats de Turkistani (2019) suggèrent que *Taraxacum officinale* a des propriétés phytochimiques anti-oxydantes et antiinflammatoires qui pourraient contribuer à l'effet améliorant de la muqueuse gastrique

III.8.4. Taux du malondialdéhyde (MDA)

Les résultats de l'effet de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* et de la solution d'HCl/éthanol sur la peroxydation lipidique sont illustrés dans la fig. 49. Le HCl/éthanol a augmenté significativement le MDA 79.23% (9.1 contre 4.22 nmol/mL chez les témoins, $p < 0.05$). Le prétraitement par ETO a réduit le MDA de -4.88 nmol/mL (diminution de 53.62 % par rapport au groupe témoin).

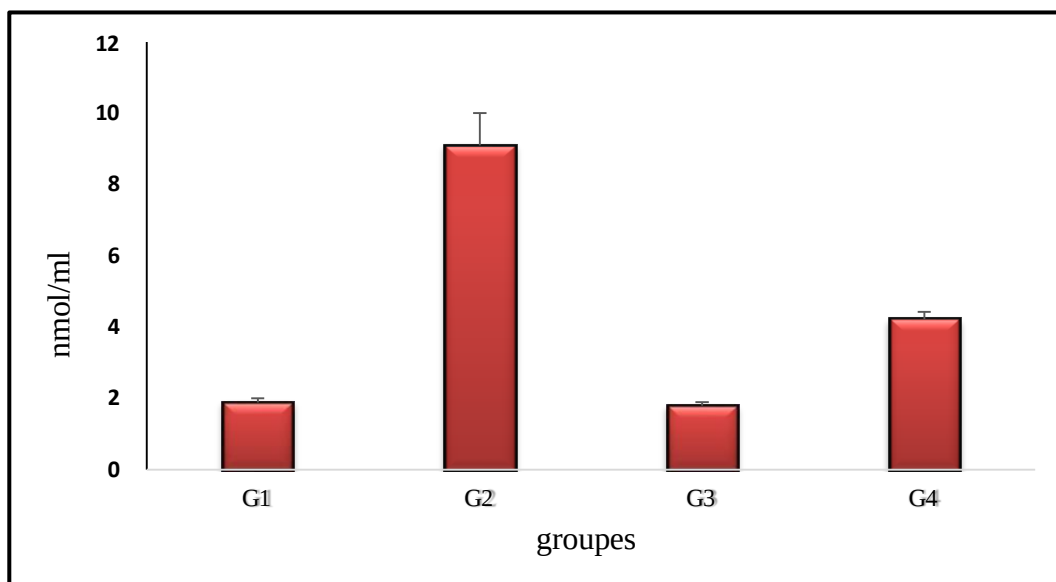


Figure 49 : Teneur en malondialdéhyde (MDA) (nmol/mL) chez les rats traités ou non par l'ETO et/ou l'HCl/éthanol. Les valeurs représentent la moyenne (m) de 5 dosages $\pm$ ETM ($n = 5$). G1 : témoin ; G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 jour) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 jours) puis 10 mL d'HCl/éthanol (1 jour).

Notre étude montre que l'extrait de *Taraxacum officinale* a diminué les niveaux de MDA. Cette tendance a été observée également par (Yang et al., 2017) dû à la présence des polyphénols.

Des résultats parallèles ont été détectés par (Turkistani, 2019) avec l'extrait aqueux de *Taraxacum officinale*.

III.8.5. Examen macroscopique d'estomac

Les résultats obtenus montrent que l'estomac fait de morphologie gastrique normale chez les rats du groupe témoin [fig.50a](#) les mêmes résultats sont observés chez les rats du groupe administré 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* uniquement [fig.50c](#).

Par contre l'administration d'HCL+ éthanol a provoqué d'œdème et rougeure en comparaison au groupe témoin [fig.50b](#).

La consommation d'alcool / HCL a perturbé la structure de l'intérieur gastrique. et *Taraxacum officinale* a empêché la perturbation cellulaire y compris arrangement cellulaire et mucine.

Une morphologie gastrique presque normal est observé chez les rats du groupe ulcéré prétraité avec prétraité avec 200 mg/kg d'ETO [fig. 50d](#).

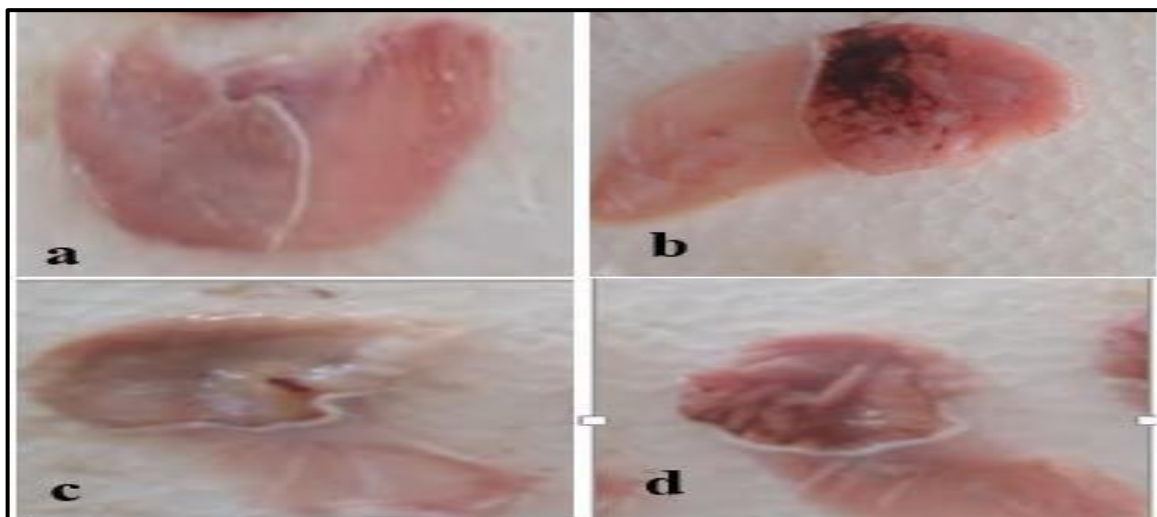


Figure 50 : Examen macroscopique d'estomac du groupe : (a) : G1 : témoin ; (b) : G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 j) ; (c) : G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; (d) : G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 mL d'HCl/éthanol (1 j).

III.8.6. L'étude histologique

L'étude microscopique de l'estomac des rats du groupe témoin (G1) a montré une architecture

gastrique normale composée de trois parties : la muqueuse, la musculuse et la séreuse [fig. 51](#).

Après l'administration d'HCl/ éthanol, on trouve chez le contrôle positif que l'épaisseur gastrique était plus élevée (figure 49b) avec d'œdème et polynucléaires neutrophiles par rapport à celui du groupe témoin (figure 49a) et *Taraxacum officinale* protège contre l'augmentation de son épaisseur à une dose de 200 mg/kg figure 49d) avec diminution d'œdème et du PPN. Alors le prétraitement avec l'extrait ETO chez les rats du G4 a diminués les lésions décrites précédemment.

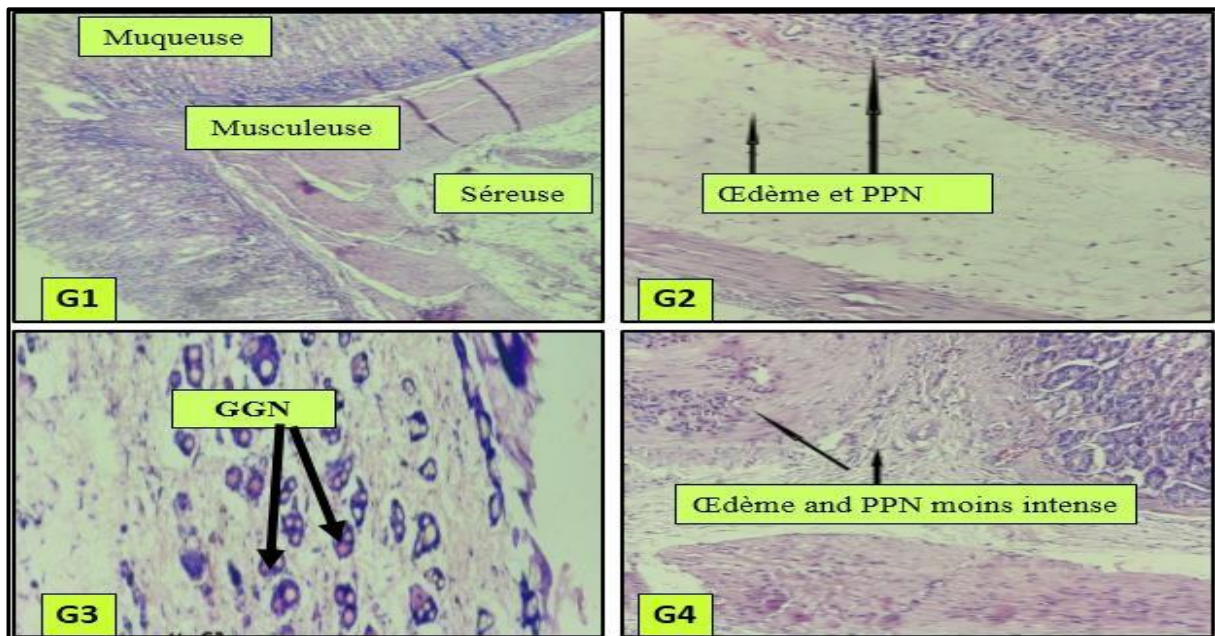


Figure51 : Coupes histologiques de pattes du groupe G1 : témoin ; G2 : 10 mL d'HCl/éthanol (1 j) ; G3 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) ; G4 : 200 mg/kg d'ETO (7 j) puis 10 mL d'HCl/éthanol (1 j).

GGN : glande gastrique normale **PPN** : polynucléaire neutrophile

Dans la présente étude, les modèles ont été établis en administrant une dose d'HCl /éthanol pendant un jour afin d'induire une gastrite chronique, qui s'est exprimée par une coloration rougeâtre de la couche interne, ainsi d'une hémorragie et d'un œdème due à l'augmentation du stress oxydatif et de l'inflammation.

Parmi les divers facteurs qui contribuent à la gastrite et à l'ulcère gastrique, la consommation d'alcool avec une forte teneur en acide dans l'estomac. HCl /l'éthanol est largement utilisé pour induire des gastrites chroniques chez les rats de cette maladie depuis leur similarité en symptômes à ceux des humains ([Liu et al., 2021](#)). L'éthanol est l'un des agents qui favorise la gastrite en augmentant le stress oxydatif et l'inflammation, entraînant une nécrose et déplétion

des tissus du mucus gastrique et en réduisant le flux sanguin gastrique (Breviglieri et al., 2017 ; Zanatta et al., 2009). L'éthanol réduit le flux sanguin gastrique, ce qui est attribué à hémorragie et nécrose des tissus de l'estomac (Zanatta et al., 2009). L'éthanol solubilise également augmente la perte de muqueuse gastrique (Marotta et al., 1999). Il induit l'hémorragie et la nécrose avec association d'une augmentation des taux de peroxydation lipidique. La présence d'HCl avec l'éthanol accélère le processus de l'ulcérogénèse gastrique (Marotta et al., 1999).

Les résultats de Zanatta et al. (2021) présentent des ulcères induits par l'éthanol chez les rats et une réduction significative de la taille de la zone lésée, de 62.1 % chez les rats prétraités avec *Taraxacum officinale*.

Les études histologiques de Berezi et al. (2019) montrent que des parois gastriques de rats traités par un extrait végétal ont montré une réduction marquée de l'infiltration leucocytaire de la muqueuse, contrairement au groupe témoin atteint d'ulcère. Les résultats de la présente étude suggèrent que le *Taraxacum officinale* possède des propriétés phyto-chimiques anti-oxydantes qui pourraient être responsables de l'effet améliorant et régénérant des lésions de la muqueuse gastrique induites par l'ulcère.

Taraxacum officinale a amélioré la gastrite par rapport au contrôle positif, elle a un effet positif et préventif contre la gastrite et l'ulcère, avec une meilleure protection contre ulcère, car le maintien de la muqueuse gastrique joue un rôle important dans la protection gastrique (Suo et al., 2016).

III.9. L'activité anti anémique in vivo de *Taraxacum officinale* sur l'anémie induit par la céphalosporine

Plus de vingt millions de malades succombent chaque année à une maladie infectieuse à travers le monde (Bertrand, 2005). Le combat contre les infections émergentes repose sur la surveillance, l'expertise microbiologique de pointe et la capacité de réaction du système de santé publique (Desenclos et Valk, 2005). Les antibiotiques sont utilisés pour traiter les infections causées par des bactéries. Selon (Bertrand, 2005), les antibiotiques sont décrits comme des substances en petites quantités dérivées des microorganismes (Bertrand, 2005).

Les antibiotiques sont les outils efficaces les plus fréquemment utilisés. Ces composés qui altèrent le fonctionnement normal des bactéries peuvent inhiber leur croissance (antibiotique bactériostatique) ou les détruire (antibiotique bactéricide) (Hefnawy et al., 1999).

Les céphalosporines forment un groupe important d'antibiotiques semi-synthétique de dérivés du noyau lactame , elles sont utilisées dans la médecine clinique. Elles sont liées à la structure fondamentale et au mécanisme d'action d'anti- bactéricide aux pénicillines. Elles sont utilisées pour le traitement des infections causées par des bactéries Gram-négatives et Gram-positives. Les Céphalosporines sont parmi les plus anciennes et les plus fréquemment prescrits des agents antimicrobiens naturels (AL-Ghannam, 2008).

Le cefuroxime est un antibiotique de la famille des béta –lactamines du groupe des céphalosporines de deuxième génération (C2G). Les (C2G) sont utilisé dans le traitement de maladies infectieuses des bronches et de la sphère ORL (Garraffo et al., 1997).

La durée habituelle du traitement antibiotique céphalosporine étant de 10 jours (Omidvari et al., 1998).

III.9.1. Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur Hb, RBC et PCV chez les rats anémiques induits par les céphalosporines

Les résultats obtenus illustrés dans le [tableau 6](#) et en comparaison avec le groupe témoin.

Tableau 6 : Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur Hb, GR et hématocrite chez les rats anémiques induits par la Céphalosporine.

	G1	G2	G3	G4
Hb g/dL	16.32±0.44	10.21±0.44	12.96±0.11	16.62±0.37
GR x10⁶/μL	7.19±0.59	4.09±0.8	5.60±1.44	8.54±0.42
Hemato %	44.7±3.03	31.38±2.67	37.94±2.78	52.56±2.1
GB x10³/μL	4.96±0.11	6.72±0.47	4.08±0.19	4.96±0.25
Plqts x10³/μL	383.98±6.74	135.6±24.35	358.8±33.88	384.04±4.94
Lymphocytesx10³/μL	3.46±0.08	1.14±0.13	2.04±0.59	3.46±0.279
TCMH pg	28.66±0.84	23.2±1.48	25.54±1.24	31.22±3.08
Neutropx10³/μL	4.36±0.23	0.74±0.18	1.74±0.82	4.24±0.37

L'anémie est confirmée chez le groupe contrôle positive (G2) avec une diminution importante

au niveau de plupart des paramètres érythropoïétiques notamment les globules rouges, concentration d'hémoglobine (Hb) et hématocrite. Les valeurs ont été réduites significativement respectivement ($P < 0.05$) 43.11 %, 17.19 %, 29.79 %

Le prétraitement des rats anémiques avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à une dose de 200 mg/kg a régulé les problèmes érythropoïétiques avec l'augmentation d'hémoglobine, nombre du globule rouge et hématocrite de 52.10 %, 38.56 %, 40.29 % respectivement.

Comme les C1G, les C2G sont des molécules bien tolérées. Les effets secondaires majeurs identifiés incluent le risque d'allergie lié au céfuroxime. On décrit également des troubles hématologiques tels que l'hyperéosinophilie, la leucopénie et la neutropénie (Kone *et al.*, 2022).

Cependant, leur utilisation clinique répétée est souvent associée à des lyses des hématies (Garratty, 2012). Alors l'administration quotidienne de céphalosporine provoque une diminution des globules rouges qui peut conduire à l'anémie. À la lumière de cela, nous avons choisie dans cette étude un traitement naturel (*Taraxacum officinale*) comme un complément anti anémique accompagné avec le traitement d'antibiotique (céfuroxime).

III.9.2. Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinal* sur les minéraux

Le [tableau 7](#) montre l'effet de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur le fer, la ferritine, le magnésium, le zinc et le cuivre chez les rats expérimentaux.

Tableau. 7 : Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur les minéraux.

Groupes	G1	G2	G3	G4
Fer($\mu\text{mol/L}$)	15.3 $\pm$ 1.2	7.7 $\pm$ 1.09	12.9 $\pm$ 0.89	15.7 $\pm$ 1.3
Ft (ng /mL)	29.3 $\pm$ 1.2	15.2 $\pm$ 0.83	22.4 $\pm$ 1.34	28.9 $\pm$ 1.67
Mg(mmol/l)	0.79 $\pm$ 0.16	0.45 $\pm$ 0.03	0.68 $\pm$ 0.11	0.83 $\pm$ 0.05
Zn (mg/dl)	78.54 $\pm$ 0.8	41.52 $\pm$ 2.02	46.26 $\pm$ 5.18	89.9 $\pm$ 8.88
Cu ($\mu\text{mol/l}$)	18.14 $\pm$ 0.19	9.94 $\pm$ 0.82	16.1 $\pm$ 1.22	18.06 $\pm$ 0.21

Les résultats indiquent également que l'administration de la céphalosporine à 10 mg/kg (pc) aux rats du groupe contrôle positive a diminué significativement ($P < 0.05$) 49.67 %. 48.12 %. 43.03 %. 47.17 %. 45.20 % du fer, ferritine, magnésium, cuivre et zinc respectivement par rapport au groupe témoin.

En revanche, le prétraitement des rats avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* restaure considérablement le fer et le ferritine et magnésium, cuivre et zinc ($P < 0.05$) à 50.95%, 47.40 %, 45.78 %, 53.81 % et 44.96 % respectivement.

Bien que Le fer de réserve soit déposé dans ces cellules sous la forme de ferritine (Cattan, 2004 ; Beguin, 2002). Le fer présente les mêmes variations de la ferritine dans tous les groupes. Les valeurs du fer et ferritine sont exprimées en tant que le moyen de cinq rats.

La majorité des études indiquent que le déficit en fer constitue la cause principale de l'anémie (Schneider et al., 2005), lorsqu'il y a un manque de fer, Le fer stocké sous forme de ferritine, peut être mis en évidence. En général, le macrophage (macrophage de l'apex villositaires et autres), par le processus d'érythrophagocytose, peut fournir en permanence du fer au plasma. En effet, au cours de ce processus (Loréala et al., 2012).

Les macrophages vont :

- Phagocyter les érythrocytes ayant atteint leur durée de vie (environ 120 jours).
- En libérer l'hémoglobine puis le fer lui-même grâce notamment à l'activité de l'hème-oxygénase. C'est pour ça la diminution du fer accompagné avec le déclenchement du système immunitaire chez les rats du groupes quatre.

Selon l'OMS, un seuil d'hémoglobine ($Hb < 11$ g/dL) a été choisi pour la détermination de l'anémie (Fehr et al., 2009). Alors l'anémie est confirmée chez le groupe contrôle positive car il possède une valeur de 10.21 ± 0.44 g/dL.

Une carence en zinc peut coopérer avec d'autres facteurs conduisant à l'anémie (Jeng et Chen, 2022).

La carence en cuivre est récemment apparue comme une cause d'anémie (Esposito et al., 2003).

Il faut noter que les feuilles de pissenlit contiennent le magnésium, le cuivre et le zinc (Escudero et al., 2003). Alors pendant le traitement avec la céphalosporine, la carence en fer et en zinc peut causer un problème dans le système immunitaire, ce qui observé chez le groupe contrôle positive.

III.9.3. Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur les vitamines

Le tableau 8 montre les effets de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur les vitamines contenu les rats.

Tableau.8 : Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur les vitamines.

Paramètres	G1	G2	G3	G4
VitC (mg/l)	71.26±3.5	10.1±3.72	65.2±4.12	70.09±2.26
VitB9(nmol/l)	19.26±3.5	2.52±1.6	8.2±4.2	23.38±3.5
VitB12(pg/mL)	200.4±22.1	129±27	196.6±28	293.2±130

Les valeurs sont exprimées en tant que le moyen de cinq rats. Selon nos résultats, on remarque que la concentration des vitamines C, B9 et B12 chez les rats du groupe prétraité avec l'extrait éthanolique de la plante augmente significativement ($P<0.05$) de 85,58 %, 89,22 % et 56 % respectivement par rapport aux rats anémiques non traité.

La concentration des vitamines C, B9et B12 se sont trop bas chez le groupe contrôle positive avec -85,82% et -86,91% et -35,62 % respectivement par rapport au groupe témoin.

Une amélioration modérée a été observée chez les rats du groupe pré traité avec l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à 200 mg/kg (pc) du à sa richesse de ces derniers.

Une carence combinée en cobalamine (B^{12}) et en fer peut avoir des effets opposés sur le volume des globules rouges et donner lieu à une Anémie. (Esposito et al., 2003).

La vitamine C est capable de mobiliser des stocks de fer du système réticuloendothélial, elle potentialise aussi la réaction enzymatique d'incorporation du fer pour la synthèse de l'hème (Giancaspro et al., 2000).

Les carences en vitamines (B12, acide folique) les taux d'hémoglobine peuvent baisser en raison d'un processus inflammatoire (anémie) (Triantafillidis et al., 2015 ; Garoufalia et al., 2022).

III.9.4. Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur la concentration en érythropoïétine

Le [tableau 9](#) montre les effets de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur l'érythropoïétine contenu les rats.

Tableau.9 : Effet d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* sur la concentration en érythropoïétine

Groupes	G1	G2	G3	G4
EPO (UI/L)	13±0.75	19.52±1.19	14.12±0.23	12.3±0.48

L'administration quotidienne de la céphalosporine a augmenté significativement la concentration d'érythropoïétine du groupe contrôle positive. Ce pourcentage est supérieur de 30.4 % à celui du groupe témoin

Par contre le prétraitement des rats du quatrième groupe a enregistré une amélioration dans la concentration d'érythropoïétine à 36.98 % par rapport aux rats du contrôle positive.

Des études antérieures montrent que La plante possédait un effet inhibiteur sur la perméabilité vasculaire ([Jeon et al., 2008](#)), qu'elle a des activités anti-oxydantes car elle stimule la catalase et glutathion réductase, et par la suite les globules rouges deviennent plus solides à hémolyse ([You et al., 2010](#)).

[Modaresi et Resalatpour, \(2012\)](#) ont constaté que *le pissenlit* a été utilisé comme remède contre l'anémie.

Le pissenlit est utilisé depuis de nombreux siècles dans le traitement de l'anémie ([Petkova et al., 2015](#) ; [Akbar, 2020](#)).

Dans l'état anémique nous remarquons qu'il y a une diminution dans la plupart des valeurs des constituants du sang notamment Hb, fer qui sont des composants des globules rouges. Les niveaux d'Hématocrite, Plaquettes, TCMH, Neutrophiles, Les minéraux (Fe, Mg, Cu, Zn) et les vitamines (C, B12, B9) sont aussi bas. Contrairement aux globules blancs et l'érythropoïétine, les valeurs sont plus élevées.

le problème anémique est régulé chez les rats anémiques pré-traités avec 200 mg/kg d'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* (G2).

Alors d'après ces résultats notre extrait de *Taraxacum officinale* capable d'améliorer les constituants du sang dans la plupart des marqueurs érythropoïétiques (Hb, GR, Hematocrite, Hb, Fer, Ft, Mg, Cu, Zn, vitamine C, B9, B12 et érythropoïétine).

Conclusion et perspectives

Grâce à nos expériences et à nos recherches, il en ressort que la phytothérapie est couramment utilisée pour traiter ou prévenir des affections plus graves. Ces plantes remplacent désormais les traitements traditionnels sans ordonnance et complètent ceux prescrits par les médecins. De nombreuses espèces de *Taraxacum officinale* présentent un immense potentiel pour les industries agroalimentaire et pharmaceutique .ils sont utilisées en médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures et pays pour le traitement et la prévention de nombreuses pathologies.

Les bienfaits thérapeutiques des *Taraxacum officinale* sont attribués à la présence de métabolites secondaires tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes.

Au terme d'étude épidémiologique rétrospective, *Taraxacum officinale* est utilisée depuis le XIII^{ème} siècle pour traiter divers problèmes de santé. En effet, des prospections de recherches, ont constitué une justification scientifique de l'utilisation de cette plante en pharmacopée traditionnelle dans le traitement des maladies cruelles en confirmant une fois de plus la pertinence des remèdes traditionnels.

L'extrait ethanolique de *Taraxacum officinale* renferme une teneur en polyphénols de 211.32 mg EAG/g et en flavonoïdes de 123,41 mg EQ/g, De plus, certains composants potentialisent l'action de certains antibiotiques en luttant contre les divers pathologies.

L'injection intradermique (i.d) et intrapéritonéale (i.p) par la carragénine a entraîné augmentation significative ($p < 0.05$) du volume de la patte des rats avec une perturbation des paramètres sériques, augmentation des taux du TNF- α et PGE2 faisant appel à une inflammation. De plus, un ulcère gastrique a été développé, confirmé par des augmentations de la lipoperoxydation avec des surfaces lésionnelles gastriques très importantes.

L'histologie des coupes de différents organes des rats ayant subi l'inflammation et l'ulcère gastrique a montré des changements microscopiques qui s'expliquent par des infiltrats inflammatoires, des congestions, des nécroses cellulaires, confirmant des altérations histopathologiques.

Le prétraitement avec 200 mg/kg/j de l'extrait éthanoïque de *Taraxacum officinale* corrige le profil inflammatoire de manière prodigieuse.

A cet effet, on peut dire que *Taraxacum officinale* empêche la production du malonaldéhyde sérique tout en augmentant l'activité des enzymes antioxydantes, ce qui suggère vraisemblablement un effet antioxydant par cette plante. En outre, l'administration de *Taraxacum officinale* a minimisé les effets néfastes inflammatoires produits par la carragénine avec un abaissement important des biomarqueurs inflammatoires (PGE2 et TNF- α).

L'association de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à la Céphalosporine agit considérablement contre l'anémie, régulant les paramètres érythropoïétiques.

L'association de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* à la Céphalosporine agit considérablement contre l'anémie, régulant les paramètres érythropoïétiques.

L'administration de cet extrait aux rats anémiques a amélioré les constituants du sang dans la plupart des marqueurs érythropoïétiques.

L'incorporation de l'extrait éthanolique de *Taraxacum officinale* a permis de supprimer d'une manière efficace l'ulcère gastrique en inhibant les surfaces lésionnelles gastriques induit par l'HCl/éthanol, ainsi il supprime l'anémie en améliorant les constituants du sang dans la plupart des marqueurs érythropoïétiques.

L'effet préventif de l'extrait ETO aux composés polyphénoliques que contient *Taraxacum officinale* qui ont vraisemblablement impacté positivement sur les différents paramètres et qui ont fortement amélioré l'architecture structurale des organes.

Cette thèse décrit les propriétés médicinales de *Taraxacum officinale* rapportées dans les études précédentes : antimicrobiens, anti-oxydants, anti-inflammatoires, anti ulcère gastrique et antianémiques grâce à sa richesse aux biomolécules bioactives (polyphénols et flavonoïdes)

Suite aux conclusions de notre travail, certaines perspectives peuvent être envisagées :

- *Taraxacum officinale* est nécessaire pour valider les propriétés médicinales décrites précédemment et pour confirmer l'utilisation de cette plante comme remède
- *Taraxacum officinale* a permis de confirmer l'importance des études phytothérapeutiques à visée pharmacologique, dans le but d'améliorer les traitements.
- L'application des plantes de *Taraxacum* et de leurs extraits apparaît comme une alternative prometteuse à des fins thérapeutiques dans les industries agroalimentaires.

- Il est intéressant de noter que cette étude peut être améliorée en purifiant les molécules phytochimiques responsables des activités biologiques précédentes et en évaluant leurs effets bénéfiques sur la santé.
- Le développement de nouveaux agents thérapeutiques s'avère indispensable pour la limiter les maladies causées par les bactéries et le stress oxydatif, Donc on devrait aller étudier les plantes médicinales et leur utilisation en toute sécurité.

References bibliographiques

A

- Aabideen, Z. U., Mumtaz, M. W., Akhtar, M. T., Mukhtar, H., Raza, S. A., Touqeer, T., & Saari, N. (2020). Anti-obesity attributes; UHPLC-QTOF-MS/MS-based metabolite profiling and molecular docking insights of Taraxacum officinale. *Molecules*, 25(21), 4935.
- Abbé, M. R., & Fischer, P. W. (1986). An automated method for the determination of Cu, Zn-superoxide dismutase in plasma and erythrocytes using an ABA-200™ discrete analyzer. *Clinical Biochemistry*, 19(3), 175-178.
- Abdel-Magied, A. F., Abdelhamid, H. N., Ashour, R. M., Zou, X., & Forsberg, K. (2019). Hierarchical porous zeolitic imidazolate frameworks nanoparticles for efficient adsorption of rare-earth elements. *Microporous and Mesoporous Materials*, 278, 175-184.
- Adwas, A. A., Elsayed, A., Azab, A. E., & Quwaydir, F. A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J. Appl. Biotechnol. Bioeng*, 6(1), 43-47.
- Akbar, S. (2020). Taraxacum officinale (L.) Weber ex FH Wigg (Asteraceae/Compositae) (Syns.: T. dens-leonis Desf.; T. vulgare (Lam.) Schrank). In *Handbook of 200 Medicinal Plants: A Comprehensive Review of Their Traditional Medical Uses and Scientific Justifications* (pp. 1743-1751). Cham: Springer International Publishing.
- Al-Ghannam, S. M. (2008). Spectrophotometric and atomic absorption spectrometric determination of cephalixin and cephadrine in dosage forms. *Journal of Food and Drug Analysis*, 16(2), 10.
- Ali, B. Z., Pilehvarian, A. A., Shirani, M., Kheyri, S., Taji, F., Asgari, A., & Rafieian, M. (2010). Effect of Euphorbia helioscopia on acetic acid-induced abdominal constrictions in Balb/c mice.
- Almeida, A. F., Borge, G. I. A., Piskula, M., Tudose, A., Tudoreanu, L., Valentová, K., Williamson, G., & Santos, C. N. (2018). Bioavailability of quercetin in humans with a focus on interindividual variation. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 17(3), 714-731.
- Al-Sayed, E., & El-Naga, R. N. (2015). Protective role of ellagitannins from Eucalyptus citriodora against ethanol-induced gastric ulcer in rats: Impact on oxidative stress, inflammation and calcitonin-gene related peptide. *Phytomedicine*, 22(1), 5-15.
- Amessis-Ouchemoukh, N., Abu-Reidah, I. M., Quirantes-Piné, R., Rodríguez-Pérez, C., Madani, K., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2014). Tentative characterisation of iridoids, phenylethanoid glycosides and flavonoid derivatives from Globularia alypum L.(Globulariaceae) leaves by LC-ESI-QTOF-MS. *Phytochemical Analysis*, 25(5), 389-398.
- Anderson, J. R., Jones, B. W., Watt, C. B., Shaw, M. V., Yang, J. H., DeMill, D., Lin, JS L. Y., Rapp, K. D., Mastronarde, D. Koshevoy P., Grimm, B., Tasdizen, T., Whitaker, R., & Marc, R. E. (2011). Exploring the retinal connectome. *Molecular vision*, 17, 355.
- Anuj, Y., Rewa, K., Ashwani, Y., Mishra, J. P., Seweta, S., & Shashi, P. (2016). Antioxidants and its functions in human body. *Research in environment and life sciences*, 9(11), 1328-1331.
- Aranda-Rivera, A. K., Cruz-Gregorio, A., Arancibia-Hernández, Y. L., Hernández-Cruz, E. Y., & Pedraza-Chaverri, J. (2022). RONS and oxidative stress: an overview of basic concepts. *Oxygen*, 2(4), 437-478.
- Atta, E. M., Mohamed, N. H., & Abdelgawad, A. A. (2017). Antioxidants: An overview on the natural and synthetic types. *Eur. Chem. Bull*, 6(8), 365-375.

Ayoka, T. O., Ezema, B. O., Eze, C. N., & Nnadi, C. O. (2022). Antioxidants for the Prevention and Treatment of Non-communicable Diseases. *Journal of Exploratory Research in Pharmacology*, 7(3), 179-189.

B

Bahmani, M., Shirzad, H., Majlesi, M., Shahinfard, N., & Rafieian-Kopaei, M. (2014). A review study on analgesic applications of Iranian medicinal plants. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7, S43-S53.

Barker, D. (2019). Lignans. *Molecules*, 24(7), 1424.

Barman-Aksözen, J., Halloy, F., Iyer, P. S., Schümperli, D., Minder, A. E., Hall, J., & Schneider-Yin, X. (2019). Delta-aminolevulinic acid synthase 2 expression in combination with iron as modifiers of disease severity in erythropoietic protoporphyria. *Molecular genetics and metabolism*, 128(3), 304-308.

Bashmakov, D. I., Tserkovnova, M. V., Lukatkin, A. S., & Teixeira da Silva, J. A. (2008). Variability in heavy metal tolerance between Saransk (Russian) *Taraxacum officinale* populations. *Terres Aquatic Environ Toxicol*, 2, 19-24.

Beguin, Y. (2002). Prediction of response and other improvements on the limitations of recombinant human erythropoietin therapy in anemic cancer patients. *Haematologica*, 87(11), 1209-1221.

Belier S & Michaux J M, 2007. *Biologie clinique. Cours ENVA*.

Belščak-Cvitanović, A., Durgo, K., Hudek, A., Bačun-Družina, V., & Komes, D. (2018). Overview of polyphenols and their properties. In *Polyphenols: Properties, recovery, and applications* (pp. 3-44). Woodhead Publishing.

Benhar, M. (2018). Roles of mammalian glutathione peroxidase and thioredoxin reductase enzymes in the cellular response to nitrosative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 127, 160-164.

Bento-Silva, A., Koistinen, V. M., Mena, P., Bronze, M. R., Hanhineva, K., Sahlström, S., Kitryté V., Moco S & Aura A.M. (2020). Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: do we understand individual variability?. *European journal of nutrition*, 59(4), 1275-1293.

Berezi, E. P., Uwakwe, A. A., Monago-Ighorodje, C. C., Nwauche, K. T., Soro, A. E., & Mirinn, E. (2019). Efficiency of *Taraxacum officinale* (Dandelion) leaf extract in alleviating ulcer occasioned by long ingestion of non-steroidal antiinflammatory drug (NSAID) in Wistar rats. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*, 5(1), 29-36.

Bertrand, X., Costa, Y., & Pina, P. (2005). Surveillance de la résistance bactérienne aux antibiotiques dans les bactériémies: données de l'observatoire national de l'épidémiologie de la résistance bactérienne aux antibiotiques (ONERBA) 1998-2003. *Médecine et maladies infectieuses*, 35(6), 329-334.

Bhargav, H. S., Shastri, S. D., Poornav, S. P., Darshan, K. M., & Nayak, M. M. (2016, February). Measurement of the Zone of Inhibition of an Antibiotic. In 2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC) (pp. 409-414). IEEE.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.

Boeing, T., Da Silva, L. M., Somensi, L. B., Cury, B. J., Costa, A. P. M., Petreanu, M., Niero, R., & De Andrade, S. F. (2016). Antiulcer mechanisms of *Vernonia condensata* Baker: A medicinal plant used in the treatment of gastritis and gastric ulcer. *Journal of ethnopharmacology*, 184, 196-207.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

Breviglieri, E., da Silva, L. M., Boeing, T., Somensi, L. B., Cury, B. J., Gimenez, A., & de Andrade, S. F. (2017). Gastroprotective and anti-secretory mechanisms of 2-phenylquinoline, an alkaloid isolated from *Galipea longiflora*. *Phytomedicine*, 25, 61-70.

Briyal, S., Ranjan, A. K., & Gulati, A. (2023). Oxidative stress: a target to treat Alzheimer's disease and stroke. *Neurochemistry international*, 165, 105509.

C

Cai, H. Y., Caswell, J. L., & Prescott, J. F. (2014). Nonculture molecular techniques for diagnosis of bacterial disease in animals: a diagnostic laboratory perspective. *Veterinary pathology*, 51(2), 341-350.

Cai, L., Wan, D., Yi, F., & Luan, L. (2017). Purification, preliminary characterization and hepatoprotective effects of polysaccharides from dandelion root. *Molecules*, 22(9), 1409.

Carlsson, O., & Rippe, B. (1999). Peritoneal lymphatic absorption and solute exchange during zymosan-induced peritonitis in the rat. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 277(3), H1107-H1112.

Cattan, D. (2004). Régulation de l'absorption du fer: données nouvelles. *EMC-Hépatologie*, 1(2), 82-97.

Chen, C., Wang, X., Chen, W., Liu, Q., & Wang, L. (2025). Encapsulation of phenolic acids within food-grade carriers systems: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(14), 2765-2784.

Chen, K., Zhang, J., Beeraka, N. M., Tang, C., Babayeva, Y. V., Sinelnikov, M. Y., Zhang X., Zhang J., Liu, J., Reshetov, I. V., Sukocheva, O. A., Lu, P & Fan, R (2022). Advances in the prevention and treatment of obesity-driven effects in breast cancers. *Frontiers in oncology*, 12, 820968.

Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2017). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204.

Chen, W., Da, W., Li, C., Fan, H., Liang, R., Yuan, J., Huang, X., Yang, R., Zhang, J., & Zhu, J. (2019a). Network pharmacology-based identification of the protective mechanisms of taraxasterol in experimental colitis. *International Immunopharmacology*, 71, 259-266.

Chen, W., Fan, H., Liang, R., Zhang, R., Zhang, J., & Zhu, J. (2019b). *Taraxacum officinale* extract ameliorates dextran sodium sulphate-induced colitis by regulating fatty acid degradation and microbial dysbiosis. *Journal of cellular and molecular medicine*, 23(12), 8161-8172.

Chen, X. J., Wang, C. G., Li, Y. H., & Sui, N. (2018). Psychophysiological and self-reported responses in individuals with methamphetamine use disorder exposed to emotional video stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 133, 50-54.

Chikezie, P. C., Ojiako, O. A., & Nwifo, K. C. (2015). Overview of anti-diabetic medicinal plants: the Nigerian research experience. *J Diabetes Metab*, 6(6), 546.

Chiorcea-Paquim, A. M. (2022). 8-oxoguanine and 8-oxodeoxyguanosine Biomarkers of Oxidative DNA Damage: A Review on HPLC-ECD Determination. *Molecules*, 27(5), 1620.

Choi JangGyoo, C. J., Yoon KeeDong, Y. K., & Kim JinWoong, K. J. (2018). Chemical constituents from *Taraxacum officinale* and their α -glucosidase inhibitory activities.

M. LAKEHAL (2025). Caractérisation et propriétés thérapeutiques de Taraxacum officinale. Doctorat LMD en N&P. Univ. Mostaganem.

Ciupci, D., Colișar, A., Leopold, L., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. M. (2024). Polyphenols: from classification to therapeutic potential and bioavailability. *Foods*, 13(24), 4131.

Clare, B. A., Conroy, R. S., & Spelman, K. (2009). The diuretic effect in human subjects of an extract of *Taraxacum officinale* folium over a single day. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 15(8), 929-934.

Clauss, A. (1957). Gerinnungsphysiologische schnellmethode zur bestimmung des fibrinogens. *Acta haematologica*, 17(4), 237-246.

Colombier, A., Duflo-Leroy, A., Basuyau, J. P., & Lavoigne, A. (2002). Evaluation analytique du dosage de la vitamine B12 et des folates sur IMMULITE 2000. *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, 17(1), 40-47.

Coly, M. N., Makalou, D., & Dramé, A. (2020). Hyperfibrinogénémie et déficit en protéine S au cours de la drépanocytose homozygote (SS).

Cömert, E. D., & Gökmen, V. (2018). Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century. *Food Research International*, 105, 76-93.

D

Da Pozzo, E., De Leo, M., Faraone, I., Milella, L., Cavallini, C., Piragine, E., Testai, L., Calderone, V., Pistelli, L., Braca, A., & Martini, C. (2018). Antioxidant and antisenescence effects of bergamot juice. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018(1), 9395804.

Davaatseren, M., Hur, H. J., Yang, H. J., Hwang, J. T., Park, J. H., Kim, H. J., Kim, M.J., Kwon, D.Y., & Sung, M. J. (2013). *Taraxacum officinale* (dandelion) leaf extract alleviates high-fat diet-induced nonalcoholic fatty liver. *Food and chemical toxicology*, 58, 30-36.

Dedić, S., Džaferović, A., & Jukić, H. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of water-ethanol extracts of Dandelion (*Taraxacum officinale*). *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 11(1), 8-14.

Desenclos, J. C., & De Valk, H. (2005). Les maladies infectieuses émergentes: importance en santé publique, aspects épidémiologiques, déterminants et prévention. *Médecine et maladies infectieuses*, 35(2), 49-61.

Devaraj, S., Cheung, A. T., Jialal, I., Griffen, S. C., Nguyen, D., Glaser, N., & Aoki, T. (2007). Evidence of increased inflammation and microcirculatory abnormalities in patients with type 1 diabetes and their role in microvascular complications. *Diabetes*, 56(11), 2790-2796.

Di Napoli, A., & Zucchetti, P. (2021). A comprehensive review of the benefits of *Taraxacum officinale* on human health. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 110.

Díaz, K., Espinoza, L., Madrid, A., Pizarro, L., & Chamy, R. (2018). Isolation and identification of compounds from bioactive extracts of *Taraxacum officinale* Weber ex FH Wigg. (Dandelion) as a potential source of antibacterial agents. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2018(1), 2706417.

Díaz-Rivas, J. O., Herrera-Carrera, E., Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzmán, N. E., González-Laredo, R. F., Moreno-Jiménez, M. R., Reynoso-Camacho R., Larrosa-Pérez., & Gallegos-Corona, M. A. (2015). Gastroprotective potential of *Buddleja scordioides* Kunth *Scrophulariaceae* infusions; effects into the modulation of antioxidant enzymes and inflammation markers in an in vivo model. *Journal of ethnopharmacology*, 169, 280-286.

Dibal, N. I., Garba, S. H., & Jacks, T. W. (2022). Histological stains and their application in teaching and research. *Asian Journal of Health Sciences*, 8(2), ID43-ID43.

References bibliographiques

Dickson, A., & Touminta Kadidia, I. S. B. (2022). L'évaluation de l'activité pro-oxydante d'une plante médicinale de la région de Guelma, mémoire de Master.

Ding, A., & Wen, X. (2018). Dandelion root extract protects NCM460 colonic cells and relieves experimental mouse colitis. *Journal of Natural Medicines*, 72(4), 857-866.

Domitrović, R., Jakovac, H., Romić, Ž., Rahelić, D., & Tadić, Ž. (2010). Antifibrotic activity of Taraxacum officinale root in carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 130(3), 569-577.

Duan, Q., Li, H., Gao, C., Zhao, H., Wu, S., Wu, H., Wang, C. Shen, Q.,... & Yin, T. (2019). High glucose promotes pancreatic cancer cells to escape from immune surveillance via AMPK-Bmi1-GATA2-MICA/B pathway. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 38(1), 192.

E

Eckart, A., Struja, T., Kutz, A., Baumgartner, A., Baumgartner, T., Zurfluh, S., Neeser, O., Andreas Huber, M D., Zeno Stanga, M D & Schuetz, P. (2020). Relationship of nutritional status, inflammation, and serum albumin levels during acute illness: a prospective study. *The American journal of medicine*, 133(6), 713-722.

El-Chaghaby, G. A., Ahmad, A. F., & Ramis, E. S. (2014). Evaluation of the antioxidant and antibacterial properties of various solvents extracts of Annona squamosa L. leaves. *Arabian*

Epure, A., Pârvu, A., Vlase, L., Benedec, D., Hanganu, D., Vlase, A M et Oniga, I, 2022. Polyphenolic Compounds, Antioxidant Activity and Nephroprotective Properties of Romanian Taraxacum officinale. *Farmacia Journal*. Volume 70. Issue 1. Pages: 47-53.

Escudero, 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.

Esposito, B. P., Breuer, W., Sirankapracha, P., Pootrakul, P., Hershko, C., & Cabantchik, Z. I. (2003). Labile plasma iron in iron overload: redox activity and susceptibility to chelation. *Blood*, 102(7), 2670-2677.

Esra, A. S., & Betul, A. Y. (2022). Effect of Taraxacum officinale L. ethanol extract against kidney injuries induced by paracetamol in rats. *GSC Biol Pharm Sci*, 21(1), 144-151.

F

Fan, J., Ye, J., Kamphorst, J. J., Shlomi, T., Thompson, C. B., & Rabinowitz, J. D. (2014). Quantitative flux analysis reveals folate-dependent NADPH production. *Nature*, 510(7504), 298-302.

Faria, 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.

Fehr, J., Favrat, B., Schleiffenbaum, B., Krayenbühl, P. A., Kapanci, C., & Von Orelli, F. (2009). Diagnostic et traitement. *Rev Med Suisse*, 5, 2229-34.

Ferrero-Miliani, L., Nielsen, O. H., Andersen, P. S., & Girardin, S. (2007). Chronic inflammation: importance of NOD2 and NALP3 in interleukin-1 β generation. *Clinical & Experimental Immunology*, 147(2), 227-235.

Flores-Ocelotl, M. R., Rosas-Murrieta, N. H., Moreno, D. A., Vallejo-Ruiz, V., Reyes-Leyva, J., Domínguez, F., & Santos-López, G. (2018). Taraxacum officinale and Urtica dioica extracts inhibit dengue virus serotype 2 replication in vitro. *BMC complementary and alternative medicine*, 18(1), 95.

Forman, H. J., & Zhang, H. (2021). Targeting oxidative stress in disease: promise and limitations of antioxidant therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20(9), 689-709.

Fretellier, N., Poteau, N., Factor, C., Mayer, J. F., Medina, C., Port, M., Marc, J., Pharm, I., & Corot, C. (2014). Analytical interference in serum iron determination reveals iron versus gadolinium transmetallation with linear gadolinium-based contrast agents. *Investigative Radiology*, 49(12), 766-772.

G

Gale, A. J. (2011). Continuing education course# 2: current understanding of hemostasis. *Toxicologic pathology*, 39(1), 273-280.

Gallaher, R. N., Gallaher, K., Marshall, A. J., & Marshall, A. C. (2006). Mineral analysis of ten types of commercially available tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, S53-S57.

García-Carrasco, B., Fernandez-Dacosta, R., Dávalos, A., Ordovás, J. M., & Rodriguez-Casado, A. (2015). In vitro hypolipidemic and antioxidant effects of leaf and root extracts of *Taraxacum officinale*. *Medical Sciences*, 3(2), 38-54.

Garoufalia, Z., Aggelis, A., Antoniou, E. A., Kouraklis, G., & Vagianos, C. (2022). Operating on Jehovah's Witnesses: A Challenging Surgical Issue. *Journal of religion and health*, 61(3), 2447-2457.

Garraffo, R., Drugeon, H. B., & Chiche, D. (1997). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of two oral forms of cefuroxime axetil. *Fundamental & clinical pharmacology*, 11(1), 90-95.

Garratty, G. (2012). Immune hemolytic anemia caused by drugs. *Expert opinion on drug safety*, 11(4), 635-642.

Germolec, D. R., Shipkowski, K. A., Frawley, R. P., & Evans, E. (2018). Markers of inflammation. *Immunotoxicity testing: Methods and protocols*, 57-79.

Giancaspro, V., Nuzziello, M., Pallotta, G., Sacchetti, A., & Petrarulo, F. (2000). Intravenous ascorbic acid in hemodialysis patients with functional iron deficiency: a clinical trial. *Journal of Nephrology*, 13(6), 444-449.

González-Castejón, M., Visioli, F., & Rodriguez-Casado, A. (2012). Diverse biological activities of dandelion. *Nutrition reviews*, 70(9), 534-547.

Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of toxicology*, 94(3), 651-715.

Guo, H., Zhang, W., Jiang, Y., Wang, H., Chen, G., & Guo, M. (2019). Physicochemical, structural, and biological properties of polysaccharides from dandelion. *Molecules*, 24(8), 1485.

Gutiérrez-Escobar, R., Aliaño-González, M. J., & Cantos-Villar, E. (2021). Wine polyphenol content and its influence on wine quality and properties: A review. *Molecules*, 26(3), 718.

H

Hamza, A. A., Mohamed, M. G., Lashin, F. M., & Amin, A. (2020). Dandelion prevents liver fibrosis, inflammatory response, and oxidative stress in rats. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81(1), 43.

Han, H., He, W., Wang, W., & Gao, B. (2011). Inhibitory effect of aqueous dandelion extract on HIV-1 replication and reverse transcriptase activity. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 112.

Han, K. H., Park, J. M., Jeong, M., Han, Y. M., Go, E. J., Park, J., Kim, H., Han, J.G., Kwon O., & Hahm, K. B. (2017). Heme oxygenase-1 induction and anti-inflammatory actions of *Atractylodes macrocephala* and *Taraxacum herba* extracts prevented colitis and was more effective than sulfasalazine in preventing relapse. *Gut and liver*, 11(5), 655.

Hansa, A., Devi, A., Upadhyay, M., Gupta, H., Syam, K., Asgari Lajayer, B., & Sharma, R. (2024). Toxicological implications of industrial effluents on plants: a review focusing on phytoremediation techniques. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(2), 2209-2224.

Hassan, W., Noreen, H., Rehman, S., Gul, S., Amjad Kamal, M., Paul Kamdem, J., Zaman, B., & BT da Rocha, J. (2017). Oxidative stress and antioxidant potential of one hundred medicinal plants. *Current topics in medicinal chemistry*, 17(12), 1336-1370.

Hefnawy, M., El-Shabrawy, Y., & Belal, F. (1999). Spectrofluorometric determination of alpha-aminocephalosporins in biological fluids and pharmaceutical preparations. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 21(4), 703-707.

Hernández-Rodríguez, P., Baquero, L. P., & Larrota, H. R. (2019). Flavonoids: Potential therapeutic agents by their antioxidant capacity. In *Bioactive compounds* (pp. 265-288). Woodhead Publishing.

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.

Hfaiedh, M., Brahmi, D., & Zourgui, L. (2016). Hepatoprotective effect of *Taraxacum officinale* leaf extract on sodium dichromate-induced liver injury in rats. *Environmental Toxicology*, 31(3), 339-349.

Hook, I., McGee, A., & Henman, M. (1993). Evaluation of dandelion for diuretic activity and variation in potassium content. *International Journal of Pharmacognosy*, 31(1), 29-34.

Hruby, A., & Jacques, P. F. (2019). Dietary protein and changes in biomarkers of inflammation and oxidative stress in the Framingham Heart Study Offspring Cohort. *Current developments in nutrition*, 3(5), nzz019.

Hu, C., & Kitts, D. D. (2005). Dandelion (*Taraxacum officinale*) flower extract suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide and prevents lipid oxidation in vitro. *Phytomedicine*, 12(8), 588-597.

I

Ianovici, N. (2016). *Taraxacum officinale* (Asteraceae) in the urban environment: seasonal fluctuations of plant traits and their relationship with meteorological factors. *Acta Agrobotanica*, 69(3).

Ighodaro, O. M., Asejeje, F. O., Adeosun, A. M., Ujomu, T. S., Adesina, F. C., & Bolaji, K. T. (2020). Erythropoietic potential of *Parquetina nigrescens* in cephalosporin-induced anaemia model. *Metabolism Open*, 8, 100064.

Ivanov, I. G. (2014). Polyphenols content and antioxidant activities of *Taraxacum officinale* FH Wigg (dandelion) leaves. *International journal of pharmacognosy and phytochemical research*, 6(4), 889-893.

Ivanov, I., Petkova, N., Tumbarski, J., Dincheva, I., Badjakov, I., Denev, P., & Pavlov, A. (2018). GC-MS characterization of n-hexane soluble fraction from dandelion (*Taraxacum officinale* Weber ex FH Wigg.) aerial parts and its antioxidant and antimicrobial properties. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 73(1-2), 41-47.

Ivanova, D., Gerova, D., Chervenkov, T., & Yankova, T. (2005). Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *Journal of ethnopharmacology*, 96(1-2), 145-150.

J

Jackson, P., & Blythe, D. (2013). Theory Practice of histological techniques. SK. Suvarna, C. Layton JD. Bancroft (Eds. 7th ed. Ch. 18. Philadelphia: Churchill Livingstone of El Sevier, 386-431.

Jalili, C., Taghadosi, M., Pazhouhi, M., Bahrehmand, F., Miraghaee, S. S., Pourmand, D., & Rashidi, I. (2020). An overview of therapeutic potentials of Taraxacum officinale (dandelion): A traditionally valuable herb with a reach historical background. WCRJ World Cancer Res. J, 7, e1679.

Jamal, A., Arif, A., Zubair, A., Kiran, S., Shahid, M. N., & Hossain, M. B. (2025). Exploring the Phytochemistry and Therapeutic Potential of Indigenously Grown Taraxacum officinale Leaves. Journal of Chemistry, 2025(1), 4385247.

Janabi, A. H. W., Kamboh, A. A., Saeed, M., Xiaoyu, L., BiBi, J., Majeed, F., Naveed, M., Mughal, M J., Korejo, N A., Kamboh, R., Huixian, M A & Lv, H. (2020). Flavonoid-rich foods (FRF): A promising nutraceutical approach against lifespan-shortening diseases. *Iranian journal of basic medical sciences*, 23(2), 140.

Jędrejek, D., Kontek, B., Lis, B., Stochmal, A., & Olas, B. (2017). Evaluation of antioxidant activity of phenolic fractions from the leaves and petals of dandelion in human plasma treated with H₂O₂ and H₂O₂/Fe. *Chemico-Biological Interactions*, 262, 29-37.

Jedrejek, D., Lis, B., Rolnik, A., Stochmal, A., & Olas, B. (2019). Comparative phytochemical, cytotoxicity, antioxidant and haemostatic studies of Taraxacum officinale root preparations. *Food and Chemical Toxicology*, 126, 233-247.

Jena, A. B., Samal, R. R., Bhol, N. K., & Duttaroy, A. K. (2023). Cellular Red-Ox system in health and disease: The latest update. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 162, 114606.

Jeng, S. S., & Chen, Y. H. (2022). Association of zinc with anemia. *Nutrients*, 14(22), 4918.

Jeon, H. J., Kang, H. J., Jung, H. J., Kang, Y. S., Lim, C. J., Kim, Y. M., & Park, E. H. (2008). Anti-inflammatory activity of Taraxacum officinale. *Journal of ethnopharmacology*, 115(1), 82-88.

Jinchun, Z., & Jie, C. (2011). The effects of Taraxacum officinale extracts (TOE) supplementation on physical fatigue in mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(2).

Jisha, N., Vysakh, A., Vijeesh, V., & Latha, M. S. (2019). Anti-inflammatory efficacy of methanolic extract of Muntingia calabura L. leaves in Carrageenan induced paw edema model. *Pathophysiology*, 26(3-4), 323-330.

Juurlink, B. H., Azouz, H. J., Aldalati, A. M., AlTinawi, B. M., & Ganguly, P. (2014). Hydroxybenzoic acid isomers and the cardiovascular system. *Nutrition journal*, 13(1), 63.

K

Kania, M., & Derebecka, N. (2010). Medicinal plants in type 2 diabetes mellitus. *Postępy Fitoterapii*.

Kania-Dobrowolska, M., & Baraniak, J. (2022). Dandelion (Taraxacum officinale L.) as a source of biologically active compounds supporting the therapy of co-existing diseases in metabolic syndrome. *Foods*, 11(18), 2858.

Kanwal, Q., Ahmed, M., Ur-Rehman, A., Anwar, A., Shahid, S., Shahzad, A., Bukhari, A.S. Ahmad, M., Yousaf, N & Muddassar, M. (2023). Hypolipidemic Effect of Chloroform Extract of Lagenaria siceraria: Potential Inhibitory Activity of Phytochemicals Targeting the HMG-CoA Reductase Revealed by Molecular Docking and Simulation Studies. *Journal of Chemistry*, 2023(1), 3010463.

M. LAKEHAL (2025). Caractérisation et propriétés thérapeutiques de Taraxacum officinale.
Doctorat LMD en N&P. Univ. Mostaganem.

Karakuş, A., Değer, Y., & Yıldırım, S. (2017). Protective effect of Silybum marianum and Taraxacum officinale extracts against oxidative kidney injuries induced by carbon tetrachloride in rats. *Renal failure*, 39(1), 1-6.

Kenny, O., Brunton, N. P., Walsh, D., Hewage, C. M., McLoughlin, P., & Smyth, T. J. (2015). Characterisation of antimicrobial extracts from dandelion root (*Taraxacum officinale*) using LC-SPE-NMR. *Phytotherapy Research*, 29(4), 526-532.

Khan, A. S., Arif, K., Munir, B., Kiran, S., Jalal, F., Qureshi, N., Hassan S. M., Soomro, G A., Abdul Ghaffar, A N., Tahir, A & Iqbal, M. (2019). Estimating total phenolics in *Taraxacum officinale* (L.) extracts. *Pol. J. Environ. Stud*, 28(1), 497.

Kim, H. M., Lee, E. H., Shin, T. Y., Lee, K. N., & Lee, J. S. (1998). Taraxacum officinale restores inhibition of nitric oxide production by cadmium in mouse peritoneal macrophages. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 20(2), 283-297.

Kim, J. H., & Baik, S. H. (2015). Preparation and characterization of fermented dandelion (*Taraxacum officinale*) beverage using *Lactobacillus acidophilus* F46 having cinnamoyl esterase activity. *Food Science and Biotechnology*, 24(2), 583-593.

Kluft, C., & Burggraaf, J. (2011). Introduction to haemostasis from a pharmacodynamic perspective. *British journal of clinical pharmacology*, 72(4), 538-546.

Knight, J., & Nigam, Y. (2024). Understanding the causes, symptoms and treatments of anaemias. *Nursing Times*, 120(8), 38-43.

Koivunen, M. E., & Krogsrud, R. L. (2006). Principles of immunochemical techniques used in clinical laboratories. *Laboratory Medicine*, 37(8), 490-497.

Kone, L. B., Torres, C., Banulescu, M., Maker, V. K., & Maker, A. V. (2022). Perioperative broad-spectrum antibiotics are associated with decreased surgical site infections compared to 1st-3rd generation cephalosporins after open pancreaticoduodenectomy in patients with jaundice or a biliary stent. *Annals of surgery*, 275(6), 1175-1183.

Kotha, R. R., Tareq, F. S., Yildiz, E., & Luthria, D. L. (2022). Oxidative stress and antioxidants—A critical review on in vitro antioxidant assays. *Antioxidants*, 11(12), 2388.

Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology reports*, 24, e00370.

B

Lacour, R et Belon, J. P. (2015). *physiologie*. Elsevier-Masson. 229-235p.

Laila, U., Kaur, J., Sharma, K., Singh, J., Rasane, P., Kaur, S., & Bhadariya, V. (2025). Dandelion (*Taraxacum officinale*): A promising source of nutritional and therapeutic compounds. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 16(1), 41-56.

Lamari, N., Meriem, A., & Zaouani, M. (2017). Screening phytochimique et contribution à l'étude de l'activité anti inflammatoire d'une plante médicinale tiges et feuilles (*ziziphus lotus*) (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).

Lange, K., Peskar, B. A., & Peskar, B. M. (1985). Stimulation of rat gastric mucosal leukotriene formation by ethanol. *Naunyn Schmiedberg's Archives of Pharmacology*, R27.

Lee, B. R., Lee, J. H., & An, H. J. (2012). Effects of *Taraxacum officinale* on fatigue and immunological parameters in mice. *Molecules*, 17(11), 13253-13265.

References bibliographiques

Li, H., Wang, X., Li, Y., Li, P., & Wang, H. (2009). Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. *Food chemistry*, 112(2), 454-460.

Li, W., Wang, X., Zhang, H., He, Z., Zhi, W., Liu, F., Wang, Y., & Niu, X. (2016). Anti-ulcerogenic effect of cavidine against ethanol-induced acute gastric ulcer in mice and possible underlying mechanism. *International immunopharmacology*, 38, 450-459.

Liang, Y., Duan, H., Zhang, P., Han, H., Gao, F., Li, Y., & Xu, Z. (2020). Extraction and isolation of the active ingredients of dandelion and its antifungal activity against *Candida albicans*. *Molecular Medicine Reports*, 21(1), 229-239.

Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants* (Vol. 1, pp. 285-292). Dordrecht, The Netherlands:: Springer.

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.

Lis, B., Jedrejek, D., Rywaniak, J., Soluch, A., Stochmal, A., & Olas, B. (2020). Flavonoid preparations from *Taraxacum officinale* L. fruits—A phytochemical, antioxidant and hemostasis studies. *Molecules*, 25(22), 5402.

Lis, B., Jędrejek, D., Stochmal, A., & Olas, B. (2018). Assessment of effects of phenolic fractions from leaves and petals of dandelion in selected components of hemostasis. *Food research international*, 107, 605-612.

Liu, J., Lin, H., Yuan, L., Wang, D., Wang, C., Sun, J., Zhang, C., Chen, J., Li, H., & Jing, S. (2021). Protective Effects of Anwulignan against HCl/Ethanol-Induced Acute Gastric Ulcer in Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021(1), 9998982.

Liu, L., Xiong, H., Ping, J., Ju, Y., & Zhang, X. (2010). *Taraxacum officinale* protects against lipopolysaccharide-induced acute lung injury in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 130(2), 392-397.

Loram, L. C., Fuller, A., Fick, L. G., Cartmell, T., Poole, S., & Mitchell, D. (2007). Cytokine profiles during carrageenan-induced inflammatory hyperalgesia in rat muscle and hind paw. *The Journal of Pain*, 8(2), 127-136.

Loréal, O., Bardou-Jacquet, E., Jouanolle, A. M., Gandon, Y., Deugnier, Y., Brissot, P., & Ropert, M. (2012, June). Métabolisme du fer et outils diagnostiques pour le clinicien [Iron metabolism and tools for the iron status assessment]. In 65ème congrès de la Société Nationale Française de Médecine Interne (Vol. 33, No. Suppl. 1, pp. S3-9).

Louisot, P. (1983). *Biochimie: générale et médicale, structurale, métabolique, sémiologique*. (No Title).

Luka, C. D., Abdulkarim, M., Adoga, G. I., Tijjani, H., & Olatunde, A. (2014). Anti-anaemic Potential of Aqueous Extract of *Spinaciaoleracea* Leaf in Phenylhydrazine-treated Rats. *NY Sci J*, 7(6), 14-18.

M

Mahboubi, M., & Mahboubi, M. (2020). Hepatoprotection by dandelion (*Taraxacum officinale*) and mechanisms. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 10(1), 1-10.

Mailloux, R. J. (2020). An update on mitochondrial reactive oxygen species production. *Antioxidants*, 9(6), 472.

Majewski, M., Lis, B., Juśkiewicz, J., Ognik, K., Borkowska-Sztachañska, M., Jedrejek, D., ... & Olas, B. (2020). Phenolic fractions from dandelion leaves and petals as modulators of the antioxidant status and lipid profile in an in vivo study. *Antioxidants*, 9(2), 131.

Maner, B. S., Killeen, R. B., & Moosavi, L. (2024). Mean corpuscular volume. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.

Marinas, I. C., Oprea, E., Chifiriuc, M. C., Badea, I. A., Buleandra, M., & Lazar, V. (2015). Chemical composition and antipathogenic activity of Artemisia annua essential oil from Romania. *Chemistry & biodiversity*, 12(10), 1554-1564.

Marotta, F., Tajiri, H., Safran, P., Fesce, E., & Ideo, G. (1999). Ethanol-related gastric mucosal damage: evidence of a free radical-mediated mechanism and beneficial effect of oral supplementation with bionormalizer, a novel natural antioxidant. *Digestion*, 60(6), 538-543.

Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., & D'Alessandro, A. G. (2022). Free radical properties, source and targets, antioxidant consumption and health. *Oxygen*, 2(2), 48-78.

Martinez, M., Poirrier, P., Chamy, R., Prüfer, D., Schulze-Gronover, C., Jorquera, L., & Ruiz, G. (2015). Taraxacum officinale and related species—An ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. *Journal of Ethnopharmacology*, 169, 244-262.

Means Jr, R. T. (1999). Advances in the anemia of chronic disease. *International journal of hematology*, 70(1), 7-12.

Medzhitov, R. (2008). Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*, 454(7203), 428-435.

Mesika, R., & Reichmann, D. (2019). When safeguarding goes wrong: Impact of oxidative stress on protein homeostasis in health and neurodegenerative disorders. *Advances in protein chemistry and structural biology*, 114, 221-264.

Milek, M., Marcinčáková, D., & Legáth, J. (2019). Polyphenols content, antioxidant activity, and cytotoxicity assessment of Taraxacum officinale extracts prepared through the micelle-mediated extraction method. *Molecules*, 24(6), 1025.

Milena Morandi Vuolo. Verena Silva Lima et Mário Roberto Maróstica Junio, 2019. Chapter 2 - Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. *Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications Journal*. Volume 9. N 3. Pages: 33-50.

Mingarro, D. M., Plaza, A., Galán, A., Vicente, J. A., Martínez, M. P., & Acero, N. (2015). The effect of five Taraxacum species on in vitro and in vivo antioxidant and antiproliferative activity. *Food & Function*, 6(8), 2787-2793.

Mirończuk-Chodakowska, I., Witkowska, A. M., & Zujko, M. E. (2018). Endogenous non-enzymatic antioxidants in the human body. *Advances in medical sciences*, 63(1), 68-78.

Modaresi, M., & Resalatpour, N. (2012). The effect of Taraxacum officinale hydroalcoholic extract on blood cells in mice. *Advances in hematology*, 2012(1), 653412.

Monographs, E. S. C. O. P. (2003). The scientific foundation for herbal medicinal products. United Kingdom.

Morant-Ferrando, B., Jimenez-Blasco, D., Alonso-Batan, P., Agulla, J., Lapresa, R., Garcia-Rodriguez, D., Yunta-Sanchez S., Lopez-Fabuel I., Fernandez E., Carmeliet P., Almeida A., Garcia-Macia M & Bolaños, J. P. (2023). Fatty acid oxidation organizes mitochondrial supercomplexes to sustain astrocytic ROS and cognition. *Nature Metabolism*, 5(8), 1290-1302.

Morsy, M. A., Heeba, G. H., Abdelwahab, S. A., & Rofaeil, R. R. (2012). Protective effects of nebivolol against cold restraint stress-induced gastric ulcer in rats: role of NO, HO-1, and COX-1, 2. *Nitric Oxide*, 27(2), 117-122

Musumeci, G. (2014). Past, present and future: overview on histology and histopathology. J Histol Histopathol, 1(5), 1-3.

Nasrullah, I. R., & Khalid, N. (2019). Anemia symptoms, causes, prevention, diagnosis and treatment. J Biomed Engg Res, 1(1).

N

Nassan, M. A., Soliman, M. M., Ismail, S. A., & El-Shazly, S. (2018). Effect of Taraxacum officinale extract on PI3K/Akt pathway in DMBA-induced breast cancer in albino rats. Bioscience reports, 38(6), BSR20180334.

Nguyen, C., Mehaidli, A., Baskaran, K., Grewal, S., Pupulin, A., Ruvinov, I., Scaria B., Parashar K., Vegh C & Pandey, S. (2019). Dandelion root and lemongrass extracts induce apoptosis, enhance chemotherapeutic efficacy, and reduce tumour xenograft growth in vivo in prostate cancer. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2019(1), 2951428.

Ning, C., Wang, X., Gao, S., Mu, J., Wang, Y., Liu, S., ... & Meng, X. (2017). Chicory inulin ameliorates type 2 diabetes mellitus and suppresses JNK and MAPK pathways in vivo and in vitro. Molecular nutrition & food research, 61(8), 1600673.

Nongonierma, R., Ndiaye, A., Ndiaye, M., & Faye, B. (2006). Activite anti-inflammatoire des decoctes aqueux et alcoolique des feuilles de Boscia senegalensis (Pers) Lam. ex. Poir. capparridaceae. Médecine d'Afrique Noire, 53(10), 557-563.

Nourshargh, S., & Alon, R. (2014). Leukocyte migration into inflamed tissues. Immunity, 41(5), 694-707.

Nzekwe, S., Morakinyo, A., Oguntibeju, O., & Ayeleso, A. (2020). Effect of Taraxacum officinale leaf extract on liver antioxidant status in streptozotocin-induced diabetic male wistar rats. African Journal of Biomedical Research, 23(3), 421-428.

B

Ohnishi, T., Ohnishi, S. T., & Salerno, J. C. (2018). Five decades of research on mitochondrial NADH-quinone oxidoreductase (complex I). Biological Chemistry, 399(11), 1249-1264.

Olas, B. (2022). New perspectives on the effect of dandelion, its food products and other preparations on the cardiovascular system and its diseases. Nutrients, 14(7), 1350.

Oliveira, T. H. B., Gusmão, N. B., Silva, L. A. D., & Coelho, L. C. (2021). Free radicals and actinobacteria as a misexplored goldmine of antioxidant compounds. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 93, e20201925.

Omaye, S. T., Turnbull, J. D., & Sauberlich, H. E. (1979). Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues, and fluids. In Methods in enzymology (Vol. 62, pp. 3-11). Academic press.

Omidvari, K., De Boisblanc, B. P., Karam, G., Nelson, S., Haponik, E., & Summer, W. (1998). Early transition to oral antibiotic therapy for community-acquired pneumonia: duration of therapy, clinical outcomes, and cost analysis. Respiratory medicine, 92(8), 1032-1039.

Ovadge, P., & Chatterjee, S. (2011). Gri n C, Tran C, Hamm C, Pandey S. Selective induction of apoptosis through activation of caspase-8 in human leukemia cells (Jurkat) by dandelion root extract. J Ethnopharmacol, 133, 86-91.

Ovadge, P., Ammar, S., Guerrero, J. A., Arnason, J. T., & Pandey, S. (2016). Dandelion root extract affects colorectal cancer proliferation and survival through the activation of multiple death signalling pathways. *Oncotarget*, 7(45), 73080.

Ovadge, P., Chochkeh, M., Akbari-Asl, P., Hamm, C., & Pandey, S. (2012). Selective induction of apoptosis and autophagy through treatment with dandelion root extract in human pancreatic cancer cells. *Pancreas*, 41(7), 1039-1047.

Özcan, M. M., Paksoy, M., & Ünver, A. (2012). The antioxidant capacity and total phenol contents of leave and roots of *Taraxacum officinale*. *J. Agroaliment. Process. Technol*, 18, 270-271.

P

Paglia, D. E., & Valentine, W. N. (1967). Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 70(1), 158-169.

Pahwa, R., Goyal, A., & Jialal, I. (2018). Chronic inflammation.

Park, C. M., Cho, C. W., & Song, Y. S. (2014). TOP 1 and 2, polysaccharides from *Taraxacum officinale*, inhibit NFκB-mediated inflammation and accelerate Nrf2-induced antioxidative potential through the modulation of PI3K-Akt signaling pathway in RAW 264.7 cells. *Food and Chemical Toxicology*, 66, 56-64.

Park, C. M., Park, J. Y., Noh, K. H., Shin, J. H., & Song, Y. S. (2011). *Taraxacum officinale* Weber extracts inhibit LPS-induced oxidative stress and nitric oxide production via the NF-κB modulation in RAW 264.7 cells. *Journal of ethnopharmacology*, 133(2), 834-842.

Paul, S., Mizuno, C. S., Lee, H. J., Zheng, X., Chajkowisk, S., Rimoldi, J. M., Suh, C. A.N., & Rimando, A. M. (2010). In vitro and in vivo studies on stilbene analogs as potential treatment agents for colon cancer. *European journal of medicinal chemistry*, 45(9), 3702-3708.

Petkova, N., Ivanov, I., Topchieva, S., Denev, P., & Pavlov, A. (2015). Biologically active substances and in vitro antioxidant activity of different extracts from dandelion (*Taraxacum officinale*) roots.

Pfingstgraf, I. O., Taulescu, M., Orășan, R., Pop, R. M., Vlase, L., Toma, C., & Pârvu, A. E. (2020). Effect of *Taraxacum officinale* L.(dandelion) root extract in experimental chronic liver failure.

Pfingstgraf, I. O., Taulescu, M., Pop, R. M., Orășan, R., Vlase, L., Uifalean, A., Todea D., Alexescu T., Toma C., & Pârvu, A. E. (2021). Protective effects of *Taraxacum officinale* L.(dandelion) root extract in experimental acute on chronic liver failure. *Antioxidants*, 10(4), 504.

Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian journal of clinical biochemistry*, 30(1), 11-26.

Pizzino, G. (2017). 1,* Natasha Irrera, 1 Mariapaola Cucinotta, 2 Giovanni Pallio, 1 Federica Mannino, 1 Vincenzo Arcoraci, 1 Francesco Squadrito, 1 Domenica Altavilla, 2 and Alessandra Bitto 1. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxid Med Cell Longev*, 2017, 8416763.

Prabhu, S., Molath, A., Choksi, H., Kumar, S., & Mehra, R. (2021). Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases. *Int. J. Physiol. Nutr. Phys. Educ*, 6(1), 293-301.

Q

Qian, L., Zhou, Y., Teng, Z., Du, C. L., & Tian, C. (2014). Preparation and antibacterial activity of oligosaccharides derived from dandelion. *International journal of biological macromolecules*, 64, 392-394.

Qiao, J., Arthur, J. F., Gardiner, E. E., Andrews, R. K., Zeng, L., & Xu, K. (2018). Regulation of platelet activation and thrombus formation by reactive oxygen species. *Redox biology*, 14, 126-130.

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

Radoman, K., Zivkovic, V., Zdravkovic, N., Chichkova, N. V., Bolevich, S., & Jakovljevic, V. (2023). Effects of dandelion root on rat heart function and oxidative status. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1), 78.

Rainsford, K. D. (1989). Mechanisms of gastrointestinal toxicity of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 24(sup163), 9-16.

Rani, S. J., Supraja, P., Sujitha, A., Kiranmayee, P., & Usha, R. (2015). Evaluation of antibacterial and antifungal activity of *Artemisia annua* during pre and post flowering stages. *Int. J. Curr. Res*, 7, 21581-21587.

Rasool, S., & Sharma, B. (2014). *Taraxacum officinale*: a high value less known medicinal plant. *Ann Plant Sci*, 3(12), 908-915.

Rehman, S., Ijaz, B., Fatima, N., Muhammad, S. A., & Riazuddin, S. (2016). Therapeutic potential of *Taraxacum officinale* against HCV NS5B polymerase: In-vitro and In silico study. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 83, 881-891.

Ribezzo, F., Shiloh, Y., & Schumacher, B. (2016, June). Systemic DNA damage responses in aging and diseases. In *Seminars in cancer biology* (Vol. 37, pp. 26-35). Academic Press.

Rodríguez-García C., Sánchez-Quesada C., Toledo E., Delgado-Rodríguez M and Gaforio J J, 2019. Naturally Lignan-Rich Foods: A Dietary Tool for Health Promotion. *Molecules Journal*. Volume24. N5. Issue917. Pages : 1-25.

S

Salehi, B., Selamoglu, Z., Sevindik, M., Fahmy, N. M., Al-Sayed, E., El-Shazly, M., ... & Büsselberg, D. (2020). *Achillea* spp.: A comprehensive review on its ethnobotany, phytochemistry, phytopharmacology and industrial applications. *Cellular and molecular biology*, 66(4), 78-103.

Salim, N. S., El-Maati, M. F. A., Abdelnour, S. A., & Abdel-Alim, M. E. (2025). Hepatoprotective activity of taraxacum officinale extract against CCl4-induced liver injury in rats. *Food Bioscience*, 68, 106708.

Sang, R., Yu, Y., Ge, B., Xu, L., Wang, Z., & Zhang, X. (2019). Taraxasterol from *Taraxacum* prevents concanavalin A-induced acute hepatic injury in mice via modulating TLRs/NF-κB and Bax/Bcl-2 signalling pathways. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 47(1), 3929-3937.

Sangeetha, S., & Ezhilarasan, D. (2016). In vitro antimicrobial activity of dandelion against orodental pathogens. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8, 1598-1600.

Saratale, R. G., Benelli, G., Kumar, G., Kim, D. S., & Saratale, G. D. (2018). Bio-fabrication of silver nanoparticles using the leaf extract of an ancient herbal medicine, dandelion (*Taraxacum officinale*), evaluation of their antioxidant, anticancer potential, and antimicrobial activity against phytopathogens. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(11), 10392-10406.

Sato, Y., Itagaki, S., Kurokawa, T., Ogura, J., Kobayashi, M., Hirano, T., Sugawara M., & Iseki, K. (2011). In vitro and in vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. *International journal of pharmaceutics*, 403(1-2), 136-138.

Schneider, M. (2005). Fréquence de l'anémie chez les patients français atteints de tumeurs solides ou d'hémopathies malignes: résultats de l'«European Cancer Anaemia Survey (ECAS)». *Oncologie*, 7(5), 397-402.

Schütz, K., Carle, R., & Schieber, A. (2006). Taraxacum—a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Journal of ethnopharmacology*, 107(3), 313-323.

Senizza, A., Rocchetti, G., Mosele, J. I., Patrone, V., Callegari, M. L., Morelli, L., & Lucini, L. (2020). Lignans and gut microbiota: An interplay revealing potential health implications. *Molecules*, 25(23), 5709.

Shah, S. M. M., Khan, F. A., Shah, S. M. H., Chishti, K. A., Pirzada, S. M. S. S., Khan, M. A., & Farid, A. (2011). Evaluation of phytochemicals and antimicrobial activity of white and blue capitulum and whole plant of *Silybum marianum*. *World Appl Sci J*, 12(8), 1139-1144.

Shapira, E., Ben-Yoseph, Y., & Aebi, H. (1974). Nature of residual erythrocyte catalase activity in Swiss-type acatalasemia. *Enzyme*, 17(5), 307-318.

Sharifi-Rad, M., Roberts, T. H., Matthews, K. R., Bezerra, C. F., Morais-Braga, M. F. B., Coutinho, H. M., Sharopov, F., Salehi, B., Yousaf Z., Sharifi-Rad, M., Contreras, M.D. M., Varoni, E. M., Verma, D. R., Iriti, M., & Sharifi-Rad, J. (2018). Ethnobotany of the genus *Taraxacum*—Phytochemicals and antimicrobial activity. *Phytotherapy Research*, 32(11), 2131-2145.

Sharma, K., & Zafar, R. (2014). Simultaneous estimation of taraxerol and taraxasterol in root callus cultures of *Taraxacum officinale* Weber. *Int J Pharmacogn Phytochem Res*, 6(3), 540-546.

Sheinenzon, A., Shehadeh, M., Michelis, R., Shaoul, E., & Ronen, O. (2021). Serum albumin levels and inflammation. *International journal of biological macromolecules*, 184, 857-862.

Shostak, S. (2013). Histology's nomenclature: Past, present and future. *Biol Syst Open Access*, 2(122), 2.

Sigstedt, S. C., Hooten, C. J., Callewaert, M. C., Jenkins, A. R., Romero, A. E., Pullin, M. J., Kornienko, A., Lowrey TK., Van Slambrouck S., & Steelant, W. F. (2008). Evaluation of aqueous extracts of *Taraxacum officinale* on growth and invasion of breast and prostate cancer cells. *International journal of oncology*, 32(5), 1085-1090.

Sim, S. S., Choi, J. C., Rhie, D. J., Yoon, S. H., Hahn, S. J., Kim, C. J., Kim, M.S., & Jo, Y. H. (2001). The involvement of phospholipase A2 in ethanol-induced gastric muscle contraction. *European journal of pharmacology*, 413(2-3), 281-285.

Sina Iyola et Godwin Avwioro, 2011. Alum haematoxylin stain for the demonstration of nuclear and extra nuclear substances. *Journal of Pharmacy and Clinical Sciences*. Volume 1. Pages: 20-23.

Singh, D. K., & Kumar, G. (2021). Subgingival temperature: A forgotten cardinal sign of gingival inflammation. *International Journal of Academic Medicine*, 7(4), 240-249.

Singla, R. K., Dubey, A. K., Garg, A., Sharma, R. K., Fiorino, M., Ameen, S. M., ... & Al-Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: Chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. *Journal of AOAC International*, 102(5), 1397-1400.

Sisein, E. A. (2014). Biochemistry of free radicals and antioxidants. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 2(2), 110-118.

Siti M Mustafa, Lee S Chua, Hesham A El- Enshasya, Fadzilah A A Majidb et Roslinda A Malek, 2016. A Review on Fruit Juice Probiotication: Pomegranate. *Journal of Current Nutrition & Food Science*, Volume 12. N 15. Page: 4-11.

Southon, S., Gee, J. M., & Johnson, I. T. (1984). Hexose transport and mucosal morphology in the small intestine of the zinc-deficient rat. *British Journal of Nutrition*, 52(2), 371-380.

Srinivas, T. L., Lakshmi, S. M., Shama, S. N., Reddy, G. K., & Prasanna, K. R. (2013). Medicinal plants as anti-ulcer agents. *J Pharmacogn Phytochem*, 2(4), 91-7.

Stang, L. J., & Mitchell, L. G. (2013). Fibrinogen. In *Haemostasis: Methods and Protocols* (pp. 181-192). Totowa, NJ: Humana Press.

Stevens, S. L. (2021). Fat-soluble vitamins. *Nursing clinics*, 56(1), 33-45.

Stewart-Wade, S. M., Neumann, S., Collins, L. L., & Boland, G. J. (2002). The biology of Canadian weeds. 117. *Taraxacum officinale* GH Weber ex Wiggers. *Canadian journal of plant science*, 82(4), 825-853.

Suo, H., Zhao, X., Qian, Y., Sun, P., Zhu, K., Li, J., & Sun, B. (2016). *Lactobacillus fermentum* Suo attenuates HCl/ethanol induced gastric injury in mice through its antioxidant effects. *Nutrients*, 8(3), 155.

Sur, B. J., Koh, Y. J., Choi, H. D., Shim, I., Lee, H., & Hahm, D. H. (2008). Protective effect of orally administrated dandelion against carrageenan-induced ankle arthritis in rats. *Experimental Neurobiology*, 17(2), 63-69.

B

Tan, X., Sun, Z., Chen, S., Chen, S., Huang, Z., Zhou, C., Zou, C., Liu, Q., Ye, H., Lin, H., Ye, C., & Wang, A. (2017). Effects of dietary dandelion extracts on growth performance, body composition, plasma biochemical parameters, immune responses and disease resistance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 66, 198-206.

Tangara, M., Doumbia, S., Diallo, F. M., Traoré, F. G., & Ouologuem, B. (2019). concentration sérique de calcium, phosphore, magnésium, sodium, potassium, chlore, fer et protéine totale chez les dromadaires en zones sahélienne et subhumide du Mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie*, (21), 4-15.

Teka, T., Zhang, L., Ge, X., Li, Y., Han, L., & Yan, X. (2022). Stilbenes: Source plants, chemistry, biosynthesis, pharmacology, application and problems related to their clinical Application-A comprehensive review. *Phytochemistry*, 197, 113128.

Teleanu, D. M., Niculescu, A. G., Lungu, I. I., Radu, C. I., Vladăcenco, O., Roza, E., Costăchescu, B., Grumezescu, A M., & Teleanu, R. I. (2022). An overview of oxidative stress, neuroinflammation, and neurodegenerative diseases. *International journal of molecular sciences*, 23(11), 5938.

Titford, M. (2009). Progress in the development of microscopical techniques for diagnostic pathology. *Journal of histotechnology*, 32(1), 9-19.

Treml, J., & Šmejkal, K. (2016). Flavonoids as potent scavengers of hydroxyl radicals. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 15(4), 720-738.

Triantafyllidis, J. K., Vagianos, C., & Papalois, A. E. (2015). The role of enteral nutrition in patients with inflammatory bowel disease: current aspects. *BioMed research international*, 2015(1), 197167.

Trinh, P. C., Thao, L. T. T., Ha, H. T. V., & Nguyen, T. (2020). DPPH-scavenging and antimicrobial activities of Asteraceae medicinal plants on uropathogenic bacteria. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(1), 7807026.

Trojanova, I., Rada, V., Kokoška, L., & Vlkova, E. (2004). The bifidogenic effect of Taraxacum officinale root. Fitoterapia, 75(7-8), 760-763.

Tsai, K. L., Kao, C. L., Hung, C. H., Cheng, Y. H., Lin, H. C., & Chu, P. M. (2017). Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. Oncotarget, 8(18), 29600.

Tumilaar, S. G., Hardianto, A., Dohi, H., & Kurnia, D. (2024). A comprehensive review of free radicals, oxidative stress, and antioxidants: Overview, clinical applications, global perspectives, future directions, and mechanisms of antioxidant activity of flavonoid compounds. Journal of Chemistry, 2024(1), 5594386.

Turkistani, A. M. (2019). Efficiency of Taraxacum officinale leaves extract in alleviating gastric ulcer in male rats. Medical Science, 23(99), 628-638.

Turner, M. D., Nedjai, B., Hurst, T., & Pennington, D. J. (2014). Cytokines and chemokines: At the crossroads of cell signalling and inflammatory disease. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research, 1843(11), 2563-2582.

U

Ürüşan, H. (2023). Effects of dandelion (Taraxacum officinale) supplementation on productive performance, egg quality traits, serum biochemical parameters and liver fat rate in laying hens. Indian Journal of Animal Research, 57(8).

V

Vasudevan, M., Gunnam, K. K., & Parle, M. (2006). Antinociceptive and anti-inflammatory properties of Daucus carota seeds extract. Journal of health science, 52(5), 598-606.

Verdenius, H. H. W., & Alma, L. (1958). A quantitative study of decalcification methods in histology. Journal of clinical pathology, 11(3), 229.

Vora, J., & Pednekar, M. S. R. (2017). Insight into the biochemical link between biodiversity and nutraceuticals. J Environ Sci Toxicol Food Technol, 11, 22-25.

Wahler, D., Gronover, C. S., Richter, C., Foucu, F., Twyman, R. M., Moerschbacher, B. M., Fischer, F., & Prufer, D. (2009). Polyphenoloxidase silencing affects latex coagulation in Taraxacum species. Plant physiology, 151(1), 334-346.

W

Wang, H. B. (2014). Cellulase-assisted extraction and antibacterial activity of polysaccharides from the dandelion Taraxacum officinale. Carbohydrate polymers, 103, 140-142.

Wang, Q., Bie, Y. L., Wang, D., & Fan, W. T. (2017). Effects of Dandelion polysaccharide on IL-6/STAT3 signaling pathway in ulcerative colitis rats. Zhongguo Ying Yong Sheng Li xue za zhi= Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi= Chinese Journal of Applied Physiology, 33(5), 422-425.

Wang, S., Wang, Y., Liu, X., Guan, L., Yu, L., & Zhang, X. (2016). Anti-inflammatory and anti-arthritis effects of taraxasterol on adjuvant-induced arthritis in rats. Journal of ethnopharmacology, 187, 42-48.

Wang, T., Sun, J., Wang, L., Lin, Y., Wu, Z., Jia, Q., Zhang, S., An, J., Ma, X., Wu, Q., Su, Z., & Wang, H. (2025). Therapeutic potential of isochlorogenic acid A from Taraxacum officinale in improving immune response and enhancing the efficacy of PD-1/PD-L1 blockade in triple-negative breast cancer. Frontiers in Immunology, 16, 1529710.

Ward, P. A., & Lentsch, A. B. (1999). The acute inflammatory response and its regulation. Archives of surgery, 134(6), 666-669.

Webster, D. (1977). The immediate reaction between bromocresol green and serum as a measure of albumin content. Clinical Chemistry, 23(4), 663-665.

Weill, B., & Batteux, F. (2003). Immunopathologie et réactions inflammatoires. De Boeck Supérieur.

Weiss, A. T. A., Delcour, N. M., Meyer, A., & Klopfleisch, R. (2011). Efficient and cost-effective extraction of genomic DNA from formalin-fixed and paraffin-embedded tissues. Veterinary pathology, 48(4), 834-838.

Wen He. Huamin Han. Wei Wang et Bin Gao, 2011. Anti-influenza virus effect of aqueous extracts from dandelion. *Virology Journal*. Volume 8. N 538. Pages:1-11.

Wiegand, I., Hilpert, K., & Hancock, R. E. (2008). Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances. Nature protocols, 3(2), 163-175.

Wirngo, F. E., Lambert, M. N., & Jeppesen, P. B. (2016). The physiological effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) in type 2 diabetes. The review of diabetic studies: RDS, 13(2-3), 113.

Woisky, R. G., & Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. Journal of apicultural research, 37(2), 99-105.

Wojcik, M., Krawczyk, M., Zieleniak, A., Mac Marcjanek, K., & Wozniak, L. A. (2020). Associations of high blood sugar with oxidative stress and inflammation in patients with type 2 diabetes. In Dietary sugar, salt and fat in human health (pp. 305-323). Academic Press.

Wong, H. S., Dighe, P. A., Mezera, V., Monternier, P. A., & Brand, M. D. (2017). Production of superoxide and hydrogen peroxide from specific mitochondrial sites under different bioenergetic conditions. Journal of Biological Chemistry, 292(41), 16804-16809.

Wouters, H. J., van der Klauw, M. M., de Witte, T., Stauder, R., Swinkels, D. W., Wolffenbuttel, B. H., & Huls, G. (2018). Association of anemia with health-related quality of life and survival: a large population-based cohort study. haematologica, 104(3), 468.

Wu, J., Xiao, Y., & Wang, C. (2025). Extraction, compositional analysis, in vitro antioxidant and antiproliferative activities of dandelion (*Taraxacum officinale*) seed oil. Food Chemistry, 476, 143435.

X

Xi, J., Shen, D., Zhao, S., Lu, B., Li, Y., & Zhang, R. (2009). Characterization of polyphenols from green tea leaves using a high hydrostatic pressure extraction. International Journal of Pharmaceutics, 382(1-2), 139-143.

Xie, P. J., Huang, L. X., Zhang, C. H., Ding, S. S., Deng, Y. J., & Wang, X. J. (2018). Skin-care effects of dandelion leaf extract and stem extract: Antioxidant properties, tyrosinase inhibitory and molecular docking simulations. Industrial crops and products, 111, 238-246.

Xu, S. L., Li, K., Cao, W. W., Chen, S. H., Ren, S. B., Zhang, B. F., & Zhang, Y. M. (2024). The association between admission mean corpuscular volume and preoperative deep venous thrombosis in geriatrics hip fracture: a retrospective study. BMC Musculoskeletal Disorders, 25(1), 40.

Xue, Y., Zhang, S., Du, M., & Zhu, M. J. (2017). Dandelion extract suppresses reactive oxidative species and inflammasome in intestinal epithelial cells. Journal of Functional Foods, 29, 10-18.

Y

Yagi, K. (1976). A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. Biochemical medicine, 15(2), 212-216.

Yang Yu, Yuxiang Cui, Laura J. Niedernhofer, Yinsheng Wang, 2016. Occurrence, Biological Consequences, and Human Health Relevance of Oxidative Stress-Induced DNA Damage. *Research in Toxicology Journal*. Volume 29. N 12. Pages: 2008-2039.

Yang, D., Liu, X., Liu, M., Chi, H., Liu, J., & Han, H. (2015). Protective effects of quercetin and taraxasterol against H₂O₂-induced human umbilical vein endothelial cell injury in vitro. *Experimental and therapeutic medicine*, 10(4), 1253-1260.

Yang, H. J., Kim, M. J., Kwon, D. Y., Kang, E. S., Kang, S., & Park, S. (2017). Gastroprotective actions of Taraxacum coreanum Nakai water extracts in ethanol-induced rat models of acute and chronic gastritis. *Journal of ethnopharmacology*, 208, 84-93.

Yang, Y., Ying, G., Wu, S., Wu, F., & Chen, Z. (2020). In vitro inhibition effects of hepatitis B virus by dandelion and taraxasterol. *Infectious agents and cancer*, 15(1), 44.

Yarnell, E., & Abascal, K. (2009). Dandelion (Taraxacum officinale and T mongolicum). *Integrative Medicine: A Clinician's Journal*, 8(2).

Yoshioka, E., Kato, K., Tanabe, M., Misaizu, T., & Ogata, H. (2006). Determination of KRN321 in Rat Serum by ELISA and Correlation Between ELISA and in vitro Bioassay. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*, 27(3), 265-277.

Young, B., O'Dowd, G., & Stewart, W. (2009). *Wheater's Basic Pathology: A Text, Atlas and Review of Histopathology E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Yousefi Ghale-Salimi, M., Eidi, M., Ghaemi, N., & Khavari-Nejad, R. A. (2018). Inhibitory effects of taraxasterol and aqueous extract of Taraxacum officinale on calcium oxalate crystallization: in vitro study. *Renal failure*, 40(1), 298-305.

Z

Zanatta, E., Sánchez-Janssen, R., Chies-Santos, A. L., de Souza, R. S., & Blakeslee, J. P. (2021). A high occurrence of nuclear star clusters in faint Coma galaxies, and the roles of mass and environment. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 508(1), 986-998.

Zanatta, F., Gandolfi, R. B., Lemos, M., Ticona, J. C., Gimenez, A., Clasen, B. K., Filho, V. C., & de Andrade, S. F. (2009). Gastroprotective activity of alkaloid extract and 2-phenylquinoline obtained from the bark of Galipea longiflora Krause (Rutaceae). *Chemico-Biological Interactions*, 180(2), 312-317.

Zigterman, B. G. R., & Dubois, L. (2022). Inflammation and infection: cellular and biochemical processes. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 129(3), 125-129.



Anti-inflammatory Activity of *Taraxacum officinale* on Carrageenan-induced Paw Edema in Wistar Rats

Mahjouba LAKEHAL¹, Abdelmalek CHAALEL¹, Mokhtaria Yasmina BOUFADI²,
Nawal BOUKEZZOULA¹, Djilali BENABDELMOUMENE³, Choukri TEFIANI⁴

10.18805/ag.DF-737

ABSTRACT

Background: *Taraxacum officinale* (dandelion) has been traditionally used to treat liver disorders and inflammation. This study investigates the anti-inflammatory effects of its ethanolic extract (EET) in a carrageenan-induced inflammation model in Wistar rats. **Methods:** Twenty male rats were divided into four groups (n=5). Group 1 served as the negative control, while Groups 3 and 4 received a 3% carrageenan intra-dermal injection. Groups 2 and 3 were treated with EET (200 mg/kg body weight) twice daily for seven days. Blood samples were analyzed for antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase) and inflammatory biomarkers (PGE2, TNF- α).

Result: Carrageenan injection increased malondialdehyde, PGE2, TNF- α , blood glucose and fibrinogen while decreasing albumin, total proteins and antioxidant enzymes, leading to paw lesions. EET treatment significantly restored malondialdehyde (48.14%) and reduced PGE2 (20.95%) and TNF- α (23.75%). It increased albumin (48.48%) and total proteins (44.26%) while reducing blood glucose (47.91%) and fibrinogen (37.93%). Antioxidant enzymes improved (superoxide dismutase 67.58%, catalase 35.04% and glutathione peroxidase 34.40%), with notable lesion repair. These findings confirm the anti-inflammatory properties of *T. officinale*, suggesting its potential as a natural therapeutic agent for treatment of inflammation.

Key words: Carrageenan, Inflammation, Inflammatory biomarkers, *Taraxacum officinale*.

INTRODUCTION

Nature can contain miracle plants with significant nutritional and therapeutic potential, such as dandelion (Ürü'an, 2023) and *Bunium bulbocastanum* which are frequently found in Algeria (Bouhalla et al., 2023; Bouhalla et al., 2024). Interest in medicinal plants has grown due to their benefits in managing oxidative stress disorders and overall health (Petkova et al., 2015). Natural compound-based treatments often have fewer side effects than pharmacological alternatives.

Taraxacum officinale (dandelion), a perennial herbaceous plant from the Asteraceae family, is widely distributed in the Northern Hemisphere and traditionally valued for its medicinal properties (Jinchun and Jie, 2011).

Dandelion has demonstrated antidiabetic, choleric, antirheumatic and diuretic effects. Studies suggest its potential in reducing inflammation and tumor risk, it exhibits diverse pharmacological activities, including diuretic, laxative, cholagogue, antirheumatic, anti-inflammatory, anticarcinogenic and hypoglycemic effects (Schütz et al., 2006).

This study investigates the in vivo anti-inflammatory activity of *T. officinale* in a carrageenan-induced paw edema model in Wistar rats.

MATERIALS AND METHODS

Collection and authentication of the plant

The aerial parts of *Taraxacum officinale* were collected from Tazgait, Mostaganem (Algeria) in March 2020. The plant was washed to remove debris and soil particles before extraction.

¹Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem 27000, Algeria.

²Laboratory of Bioeconomy, Food Safety and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Abdelhamid Ibn Badis, 27000 Mostaganem, Algeria.

³Laboratory of Applied Animal Physiology, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem 27000, Algeria.

⁴Laboratory of Functional Agrosystems and Technologies of Agronomic Sectors, Faculty of Natural and Life Sciences, Earth and Universe Sciences, University of Abou Bekr Belkaid, Tlemcen 13000, Algeria.

Corresponding Author: Abdelmalek CHAALEL, Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem 27000, Algeria.

Email: abdelmalek.chaaalel@univ-mosta.dz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0976-718X>, <https://orcid.org/0000-0002-9334-4288>, <https://orcid.org/0000-0003-2087-4058>, <https://orcid.org/0000-0002-9334-4288>, <https://orcid.org/0000-0002-4857-9467>, <https://orcid.org/0000-0002-5932-4654>

How to cite this article: LAKEHAL, M., CHAALEL, A., BOUFADI, M.Y., BOUKEZZOULA, N., BENABDELMOUMENE, D. and TEFIANI, C. (2025). Anti-inflammatory Activity of *Taraxacum officinale* on Carrageenan-induced Paw Edema in Wistar Rats. Agricultural Science Digest. 1-8. doi: 10.18805/ag.DF-737.

Submitted: 21-03-2025 Accepted: 25-05-2025 Online: 09-06-2025

Extraction

Plant extraction followed the modified protocol of You et al. (2010). The dried plant material was crushed and 200 g

was macerated in 1000 mL of 70 % ethanol at room temperature for 48 hours in the dark. The extract was filtered (Whatman No. 4), concentrated using a rotary evaporator at 45°C to remove ethanol and stored in a dark glass bottle at 4°C.

Animals and housing

After two weeks of acclimatization, Wistar rats were assigned to four groups. G1 and G2 received 1 mL of physiological normal saline water (0.9%) orally, while G3 and G4 received 1 mL of *T. officinale* ethanolic extract (200 mg/kg). On the seventh day, one hour after the last dose, G2 and G4 received 100 µL of 3% carrageenan intradermally to induce paw inflammation (Onoja *et al.*, 2017).

Four hours post-inflammation, rats were silenced with sedative and anesthetized with light chloroform and sacrificed. Blood was collected from the retro-orbital sinus into dry, heparin, EDTA and citrate vials. The entire right-hind paw was rinsed with physiological normal saline water (0.9%), preserved in 10% formalin at room temperature and processed for histological examination.

Determination of biochemical parameters

Glucose

Glucose levels were determined using the enzymatic (Hexokinase/G-6 PDH, Biomérieux, France) and colorimetric (Biolabo Kit, France) methods.

Albumin

Albumin was measured using bromocresol green, which shifts from yellow-green to blue-green in proportion to albumin concentration (Webster, 1977).

Total proteins

Proteins were quantified using a biuret reaction in an alkaline medium, producing a blue-violet complex proportional to protein concentration (Burtis and Ashwood, 1999).

Fibrinogen

Fibrinogen levels were determined using the chrometric method based on thrombin time (Clauss, 1957; Destaing *et al.*, 1960), employing titrated calcium thrombin (Fibriprest Automate).

Antioxidant status

- Malondialdehyde (MDA) was measured following Yagi (1976).
- Catalase activity was assessed per Lück (1965).
- Superoxide dismutase activity followed Elstner and Heupel (1976).
- Glutathione peroxidase activity was determined using Paglia and Valentine (1967).

Inflammatory biomarkers

- Prostaglandin E2 (PGE2)

PGE2 levels were measured using an ELISA Kit via a competitive inhibition immunoenzymatic assay. The intensity of the yellow reaction product, detected at 412 nm, was inversely proportional to the PGE2 concentration.

- Tumor necrosis factor-α (TNF-α)

TNF-α levels were quantified in liver homogenates using a sandwich ELISA. A monoclonal anti-TNF-α antibody captured the cytokine, which was then detected using a biotin-conjugated antibody and Streptavidin-HRP. The final colorimetric reaction, proportional to TNF-α concentration, was measured at 450 nm.

Statistical analyses

Statistical analyses were performed using Statbox 6.04. Results were expressed as means±standard deviation (n=5). A significance level of p<0.05 was applied.

RESULTS AND DISCUSSION

Biochemical parameters

Fig 1 represents the blood sugar level in Wistar rats treated or not by carrageenan. Compared with the rats of the negative control group, carrageenan increased the blood sugar level in the rats of the second group with a rate of 68.51%. A significant decrease (P<0.05) of this parameter is noted in the rats of the G4 group (47.91%), which received 200mg/kg of the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) compared to the ratio to the second group.

High glucose levels in rats of group G2 (injected only with carrageenan), that inflammation can unbalance diabetes and *Taraxacum officinale* exerts a protective and preventive effect against carrageenan-induced hyperglycemia.

Ribezzo *et al.* (2016) show that oxidative stress plays a key role in the perpetuation of inflammation and by the release of cytokines and is observed in various diseases such as cardiovascular diseases, neurodegenerative diseases as well as diabetes that hyperglycemia is one of these signs, which is explained by the results of the positive control group.

Davaatseren *et al.* (2013) show that *Taraxacum officinale* has an antidiabetic role. Total proteins The serum concentrations of total proteins are reported in Fig 2.

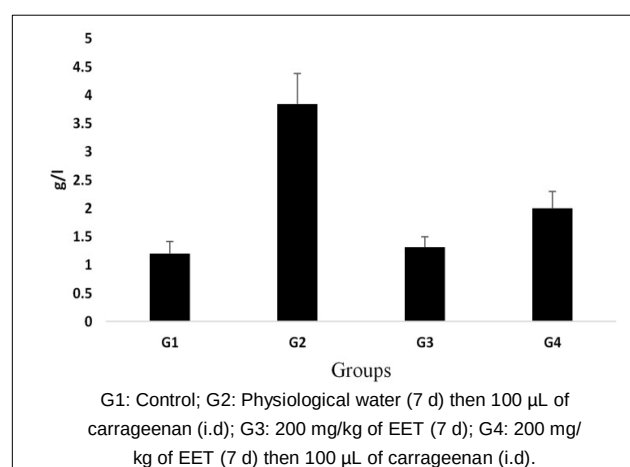


Fig 1: Glycemia (g/l) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. The values represent the mean (m) of 5 determinations ±SEM (n=5).

Through the results obtained, the injection of carrageenan in G2 resulted in a significant decrease ($P<0.05$) in the total protein level which is of the order of 4.7 g/dl compared to the control group (G1) (8.1 g/dl).

On the other hand, there is a significant increase ($P<0.05$) observed in rats pretreated with EET (G4), whose levels of total proteins (44.26%) are higher almost 2 times than those recorded in rats of the positive control group G2.

Fig 3 represents the serum albumin concentrations. Our results show that the administration of the EET extract does not significantly affect the albumin levels in group G3 (4.54 g/dl), these are almost similar for the negative control group G1 (4.4 g/dl).

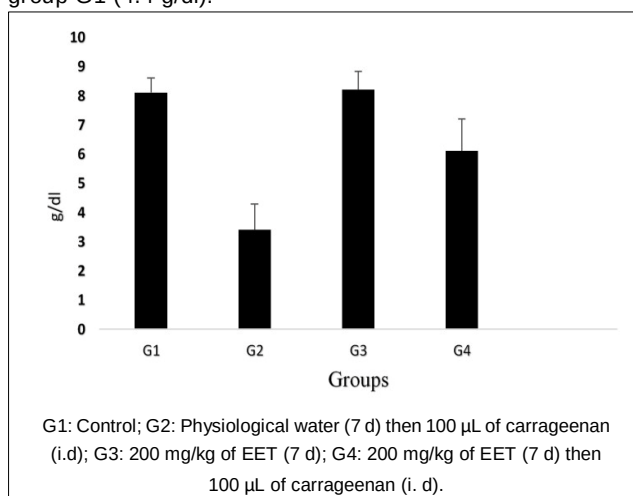


Fig 2: Total proteins (g/dl) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

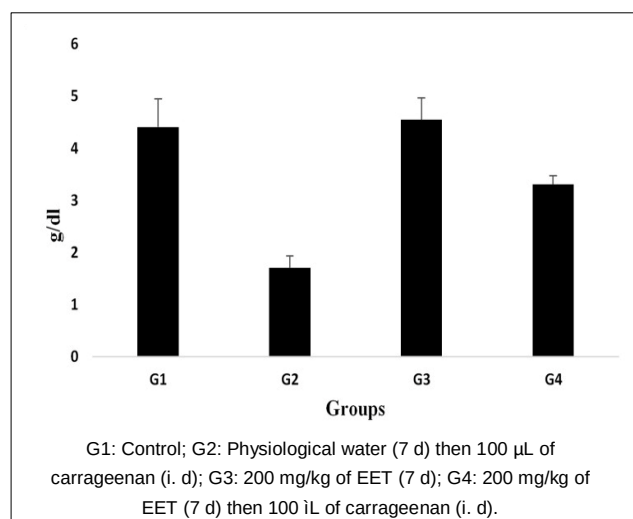


Fig 3: Albuminemia (g/dl) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. The values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

However, the intradermal injection of carrageenan significantly modified ($P<0.05$) the proportions of albumin in G2 animals, decreasing their levels with a rate of 61.36% compared with G1. And a significant increase ($P<0.05$) in the albumin level in rats pretreated with 200 mg/kg of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* then injected with 100 μ L of carrageenan of the order of 61.36% compared with G1.

Total proteins mainly include albumin, globulins (alpha 1, alpha 2, beta, gamma) are synthesized by the liver (Belier and Michaux, 2007). During tissue inflammation, there is normally vasodilation and capillary recruitment and at least transient increases in capillary permeability. This leads to

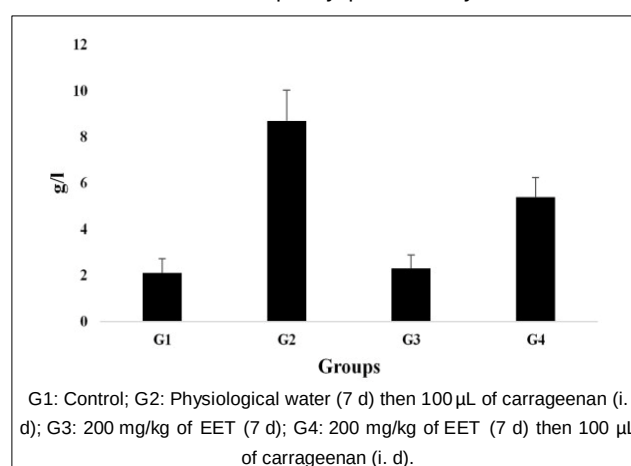


Fig 4: Fibrinogen (g/l) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

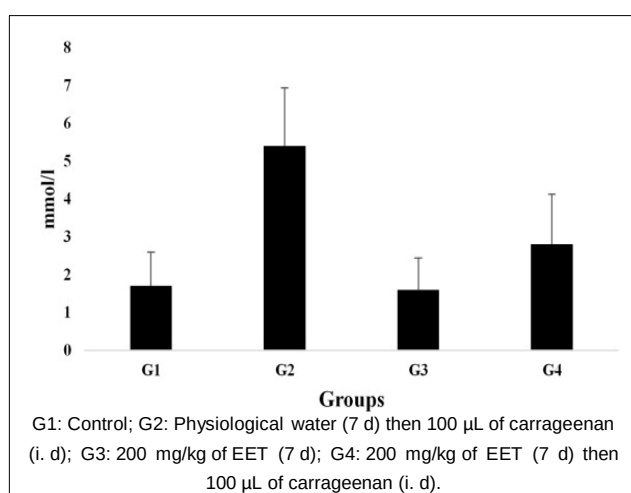


Fig 5: Malondialdehyde levels (mmol/l) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

extravasation of plasma proteins (Carlsson and Rippe, 1999) which was observed in the group subjected to inflammation (hypoalbuminemia and hypoproteinemia).

The plasma fibrinogen concentrations of rats exposed to inflammation are shown in Fig 4. According to our results, it is noted that the fibrinogen concentration increased significantly ($P < 0.05$) by 75.86% in animals that received only a carrageenan injection at the paw (G2) compared to the control group (G1). In comparison with rats in group G2, the EET decreased the fibrinogen concentration in rats of group 4 with a level of 37.93%.

Fibrinogen is a soluble protein synthesized by the liver. It is a marker of inflammation (Louisot, 1983) so the increase in fibrinogen in the positive control group (G2) compared to the control group (G1) is a sign of the onset of inflammation.

Antioxidant status

The malondialdehyde level of the different groups is presented in Fig 5.

A very high level of malondialdehyde (68.51%) is noted in rats of group G2 injected with carrageenan compared to rats of the control group G1. Compared with the MDA level of rats of group G2, rats of group G4 pretreated with EET then carrageenan showed a reduced level of 48.14%. Our observations are in line with those obtained by (Park *et al.*, 2011) who suggest that the two 'extracts: aqueous and methanolic of *T. officinale* root have a protective action by reducing lipid peroxidation (MDA) which observed in rats of the group pretreated with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* then undergone inflammation with carrageenan.

Oxidative status: Catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-Px) levels

A highly significant ($P < 0.05$) reduction in the enzymatic activity of catalase, superoxide dismutase and glutathione peroxidase to respective levels of 50.77; 78.29 and 50.29% is due to intradermal injection of carrageenan which induced inflammation in G2 rats compared to the control group (G1) (Fig 6, 7 and 8). Furthermore, daily administration of EET at a dose of 200mg/kg attenuated carrageenan-induced inflammation in (G4) animals at estimated increases in the enzymatic activity of CAT, SOD and GSH Px of the order of 57.40 ; 79.56 and 56.98% respectively, compared to G2.

Superoxide radical produced during mitochondrial electron transport chain or as a product of nitric oxide synthase, NADPH and xanthine oxidase. Nitric oxide is formed by NO synthase from L-arginine and molecular oxygen. O_2 is dismutated by superoxide dismutase SOD to H_2O_2 which is then converted to OH or detoxified by catalase to water. In addition, NO and O_2 react spontaneously and rapidly to form peroxynitrite (ONOO) (Kandikattu *et al.*, 2015; Hausladen and Stamler, 2017).

Antioxidants recovered from medicinal plants and enzymes of different derivatives from various biological sources such as catalase, peroxidases and superoxide dismutase play

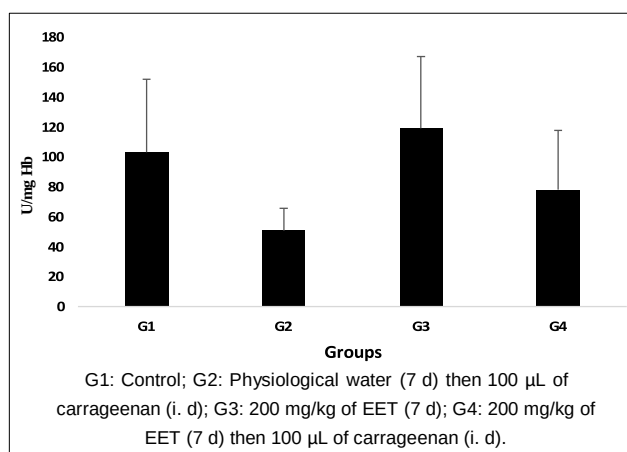


Fig 6: Catalase levels (U/mg/Hb) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

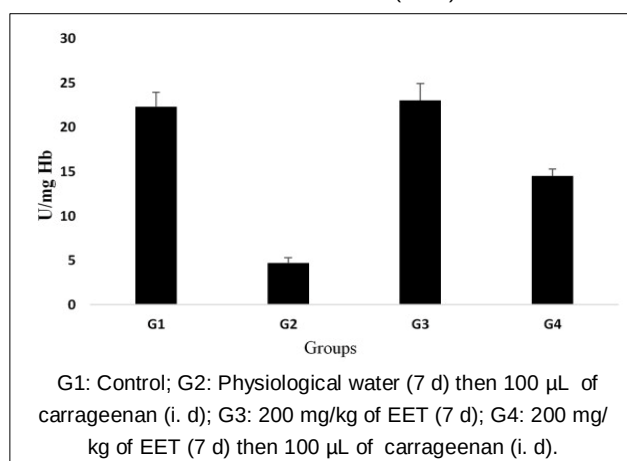


Fig 7: Superoxide dismutase levels (U/mg/Hb) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

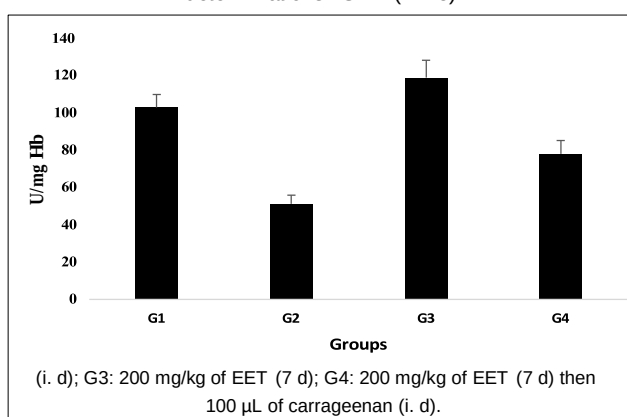


Fig 8: Glutathione peroxidase levels (U/mg/Hb) in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

an important role in minimizing the rate of oxidation of other compounds (D'Angelo, 2009).

Our results show the anti-inflammatory effect of the EET and they corroborate with that (Park *et al.*, 2011) which suggest that the ethanolic and aqueous extract of *Taraxacum officinale* reduced antioxidant enzyme activities including: Superoxide dismutase, catalase, GSH-peroxidase and GSH-reductase.

Biomarkers of inflammation

- Prostaglandin E2 (PGE2) levels

Fig 9 shows the prostaglandin levels in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* and/or carrageenan. Rats in group G2 treated only with carrageenan recorded a very significant increase ($P < 0.05$) in the serum level of PGE2 of 60.67%, compared to the control group G1. While group G4 (which received 200 mg/kg of EET) showed a significant decrease of 20.95% in the concentration of PGE2 compared to the positive control group G2.

- TNF- α Levels

The level of tumor necrosis factor TNF- α ng/g in rats treated or not with the EET and/or carrageenan is shown in Figure 10. According to our results shown in the following figure, it is noted that there is a significant increase ($P < 0.05$) (47.45%) in the serum level of TNF- α in rats of the second group G2 (which were injected with carrageenan only) compared to rats of the first group G1 (86.2 ng/g). Compared with the level of rats of group G2, rats of group G4 pretreated with EET extract and then carrageenan showed a reduced level of 23.75%.

Inflammation is a complex biological process that acts as a primary defense system to counteract harmful stimuli against foreign organisms such as bacteria and viruses. The inflammatory mechanism induces IKK and p-65 which activates cytokines and releases prostaglandins (PGE) (Loram *et al.*, 2007; Turner *et al.*, 2014).

Then inflammation is confirmed in the positive control group leading to a significant increase in prostaglandin levels because Bahmani *et al.* (2014) reported that flavonoids have effects on opioid receptors and alpha-adrenergic receptors which can inhibit enzymes involved in inflammation and pain. In addition, flavonoids in inflamed tissues inhibit cyclooxygenase, so they can prevent the formation of prostaglandins (PGE) Pilehvarian *et al.* (2010). This was recorded in rats in the group pretreated with 200 mg/kg of EET because our plant is rich in flavonoids. Our results corroborate those of Liu *et al.* (2010) who show that *Taraxacum officinale* also inhibits the production of inflammatory cytokines TNF 6 hours after lipopolysaccharide challenge in a dose-dependent manner in mice.

Histological study

Microscopic observation carried out on a topographical staining of histological sections of paws reveals the inflammatory action due to the injection of 100 μ L of carrageenan intradermally (G2) at the level of the paw of

rats Fig 11. This chronic inflammation is reflected at the level of tissue architecture by the presence of congestions, associated with edema between the muscle bundles at the level of the deep dermis (Fig 11 G2). Furthermore, an architectural aspect showing a normal striated muscle of the legs of the rats of the G3 group (which received only 200 mg/kg of *Taraxacum officinale*) as almost that of the control group (G1) (Fig 11 G3). However, the rats of G4 responded positively and effectively to the pre-treatment by the EET extract from which their structures seem to be restored compared to that found in the positive control group (Fig 11 G4).

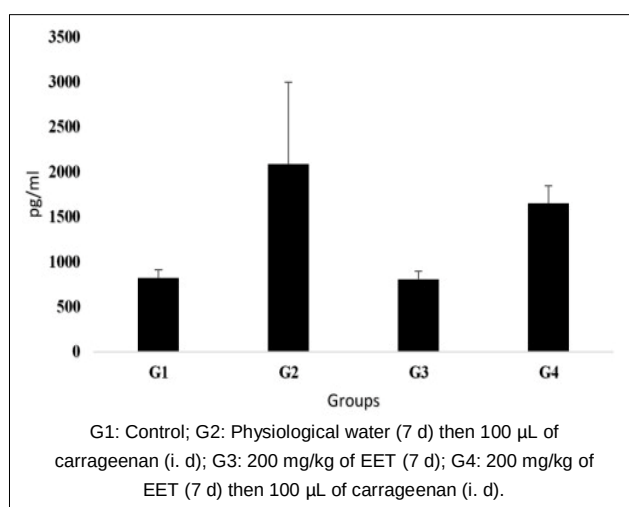


Fig 9: Prostaglandin levels pg/ml in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

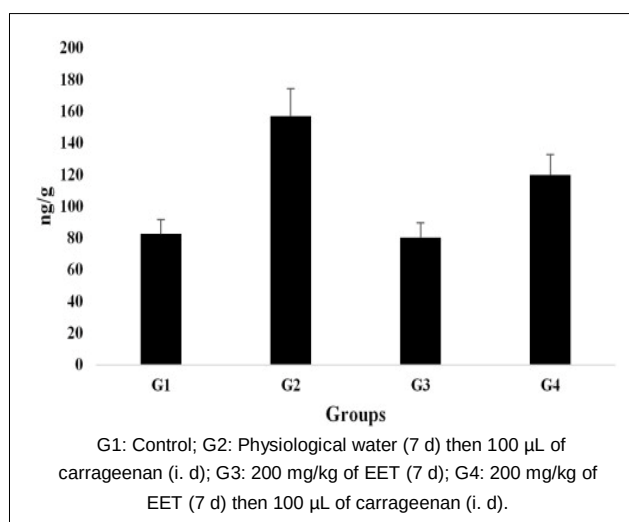


Fig 10: Tumor necrosis factor levels TNF- α ng/g in rats treated or not with the ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EET) and/or carrageenan. Values represent the mean (m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n = 5).

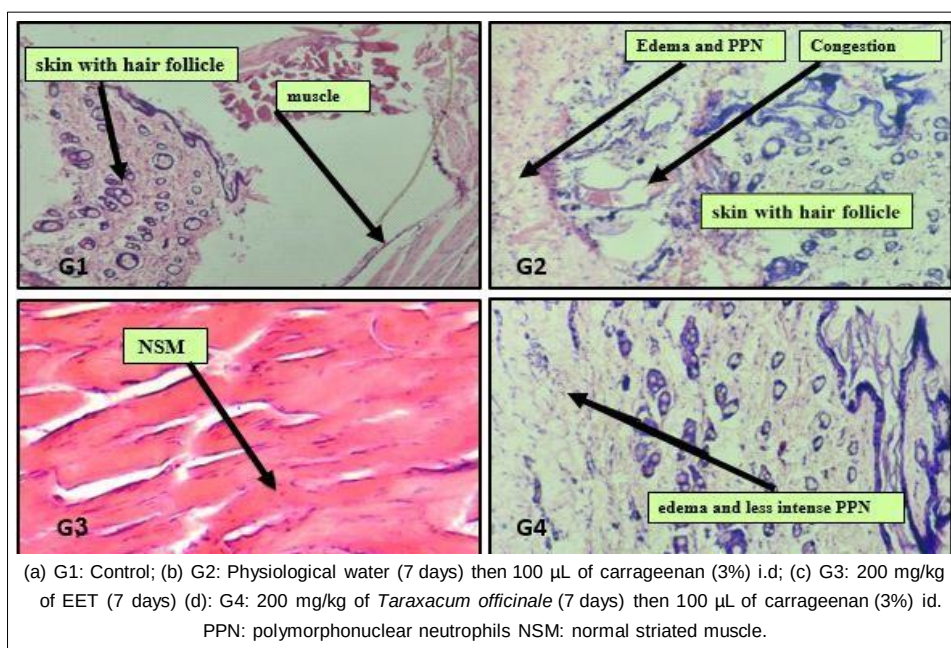


Fig 11: Histological sections of the leg of the groups.

Liu *et al.* (2010) showed that *Taraxacum officinale* has been frequently used as a remedy for inflammatory diseases. The administration of (250 mg/kg) dandelion has a beneficial effect in decreasing catalase, glutathione peroxidase and superoxide dismutase, reducing lipid peroxidation (Ömür *et al.*, 2017).

Our results are corroborated with those of Onoja *et al.* (2017) with the methanolic extract of *Justicia secunda* leaves. Hu and Kitts (2004) confirm that *Taraxacum officinale* contains luteolin which is possessed an anti-inflammatory effect. Jeon *et al.* (2008) demonstrated that *Taraxacum officinale* can be used in anti-inflammatory therapy with the advantage of having fewer side effects. Inflammation is a complex pathophysiological process mediated by various signaling molecules produced by leukocytes, macrophages and mast cells (Aoki *et al.*, 2008). Symptoms result from increased blood flow to damaged or infected tissues, causing fever, redness, swelling and pain. Macrophages are major inflammatory cells and immune effector cells. A major function of macrophages is the phagocytosis of cellular and acellular debris during inflammation and healing (Scull *et al.*, 2010).

Activated macrophages are present in inflamed tissues and play an important role in inflammatory disease via the release of inflammatory mediators. *Taraxacum officinale* has long been used as a medicinal plant to treat inflammatory diseases such as hepatitis, arthritis, rheumatism, breast abscess, lung abscess, intestinal abscess, scrofula, sore throat and swelling (Schutz *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2011). In addition, various studies on *Taraxacum officinale* extracts and their components have demonstrated anti-inflammatory, antinociceptive, antioxidant and anticancer activities (Jeon *et al.*, 2008; Choi *et al.*, 2010; You *et al.*,

2010), which is consistent with the results obtained during this work.

CONCLUSION

This study confirms that herbal medicine remains widely used for the treatment and prevention of inflammatory diseases. Intraperitoneal carrageenan injection led to increased blood glucose, fibrinogen, TNF- α and PGE2 levels, indicating acute inflammation. Histological analysis revealed inflammatory infiltrates, congestion and cellular necrosis, confirming tissue damage.

Administration of *Taraxacum officinale* extract (200 mg/kg/day) significantly mitigated these effects, restoring lipid profiles and reducing inflammatory biomarkers (PGE2 and TNF- α). Additionally, the extract enhanced antioxidant defenses by increasing superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GSH-Px) activity, suggesting a protective antioxidant role. These findings highlight the potential of *T. officinale* as a natural anti-inflammatory agent.

Therefore, it would be interesting to note that this study will serve as a reference for the proper use of *Taraxacum officinale* and it would also be wise to conduct experiments with a view to producing a phyto-medicine based on this plant.

ACKNOWLEDGEMENT

The first author expresses sincere gratitude to the Ministry of Higher Education and Scientific Research (Algeria) through the University of Mostaganem for financial support in Algeria.

This work was conducted at the Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health (LMBAFS), University Abdelhamin Ibn Badis, Mostaganem, Algeria.

Disclaimers

The views and conclusions expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent the views of their affiliated institutions. The authors are responsible for the accuracy and completeness of the information provided, but do not accept any liability for any direct or indirect losses resulting from the use of this content.

Informed consent

All animal procedures for experiments were approved by the Committee of Experimental Animal care and handling techniques were approved by the University of Animal Care Committee (Approval number by IAEC: 34/25, In May 2, 2025).

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article. No funding or sponsorship influenced the design of the study, data collection, analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

REFERENCES

- Aoki, H., Hisada, T., Ishizuka, T., Utsugi, M., Kawata, T., Shimizu, Y. and Mori, M. (2008). Resolvin E1 dampens airway inflammation and hyperresponsiveness in a murine model of asthma. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 367(2): 509-515.
- Bahmani, M., Shirzad, H., Majlesi, M., Shahinfard, N., Rafieian-kopaei, M. (2014). A review study on analgesic applications of Iranian medicinal plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 7: S43-S53.
- Belier, S., Michaux, J.M. (2007). *Biologie clinique. Cours ENVA*.
- Bouhalla A.W., Benabdelmoumene, D., Dahmouni, Said., Bengharbi, Z., Chera, A.M., Bekada, A. (2024). Therapeutic potential of the algerian ground nut (*Bunium bulbocastanum*) dietary supplement in the treatment of thyroid-induced dysfunction and associated growth performance and meat quality in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Indian Journal of Animal Research*. 59(3): 430-437. doi: 10.18805/IJAR.BF-1832.
- Bouhalla, A.W., Benabdelmoumene, D., Dahmouni, Said., Bekada, A., Bengharbi, Z. (2023) Physicochemical and rheological properties of "*Bunium bulbocastanum*" Earth-nut Flour. *Agricultural Science Digest*. doi: 10.18805/ag.DF-415.
- Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (1999). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia. 29-150.
- Carlsson, O., Rippe, B. (1999). Peritoneal lymphatic absorption and solute exchange during zymosan-induced peritonitis in the rat. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 277(3): H1107-H1112.
- Choi, U.K., Lee, O.H., Yim, J.H., Cho, C.W., Rhee, Y.K., Lim, S.I., Kim, Y.C. (2010). Hypolipidemic and antioxidant effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) root and leaf on cholesterol-fed rabbits. *International Journal of Molecular Sciences*. 11(1): 67-78.
- Clauss, A. (1957). Gerinnungsphysiologische schnell methode zur bestimmung des fibrinogens. *Acta haematologica*. 17(4): 237-246.
- D'Angelo, S., Morana, A., Salvatore, A., Zappia, V. and Galletti, P. (2009). Protective effect of polyphenols from *Glycyrrhiza glabra* against oxidative stress in Caco-2 cells. *Journal of Medicinal Food*. 12(6): 1326-1333.
- Davaatseren, M., Hur, H.J., Yang, H.J., Hwang, J.T., Park, J.H., Kim, H.J. Sung, M.J. (2013). *Taraxacum officinale* (dandelion) leaf extract alleviates high-fat diet-induced nonalcoholic fatty liver. *Food and Chemical Toxicology*. 58: 30-36.
- Destaing, F., Duzer, A., Ferrand, B., Portier, A. (1960). Determination of fibrinogen by the Von Clauss coagulation micro-method. *Pathologie et Biologie*. 8: 1615-1621.
- Elstner, E.F., Heupel, A. (1976). Inhibition of nitrite formation from hydroxylammoniumchloride: A simple assay for superoxide dismutase. *Analytical biochemistry*. 70(2): 616-620.
- Hausladen, A., Stamler, J.S. (2017). Resistance factors for nitrosative and oxidative stress. Nitric Oxide and the Cell: Proliferation, Differentiation and Death. 5149: 41.
- Hu, C., Kitts, D.D. (2004). Luteolin and luteolin-7-O-glucoside from dandelion flower suppress iNOS and COX-2 in RAW264.7 cells. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 265: 107-113.
- Jeon, H.J., Kang, H.J., Jung, H.J., Kang, Y.S., Lim, C.J., Kim, Y.M., Park, E.H. (2008). Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. *Journal of Ethnopharmacology*. 115(1): 82-88.
- Jinchun, Z., Jie, C. (2011). The effects of *Taraxacum officinale* extracts (TOE) supplementation on physical fatigue in mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 8(2).
- Kandikattu, H.K., Rachitha, P., Krupashree, K., Jayashree, G.V., Abhishek, V., Khanum, F. (2015). LC-ESI-MS/MS analysis of total oligomeric flavonoid fraction of *Cyperus rotundus* and its antioxidant, macromolecule damage protective and antihemolytic effects. *Pathophysiology*. 22 (4): 165-173.
- Liu, L., Xiong, H., Ping, J., Ju, Y., Zhang, X. (2010). *Taraxacum officinale* protects against lipopolysaccharide-induced acute lung injury in mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 130(2): 392-397.
- Loram, L.C., Fuller, A., Fick, L.G., Cartmell, T., Poole, S., Mitchell, D. (2007). Cytokine profiles during carrageenan-induced inflammatory hyperalgesia in rat muscle and hind paw. *The Journal of Pain*. 8(2): 127-136.
- Louisot, P. (1983). *Biochimie: générale et médicale, structurale, métabolique, sémiologique. (No Title)*. VielleurbaneSimep. 702-750.
- Lück, H. (1965). Catalase. In : *Methods of enzymatic analysis*. Academic press. pp. 885-894.
- Ömür, A.D., Yildirim, B.A., Kandemir, F.M. (2017). Can *Taraxacum officinale* (dandelion) extract be an alternative of paracetamol in inflammatory and painful cases? An evaluation with regard to biochemical and reproductive parameters. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg*. 23: 47-54.
- Onoja, S.O., Ezeja, M.I., Omeh, Y.N., Onwukwe, B.C. (2017). Antioxidant, anti-inflammatory and antinociceptive activities of methanolic extract of *Justicia secunda* Vahl leaf. *Alexandria Journal of Medicine*. 53(3): 207-213.
- Paglia, D.E., Valentine, W.N. (1967). Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 70(1): 158-169.
- Park, C.M., Park, J.Y., Noh, K.H., Shin, J.H., Song, Y.S. (2011). *Taraxacum officinale* Weber extracts inhibit LPS-induced oxidative stress and nitric oxide production via the NF- κ B modulation in RAW 264.7 cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 133(2): 834-842.

- Petkova, N., Ivanov, I., Topchieva, S., Denev, P., Pavlov, A. (2015). Biologically active substances and *in vitro* antioxidant activity of different extracts from dandelion (*Taraxacum officinale*) Roots. 19: 190-197.
- Pilehvarian, A., Shirani, M., Kheiri, S., Taji, F., Asgari, A. (2010). Effect of *Euphorbia helioscopia* on acetic acid-induced abdominal constrictions in Balb/c mice. J Shahrekord Univ Med Sci. 11(4): 9-14.
- Ribezzo, F., Shiloh, Y., Schumacher, B. (2016). Systemic DNA damage responses in aging and diseases. In Seminars in cancer biology. Academic Press. 37: 26-35.
- Schütz, K., Muks, E., Carle, R., Schieber, A. (2006). Separation and quantification of inulin in selected artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivars and dandelion (*Taraxacum officinale* Web. ex Wigg.) roots by high performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection. Biomedical Chromatography. 20(12): 1295-1303.
- Scull, C.M., Hays, W.D., Fischer, T.H. (2010). Macrophage pro-inflammatory cytokine secretion is enhanced following interaction with autologous platelets. Journal of Inflammation. 7: 1-9.
- Turner, M.D., Nedjai, B., Hurst, T., Pennington, D.J. (2014). Cytokines and chemokines: At the crossroads of cell signaling and inflammatory disease. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research. 1843(11): 2563-2582.
- Ürüşan H. (2023). Effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) supplementation on productive performance, Egg quality traits, serum biochemical parameters and liver fat rate in laying hens. Indian Journal of Animal Research. 57(8): 1018-1024. doi: 10.18805/IJAR.BF-1662.
- Webster, D. (1977). The immediate reaction between bromocresol green and serum as a measure of albumin content. Clinical Chemistry. 23(4): 663-665.
- Yagi, K. (1976). A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. Biochemical medicine. 15(2): 212-216.
- You, Y., Yoo, S., Yoon, H.G., Park, J., Lee, Y.H., Kim, S., Oh, K.T., Lee, J., Cho, H.S., Jun, W. (2010). *In vitro* and *in vivo* hepato protective effects of the aqueous extract from *Taraxacum officinale* (dandelion) root against alcohol-induced oxidative stress." Food and Chemical Toxicology. 48(6): 1632-1637.



Dual Protective Effects of *Taraxacum officinale* Ethanolic Extract against Cephalosporin-induced Anemia and HCl/Ethanol-induced Gastric Ulcer in Wistar Rats

Mahjouba Lakehal¹, Abdelmalek Chaalel¹, Mokhtaria Yasmina Boufadi²,
Nawal Boukezzoula¹, Djilali Benabdelmoumene³, Choukri Tefiani⁴

10.18805/ajdr.DRF-534

ABSTRACT

Background: *Taraxacum officinale*, a traditional medicinal plant in Africa and notably Algeria, is widely used for its hematopoietic and gastrointestinal benefits. It is believed to stimulate red blood cell production and protect against gastric ulcers. This study aimed to evaluate the erythropoietic and antiulcer effects of its ethanolic extract in Wistar rats.

Methods: In the anemia model, 25 male rats were divided into four groups. Anemia was induced using cephalosporin (10 mg/kg) for 10 days, while treatment groups received ethanolic extract of *T. officinale* (EETO) (200 mg/kg, twice daily). Blood samples were analyzed for hematological and biochemical parameters. For the ulcer model, gastric lesions were induced with HCl/ethanol (1.50 μ Mol/60%) and treated with EETO (200 mg/kg) for 7 days. Gastric tissue was examined microscopically and malondialdehyde levels were measured.

Result: In anemic rats, *T. officinale* significantly increased red blood cells RBCs (52.10%), hemoglobin (38.56%), iron (50.95%) and several vitamins and minerals while reducing erythropoietin. In the ulcer model, the EETO reduced ulceration by 68% and oxidative stress markers. Histology confirmed mucosal protection. These findings support the therapeutic potential of *Taraxacum officinale* against anemia and gastric ulcers.

Key words: Anemia, *Taraxacum officinale*, Ulcer, Wistar rats.

INTRODUCTION

Nature is a rich source of remarkable plants with notable nutritional and medicinal benefits, such as *Bunium bulbocastanum* (Bouhalla *et al.*, 2024; Bouhalla *et al.*, 2025) and dandelion (Ürüşan, 2023), which are encountered in Algeria.

Dandelion (*Taraxacum officinale*) has been valued since antiquity as a nutrient-rich remedy, traditionally used as a medicine for its diuretic, anti-inflammatory and hepatobiliary properties (Kisiel and Barszcz, 2000; Ahmad *et al.*, 2000).

Many medications, particularly antibiotics, can cause red blood cell lysis—a serious issue given RBCs' vital role in oxygenation. This raises significant safety concerns about frequent/long-term use of hemolytic drugs, despite their therapeutic necessity (Ighodaro *et al.*, 2020).

Anemia is an abnormality of the blood count. It is a health condition characterized by reductions in the number of red blood cells or hemoglobin, with the accompanying effect of a reduction in the ability of the blood to transport oxygen to the body's tissues. Abnormal low hemoglobin and circulating levels may result from decreased production of red blood cells, or increased lysis of red blood cells. Anemia is arguably the most common blood disorder, posing a critical health risk to at least a third of the world's population. It remains a major public health problem in many developing and underdeveloped countries. People of all ages, especially infants, young pregnant women and the elderly, are affected by this problem (Luka *et al.*, 2014).

¹Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem-27000, Algeria.

²Laboratory of Bioeconomy, Food Safety and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Abdelhamid Ibn Badis-27000 Mostaganem, Algeria.

³Laboratory of Applied Animal Physiology, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem-27000, Algeria.

⁴Laboratory of Functional Agrosystems and Technologies of Agronomic Sectors, Faculty of Natural and Life Sciences, Earth and Universe Sciences, University of Abou Bekr Belkaid, Tlemcen-13000, Algeria.

Corresponding Author: Abdelmalek Chaalel, Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health, Faculty of Natural Sciences and Life, Abdelhamid Ibn Badis, University of Mostaganem, BP 188, Mostaganem-27000, Algeria.

Email: abdelmalek.chaalel@univ-mosta.dz

ORCIDs: <https://orcid.org/0009-0002-0976-718X>; <https://orcid.org/0000-0002-9334-4288>; <https://orcid.org/0000-0003-2087-4058>; <https://orcid.org/0000-0002-9334-4288>; <https://orcid.org/0000-0002-4857-9467>; <https://orcid.org/0000-0002-5932-4654>

How to cite this article: Lakehal, M., Chaalel, A., Boufadi, M.Y., Boukezzoula, N., Benabdelmoumene, D. and Tefiani, C. (2025). Dual Protective Effects of *Taraxacum officinale* Ethanolic Extract against Cephalosporin-induced Anemia and HCl/Ethanol-induced Gastric Ulcer in Wistar Rats. Asian Journal of Dairy and Food Research. 1-9. doi: 10.18805/ajdr.DRF-534.

Submitted: 04-04-2025

Accepted: 30-05-2025

Online: 09-06-2025

It is diagnosed by the blood count, an examination carried out on a blood test. It can be caused by destruction of red blood cells (hemolysis) or blood loss (hemorrhage) (De Benoist *et al.*, 2008).

Erythropoietin is the main hormone that regulates erythropoiesis (a complex, multi-step process of blood production). In addition to erythropoietin, the erythropoietic machinery requires a constant supply of certain minerals (iron, copper) and vitamins (A, B12, B6, C, E, folic acid, riboflavin and nicotinic acid). Insufficient supply of any of these propensity constituents can result in anemia (Owoyele *et al.*, 2011). Gastritis or gastric ulcer results in the destruction of gastric mucosa due to several inducers such as excessive acid secretion, pro-inflammatory cytokines and free radicals and *Helicobacter pylori* invasion (Boeing *et al.*, 2016). The presence of HCl with ethanol accelerates the process of gastric ulcerogenesis and impairs the protection of the mucous membranes against chemical agents like ethanol to exacerbate the lesions (Marotta *et al.*, 1999).

This work aims to highlight the anti-anemic effect as well as the anti-ulcer activity of *Taraxacum officinale* on Wistar rats.

MATERIALS AND METHODS

Collecting the plant

The plant material consists of the aerial part of *Taraxacum officinale* "Telfai" at maturity. The harvest was carried out the Tazgait region of Mostaganem (Algeria) (Fig 1) in printer (March) 2020. The plant was washed with water to remove debris and soil particles.

Extraction of polyphenols

The extraction of the plant was done by maceration according to the protocol of (You *et al.*, 2010) with a small modification. The plant material is crushed using a mortar, 200 g of the latter is added to 1000 ml of 70% ethanol. Allow the suspension to macerate at room temperature for 48 hours in the dark. After filtration using Whatman No. 4 paper, the filtrate was concentrated using a steam rotator at 45°C so that the ethanol was evaporated. The ethanolic

extract of *Taraxacum officinale* will be collected in a dark glass bottle then stored at 4°C.

Determination of total polyphenols of extract of *Taraxacum officinale*

We used the Folin-ciocalteu method to determine the content of phenolic compounds according to (Li *et al.*, 2009). The concentration of total polyphenols is calculated from the calibration line established with gallic acid (0-200 µg/ml) and is expressed in mg of gallic acid equivalent per gram of extract.

Animals and accommodation conditions

40 male Wistar rats (150-180 g) from Pasteur Institute (Bouzareah, Algiers) were acclimatized for 2 weeks under standard conditions (12h light/dark cycle, ventilated housing, ad libitum access to food/water). Animal care followed National Institute of Health (NIH-USA) guidelines.

Induction of anemia with cephalosporin in experimental rats

Anemia was induced in test animals with Cefuroxime, (10 mg/kg BW, 1 ml distilled water) was administered orally (2 × daily, 10 days) to induce anemia (modified Ighodaro *et al.*, 2020 protocol).

20 rats were randomly grouped into 4 groups (n=5/group):

- Group I: Untreated control.
- Group II: Cefuroxime only (10 mg/kg BW).
- Group III: EETO only (200 mg/kg BW).
- Group IV: Cefuroxime (10 mg/kg BW) + EETO.

Animals received oral doses of *T. officinale* ethanolic extract and Cephalosporin twice daily for 10 days with ad libitum access to food/water. After overnight fasting, blood was collected via retro-orbital eye puncture under light chloroform anesthesia prior to sacrifice. Samples were stored in dry and EDTA tubes for analysis. The experimental animals are as follows:

Group 1 (G1): Control group Group 2 (G2): Untreated anemic group (10 mg/kg cephalosporin) Group 3 (G3): Non-anemic group treated with 200 mg/kg of EETO Group 4 (G4): Anemic group pre-treated with 200 mg/kg of EETO.



Fig 1: Geographical area of *Taraxacum officinale* harvest.

Estimation of hematological parameters (cell blood count)

Blood was collected in EDTA tubes for the determination of hematological parameters. A differential blood count was performed using a Coulter machine (ERMA PCE-210, Ermainc, Japan).

Estimation of serum iron and ferritin

The determination of serum iron and ferritin is carried out using a Cobas Integra 400 Plus automatic device according to (Fretellier *et al.*, 2014; Koivunen *et al.*, 2006) respectively.

Estimation of blood magnesium

The dosage of magnesium (mg) in serum is carried out using a colorimetric method using Chronolab kit.

Estimation of copper (Cu) and zinc (Zn) copper

(Cu) and zinc (Zn) determination in serum was carried out by atomic absorption spectrophotometry (SpectrAA 220 FS, Varian, Springvale, Australia) (Southon *et al.* 1984).

Estimation of vitamins**- Estimation of vitamin C**

The vitamin C content in blood serum was estimated according to the method of Omaye *et al.* (1979).

- Estimation of folate B9 and B12

The analytical performances of the *in vitro* quantitative determination techniques for folate B9 and vitamin B12 were evaluated on the Immulite 2000 analyzer by chemiluminescence using the method of (Colombier *et al.*, 2002).

Erythropoietin estimation

Erythropoietin was estimated using ELISA with Quantikine IVD ELISA kits (R and D Systems #DEP00).

Ulcer induction with HCl/ethanol in experimental rats

The study utilized 20 male rats divided into four groups (n=5 per group). Groups G1 and G2 received 1 ml physiological water orally, while G3 and G4 received 200 mg/kg EETO. Following a 24-hour fast on day 6, G2 and G4 were administered 1 ml HCl/ethanol solution (1.50 μ Mol/

60%) on day 7 to induce gastric ulcers (Yang *et al.*, 2017). One hour post-induction, animals were anesthetized with chloroform and sacrificed. Blood samples were collected via retro-orbital puncture into heparinized tubes. Stomachs were excised, rinsed with saline and divided for histological analysis (10% formalin fixation) and lesion assessment (PBS preservation). Gastric mucosal injury was quantified as percentage of total surface area using microscopic evaluation (Morsy *et al.*, 2012). Experimental groups comprised: G1 (control), G2 (ulcer control), G3 (EETO-only) and G4 (EETO pretreatment + ulcer induction).

RESULTS AND DISCUSSION

Antibiotics are defined as substances in small quantities produced from microorganisms (Bertrand, 2005). These compounds which alter the normal functioning of bacteria can inhibit their growth (bacteriostatic antibiotic) or destroy them (bactericidal antibiotic) (Hefnawy *et al.*, 1999). Cephalosporins form a large group of semi-synthetic antibiotics of lactam core derivatives; they are used in clinical medicine. They are linked to the fundamental structure and the mechanism of bactericidal action of penicillins. They are used for the treatment of infections caused by Gram-negative and Gram-positive bacteria. Cephalosporins are among the oldest and most frequently prescribed natural antimicrobial agents (AL-Ghannam, 2008).

Chronic cephalosporin use can induce hemolytic anemia (Garratty, 2012). This study evaluated *Taraxacum officinale* as a natural anti-anemic adjunct to cefuroxime therapy.

Content of total polyphenols of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* (EETO)

The results of total polyphenol content of EETO in Fig 2, indicating that the extract has a proportion of total polyphenols, which is 88.33 mg EAG/g.

Plants of the genus *Taraxacum*, known as dandelion, have long been used in traditional medicine due to the presence of chicoric acid (dicaffeoyl tartaric acid), which

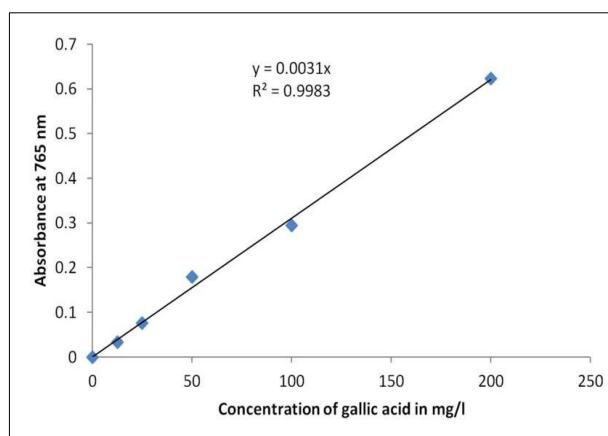


Fig 2: Calibration curve of gallic acid of total polyphenols from ethanolic extract of *Taraxacum officinale*.

belongs to phenylpropanoids and one of the main constituents of *T. officinale* (Ivanov, 2014).

When the volume percentage of ethanol was less than 50%, content of total phenols, chicoric and caffeic acid and derived acids increased with increases in ethanol concentrations (Tsai *et al.*, 2012).

Phenolic acids, plant-derived secondary metabolites, are potent antioxidants with significant health benefits (Ivanova *et al.*, 2005). Our study found 88.33 mg/100 g polyphenols, comparable to Yang *et al.* (2017) (99.9±0.7 mg/100g) but higher than Domitrovic *et al.* (2010) (3.11±0.14 mg GAE/g), likely due to solvent polarity effects (Xi *et al.*, 2009).

Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on Hb, RBC and PCV in anemic rats induced by cephalosporins

According to Table 1, compared to controls, the anemic group (G2) showed significant reductions ($p<0.05$) in RBCs (43.11%), Hb (17.19%) and hematocrit (29.79%). EETO pretreatment (200 mg/kg) effectively restored these parameters, increasing Hb (52.10%), RBCs (38.56%) and hematocrit (40.29%).

According to the WHO, a hemoglobin threshold (Hb<11g/dL) was chosen for the determination of anemia (Fehr *et al.*, 2009).

Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on minerals

Table 2 shows the effect of EETO on iron, ferritin, magnesium, zinc and copper in experimental rats. Iron

shows the same variations as ferritin in all groups. Iron and ferritin values are expressed as the average of five rats. The results also indicate that administration of cephalosporin at 10 mg/kg (bw) to rats in the positive control group led to a significant decrease ($P<0.05$) in iron, ferritin, magnesium, copper and zinc with the levels of 49.67%, 48.12%, 43.03%, 47.17% and 45.20% respectively compared to the control group. On the other hand, pretreatment of rats with the EETO significantly restored iron, ferritin and magnesium, copper and zinc ($P<0.05$) to 50.95%, 47.40%, 45.78%, 53.81% and 44.96% respectively.

Although the stored iron is deposited in these cells in the form of ferritin (Cattan, 2004). When there is a lack of iron, the iron stored in the form of ferritin can be released. evidence. In general, the macrophage (villus apex macrophage and others), through the process of erythrophagocytosis, can continuously supply iron to the plasma. Indeed, during this process (Loréal *et al.*, 2012).

Zinc has anti-inflammatory properties and a deficiency can cause immune disorders (Derai, 2014). Copper deficiency has recently emerged as a cause of anemia (Esposito *et al.*, 2003).

Anemia could lead to abnormal blood–zinc status in the body (Jeng and Chen, 2022).

Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on vitamins

Table 3 shows the effects of the EETO on the vitamins contained in rats. Values are expressed as the average of five rats. According to our results, we note that the

Table 1: Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on Hb, RBC and hematocrit in anemic rats induced by cephalosporins.

	G1	G2	G3	G4
Hb g/dL	16,32±0,44	10,21±0,44	12,96±0,11	16,62±0,37
GR × 10 ⁶ /μl	7,19±0,59	4,09±0,8	5,60±1,44	8,54±0,42
Hemato %	44,7±3,03	31,38±2,67	37,94±2,78	52,56±2,1
GB × 10 ³ /μl	4,96±0,11	6,72±0,47	4,08±0,19	4,96±0,25
Plqts × 10 ³ /μl	383,98±6,74	135,6±24,35	358,8±33,88	384,04±4,94
Lymphocytes × 10 ³ /μl	3,46±0,08	1,14±0,13	2,04±0,59	3,46±0,279
TCMH pg	28,66±0,84	23,2±1,48	25,54±1,24	31,22±3,08
Neutrop × 10 ³ /μl	4,36±0,23	0,74±0,18	1,74±0,82	4,24±0,37

Table 2: Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on minerals.

Groups	G1	G2	G3	G4
Fer (μmol/L)	15,3±1,2	7,7±1,09	12,9±0,89	15,7±1,3
Ft (ng/mL)	29,3±1,2	15,2±0,83	22,4±1,34	28,9±1,67
Mg (mmol/l)	0,79±0,16	0,45±0,03	0,68±0,11	0,83±0,05
Zn (mg/dl)	78,54±0,8	41,52±2,02	46,26±5,18	89,9±8,88
Cu (μmol/l)	18,14±0,19	9,94±0,82	16,1±1,22	18,06±0,21

Table 3: Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on vitamins.

Parameters	G1	G2	G3	G4
Vit C (mg/l)	71,26±3,5	10,1±3,72	65,2±4,12	70,09±2,26
Vit B9 (nmol/l)	19,26±3,5	2,52±1,6	8,2±4,2	23,38±3,5
Vit B12 (pg/ml)	200,4±22,1	129±27	196,6±28	293,2±130

concentration of vitamins C, B9 and B12 in rats in the group pre-treated with the ethanolic extract of the plant increases significantly ($P < 0.05$) by 85.58 %, 89.22 % and 56 % respectively compared to untreated anemic rats. The concentration of vitamins C, B9 and B12 were too low in the positive control group with 85.82%, 86.91% and 35.62% respectively compared to the control group. A moderate improvement was observed in rats in the group pre-treated with the EETO at 200 mg/kg (bw).

Vitamin C is capable of mobilizing iron stores in the reticuloendothelial system, it also potentiates the enzymatic reaction of iron incorporation for the synthesis of heme (Giancaspro *et al.*, 2000).

A combined deficiency of cobalamin (B12) and iron can have opposing effects on red blood cell volume and give rise to anemia (Mahmood *et al.*, 2014).

Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on erythropoietin (EPO) concentration

Table 4 shows the effects of the EETO on the erythropoietin content of rats. Daily administration of cephalosporin significantly increased the erythropoietin concentration of the positive control group. This percentage is 30.4% higher than that of the control group. On the other hand, the pre-treatment of rats in the fourth group recorded an improvement in the concentration of erythropoietin to 36.98% compared to the positive control rats.

Ferrucci *et al.* (2005) suggest that inflammatory anemia evolves from a pre-anemic stage, characterized by a compensatory increase in erythropoietin that maintains a normal hemoglobin level.

Table 4: Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on erythropoietin concentration.

Groups	G1	G2	G3	G4
EPO (UI/L)	13±0,75	19,52±1,19	14,12±0,23	12,3±0,48

So according to these results, *Taraxacum officinale* extract is able to improve blood constituents in most erythropoietic markers (Hb, GR, Hematocrit, Hb, Iron, Ft, Mg, Cu, Zn, vitamin C, B9, B12 and erythropoietin) in animals in the group treated with 200 mg/kg of the plant extract. Previous studies show that the plant had an inhibitory effect on vascular permeability (Jeon *et al.*, 2008), that it has antioxidant activities because it stimulates catalase and glutathione reductase (You *et al.*, 2010) and subsequently the red blood cells become more resistant to hemolysis. Rodriguez-Fragoso *et al.* (2008) show that *Taraxacum officinale* can be used to improve blood circulation.

Effect of ethanolic extract of *Taraxacum officinale* on malon-dialdehyde (MDA)

Fig 3 shows EETO's effect on lipid peroxidation. HCl/ethanol significantly increased MDA (8.92 vs 1.7 nmol/ml in controls, $p < 0.05$). EETO pretreatment reduced MDA by -6 nmol/ml (71.76% decrease vs control group).

Our study shows that *Taraxacum officinale* extract decreased MDA levels. This trend was also observed by (Yang *et al.*, 2017). This trend was also observed by Yang *et al.* (2017). Turkistani, (2019) obtained similar results with the aqueous extract of *Taraxacum officinale*.

Macroscopic study of the stomach

Percentage inhibition of gastric mucosal injury (%INH)

Microscopic examination allowed us to note the effectiveness and gastro-protective action of the EETO. It should be noted that the administration of a dose of 200 mg/kg of EETO at a dose of 200 mg/kg of EETO, in gastric ulcerated rats (G4), significantly inhibited ($P < 0.05$) the ulceration rate of 68%, against the group of ulcerated rats (0%) G2. On the other hand, daily administration of EETO has an inhibition value of 98.2% similar to that of the control (Fig 4).

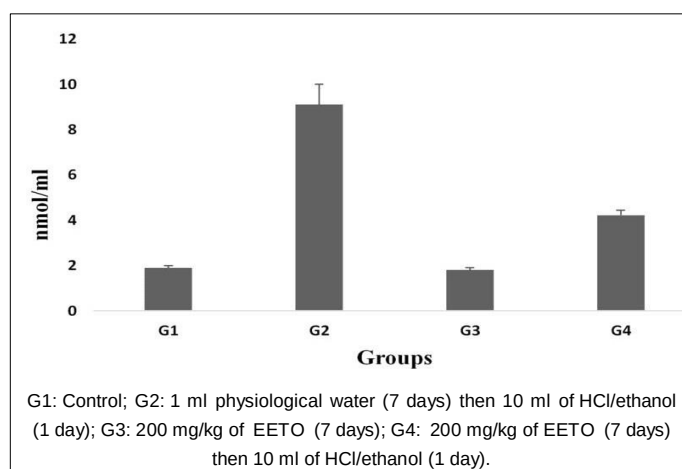


Fig 3: Malondialdehyde (MDA) content (nmol/ml) in rats treated or/not with the EETO and/or HCl/ethanol. The values represent the mean(m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n =5).

The same results are observed by (Turkistani, 2019), who showed that the aqueous extract of *T. officinale* containing these phytochemicals would be strongly linked to anti-ulcer benefits.

Microscopic analysis revealed :

- The control group (G1) presented a normal gastric structure (mucosa, muscularis, serosa) (Fig 5a) and which is similar with the group (G3) (Fig 5c).
- HCl/ethanol treatment caused increased gastric thickness with edema and polynuclear neutrophils (Fig 5b).
- EETO pretreatment (G4, 200 mg/kg) showed significant lesion reduction, prevented thickness increase and reduced edema/polynuclear neutrophils (Fig 5d).

Among the various factors that contribute to gastritis and gastric ulcer is the consumption of alcohol with high acid content in the stomach. HCl/ethanol is widely used to induce chronic gastritis in animal models of this disease since their similarity in symptoms to those of humans (Santin *et al.*, 2013). Ethanol is one of the agents that promotes gastritis by increasing oxidative stress and inflammation, leading to necrosis and tissue depletion of gastric mucus and reducing gastric blood flow (Breviglieri *et al.*, 2017; Zanatta *et al.*, 2009). Ethanol reduces gastric blood flow, which is attributed to hemorrhage and necrosis of stomach tissues (Zanatta *et al.*, 2009). Solubilizing ethanol also increases gastric mucosal loss (Marotta *et al.*,

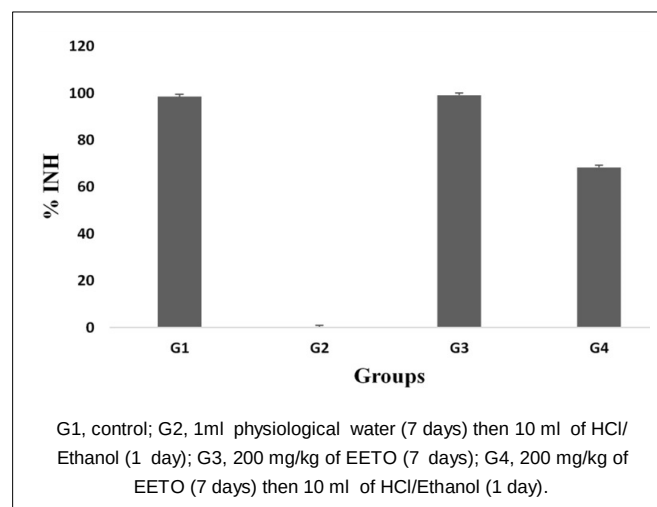


Fig 4: Percentage inhibition of gastric mucosal lesion (%) in rats treated or not with EETO and/or HCl/ethanol. The values represent the mean(m) of 5 determinations $\pm$ SEM (n =5).

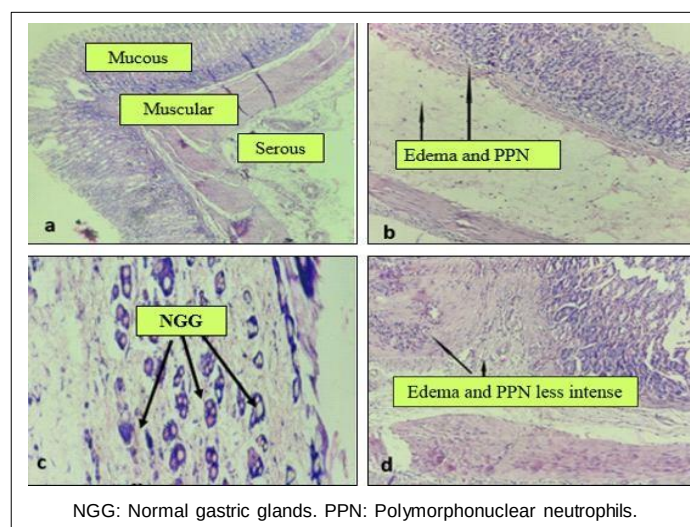


Fig 5: Histological sections of stomach of group: (a): G1, control; (b): G2, 1ml physiological water (7 days) then 10 ml of HCl/Ethanol (1 day); (c): G3, 200 mg/kg of EETO (7 days); (d): G4, 200 mg/kg of EETO (7 days) then 10 ml of HCl/Ethanol (1 day).

1999). It induces hemorrhage and necrosis with an associated increase in lipid peroxidation rates. The presence of HCl with ethanol accelerates the process of gastric ulcerogenesis (Marotta *et al.*, 1999).

In the present study, the models were established by administering a dose of HCl/ethanol for one day to induce chronic gastritis, which was expressed by reddish discoloration of the inner layer, as well as hemorrhage and edema due to increased oxidative stress and inflammation. EETO reduce gastritis compared to the positive control, it has a positive and preventive effect to treat gastritis and ulcer, with better protection against ulcer, because the maintenance of the gastric mucosa plays an important role in gastric protection (Suo *et al.*, 2016). Mahmood *et al.* (2010) claimed that phenols as well as flavonoids in *Taraxacum officinale* have anti-ulcerogenic activity.

CONCLUSION

According to the results of this study, it can be said that the consumption of *Taraxacum officinale* during a treatment causing anemia such as cephalosporin or another medication, can maintain healthy homeostasis, particularly regarding red blood cells, hematocrit and white blood cells. It is capable of reducing lipid peroxidation, which is one of the main manifestations of oxidative damage to organs and reducing gastric lesion surfaces. It is important to use this plant and introduce it into the diet as a preventative measure, or in case of erythropoietic or gastric problems and further work would be necessary to produce a phytomedicine based on *Taraxacum officinale*.

ACKNOWLEDGEMENT

The first author expresses sincere gratitude to the Ministry of Higher Education and Scientific Research (Algeria) through the University of Mostaganem for financial support in Algeria.

This work was conducted at the Laboratory of Beneficial Microorganisms, Functional Foods and Health (LMBAFS), University Abdelhamin Ibn Badis, Mostaganem, Algeria.

Disclaimers

The views and conclusions expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent the views of their affiliated institutions. The authors are responsible for the accuracy and completeness of the information provided, but do not accept any liability for any direct or indirect losses resulting from the use of this content.

Informed consent

All animal procedures for experiments were approved by the Committee of Experimental Animal care and handling techniques were approved by the University of Animal Care Committee.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article. No funding or sponsorship influenced the design of the study, data collection, analysis, decision to publish or preparation of the manuscript.

REFERENCES

- Ahmad, V.U., Yasmeen, S., Ali, Z., Khan, M.A., Choudhary, M.I., Akhtar, F., Miana, G.A., Zahid, M. (2000). *Taraxacin*, a new guaianolide from *Taraxacum wallichii*. Journal of Natural Products. 63: 1010-1011.
- Al-Ghannam, S.M. (2008). Spectrophotometric and atomic absorption spectrometric determination of cephalixin and cephadrine in dosage forms. Journal of Food and Drug Analysis. 16(2): 10.
- Bertrand, X., Costa, Y., Pina, P. (2005). Surveillance de la résistance bactérienne aux antibiotiques dans les bactériémies: Données de l'observatoire national de l'épidémiologie de la résistance bactérienne aux antibiotiques (ONERBA) 1998-2003. Médecine et maladies infectieuses. 35(6): 329-334.
- Boeing, T., Da Silva, L.M., Somensi, L.B., Cury, B.J., Costa, A.P.M., Petreanu, M., De Andrade, S.F. (2016). Antiulcer mechanisms of *Vernonia condensata* Baker: A medicinal plant used in the treatment of gastritis and gastric ulcer. Journal of Ethnopharmacology. 184: 196-207.
- Bouhalla, A.W., Benabdelmoumene, D., Dahmouni S., Bekada, A., Bengharbi, Z. (2024). Physicochemical and rheological properties of (*Bunium bulbocastanum*); Earth-nut Flour. Agricultural Science Digest. 43(6): 829-833. doi: 10.18805/ag.DF-415.
- Bouhalla, A.W., Benabdelmoumene, D., Dahmouni, S., Bengharbi, Z., Chera, A.M., Bekada, A. (2025). Therapeutic potential of the Algerian ground nut (*Bunium bulbocastanum*) dietary supplement in the treatment of thyroid-induced dysfunction and associated growth performance and meat quality in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Indian Journal of Animal Research. 59(3): 430-437. doi: 10.18805/IJAR.BF-1832.
- Breviglieri, E., Da Silva, L.M., Boeing, T., Somensi, L.B., Cury, B.J., Gimenez, A., De Andrade, S.F. (2017). Gastroprotective and anti-secretory mechanisms of 2-phenylquinoline, an alkaloid isolated from *Galipealongiflora*. Phytomedicine. 25: 61-70.
- Cattan, D. (2004). Régulation de l'absorption du fer: Données nouvelles. EMC-Hépatologie. 1(2): 82-97.
- Colombier, A., Duflo-Leroy, A., Basuyau, J.P., Lavoigne, A. (2002). Évaluation analytique du dosage de la vitamine B12 et des folates sur Immulite 2000. Analytical evaluation of assays in vitamine B12 and folates on Immulite 2000 Analyzer. Journal of Immuno-analyse and Biologiespécialisée. 1: 40-47.
- Deraï, E.H., Kechrid, Z. (2014). Combined effect of vitamins C and E on zinc status, carbohydrate metabolism and antioxidant values in diabetic rats fed zinc-deficient diet. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism. 7(1): 55-65.

- De Benoist, B., Cogswell, M., Egli, I., McLean, E. (2008). Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005; WHO Global Database of anaemia.
- Domitrovic, R., Jakovac, H., Romi, Z., Rahelic, D., Tadi, Z. (2010). Antifibrotic activity of *Taraxacum officinale* root in carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 130: 569-577.
- Esposito, B.P., Breuer, W., Sirankapracha, P., Pootrakul, P., Hershko, C., Cabantchik, Z.I. (2003). Labile plasma iron in iron overload: Redox activity and susceptibility to chelation. *Blood*. 102(7): 2670-2677.
- Fehr, J., Favrat, B., Schleiffenbaum, B., Krayenbühl, P.A., Kapanci, C., Von Orelli, F. (2009). Diagnostic et traitement. *Rev Med. Suisse*. 5: 2229-34.
- Ferrucci, L., Guralnik, J.M., Woodman, R.C., Bandinelli, S., Lauretani, F., Corsi, A.M., Longo, D.L. (2005). Proinflammatory state and circulating erythropoietin in persons with and without anemia. *The American Journal of Medicine*. 118(11): 1288-e11.
- Fretellier, N., Poteau, N., Factor, C., Mayer, J.F., Medina, C., Port, M. and Corot, C. (2014). Analytical interference in serum iron determination reveals iron versus gadolinium transmetalation with linear gadolinium-based contrast agents. *Investigative Radiology*. 49(12): 766-772.
- Garratty, G. (2012). Immune hemolytic anemia caused by drugs. *Journal of Expert Opinion on Drug Safety*. 11(4): 635-642.
- Giancaspro, V., Nuzziello, M., Pallotta, G., Sacchetti, A., Petrarulo, F. (2000). Intravenous ascorbic acid in hemodialysis patients with functional iron deficiency: A clinical trial. *Journal of Nephrology*. 13(6): 444-449.
- Hefnawy, M., El-Shabrawy, Y., Belal, F. (1999). Spectrofluorometric determination of alpha-aminocephalosporins in biological fluids and pharmaceutical preparations. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 21(4): 703-707.
- Ighodaro, O.M., Asejeje, F.O., Adeosun, A.M., Ujomu, T.S., Adesina, F.C., Bolaji, K.T. (2020). Erythropoietic potential of *Parquetina nigrescens* in cephalosporin-induced anaemia model. *Metabolism Open*. 8: 100064.
- Ivanov, I.G. (2014). Polyphenols content and antioxidant activities of *Taraxacum officinale* FH Wigg (dandelion) leaves. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res*. 6: 889-893.
- Ivanova D., Gerova D., Chervenkov T., Yankova T. (2005). Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 96: 145-150.
- Jeon, H.J., Kang, H.J., Jung, H.J., Kang, Y.S., Lim, C.J., Kim, Y. M., Park, E.H. (2008). Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. *Journal of Ethnopharmacology*. 115(1): 82-88.
- Jeng, S.S., Chen, Y.H. (2022). Association of zinc with anemia. *Nutrients*. 14(22): 4918.
- Kisiel, W., Barszcz, B. (2000). Further sesquiterpenoids and phenolics from *Taraxacum officinale*. *Fitoterapia*. 71(3): 269-273.
- Koivunen, M.E., Krogsrud, R.L. (2006). Principles of immunochemical techniques used in clinical laboratories. *Laboratory Medicine*. 37(8): 490-497.
- Li, H., Wang, X., Li, Y., Li, P., Wang, H. (2009). Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. *Food Chemistry*. 112(2): 454-460.
- Loréal, O., Bardou-Jacquet, E., Jouanolle, A.M., Gandon, Y., Deugnier, Y., Brissot, P., Ropert, M. (2012). Métabolisme du fer et outils diagnostiques pour le clinicien (Iron metabolism and tools for the iron status assessment). In 65^{ème} congrès de la Société Nationale Française de Médecine Interne. 33(1): S3-9.
- Luka, C.D., Abdulkarim, M., Adoga, G.I., Tijani, H., Olatunde, A. (2014). Anti-anaemic potential of aqueous extract of *Spinacia oleracea* leaf in phenylhydrazine-treated rats. *NY Sci J*. 7(6): 14-18.
- Mahmood A.A., Mariod F., Al-Bayaty F.H., Abdel-Wahab S.I (2010). Anti-ulcerogenic experimentally-induced gastric lesions in rats. *J. of Med Plant Res*. 4: 685-91.
- Mahmood, L. (2014). The metabolic processes of folic acid and Vitamin B12 deficiency. *Journal of Health Research and Reviews (In Developing Countries)*. 1(1): 5-9.
- Marotta, F., Tajiri, H., Safran, P., Fesce, E., Ideo, G. (1999). Ethanol-related gastric mucosal damage: evidence of a free radical-mediated mechanism and beneficial effect of oral supplementation with bionormalizer, a novel natural antioxidant. *Digestion*. 60(6): 538-543.
- Morsy, M.A., Heeba, G.H., Abdelwahab, S.A., Rofaail, R.R. (2012). Protective effects of nebivolol against cold restraint stress-induced gastric ulcer in rats: Role of NO, HO-1 and COX-1, 2. *Nitric Oxide*. 27(2): 117-122.
- Omaye, S.T., Turnbull, J.D. and Sauberlich, H.E. (1979). Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues and fluids. In *Methods in enzymology*. Academic press. 62: 3-11.
- Owoyele, B.V., Oyelowo, O.T., Biliaminu, S.A., Alaran, O.N., Alimi, S.A., Saliu, R.S. (2011). Hematological and biochemical studies on *Parquetina nigrescens* root extract in albino rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 01 (10): 176-179.
- Rodriguez-Fragoso, L., Reyes-Esparza, J., Burchiel, S.W., Herrera-Ruiz, D., Torres, E. (2008). Risks and benefits of commonly used herbal medicines in Mexico. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 227(1): 125-135.
- Santin, J.R., Daufenback Machado, I., Rodrigues, S.F., Teixeira, S., Muscará, M.N., Lins Galdino, S., Farsky, S.H. (2013). Role of an indole-thiazolidine molecule PPAR pan-agonist and COX inhibitor on inflammation and microcirculatory damage in acute gastric lesions. *PLoS One*. 8(10): e76894.
- Southon, S., Gee, J.M., Johnson, I.T. (1984). Hexose transport and mucosal morphology in the small intestine of the zinc-deficient rat. *British Journal of Nutrition*. 52(2): 371-380.
- Suo, H., Zhao, X., Qian, Y., Sun, P., Zhu, K., Li, J., Sun, B. (2016). *Lactobacillus fermentum* Suo attenuates HCl/ethanol induced gastric injury in mice through its antioxidant effects. *Nutrients*. 8(3): 155.
- Tsai, Y.L., Chiou, S.Y., Chan, K.C., Sung, J.M., Lin, S.D. (2012). Caffeic acid derivatives, total phenols, antioxidant and antimutagenic activities of *Echinacea purpurea* flower extracts. *LWT-Food Science and Technology*. 46(1): 169-176.
- Turkistani A.M. (2019). Efficiency of *Taraxacum officinale* leaves extract in alleviating gastric ulcer in male rats. *Medical Science*. 628-638.

- Ürüşan, H. (2023). Effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) supplementation on productive performance, egg quality traits, serum biochemical parameters and liver fat rate in laying hens. *Indian Journal of Animal Research*. 57(8): 1018-1024. doi: 10.18805/IJAR.BF-1662.
- Xi, J., Shen, D., Zhao, S., Lu, B., Li, Y., Zhang, R. (2009). Characterization of polyphenols from green tea leaves using a high hydrostatic pressure extraction. *International Journal of Pharmaceutics*. 382(1-2): 139-143.
- Yang, H.J., Kim, M.J., Kwon, D.Y., Kang, E.S., Kang, S. and Park, S. (2017). Gastroprotective actions of *Taraxacum coreanum* Nakai water extracts in ethanol-induced rat models of acute and chronic gastritis. *Journal of Ethnopharmacology*. 208: 84-93.
- You, Y., Yoo, S., Yoon, H.G., Park, J., Lee, Y.H., Kim, S., Oh, K.T., Lee, J., Cho, H.S., Jun, W. (2010). *In vitro* and *in vivo* hepatoprotective effects of the aqueous extract from *Taraxacum officinale* (dandelion) root against alcohol-induced oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology*. 48(6): 1632-1637.
- Zanatta, F., Gandolfi, R.B., Lemos, M., Ticona, J.C., Gimenez, A., Clasen, B.K., De Andrade, S.F. (2009). Gastroprotective activity of alkaloid extract and 2-phenylquinoline obtained from the bark of *Galipea longiflora* Krause (Rutaceae). *Chemico-Biological Interactions*. 180: 312-317.