

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

École Nationale Supérieure Vétérinaire. Rabie Bouchama
Higher National Veterinary School. Rabie Bouchama

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة

N° d'ordre :031/Master/2025

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire

Pour l'obtention du **diplôme de Master** en Science
Vétérinaire

THÈME

**L'activité anti-inflammatoire, anti-oxydante et gastro protecteur
(*Beta vulgarise*)**

Présenté par : ZAHOU I BTISSEM

Soutenu publiquement, le 30 juin 2025
Devant le jury :

BOUHAMED Radia	MCA	Président
BOUAYAD Leila	Professeur	Promotrice
AINOUZ Lynda	MCA	Co-Promotrice
ZAOUANI Mohamed	Professeur	Examinatrice

Année universitaire 2024-2025

DÉDICACE :

À tous ceux qui me sont chers, ceux à qui je dois mon succès :

À notre Seigneur, Dieu Tout-Puissant, merci de m'avoir donné la vie, la foi, et d'avoir exaucé mes prières pour que je puisse arriver jusqu'ici.

À celui qui m'a dit un jour que j'étais la prune de ses yeux, et qui voyait dans mon plus simple succès la plus grande des réalisations. À l'homme qui a fait de moi celle que je suis aujourd'hui.

À mon **Père**, mon modèle de respect, d'amour, de compréhension et de générosité. Grâce à toi, j'ai appris à être cette fille qui ne cesse de tout faire pour te rendre heureux et fier.

À celle dont les paroles m'accompagnent depuis l'enfance, la première **Femme Forte**, courageuse, qui a souffert sans jamais nous laisser ressentir cette douleur. Celle qui m'a appris à être forte, à poursuivre mes objectifs coûte que coûte. Celle qui a toujours cru en mes rêves, même quand les obstacles semblaient insurmontables. Mon ange gardien, ton amour et ta présence continueront d'éclairer mon chemin. **Ma Mère**, je te dédie ce travail avec tout mon amour.

À mon premier ami d'enfance, mon épaule solide, celui qui m'a appris la véritable signification de la fraternité et qui a partagé tant de moments de bonheur. Mes pensées les plus sincères s'adressent à toi, **mon frère Hamza**.

À mes précieuses confidentes, témoins de mes joies, mes peines et mes réussites : **Samah, Bouchera et Anfal**. Je n'oublierai jamais vos encouragements constants et votre soutien moral. Votre présence dans ma vie est un trésor inestimable.

À mes chères sœurs de la cité : **Amina, Feriel, Hadjer, Serine, Nouara, Samah, Bouchera** merci pour l'énergie positive que vous apportez à mon existence. Votre bienveillance est gravée dans mon cœur.

À mes chers amis : **Aymen, choaibe**, votre contribution a été essentielle à cette réussite.

À mon groupe préféré **groupe 09**, merci d'avoir été l'une des plus belles expériences de ma vie.

À toutes mes amies rencontrées tout au long de mon cursus universitaire, et à toutes celles qui sont passées par C68 : vous êtes les meilleures.

À toutes les personnes formidables que j'ai croisées dans ma vie : que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux et le fruit de votre soutien inestimable.

Enfin, je me dédie ce travail, car il est temps d'y être.

IBTISSEM

REMERCIEMENT:

"At times, our own light goes out and is rekindled by a spark from another person. Each of us has cause to think with deep gratitude of those who have relit the flame within us"

Albert Schweitzer.

À l'issue de ce parcours, je ressens le besoin profond d'exprimer ma gratitude à celles et ceux qui ont été ma lumière dans les moments sombres, ma force dans les instants de doute, et mon refuge dans les tempêtes.

Je tiens tout d'abord à remercier du fond du cœur ma famille, qui m'a entourée d'un amour inconditionnel et d'un soutien indéfectible. Merci à mes parents pour les sacrifices silencieux, les encouragements constants et les valeurs qu'ils m'ont transmises : la patience, la dignité, le respect et la persévérance. Leur confiance en moi a été la boussole qui m'a guidée à travers chaque étape de ce projet.

Je remercie aussi chaleureusement, **Madame BOUAYAD Leila**, mon encadrante, pour sa disponibilité, sa confiance et ses conseils tout au long de ce travail. Son accompagnement, à la fois rigoureux et bienveillant, a grandement contribué à la qualité de ce mémoire.

Je tiens également à remercier **Mme Aïnouz Linda**, ma co-encadrante, de m'avoir donné la chance de réaliser cette recherche. Je lui suis reconnaissant(e) pour ses conseils judicieux, sa disponibilité, sa patience et sa gentillesse, qui m'ont grandement aidé(e) à mener ce travail à terme.

Je remercie chaleureusement, **Dr BOUHAMED Radia** et **Pr ZAOUANI Mohamed** pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail

À mes amis proches, qui ont su m'écouter, m'encourager, me faire rire parfois quand je pensais ne plus en être capable : votre bienveillance et votre énergie ont été essentielles. Vous avez su être cette étincelle qui rallume la flamme.

Je n'oublie pas non plus toutes les personnes croisées sur ce chemin, qui m'ont offert un regard bienveillant, un mot juste ou une aide inattendue. Leur générosité a laissé une empreinte durable.

Enfin, je tiens à me remercier moi-même. Pour n'avoir pas abandonné. Pour avoir continué à croire, même quand c'était difficile. Pour chaque pas accompli avec détermination, chaque page écrite avec passion. Ce mémoire est l'aboutissement d'un engagement personnel et d'une volonté sereine de réussir.

À tous, merci infiniment.

Table des matières :

Liste abrégées :	6
Liste des Tableaux :	7
Liste des Figures :	8
Résumé :	9
INTRODUCTION	11
Partie bibliographique	12
Chapitre I: Généralité sur la betterave	13
I.1. Origine et histoire de la betterave :	13
I.2. Description et classification botanique :	13
I.2.1. Description :	14
I.2.2. Taxonomie :	15
Chapitre II: Composition chimique et valeurs nutritionnelle de la betterave rouge	16
II.1. Composition chimique de la betterave	16
II.2. Valeur nutritionnelle de la betterave	17
II.3. Bienfaits de la betterave pour la santé :	18
<input type="checkbox"/> Activité antioxydante :	19
<input type="checkbox"/> Anti-inflammatoire: anti-tumorales et hépato-protecteur	19
<input type="checkbox"/> Avantages pour le transit intestinal :	19
Chapitre III : Utilisations de la Betterave dans le domaine agro-industriel	20
III.1. Colorant alimentaire naturel :	20
III.2. Optimisation de la nutrition :	20
III.3. Produits fonctionnels :	21
III.4. Marinades et assaisonnements :	21
Partie 2 :	22
Partie expérimentale	22
Objectifs :	23
I. Matériels Et Méthodes :	23
I.1. Matériels	23
I.1.1. Matériel et réactifs de laboratoire :	23
I.1.2. Matériel Biologique :	24
<input type="checkbox"/> Matériel végétal:	25
I.2. Méthodes :	25
I.2.1. Préparation des extraits végétaux :	25
I.2.2 Calcul de rendement d'extraction :	26

II.2.3. Détermination de l'activité anti-oxydante :	26
II.2.4 Détermination du pouvoir antioxydant :	28
II.2.5. Détermination de l'activité gastroprotecteur:	28
II.2.6. Détermination de l'activité anti-inflammatoire in vivo :.....	31
I.Résultats de l'étude de l'activité antioxydante :	36
II : Résultats de l'étude de l'activité antiinflammatoire	37
II.1. Par la pesée des pattes :.....	37
II.2. Par la mesure de l'épaisseur des pattes	38
III. Résultats de l'activité gastroprotecteur de l'extrait de tubercule <i>de beta vulgaris</i> :.	40
III.1. Résultats de la pesée des poids moyens des estomacs des rats testés.....	40
III.2. Résultats des examens macroscopiques.....	40
III.3. Résultats des examens microscopiques :	40
III.3.1. Résultats des extraits du tubercule <i>beta vulgaris</i> :	41
CONCLUSION :.....	44
REFERNCES	45
Annexes.....	47

Liste abréviations :

- AA : Activité antioxydante
- BC : Bêta-carotène
- BHT : Butylhydroxytoluène
- COX : Cyclo-oxygénase
- DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle
- ED : Eau distillée
- Ethos : Éthanol
- H&E : Hématoxyline-Éosine
- IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50%
- ENSV : École Nationale Supérieure Vétérinaire
- mg/ml : milligrammes par millilitre
- nm : nanomètre
- UV-Vis : Ultra-violet-visible

Liste des Tableaux :

Tableau N°1 : Taxonomie de betterave rouge (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>Vulgaris</i> L).....	15
Tableau N°2 : Composition chimique de la betterave rouge (Composition chimique typique pour 100g de betterave rouge crue) (Anonyme1, 2025).....	16
Tableau N°3 : Valeurs nutritionnelles moyennes de la betterave rouge. Valeurs nutritionnelles moyennes (pour 100g de betterave rouge crue) (Oyen, 2019).....	18
Tableau N°4 : matériels et réactifs utilisés.....	23
Tableau N°5 : Différentes dilutions effectuées pour la réalisation de test de DPPH.....	27
Tableau N°6 : Répartition des différents lots selon le type du traitement administré.....	29
Tableau N°07: Protocole de l'étude de l'effet antiinflammatoire.....	33
Tableau N°08 : Résultats des IC 50 des extraits de betterave.....	36
Tableau N°09 : Résultats de l'activité antiinflammatoire par la pesée des pattes.....	37
Tableau N°10 : Résultats de l'activité antiinflammatoire par la mesure de l'épaisseur des pattes.....	38
Tableau N°11 : pesée des estomacs des rats testés.....	40

Liste des Figures :

Figure N°1 : <i>Beta vulgaris</i> ssp. Vulgaris du groupe Betterave Jardin (Oyen, 2019).....	13
Figure N° 2 : Betterave rouge, tubercule de racine (<i>Beta vulgaris</i> - Schübl & G. Martens, 1791).....	14
Figure N°3 : Rats Wistar.....	24
Figure N°4 : Etapes de préparation de la betterave.....	25
Figure N°5 : Différentes étapes de la préparation des extraits aqueux de la betterave.....	25
Figure N°6 : Décoloration de DPPH et piège de radical libre.....	28
Figure N°7 : administration des différentes solutions aux rats.....	29
Figure N°8 : quelques étapes de l'étude histologique.....	30
Figure N°9: étapes de la coloration.....	31
Figure N°10 : mesure avec le pied à coulisse	32
Figure N°11 : Résultats des IC 50% (mg/ml) des extraits de betterave.....	36
Figure N°12 : Evaluation de l'activité anti-inflammatoire par la pesée des pattes.....	37
Figure N°14 : Observation macroscopique de l'estomac des rats traité par l'extrait aqueux de <i>Beta vulgaris</i> (200 mg/ml).....	40
Figure N° 13 : Évolution du pourcentage d'œdème au cours du temps chez les rats traités par l'extrait de <i>Beta vulgaris</i> (200 mg/ml), le diclofénac (5 mg/ml) et le témoin positif	
Photo 5 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat du lot 01 (témoin négative).....	41
Photo 6 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat traité avec l'extrait de <i>Beta vulgaris</i> (lot 02).....	41
Photo 7 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat traité avec l'oméprazole (lot 03).....	42
Photo 8 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat témoin ulcéré (lot 04 – éthanol seul) ...	42

Résumé :

Cette étude a porté sur l'évaluation des activités biologiques de l'extrait aqueux du tubercule de *Beta vulgaris* (betterave rouge), une plante médicinale connue pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. La partie théorique du travail a porté sur les caractéristiques botaniques et la composition chimique de *Beta vulgaris*, en mettant l'accent sur sa richesse en bétalaïnes, flavonoïdes et polyphénols. La partie expérimentale a exploré trois activités principales : les effets antioxydants, anti-inflammatoires et gastroprotecteurs. L'activité antioxydante, évaluée par le test de piégeage des radicaux DPPH, a révélé une capacité modérée de neutralisation des radicaux libres. L'activité anti-inflammatoire a été évaluée *in vivo* chez des rats en utilisant le modèle de l'œdème de la patte induit par la carragénine, démontrant une inhibition significative de l'inflammation, en particulier pendant les premières heures. L'effet gastroprotecteur a été étudié dans un modèle d'ulcère gastrique induit par l'éthanol, où l'extrait a réduit la sévérité des lésions gastriques à la fois macroscopiquement et histologiquement. Ces résultats soulignent le potentiel thérapeutique de *Beta vulgaris* en tant qu'antioxydant naturel, anti-inflammatoire et agent gastroprotecteur, et soutiennent son application future dans la phytothérapie alternative et complémentaire, en particulier en médecine vétérinaire.

Mots clés : *Beta vulgaris*, betterave rouge, activité antioxydante, activité anti-inflammatoire, activité gastroprotectrice, DPPH, carraghénane, ulcère gastrique, phytothérapie, médecine vétérinaire.

Abstract:

This study focused on evaluating the biological activities of the aqueous extract of *Beta vulgaris* (red beet) tuber, a medicinal plant known for its nutritional and therapeutic properties. The theoretical part of the work covered the botanical characteristics and chemical composition of *Beta vulgaris*, emphasizing its richness in betalains, flavonoids, and polyphenols. The experimental part explored three main activities: antioxidant, anti-inflammatory, and anti-ulcer effects. The antioxidant activity, assessed by the DPPH radical scavenging assay, revealed a moderate free radical neutralization capacity. The anti-inflammatory activity was evaluated *in vivo* in rats using the carrageenan-induced paw edema model, demonstrating a significant inhibition of inflammation, especially during the early hours. The gastroprotective effect was studied in a model of ethanol-induced gastric ulcer, where the extract reduced the severity of gastric lesions both macroscopically and histologically. These findings highlight the therapeutic

potential of Beta vulgaris as a natural antioxidant, anti-inflammatory, and gastroprotective agent, and support its future application in alternative and complementary phytotherapy, particularly in veterinary medicine.

Keywords: Beta vulgaris, red beet, antioxidant activity, anti-inflammatory activity, anti-ulcer activity, DPPH, carrageenan, gastric ulcer, phytotherapy, veterinary medicine.

ملخص:

ركزت هذه الدراسة على تقييم الأنشطة البيولوجية للمستخلص المائي لدرنات الشمندر الأحمر ، وهو نبات طبي معروف بخصائصه الغذائية والعلاجية. غطى الجزء النظري من العمل الخصائص النباتية والتركيب الكيميائي لنبات بيتا فولغاريس، مع التركيز على غناه بالبيتالين والفلافونويدات والبوليفينول. استكشف الجزء التجريبي ثلاثة أنشطة رئيسية: التأثيرات المضادة للأكسدة، والمضادة للالتهابات، والمضادة للقرحة. كشف النشاط المضاد للأكسدة، الذي تم تقييمه عن ، عن قدرة معتدلة على تثبيت الجذور الحرة. تم تقييم النشاط المضاد للالتهابات في DPPH طريق اختبار الكسح الجذري الجسم الحي في الفئران باستخدام نموذج الوذمة التي يسببها الكاراجينان في مخالب الفئران، مما يدل على تثبيط كبير للالتهابات، خاصة خلال الساعات الأولى. تمت دراسة التأثير الوقائي للمعدة في نموذج قرحة المعدة التي يسببها الإيثانول، حيث قلل المستخلص من شدة الآفات المعدية من الناحيتين العيانية والنسجية. تسلط هذه النتائج الضوء على الإمكانيات العلاجية لمستخلص بيتا فولغاريس كمضاد طبيعي للأكسدة ومضاد للالتهابات وعامل وقائي للمعدة، وتدعم تطبيقه المستقبلي في العلاج النباتي البديل والتكميلي، وخاصة في الطب البيطري

الكلمات المفتاحية:

، الكاراجينان، DPPH، الشمندر الأحمر، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للالتهابات، النشاط المضاد للقرحة، قرحة المعدة، العلاج بالنباتات، الطب البيطري

INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, les plantes occupent une place centrale dans les médecines traditionnelles, en raison de leur richesse en composés bioactifs aux effets bénéfiques sur la santé humaine. Parmi elles, *Beta vulgaris*, communément appelée betterave, suscite un intérêt croissant en phytothérapie et en pharmacologie moderne. Cultivée principalement pour ses racines charnues, la betterave est largement utilisée dans l'alimentation humaine sous forme de légume ou pour la production de sucre. Toutefois, au-delà de son rôle nutritionnel, la betterave recèle un potentiel thérapeutique encore peu exploité, justifiant des investigations scientifiques approfondies.

La betterave se distingue par sa composition chimique exceptionnelle, incluant des vitamines (notamment l'acide folique), des minéraux (fer, potassium, magnésium), ainsi qu'une diversité de composés phénoliques et de pigments naturels, en particulier les bétalaïnes, responsables de sa couleur rouge caractéristique. Ces molécules confèrent à la betterave plusieurs propriétés biologiques intéressantes, notamment des activités antioxydantes, anti-inflammatoires, hépatoprotectrices, antimicrobiennes et même anticancéreuses (Clifford et al., 2015).

Les bétalaïnes, et plus particulièrement la bétanine, ont démontré une capacité remarquable à piéger les radicaux libres, à inhiber la peroxydation lipidique et à moduler les voies inflammatoires (Esatbeyoglu et al., 2015). Des travaux expérimentaux ont également montré que les extraits de betterave peuvent atténuer les dommages gastriques induits par des agents ulcérogènes, suggérant un effet gastro protecteur probable via des mécanismes antioxydants et anti-inflammatoires (Kapadia et al., 2011). De plus, l'administration de betterave a été associée à une amélioration des marqueurs inflammatoires systémiques et à une réduction du stress oxydatif dans plusieurs modèles animaux (Georgiev et al., 2010).

Dans ce contexte, la présente étude vise à explorer certaines propriétés biologiques spécifiques de la betterave, à savoir ses effets gastro protecteur, antioxydants **et** anti-inflammatoires. Ces trois axes d'investigation sont particulièrement pertinents dans une approche de valorisation des plantes médicinales, d'autant plus que les ulcères gastroduodénaux, les processus inflammatoires chroniques et le stress oxydatif sont à l'origine de nombreuses pathologies. L'identification et la caractérisation de l'activité biologique des extraits de betterave pourraient ainsi contribuer au développement de nouveaux agents thérapeutiques d'origine naturelle, sûrs et efficaces.

Partie bibliographique

Chapitre I: Généralité sur la betterave

I.1. Origine et histoire de la betterave :

La betterave rouge, aussi appelée *Beta vulgaris* (Figure 01) en termes scientifiques, provient de la zone méditerranéenne et est cultivée pour des usages nutritionnels et médicaux depuis les temps passés. La betterave rouge sauvage, qui possède des feuilles alimentaires et des racines charnues, est considérée comme le précurseur de la betterave cultivée que nous connaissons actuellement.

Durant le Moyen Âge, la betterave rouge était déjà couramment cultivée pour son usage gastronomique. Ses feuilles servent de légume et ses racines sont employées dans plusieurs recettes. Durant les siècles qui ont suivi, la culture de la betterave rouge a continué et son application s'est propagée dans de multiples secteurs, en particulier dans le processus de production de sucre.

En Algérie, le développement de la betterave potagère est particulièrement propice. Cependant, jusqu'à présent, ce légume n'a pas bénéficié de l'ampleur et de la popularité qu'il mérite. Sa culture est pratiquée sur de petites superficies (Benachour, 2008).



Figure N°1 : *Beta vulgaris* ssp. *Vulgaris* du groupe Betterave Jardin (Oyen, 2019)

I.2. Description et classification botanique :

La betterave est cultivée pour ses racines charnues, elle sert comme légume dans la nourriture humaine, en tant que plantes fourragères et dans la fabrication du sucre. Elle tire son nom de « bette », une cousine bien qu'elles ne se ressemblent pas beaucoup, et de « rave » : une plante cultivée pour sa racine qui est comestible.

I.2.1. Description :

- **Feuillage :**

Les feuilles de forme allongée placées en forme de rosette sur la racine. Elles contiennent des pigments rouges de différentes intensités (**Denis, 2010**) et un grand nombre de composés phénoliques, en plus de la lutéine et la zéaxanthine, deux antioxydants qui font partie du groupe des caroténoïdes et également des nutriments (vitamine A) (**Ribaya-Mercado et Blumberg, 2004**).

- **Racine charnue :**

La racine charnue de la betterave rouge possède une forme ronde ou ovale et une teinte rouge foncé (figure 02). C'est cette section de la plante qui est majoritairement consommée. La racine est en partie tubéreuse et pivote hors du sol. Elle présente une grande résistance face à la sécheresse (**Denis, 2010**). Il s'agit d'une des rares espèces de plantes qui renferment des bétalaïnes (Kujala, 2002), une catégorie de pigments qui contribue à sa teinte marquée. Les racines renferment aussi une concentration notable de vitamine C.

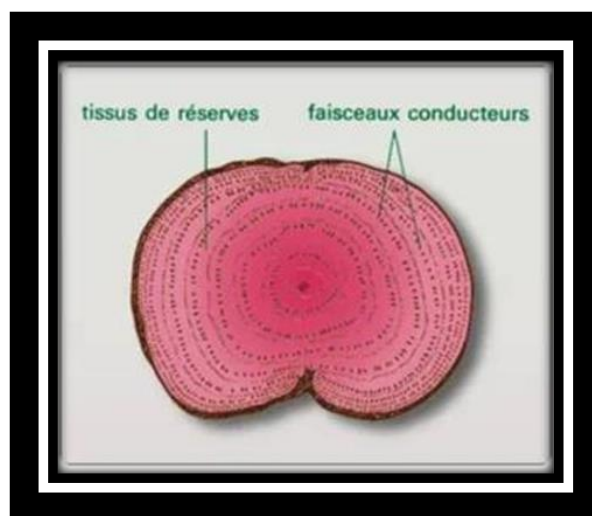


Figure N° 2: Racine de la betterave rouge (Anonyme1, 2025)

- **Fruit :**

Une fois floraison terminée, la betterave rouge donne des fruits en tant que capsules renfermant des graines. Ces semences peuvent servir à la reproduction de la plante.

- **Graine :**

La betterave est recouverte d'un glomérule contenant entre une et cinq graines, en moyenne trois. Selon **Denis (2010)**, la betterave rouge est une plante biannuelle.

I.2.2. Taxonomie :

La betterave rouge, également connue sous le nom de *Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris* L, est une sous-espèce appartenant soit à la Famille des Chénopodiacees (selon la typologie classique), soit à la Famille des Amaranthacees (selon la typologie phylogénétique) (tableau N01).

**Tableau N°1 : Taxonomie de betterave rouge (*Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris* L)
(AnonymeN°1, 2025).**

Règne	Plante
Classe	<i>Equisetopsida</i>
Sous-classe	<i>Magnoliida</i>
Superordre	<i>Cryophyllanae</i>
Ordre	<i>Cryophyllales</i>
Famille	<i>Amaranthaceae</i>
Genre	<i>Beta</i> L
Espèce	<i>Beta vulgaris</i> L
Sous-espèce	<i>Beta vulgaris</i> subsp <i>vulgaris</i>

La betterave est généralement classée en quatre espèces :

♣ **Betterave à feuilles** : Elle englobe les betteraves à carde, appartenant au groupe *Flavescens*, et la betterave à épinard, appartenant au groupe *Cicla*. Cependant, il existe également plusieurs variétés intermédiaires.

♣ **Betterave sucrière** : également appelée *Altissima*, elle est une variété de teinte blanche cultivée aux États-Unis et en Europe.

♣ **Betterave fourragère** : également appelée *Crassa*, elle est une espèce employée pour la nourriture des troupeaux.

♣ **Betterave de jardin** : aussi connue sous le nom de groupe *Conditiva*, est cultivée et possède une partie tubéreuse comestible (Baião et al., 2017).

Chapitre II: Composition chimique et valeurs nutritionnelle de la betterave rouge

II.1. Composition chimique de la betterave

La betterave (*Beta vulgaris*) se distingue par une composition chimique riche et diversifiée, qui lui confère des propriétés biologiques remarquables (Tableau 02). Elle contient principalement du saccharose, une forme de glucose prédominante dans sa racine, ce qui en fait une source importante de sucre naturel (Baião et al., 2017). L'un de ses constituants les plus caractéristiques est la **bétanine** ($C_{24}H_{27}N_2O_{13}$), un pigment de la famille des bétalaïnes (classée E162 dans les additifs alimentaires), responsable de la coloration rouge-violet intense des racines. La bétanine est hydrosoluble, mais elle est sensible à la lumière, à la chaleur et à l'oxygène, ce qui peut en altérer la stabilité (Esatbeyoglu et al., 2015). La betterave contient également de la géosmine, un composé terpénique responsable de son arôme terreux distinctif (Oyen, 2019). En outre, elle renferme des acides phénoliques, des flavonoïdes, des nitrates inorganiques, ainsi que des composés bioactifs aux effets antioxydants et anti-inflammatoires avérés (Georgiev et al., 2010 ; Clifford et al., 2015).

Tableau N°2 : Composition chimique de la betterave rouge
(Composition chimique typique pour 100g de betterave rouge crue)
(Anonyme1, 2025)

Eau	87g
Glucides	7-8g
Fibre alimentaire	2-3g
Protéines	1-2g
Lipides	0.2g
Sucres naturels	6-8g saccharoses
Minéraux	Potassium, magnésium ,calcium , phosphore, sodium
Vitamines	vitamine C , vitamine B9 ,vitamineB6

II.2. Valeur nutritionnelle de la betterave :

Sur le plan nutritionnel, la betterave est un aliment à haute densité micro nutritionnelle. Elle constitue une excellente source de fibres alimentaires, favorisant la régulation du transit intestinal et contribuant à la prévention des maladies métaboliques (Vargas-Rubóczki, 2020). Elle est également riche en minéraux essentiels tels que le potassium, le sodium, le fer, le cuivre, le magnésium, le calcium, le phosphore et le zinc (Tableau N°3), qui participent à diverses fonctions physiologiques, notamment la régulation de la pression artérielle, la transmission neuromusculaire et la synthèse enzymatique (Baião et al., 2017). En ce qui concerne les vitamines, la betterave fournit des quantités significatives de vitamines du groupe B, notamment la vitamine B9 (acide folique), essentielle à la synthèse de l'ADN et à la prévention des anomalies du tube neural, ainsi que de la vitamine C, impliquée dans la synthèse du collagène et la protection contre le stress oxydatif. Cette synergie entre micronutriments et composés bioactifs positionne la betterave comme un aliment fonctionnel aux propriétés nutritionnelles et préventives prometteuses.

Tableau N°3 : Valeurs nutritionnelles moyennes de la betterave rouge. Valeurs nutritionnelles moyennes (pour 100g de betterave rouge crue) (Oyen, 2019).

• Valeurs nutritionnelles pour 100g : •	
• □Énergie (Kcal)	• 30Kcal
• □Protéine	• 0,73g
• □Lipides :	• 0,09g
• □Acide gras saturés	• 0,013 g
• □Acide gras mono insaturés	• 0,016 g
• □Acide gras poly insaturés	• 0,03 g
• □Dont oméga 6	• 0,028g
• □Dont oméga 3	• 0,002g
• □Glucides :	• 7,14g
• □Glucides sucres assimilables	• 0,61g
• □Sucres simples et autre sucres	• 6,53g
• □Vitamines et assimilés :	• 0,004g
• □Vitamine A et provitamine A	• 1µg
• □Caroténoïdes pro vitaminiques A	• 0,003g
• □Minéraux et oligo-éléments:	• 0,213g
• □Sélénium	• 0,1µg
• □Potassium	• 159mg
• □Phosphore	• 15mg
• □Calcium	• 18mg
• □Sodium	• 143mg
• □Magnésium	• 18mg
• □Fer	• 0,73mg
• □Zinc	• 0,34mg
• Cuivre	• 0,043mg
• Manganèse	• 0,411mg

II.3. Bienfaits de la betterave pour la santé :

L'usage de la betterave contribue à soigner diverses affections comme l'anémie, la tension artérielle, le cancer, les pellicules, les ulcères gastriques, les troubles rénaux, la toxicité du foie

ou des problèmes biliaires comme la jaunisse, l'hépatite, les intoxications par aliments, la diarrhée et les vomissements. Selon Neha et al. (2018).

- **Activité antioxydante :**

La betterave se distingue par sa capacité antioxydante la plus importante (Stintzing et al., 2004). Les antioxydants sont des substances capables de détecter les radicaux libres afin d'assurer la protection des cellules corporelles (Winkler et al., 2005).

- **Anti-inflammatoire : anti-tumorales et hépato-protecteur**

La betterave est l'une des rares espèces de plantes qui renferme des bétalaïnes (Kujala Ts, 2002). Ses pigments végétaux contribuent à sa teinte marquée. Ils pourraient également posséder des caractéristiques anti-inflammatoires, anti-tumorales et de protection du foie (Escribano, 1998).

- **Avantages pour le transit intestinale :**

Grâce à sa forte teneur en fibres, la betterave joue un rôle dans le traitement de la paresse intestinale. Les intestins sensibles tolèrent plus facilement la nourriture cuite (Pavlov et al., 2005).

Chapitre III : Utilisations de la Betterave dans le domaine agro-industriel

La betterave rouge (*Beta vulgaris* L.), en particulier sa racine, fait l'objet d'un intérêt croissant en raison de ses nombreuses applications dans les secteurs agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique et énergétique. Cette plante racinaire est notamment reconnue pour sa richesse en composés bioactifs, en particulier les bétalaïnes, pigments hydrosolubles responsables de sa couleur rouge caractéristique, et dotés de propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antitumorales avérées (Kanner et al., 2001 ; Kujala et al., 2002).

La betterave rouge est utilisée en médecine traditionnelle dans certaines cultures, notamment pour le traitement empirique de troubles tels que les kystes, bien que ces usages ne soient pas encore validés scientifiquement à grande échelle.

En agro-industrie, la betterave rouge se distingue par sa polyvalence technologique. L'une de ses applications majeures demeure l'extraction de saccharose, principalement à partir de la betterave sucrière (*Beta vulgaris* var. *altissima*), pour la production industrielle de sucre (Petty et al., 2012). En outre, la poudre de betterave rouge, obtenue par déshydratation, est de plus en plus utilisée comme colorant naturel (E162) dans l'industrie alimentaire, en remplacement des colorants synthétiques, répondant ainsi à une demande croissante pour des produits « clean label » (Delgado-Vargas et al., 2000).

Enfin, la betterave rouge suscite un intérêt particulier dans le domaine de la bioénergie. Son potentiel en tant que matière première pour la production de bioéthanol ou de biogaz a été mis en évidence dans plusieurs études, grâce à sa teneur élevée en sucres fermentescibles (Zhang et al., 2013).

III.1. Colorant alimentaire naturel :

Son pigment rouge intense est couramment utilisé dans le secteur agroalimentaire pour donner une teinte diversifiée à divers produits, comme les sauces, les soupes, les confiseries, les desserts, les produits laitiers, la boulangerie et les boissons. Ce légume apporte un pigment naturel (indiqué E162) dans les secteurs de l'alimentation, de la pharmacie et de la cosmétique (Baião et al., 2017).

III.2. Optimisation de la nutrition :

Grâce à sa composition en fibres, vitamines (en particulier la vitamine C et B9) et minéraux utiles comme le potassium et le magnésium, la poudre de betterave rouge confère une grande valeur nutritive aux aliments transformés (Georgiev et al., 2010).

III.3. Produits fonctionnels :

Elle est incorporée dans des compositions de nourriture fonctionnelle et contribue à la coloration, au goût et aux bienfaits nutritionnels des smoothies, des barres d'énergie et d'autres additifs nutritifs (Georgiev et al., 2010).

III.4. Marinades et assaisonnements :

Elle est employée pour préparer des marinades et des assaisonnements, apportant une coloration dynamique et un accent sucré à divers plats, qu'il s'agisse de viandes ou de légumes (Baião et al., 2017).

III.5. Confiserie :

Dans le domaine des sucreries, elle est utilisée pour colorer et aromatiser les bonbons, les gommes à mâcher et d'autres plaisirs sucrés, proposant une option naturelle face aux pigments artificiels.

Partie 2 :

Partie expérimentale

Objectifs :

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer les activités biologiques de la betterave (*Beta vulgaris*), en considérant à la fois ses feuilles, ses racines et leur combinaison. Cette approche vise à explorer et comparer le potentiel bioactif des différentes parties de la plante. Les analyses porteront notamment sur les propriétés antioxydants et antiinflammatoires et gastroprotecteur dans une perspective d'utilisation agroalimentaire et thérapeutique. En étudiant séparément et conjointement la feuille et la racine, nous cherchons à identifier des synergies ou des spécificités d'action.

I. Matériels Et Méthodes :

Lieu et durée de l'étude : Les travaux que nous avons menés, ont été effectués au sein des laboratoires d'HIDAOA, Alimentation, Biochimie et aussi Animalerie u laboratoire de recherche HASAQ de l'école nationale supérieur des vétérinaires (ENSV).

L'étude qui s'est déroulée du 15 mai au 15 juin 2025.

I.1. Matériels

I.1.1. Matériel et réactifs de laboratoire :

Le matériel de laboratoire, ainsi que les réactifs utilisés dans notre expérimentation sont répertoriés dans la tableau N04.

Tableau N°4 : matériels et réactifs utilisés

Tests	Réactifs et appareillages		
	Réactifs	Matériel	Appareillages
Extraction de beta vulgaris	Eau distillée	-Eprouvette de 1000 ml, -Entonnoir -Becher -Couteau -Moulin à café électrique - papier filtre - boites de pétri -ciseaux	-Agitateur magnétique -Réfrigérateur -Etuve à 40-42°C -Balance analytique

Activité antioxydante	-DPPH (1,1-diphényl-dipicrylhydrazyl). -Acide ascorbique (VitC). -BHT (butylhydroxytoluène) -Méthanol.	-Tubes à essai, - fioles jaugées (50 ml, 100ml) -Béchers, -micropipettes (25µ,50µ,100µ), -Portoir -Entonnoirs, -Spatule cuves	- Spectrophotomètre -Balance analytique -Agitateur
Activité anti-inflammatoire	-Suspension carragénine à 1 -Eau physiologique à 0.9 -L'extrait de beta vulgaris 200mg/ml -Produit de référence DICLOFENAC - kétamine	Ciseaux, Bistouri, Seringue avec aiguille Biberon de souris Sonde de gavage pour souris Cage à souris de laboratoire	-Agitateur magnétique, -Balance pour les animaux -Balance analytique
Activité gastroprotecteur	Formol Kétamine Produits histopathologie	-Ciseaux -Bistouri -seringue avec aiguille -Biberon de souris -Sonde de gavage pour souris -Cage à souris de laboratoire -Béchers -cassettes, moules acier inoxydable, plaque de froid, bain chaud, lames et lamelles	Microscope Agitateur mécanique Microtome

I.1.2. Matériel Biologique :

- ❖ Des rats Wistar femelles (205-225 g) (figure N°3) fournis par l'animalerie du laboratoire HASAQ ont été utilisés. Les animaux sont divisés en groupes de 5, maintenus à $24 \pm 2^\circ\text{C}$ avec accès à l'eau et à l'aliment. Ils sont pesés et marqués avant utilisation.

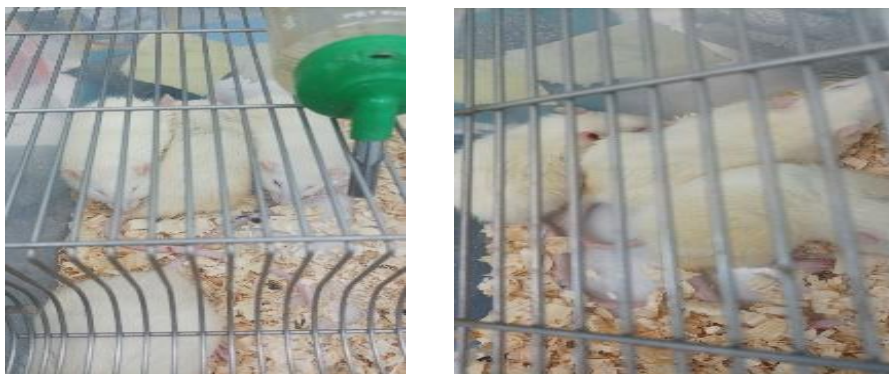


Figure N°3 : Rats Wistar

❖ Matériel végétal:

Le matériel végétal utilisé au cours de notre étude est la betterave *Beta vulgaris*.

La préparation avant extraction des betteraves a suivi les étapes suivantes (figure N°4):

- Lavage et triage,
- Coupe (épluchage et tranchage),
- Séchage à 40-42°C jusqu'à déshydratation,
- Broyage,
- Stockage.



Figure N°4 : Etapes de préparation de la betterave

I.2. Méthodes :

I.2.1. Préparation des extraits végétaux : des préparations des extraits aqueux des différentes parties de plante le feuille et tubercule ont été réalisés (figure N°5).

50g de la poudre (feuille ; tubercule) sont macérés dans 500 ml d'eau distillée, sous une agitation mécanique pendant 24 heures. S'en suit une filtration du macérât à l'aide d'un tamis et papier filtre, pour récupérer la fraction liquide qui est l'extrait aqueux de *beta vulgaris*.

Les solutions obtenues sont séchées à l'étuve à température 40 -42 C° jusqu'à ce qu'elle soit déshydratée et qu'il n'y ait plus d'humidité.

Les poudres obtenues sont mises en boites au congélateur à température- 4°C jusqu'à leur utilisation.



Figure N°5 : Différentes étapes de la préparation des extraits aqueux de la betterave

I.2.2 Calcul de rendement d'extraction :

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après séchage, et exprimé en pourcentage (%) par rapport à la masse initiale de la poudre soumise à l'extraction. Il est calculé suivant la formule présentée ci-dessous :

$$R (\%) = [M / M_0] \times 100$$

- **R (%)** : Rendement exprimé en %
- **M** : Masse en gramme de l'extrait sec obtenu
- **M₀** : Masse en gramme de la poudre végétale utilisée (50g)

II.2.3. Détermination de l'activité anti-oxydante :

✓ Principe :

Le test de piégeage du radical DPPH, initialement conçu par Blois (1958), a été utilisé pour évaluer l'activité antioxydante in vitro. L'antioxydant peut être observé par spectrophotométrie UV-visible lors de la diminution du radical libre DPPH (2,2-di phényl-1-picrylhydrazyle), en calculant la réduction de l'absorbance à 517 nm causée par les extraits présents. Ce test est largement employé, du fait de sa rapidité, sa simplicité et son faible coût

✓ Protocole :

Préparation de la solution mère des échantillons testés :

Pour chaque type d'échantillon (racine seule, feuille seule et mélange racine-feuille), 200 mg de poudre sèche ont été pesés et dissous dans 100 mL de méthanol (MeOH) pour obtenir une solution mère à 2 mg/mL.

Hydroxytoluène butylé (BHT) :

Le BHT, ou 2,6-di-tert-butyl-4-méthylphénol, est un antioxydant synthétique largement utilisé comme témoin positif dans les essais de piégeage des radicaux libres

Une solution mère de 20 mg de BHT a été dissoute dans 100 mL de méthanol (0,2 mg/mL).

Préparation de la solution BC :

Précurseur de la vitamine A, le bêta-carotène est un caroténoïde lipophile aux propriétés antioxydantes reconnues. Il est capable de neutraliser les radicaux libres, notamment les espèces réactives de l'oxygène,

Une solution de 20 mg dans 100 ml de méthanol (0,2 mg/ml) a été préparée.

Préparation de solution de Vitamine C :

Une solution mère de 20 mg d'acide ascorbique dissous dans 100 ml de méthanol a été préparée.

Préparation de la solution méthanoïque de DPPH :

Une solution de 0,008 g (8 mg) de DPPH a été dissoute dans 200 mL de méthanol,

Préparation des substances à tester :

Les différentes dilutions effectuées pour la réalisation des tests sont représentées dans le tableau 05

Tableau 05 : Différentes dilutions effectuées pour la réalisation de test de DPPH

Concentration	Volume prélevé de la solution mère (tubercules ou feuilles)	Volume ajouté de Méthanol	Concentration finale de solution mère(mg/ml)
N° 01	20	480	0.4
N° 02	40	460	0.8
N° 03	60	440	1.2
N° 04	80	420	1.6
N° 05	100	400	2
N° 06	120	380	2.4
N° 07	140	360	2.8
N° 08	160	340	3.2
N° 09	180	320	3.6
N° 10	200	300	4

- Dans un tube sec on met 1ml de chaque extrait et on rajoute 1ml de DPPH
- pour la solution qui comporte les extraits de feuilles + tubercules, nous divisons la quantité de solution mère ajoutée de chaque tube de dilution par deux (ex : pour la concentration N1, le volume de tube 01 est 20ml, 10 ml pour l'extrait du tubercule et 10 ml pour les extraits des feuilles.
- Pour chaque concentration le test est répété 2 fois.
- Les tubes sont mis à l'obscurité et soumis à une température ambiante pendant 30 min
- La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm par spectrophotomètre, en Utilisant des cuves en quartz de 2 ml

- Le contrôle positif est représenté par une solution antioxydante standard Vit C, BHT et BC.
- Pour chaque dilution, on prépare un blanc : 1ml méthanol (pour le calibrage de Spectrophotomètre)
- Control : 1ml méthanol/1ml de DPPH

II.2.4 Détermination du pouvoir antioxydant :

Les résultats, exprimés en activité antioxydante, indiquent la capacité de neutralisation du radical libre et sont évalués par le taux de décoloration du DPPH en solution méthanolique (Figure N). Ces données sont utilisées pour déterminer la concentration efficace qui diminue la concentration initiale de DPPH à 50% (EC50).

La formule suivante est utilisée pour déterminer l'activité antioxydante « AA% » :

$$\%AA = 100 - (\text{Abs test} / \text{Abs control}) * 100$$

Où

$$\% \text{inhibition} = (\text{Abs control} - \text{Abs test}) / \text{Abs control} * 100$$

Soit :

- AA Activité antioxydante.
- Abs control : Absorbance à la longueur d'onde de 517 nm de la solution méthanol + DPPH.
- Abs test : Absorbance à 517 nm de l'échantillon.

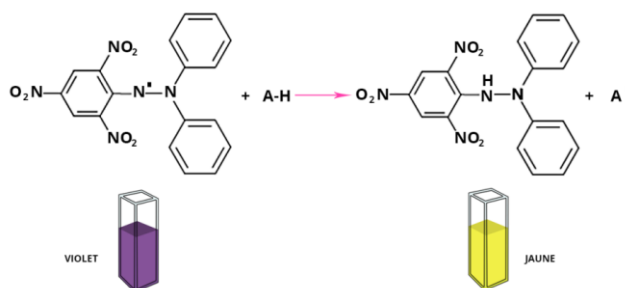


Figure N°6 : Décoloration de DPPH et piège de radical libre

II.2.5. Détermination de l'activité gastroprotecteur :

L'activité gastro protectrice de tubercule de *beta vulgaris* a été évaluée sur des rats ayant des ulcères induits par l'éthanol (figure N°7). Après 24h de jeûne, les animaux pesés et marqués ont été répartis en 5 groupes de 4 rats (Tableau 06).

Tableau 06 : Répartition des différents lots selon le type du traitement administré

Groupes :	
Lot 01 : témoin sain	Les rats reçoivent de l'eau distillée par voie orale. Une heure après ils reçoivent le même volume de l'eau distillée
Lot 02 : extrait de tubercule <i>beta vulgaris</i>	Les rats reçoivent 200 mg/ml d'Extrait aqueux de <i>beta vulgaris</i> par voie orale (pour chaque rat on donne 1.05ml), une heure après reçoivent 5ml/kg d'éthanol (EtOH) par voie orale à 99%
Lot 03 : Oméprazole	Les rats reçoivent par voie orale a une dose de 20 mg/kg d'oméprazole. Après une heure les rats reçoivent 5ml/kg d'éthanol.
Lot 04 : etOH	Les rats reçoivent l'eau distillée par voie orale, après une heure les rats reçoivent 5 ml/Kg d'éthanol 99%



Figure N°7 : administration des différentes solutions aux rats

Trois heures après, les rats ont été sacrifiées après avoir reçu de la kétamine.

Les estomacs de chaque rat sont prélevés pour l'étude histologique macro et microscopique.

Les estomacs des rats ont été prélevés et ouverts pour étudier les lésions causées par l'alcool.

Les échantillons ont été lavés, fixés et étalés pour observer les dégâts causés. Ils ont été conservés pour une étude plus approfondie de la pathologie des ulcères. Des photos ont été prises pour documenter les résultats.

✓ **Etude histopathologique (figure N08) :**

Une étude histopathologique a été réalisée au service d'anatomopathologie de notre école pour étudier les lésions des estomacs prélevés.

Les étapes de l'étude histopathologiques sont les suivantes :

✓ **Fixation:**

Les estomacs ont été coupés en tranches fines et placés dans des cassettes référencées. Les cassettes ont été émergées dans du formol à 10% pendant 24 heures pour conserver les structures tissulaires.

✓ **Déshydratation:**

Les tissus ont été déshydratés dans des solutions de différentes concentrations avec un programme de 24 heures. Le processus a inclus les étapes suivantes :

-Fixation : 24 heures dans du formol 4%.

-Déshydratation : 4 heures 10 minutes dans des solutions d'éthanol à des concentrations croissantes de 70% à 100%

-Éclaircissement : 1 heure 50 minutes dans du xylène.

-Imprégnation : 12 heures 10 minutes dans des baquets chauds de paraffine

✓ **Inclusion:**

Les échantillons déshydratés ont été inclus dans la paraffine dans des moules en inox. Cette étape permet une solidification de l'échantillon, par leur polymérisation



Figure N°8 : quelques étapes de l'étude histologique

✓ **Coupes histologiques:**

Les coupes histologiques ont été réalisées à l'aide d'un microtome modèle "LEICA RM 2125RT".

✓ **Étalement, collage et séchage :**

✓ **Déparaffinage :**

✓ **Coloration et montage (figure N°9) :**

Les lames obtenues subissent une double coloration, une Coloration topographique et une Coloration Trichrome de Masson (détails en annexe).



Figure N°9: étapes de la coloration

✓ **Observation microscopique des coupes histologiques:**

L'observation des coupes vise essentiellement à décrire les changements microscopiques par une étude comparative entre les tissus sains témoins et les tissus traités.

II.2.6. Détermination de l'activité anti-inflammatoire in vivo :

Ce test évalue la capacité d'un produit testé à diminuer l'inflammation provoquée par la carraghénine qui est une substance chimique irritante qui favorise la libération de médiateurs inflammatoires et pro-inflammatoires et l'apparition d'un œdème.

L'activité anti-inflammatoire d'un produit est donc évaluée en comparant la diminution du niveau de l'œdème suite à l'administration du produit testé avec celle d'un produit de référence administré à la même dose active.

Il existe deux méthodes d'évaluation : la première étant la mesure de diamètre des deux pattes des rats de chaque lot à l'aide d'un pied à coulisse à intervalle d'une heure jusqu'à la 3ème heure

après l'injection de la carraghénine (figure N°10). Cette méthode permet d'apprécier le taux d'œdème pour chaque lot tenant compte de sa variation en fonction de l'heure.

La deuxième méthode consiste en la coupe des pattes des souris de chaque lot pour la mesure de leurs poids à l'aide d'une balance analytique.



Figure N°10 : mesure avec le pied à coulisse

II.2.6.1. Mode opératoire :

Pour les deux méthodes, nous emploierons le même protocole pour la réalisation du test.

Les étapes du test sont les suivantes :

❖ La veille de l'expérimentation:

3 lots de 3 souris pour les tests de référence et les test témoins et 5 souris destinées à recevoir l'extrait de *beta vulgaris* sont formés, pesés et identifiés.

- Lot Témoin négatif ne reçoit aucun traitement.
- Lot Témoin positif référence traité par le Diclofénac
- Lot Essai recevra la dose 200mg/ml de l'extrait de *beta vulgaris*.

La nourriture mais non pas l'eau est retirée 18 heures avant le début de l'expérimentation.

❖ Le jour de L'expérimentation: le protocole se déroule en 3 temps (tableau N°07):

Tableau N°07: Protocol de l'étude de l'effet antiinflammatoire

A T0	Correspond à l'administration par voie orale des suspensions suivantes : Lot témoin négatif 2ml d'eau distillée Lot témoin positif : 5mg /kg de Diclofenac. Let Essai 200mg /kg de l'extrait <i>beta vulgaris</i> .
A T0+ 30 min	Cela correspond à l'induction de l'inflammation par l'administration de 0,1 ml de carraghénine à 1% dans la patte arrière gauche, au centre de l'aponévrose du coussinet plantaire. Le développement de l'œdème inflammatoire s'ensuit après cette injection. On évalue le diamètre de ce dernier en utilisant un pied à coulisse à une heure, deux heures et trois heures après l'injection. On mesure également le diamètre de la patte droite.
A T0 +4h	Dans le cadre de l'évaluation de l'inflammation, les animaux ont été euthanasiés par dislocation cervicale et les deux pattes arrière sectionnées au niveau de l'articulation tarsienne ont été pesées à l'aide d'une balance analytique.

❖ **Expression des résultats de la pesée des pattes :**

- Calculer les moyennes arithmétiques des poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot ;
- Calculer le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\%d'œdème = \frac{\text{poids moyen des pattes gauches} - \text{poids moyen des pattes droites} \times 100}{\text{Poids moyen des pattes droites}}$$

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\text{Pourcentage de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\text{X 100}}$$

❖ **Expression des résultats de la mesure de l'épaisseur des pattes :**

- Calculer les moyennes arithmétiques de l'épaisseur de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot ;
- Calculer le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\% \text{d'œdème} = \frac{\text{épaisseur moyenne des pattes gauche} - \text{épaisseur moyenne des pattes droites} \times 100}{\text{Épaisseur moyenne des pattes droites}}$$

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\text{Pourcentage de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai} \times 100}{\% \text{ d'œdème témoin}}$$

-

-

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats de l'étude de l'activité antioxydante :

Les résultats de l'évaluation des IC 50 des extraits de betterave obtenus sont rapportés dans la figure N°11 et le tableau N°08

Tableau N°08 : Résultats des IC 50 des extraits de betterave

composés étudiés	L'IC50 % (mg/ml)
Vit C	0.315
Extrait betterave Racine	2,02
Extrait betterave feuilles	1.36
Extrait betterave Racine + feuilles	7.69

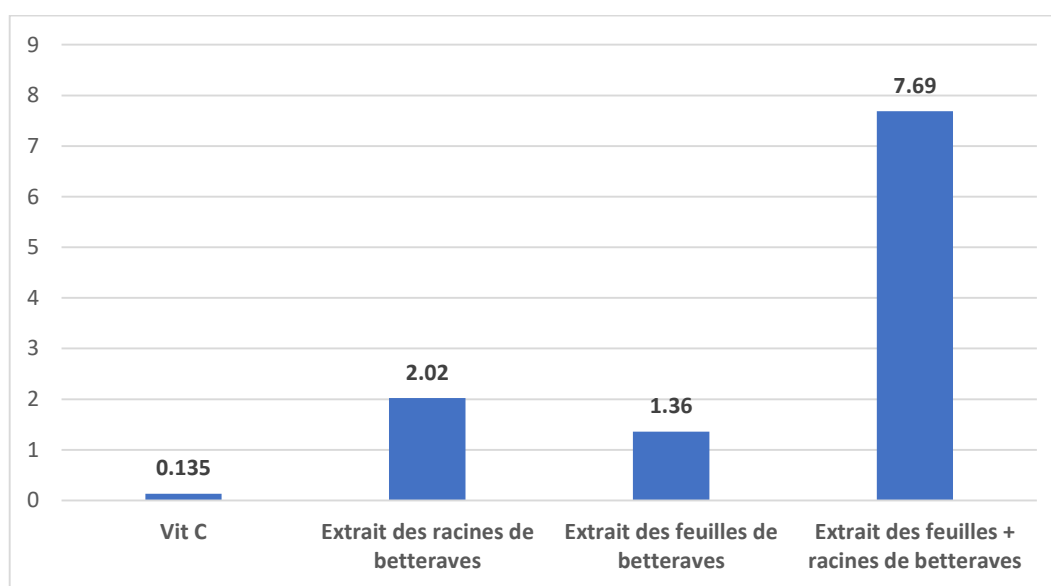


Figure N°11 : Résultats des IC 50% (mg/ml) des extraits de betterave

Il est connu que l'IC50 est inversement proportionnelle à l'activité antioxydante : plus cette valeur est faible, plus le composé possède un pouvoir antioxydant élevé (Barkat et al. 2011). Aussi, les résultats obtenus et représentés dans la figure N°11, montrent que la vit C, utilisée comme référence, affiche la valeur d'IC₅₀ la plus faible (0,315 mg/ml), confirmant ainsi son puissant pouvoir antioxydant. Suivie par les extraits issus des **feuilles de *Beta vulgaris*** qui lui-même présente une activité antioxydante plus importante que celui des racines, avec une IC₅₀ de 1,36 mg/ml contre 2,02 mg/ml, respectivement.

Ces résultats suggèrent que les feuilles sont plus riches en substances bioactives que la racine. Ils constituent une meilleure source d'antioxydants que les racines. Ce pouvoir antioxydant peut être attribué à la présence de polyphénols, bétalaïnes, flavonoïdes, tanins et autres métabolites secondaires, comme cela a été démontré dans plusieurs travaux antérieurs (Guldiken et al., 2016).

En revanche, l'extrait combinant racines et feuilles présente une IC_{50} nettement plus élevée (7,69 mg/mL), traduisant une activité antioxydante plus faible que celle des extraits pris individuellement. Cette observation suggère l'absence d'effet synergique entre les deux parties de la plante. Il est même possible qu'une interaction antagoniste entre certains composés ait entraîné une diminution de l'efficacité antioxydante globale.

II : Résultats de l'étude de l'activité antiinflammatoire

II.1. Par la pesée des pattes :

Les résultats de l'étude de l'activité anti inflammatoire sont répertoriés dans le tableau N°9 et la figure N°12

Tableau N°09 : Résultats de l'activité antiinflammatoire par la pesée des pattes

Lots	% moyen d'œdème	% moyen de réduction de l'œdème
Témoin positif	38,42	
Essai Diclofenac (5mg/ml)	16,43	139,81
Essai extrait de Betterave (200mg/ml)	0,72	42,05

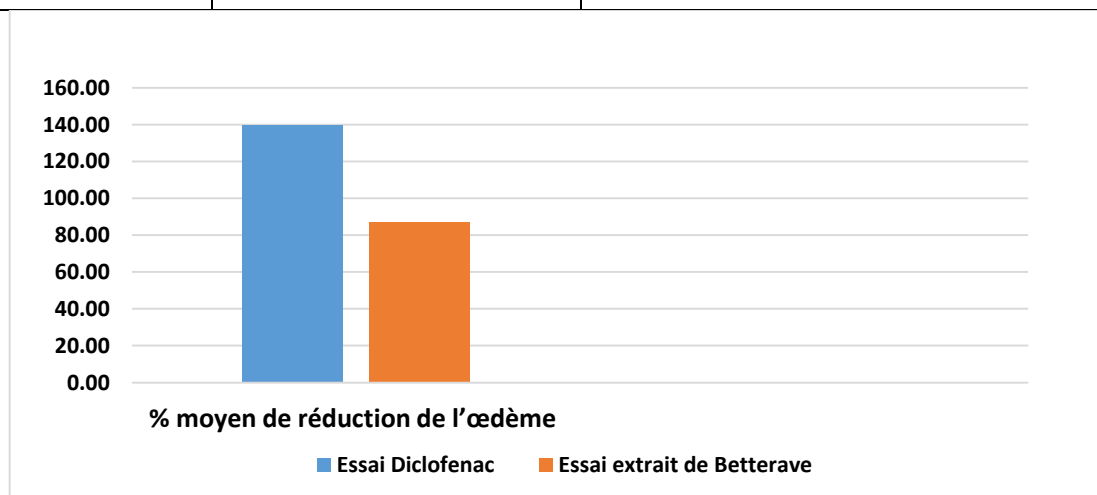


Figure N°12 Evaluation de l'activité anti-inflammatoire par la pesée des pattes

Le test de la pesée des pattes a montré les résultats suivants :

Le lot témoin positif, ne recevant aucun traitement, a présenté un œdème moyen de 38,42 %, confirmant l'efficacité de la carraghénine pour induire une inflammation locale aiguë. Quant au Diclofénac (5 mg/kg), utilisé comme anti-inflammatoire standard, ce dernier a entraîné une diminution marquée de l'œdème, avec une valeur moyenne de 16,43 %. Le pourcentage moyen de réduction obtenu est de 139,81 %, traduisant une très forte efficacité dans l'inhibition de l'inflammation induite.

L'extrait de *Beta vulgaris* administré à 200 mg/kg, a permis de réduire l'œdème à une valeur moyenne de 0,72 %, soit une réduction de l'œdème estimée à 42,05 % par rapport au lot témoin. Bien que cette activité soit inférieure à celle du Diclofénac, elle reste significative et témoigne d'une activité anti-inflammatoire réelle de l'extrait. Ces résultats suggèrent que l'extrait de *Beta vulgaris* exerce un effet inhibiteur mesurable sur la réaction inflammatoire aiguë.

II.2. Par la mesure de l'épaisseur des pattes

Les résultats de l'étude de l'activité anti inflammatoire par la mesure de l'épaisseur des pattes sont répertoriés dans le tableau N°10 et la figure N°13.

Tableau N°10 : Résultats de l'activité antiinflammatoire par la mesure de l'épaisseur des pattes

Temps (cinétique)	1 heure		2 heure		3 heure		4 heure	
	% Œdème	% réduction de l'œdème	% Œdème	% réduction de l'œdème	% Œdème	% réduction de l'œdème	% Œdème	% réduction de l'œdème
Lot témoin positif	49,94		77,45		53,33		46,80	
Lot référence Diclofenac (5mg/ml)	37,97	32,75	35,53	174,04	40,27	33,67	37,78	30,51
Lot Extrait de betterave (200mg /ml)	27,89	82,84	33,18	137,27	45,98	21,17	21,08	69,75

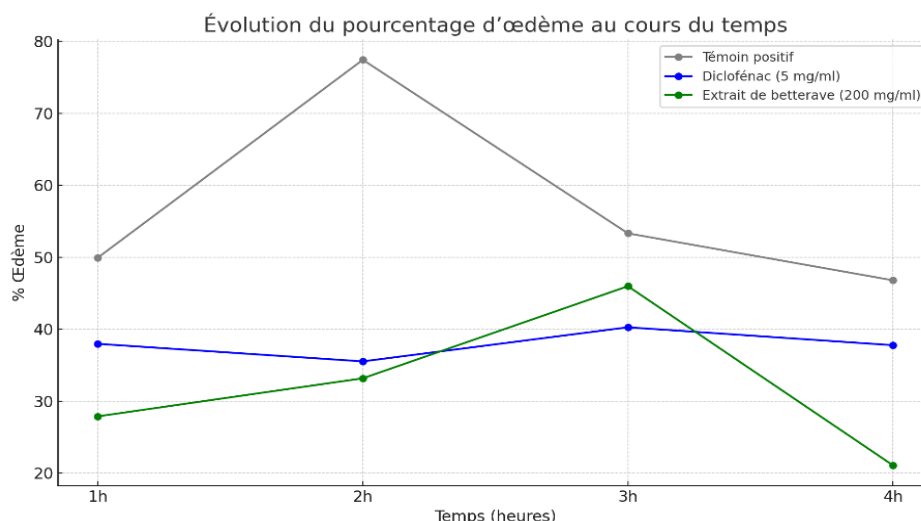


Figure N° 13. Évolution du pourcentage d'œdème au cours du temps chez les rats traités par l'extrait de *Beta vulgaris* (200 mg/ml), le diclofénac (5 mg/ml) et le témoin positif

Le suivi de l'évolution de l'œdème plantaire au cours du temps (1h, 2h, 3h et 4h après l'injection de carraghénine) a permis d'évaluer l'efficacité anti-inflammatoire des substances testées.

Le lot témoin positif, non traité, présente des valeurs élevées d'œdème à tous les temps, atteignant un pic à 2h (77,45 %), avant une légère régression jusqu'à 4h. Ce profil est caractéristique d'une inflammation aiguë liée à l'administration de carraghénine.

Le lot traité au Diclofénac montre une réduction significative de l'œdème dès la 1re heure (37,97 %), avec une réduction maximale à la 2e heure (174,04 %). Ce résultat est lié à l'effet anti-inflammatoire rapide du Diclofénac.

L'Extrait de *Beta vulgaris* (200 mg/kg) a également permis une réduction importante de l'œdème, notamment à la 1re heure (27,89 %), avec un pourcentage de réduction de 82,84 %, supérieur à celui du Diclofénac à ce temps.

La diminution maximale est observée à 2h (137,27 %), ce qui suggère une action précoce et marquée. Cependant, une remontée de l'œdème est notée à 3h (45,98 %), suivie d'une nette régression à 4h (21,08 %), traduisant une efficacité partiellement transitoire.

L'extrait de *Beta vulgaris* montre une activité anti-inflammatoire réelle, bien que moins régulière que celle du Diclofénac.

III. Résultats de l'activité gastroprotecteur de l'extrait de tubercule de *Beta vulgaris* :

III.1. Résultats de la pesée des poids moyens des estomacs des rats testés

La pesée des estomacs des rats testés est répertoriée dans le tableau N°11.

Tableau N°11 : pesée des estomacs des rats testés

Lots de l'extrait de <i>Beta vulgaris</i> (200mg /ml) :	Poids des estomacs :	Poids moyen des estomacs :
Rat n°1	1.688	1.94225
Rat n°2	2.04	
Rat n°3	2.033	
Rat n°4	2.008	

III.2. Résultats des examens macroscopiques

A l'examen macroscopique les résultats obtenus figurent dans les photos 1.2.3 et 4 (figure N°14)



1 : Estomac du rat 01(S1)



2 : Estomac du rat 02(S2)



3 : Estomac du rat 03(S3)



4 : Estomac du rat 04(S4)

Figure N°14 : Observation macroscopique de l'estomac des rats traité par l'extrait aqueux de *Beta vulgaris* (200 mg/ml)

III.3. Résultats des examens microscopiques :

III.3.1. Résultats des extraits du tubercule *Beta vulgaris* :

Les résultats de l'examen microscopique apparaissent dans les photos 5, 6, 7 et 8

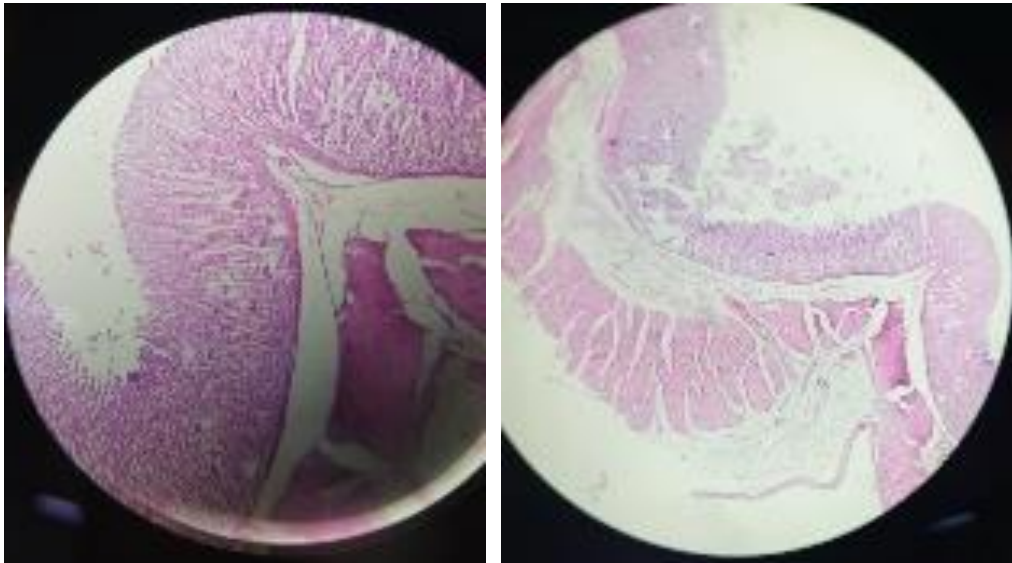


Photo 5 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat du lot 01 (témoin négative)

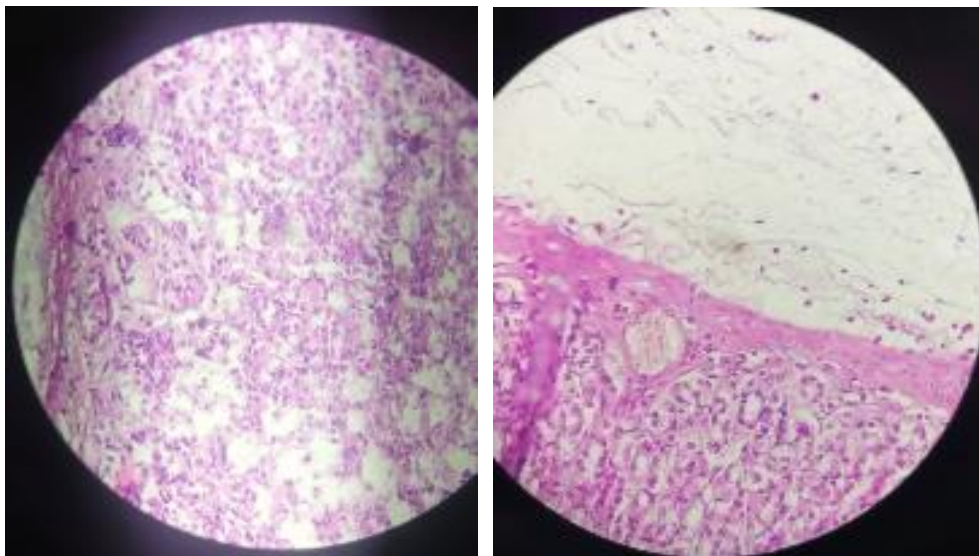


Photo 6 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat traité avec l'extrait de *Beta vulgaris* (lot 02)

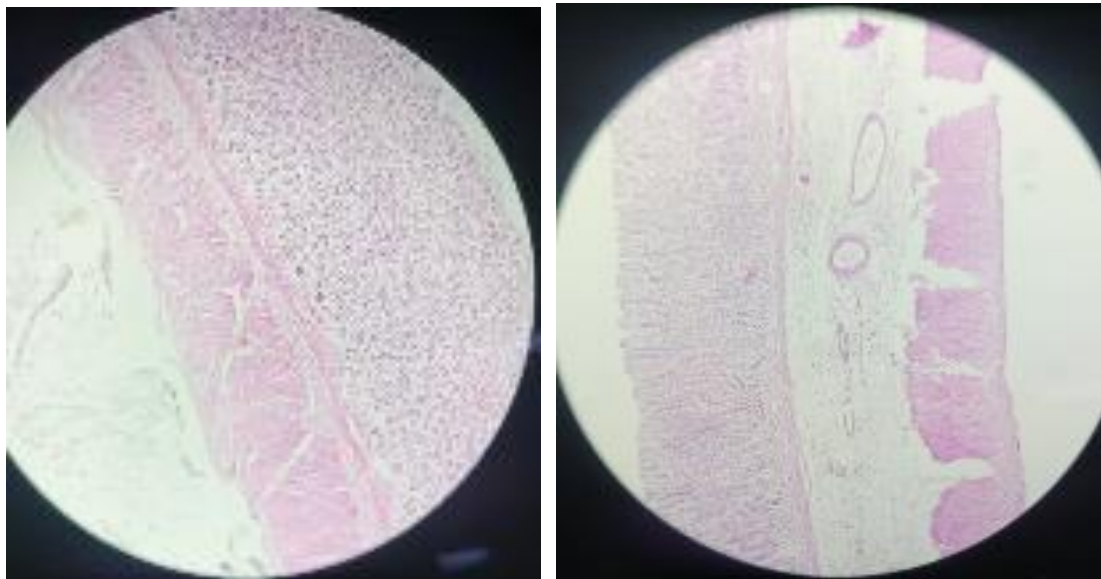


Photo 7 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat traité avec l'oméprazole (lot 03)

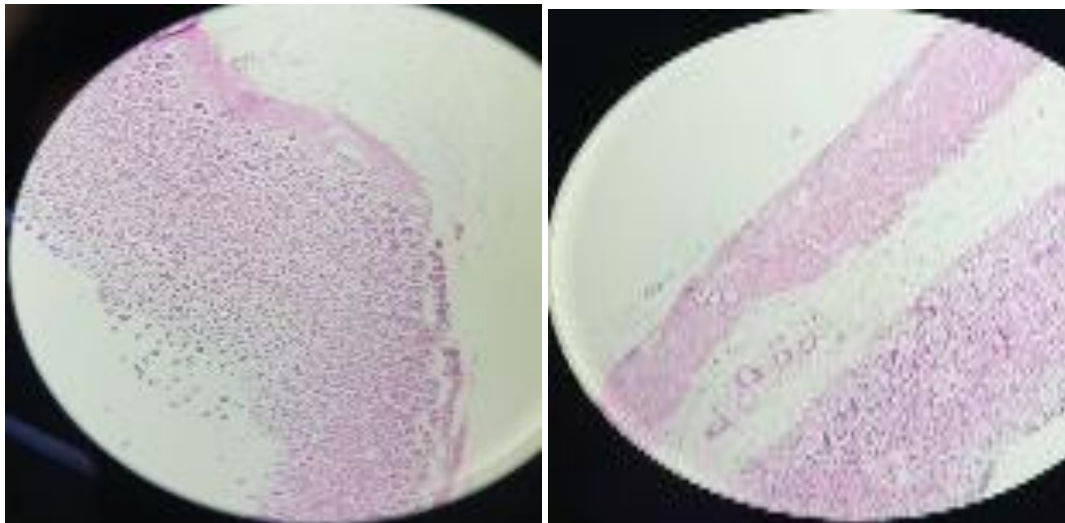


Photo 8 : Coupes histologiques de l'estomac d'un rat témoin ulcéré (lot 04 – éthanol seul)

Les résultats obtenus à la suite de l'administration de l'éthanol absolu chez le rat (Photo 8) ont montré des lésions gastriques sévères, chez le lot témoin ulcéré (recevant seulement de l'éthanol), confirmant le pouvoir ulcérogène de ce modèle. À la fois l'examen macroscopique (présence d'érosions et de congestion) et l'examen microscopique (nécrose glandulaire profonde, œdème sous-muqueux).

Chez les animaux traités avec l'oméprazole, les lésions étaient nettement moins étendues. Histologiquement, on note la présence d'œdème modéré, de dégénérescence glandulaire localisée et parfois une infiltration de cellules inflammatoires, sans nécrose profonde. Ces

observations confirment son efficacité partielle mais notable dans la protection de la muqueuse gastrique.

Le groupe traité avec l'extrait de tubercule de *Beta vulgaris* à 200 mg/ml a présenté des résultats intermédiaires. Chez certains rats, on note une absence totale d'ulcère visible (rat S1), avec seulement un œdème sous-muqueux léger, tandis que d'autres (S3 et S4) présentaient des ulcérations apicales limitées ou une dégénérescence tissulaire modérée, sans nécrose profonde. Cela montre une atténuation globale de la sévérité des lésions par rapport au groupe éthanol seul. L'extrait de tubercule de *Beta vulgaris* démontre une activité gastroprotectrice partielle mais significative, en limitant l'apparition des lésions gastriques induites par l'éthanol.

CONCLUSION :

L'ensemble des résultats obtenus met en évidence le potentiel thérapeutique intéressant de *Beta vulgaris*, aussi bien pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, que pour son efficacité gastro protectrice.

Dans cette étude, l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux de tubercule de *Beta vulgaris* par le test DPPH a révélé un pouvoir modéré de piégeage des radicaux libres. Bien que les valeurs obtenues soient inférieures à celles de la vitamine C ou du BHT, elles confirment la présence de composés actifs capables de neutraliser le stress oxydatif.

L'étude anti-inflammatoire, menée selon le modèle de l'œdème à la carraghénine, a montré une inhibition significative de l'inflammation, particulièrement dans les premières heures. La réponse obtenue, bien que moins stable que celle du Diclofénac, souligne un effet modulateur réel, lié probablement à la richesse en bétalaïnes, flavonoïdes et polyphénols.

Quant à l'activité gastroprotecteur, les résultats macroscopiques et histologiques obtenus chez les rats traités avec l'extrait de *Beta vulgaris* indiquent une réduction nette des lésions gastriques induites par l'éthanol. L'épithélium a été partiellement protégé, les nécroses évitées dans plusieurs cas, et une régénération tissulaire amorcée. Cette activité gastro protectrice, bien qu'inférieure à celle de l'oméprazole, confirme le rôle cytoprotecteur de la plante.

En médecine vétérinaire, où l'usage prolongé des traitements est courant, l'extrait de *Beta vulgaris* pourrait représenter une alternative naturelle et complémentaire aux traitements pharmacologiques classiques, sous réserve d'une standardisation rigoureuse et d'une meilleure compréhension de sa biodisponibilité. Son usage traditionnel en alimentation et en phytothérapie se trouve ici renforcé par des données scientifiques, encourageant ainsi la valorisation de cette plante dans une approche thérapeutique intégrée.

REFERNCES

- Anonyme1. 2025 -Encyclopædia Universalis France, Disponible sur <https://www.universalis.fr/> (consulté le 9 juin 2025).
- BAIÃO, D.S., SILVA, T.M., SILVA, C.O. et al., 2017. Red beetroot (*Beta vulgaris*): A potential source of natural dyes for food industry. *Food Research International*, 100(1), pp. 873–884. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.035>
- BENACHOUR, M., 2008. *Développement de la culture maraîchère en Algérie : cas de la betterave potagère*. Alger : Institut National Agronomique, 85 p.
- BLOIS, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), pp. 1199–1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), 2801–2822. <https://doi.org/10.3390/nu7042801>
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., & Paredes-López, O. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(3), 173–289.
- DENIS, J.B., 2010. *Les légumes racines : betteraves, carottes, navets*. Paris : Éditions France Agricole, 176 p.
- Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., & Rimbach, G. (2015). Betanin—a food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(1), 36–47. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484>
- Guldiken, B., Toydemir, G., Memis Kan, T., Ozcan, M., Capanoglu, E. (2016). *Home-processed red beetroot (Beta vulgaris L.) products: Changes in antioxidant properties and bioaccessibility*. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), 858. <https://doi.org/10.3390/ijms17060858>
- Georgiev, V. G., Weber, J., Kneschke, E. M., Denev, P. N., Bley, T., & Pavlov, A. I. (2010). Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot (*Beta vulgaris* cv. Detroit Dark Red). *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(2), 105–111. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0156-6>
- Kanner, J., Harel, S., & Granit, R. (2001). Betalains — a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5178–5185.
- Kapadia, G. J., Azuine, M. A., Rao, G. S., Arai, T., Iida, A., & Tokuda, H. (2011). Chemopreventive effect of beetroot (*Beta vulgaris*) extract against solar ultraviolet radiation-induced skin cancer. *Phytotherapy Research*, 25(5), 784–788. <https://doi.org/10.1002/ptr.3314>
- Kujala, T. S., Vienola, M. S., Klika, K. D., Loponen, J. M., & Pihlaja, K. (2002). Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *European Food Research and Technology*, 214, 505–510.

OYEN, Lester, 2019. *Beetroot aroma: Geosmin as the principal odorant compound*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(14), pp. 4033–4039. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b07210>

Petry, N., Boy, E., Wirth, J. P., & Hurrell, R. F. (2012). Review: The potential of the common food additive sodium iron EDTA for improving iron and zinc bioavailability in biofortification programs. *Food and Nutrition Bulletin*, 33(1), 47–60.

RIBAYA-MERCADO, J.D. et BLUMBERG, J.B., 2004. Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, [en ligne], 23(6 Suppl), p. 567S–587S. [Consulté le 9 juin 2025]. Disponible sur : <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719419>

VARGAS-RUBÓCZKI, C., 2020. *Nutritional and functional properties of beetroot*. In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, Academic Press, pp. 623–641. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00030-0>

Zhang, Y., Zhang, R., Liu, R., & Song, W. (2013). A study on ethanol production from concentrated sugar beet juice with a high gravity fermentation process. *Bioresource Technology*, 135, 76–81.

Annexes

1/Coloration topographique :

1.1. Hématoxyline-éosine

•**principe** : coloration des noyaux par une laque aluminique basique l'hémalum (violet foncé), et le fonds par un seul colorant acide : l'éosine (rose pâle).

•**réactifs** :

-hématoxyline de Harris:

-éosine à 1.5% ed

•**Mode opératoire** :

1.déparaffiner :

-5 min xylène

-7 min xylène

2.hydrater :

-a° 100° 60s à agitations.

-a° 90→50s à agitations.

-a° 70° 60s à agitations.

-e.d: 03 mn (plusieurs bains)

3.coloration :

-l'hématine 1min 30 secondes

-laver pdt 3 mn à l'eau courante (Plusieurs bains).

-colorer 4 min à l'éosine

- rinçage (rapide)

4.déshydrater :

- a° 70°30s à agitations.

-a° 90° 60s à agitations.

-a° 100° 01mn à agitations

5.eclaircir :

-2 bains x 5 min xylène (ou toluène)

6.monter : résine (eukitt)

-résultats.

Noyau : violet.

Fond : rose.

1.2. Coloration Trichrome de Masson :

Tous les fixateurs habituels conviennent, éviter ceux qui contiennent du tetroxyde d'arsmium.

•**Réactifs :**

1. Hématoxyline de Groat.
2. Lithium de carbonate solution saturée = 12 gr% ED
3. Ponceau dissoudre 0.2 gr du ponceau dans 300 ml de l'ED + 0.1 gr de fuchsine + 0.6 ml d'acide acétique
4. Orange G acide phosphomolybdique dissoudre 2 gr d'orange G et 3 à 5 gr d'acide phosphomolybdique ou phosphotungstique dans 100 ml d'E.D.
5. Eau acétifiée à 1% dans l'E.D.
6. Bleu d'aniline (ou vert lumière ou vert solide FCF) dissoudre 0.1 à 0.2 gr de bleu d'aniline dans 100 ml l'ED + 0.2 ml acide acétique.

•**Mode opératoire :**

- 1 Déparaffiner, hydraté
- 2 Colorer le noyau par hématoxyline pendant
- 3 Lavage à l'E.D. pendant 03 mn (plusieurs bains).
- 5 Colorer par le ponceau pendant 05 mn.
- 6 Rinçage à l'eau acétifiée pendant 03 mn dans 03 bains
- 8 Idem que l'autre coloration
- 7 Colorer par le mélange orange-G pendant 04 mn.
- 10 Colorer par le bleu d'aniline pendant 1 mn et 20 s.
10. Rinçage rapidement à l'E.C
11. Réhydrater, éclaircir et montage à la résine synthétique.