

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de recherche scientifique

جامعة سعد دحلب بليدة (1)

Université SAAD DAHLEB- Blida (1)



Faculté des sciences de nature et de la vie

Département de biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master dans le domaine SNV

Filière : science biologique

Option : biochimie

Thème

**Screening mycochimique et évaluation de quelques activités biologiques de
*Ganoderma lucidum***

Présenter par :

soutenue le : 10/07/2025

- M^{elle} ATOUCHE houria
- M^{elle} AISSAT insaf

Devant le jury :

Nom	Grade/lieu	Qualité
SAIDI F.	Professeur/USDB1	Présidente
TAFFAR A.	MCB/USDB1	Examinatrice
DROUCHE I.	MCB/USDB1	Promotrice
BELKADI A.	MCB/CRD	Co promotrice

Année universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCEMENT

Nous rendons d'abord grâce à Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et d'achever ce travail dans les meilleures conditions.

*Nos vifs remerciements vont à **Mme SAIDI F.**, Professeure à l'université de Blida 1, qui nous fait l'honneur de présider le jury de soutenance de ce mémoire, ainsi qu'à **Mme TAFFARA**, Maître de conférences B à l'université de Blida 1, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nous tenons à remercier toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail :

***Notre promotrice**, Mme **DROUCHE I.**, Maître de conférences B à l'université de Blida 1...*

***Notre co-promotrice**, Mme **BELKADI A.**, Docteur au centre de recherche SAIDAL...*

*Nous adressons également notre gratitude au **Dr KHEMSI**, du laboratoire Khemsi Blida, au **Dr LASSAS**, du laboratoire de l'hôpital Boufarik, ainsi qu'à **monsieur MAZOUZI ZAKI** du laboratoire Vénus, au l'ingénieur **YOUCEF** de laboratoire pédagogique de l'université SAAD DAHLEB blida 1*

*Nos remerciements vont aussi à **M. DHINA**, **M. KARIME**, et **Mme TATA**, du centre de recherche SAIDAL, pour leur aide technique, leurs conseils pratiques et leur précieuse contribution à la réussite de ce travail.*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet, ainsi que **nos familles et nos proches** pour leur soutien moral indéfectible tout au long de cette expérience.*

Merci...

DEDICACE

Je dédie ce travail :

A mes chers **parents**, pour leur amour inconditionnel, leur sacrifice et leur soutien constant.

A mes **frères** pour leur présences et encouragements

A mes **enseignant**, pour leur dévouement et leurs conseils tout au long de mon parcours

A mes amis : **Hadil, Sonia, Sarah, Noor et Lina**

A ma binôme **Houria**, merci pour ton engagement et ta présence tout au long de cette aventure et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible,
je vous dis merci.

INSAF...

DEDICACE

Je dédie ce travail avec tout mon cœur à :

Mes chers **parents**, pour leur amour, leur patience et leur soutien depuis toujours. Que Dieu leur donne une longue vie et une bonne santé.

Mon fiancé **Montader**, merci pour ton amour, ton soutien et ta présence à mes côtés dans les moments difficiles et les moments de joie.

Ma binôme **Insaf**, merci pour ton aide, ta patience et tout le travail qu'on a partagé ensemble.

Ma **grand-mère**, que j'aime très fort, pour ses prières et son amour.

Mes **seures** mes **tantes** et mes **cousines**, qui m'ont toujours encouragée avec leurs paroles douces et leur gentillesse.

Et à toutes les personnes qui m'ont aidée, soutenue ou encouragée de près ou de loin, je vous dis un grand merci.

HOURIA...

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude des effets biologiques de *Ganoderma lucidum*, un champignon médicinal reconnu pour ses multiples propriétés. L'objectif principal était d'évaluer son activité anti-inflammatoire intestinale dans un modèle murin de colite induite à l'acide acétique, d'analyser son effet antibactérien in vitro sur des souches Gram positives et Gram négatives, ainsi que de caractériser ses composés bioactifs par un criblage mycochimique.

Les analyses macroscopiques, l'indice d'activité de la maladie (IAM), ainsi que le rapport poids/longueur (P/L) du côlon ont mis en évidence une réduction hautement significative de l'inflammation dans le groupe traité par *G. lucidum* ($p < 0,001$). Les observations histologiques ont également confirmé une diminution de 22,15% des lésions inflammatoires. L'activité antibactérienne a été évaluée in vitro sur différentes souches bactériennes Gram positives et Gram négatives, révélant des zones d'inhibition allant jusqu'à 19 mm. Le criblage mycochimique a mis en évidence une abondance de flavonoïdes et de tanins, ainsi qu'une présence modérée de saponines. L'analyse du pouvoir antioxydant a révélé une activité anti-radicalaire importante, traduite par une valeur d'IC₅₀ de l'ordre de 92,55 µg/ml.

Ces résultats confirment le potentiel thérapeutique de *Ganoderma lucidum* en tant qu'agent naturel anti-inflammatoire, antimicrobien et antioxydant. Sa richesse en composés bioactifs, combinée à sa présence naturelle en Algérie, en fait un candidat prometteur pour une valorisation locale dans le domaine de la phytothérapie.

Mots-clés : *Ganoderma lucidum*, Colite hémorragique, Acide acétique, Anti-inflammatoire, Antibactérien, Criblage mycochimique, Antioxydants.

Abstract

This study focused on investigating the biological effects of *Ganoderma lucidum*, a medicinal mushroom renowned for its multiple therapeutic properties. The primary objective was to evaluate its intestinal anti-inflammatory activity in a murine model of colitis induced by acetic acid, to analyze its in vitro antibacterial effect on both Gram-positive and Gram-negative bacterial strains, and to characterize its bioactive compounds through mycochemical screening.

Macroscopic analyses, the Disease Activity Index (DAI), and the colon weight/length (W/L) ratio revealed a highly significant reduction in inflammation in the group treated with *G. lucidum* ($p < 0.001$). Histological observations also confirmed a 22,15% decrease in inflammatory lesions. The antibacterial activity was assessed in vitro against various Gram-positive and Gram-negative bacterial strains, showing inhibition zones up to 19 mm. Mycochemical screening highlighted an abundance of flavonoids and tannins, along with a moderate presence of saponins. The antioxidant capacity revealed notable free radical scavenging activity, with an IC_{50} value of approximately 92.55 $\mu\text{g/ml}$.

These findings confirm the therapeutic potential of *Ganoderma lucidum* as a natural anti-inflammatory, antimicrobial, and antioxidant agent. Its richness in bioactive compounds, combined with its natural presence in Algeria, makes it a promising candidate for local development in the field of herbal medicine.

Keywords: *Ganoderma lucidum*, Hemorrhagic colitis, Acetic acid, Anti-inflammatory, Antibacterial, Mycochemical screening, Antioxidants.

ملخص

تهدف هذه الدراسة تقييم التأثيرات البيولوجية لفطر جانوديرما لوسيدوم، وهو فطر طبي معروف بخصائصه المتعددة. كان الهدف الرئيسي هو تقييم نشاطه المضاد للالتهاب المعوي في نموذج من الفئران المصابة بالتهاب القولون الحاد الناتج عن حمض الأسيتيك، وتحليل تأثيره المضاد للبكتيريا في المختبر على سلالات موجبة وسالبة الغرام، بالإضافة إلى تحديد مركباته النشطة بيولوجيًا من خلال الفحص الفطري الكيميائي.

أظهرت التحاليل العيانية، ومؤشر نشاط المرض (IAM)، ونسبة وزن/طول القولون انخفاضًا كبيرًا جدًا في الالتهاب لدى المجموعة المعالجة بفطر الجانوديرما لوسيدوم ($p < 0.001$). كما أكدت الفحوصات النسيجية انخفاضًا بنسبة 22,15% في الآفات الالتهابية. وتم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر ضد سلالات مختلفة موجبة وسالبة الغرام، حيث ظهرت مناطق تثبيط تصل إلى 19 مم. وكشف الفحص الفطري الكيميائي عن وفرة من الفلافونويدات والتانينات، مع وجود معتدل للصابونينات. كما أظهرت دراسة القدرة المضادة للأكسدة نشاطًا كبيرًا في مقاومة الجذور الحرة، حيث بلغت قيمة IC_{50} حوالي 92.55 ميكروغرام/مل.

تؤكد هذه النتائج الإمكانيات العلاجية لفطر جانوديرما لوسيدوم كمادة طبيعية مضادة للالتهاب، ومضادة للميكروبات، ومضادة للأكسدة. وتجعله ثروته من المركبات النشطة بيولوجيًا، إلى جانب تواجده الطبيعي في الجرائر، مرشحًا واعدًا للتثمين المحلي في مجال الطب النباتي.

الكلمات المفتاحية: جانوديرما لوسيدوم، التهاب القولون النزفي، حمض الأسيتيك، مضاد للالتهاب، مضاد للبكتيريا، الفحص الفطري الكيميائي، مضادات الأكسدة.

Liste des figures

Figure 1: Champignons inférieur	3
Figure 2: Champignons supérieur	4
Figure 3: Fructification de <i>Ganoderma lucidum</i>	9
Figure 4: Administration de l'acide acétique par voie rectale (A), et l'administration de l'extrait aqueux du <i>Ganoderma lucidum</i> par gavage (B).	13
Figure 5: Solution de sulfasalazine.	14
Figure 6: Principe du test de DPPH.	18
Figure 7: Effet de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> sur la variation du poids corporel des souris pendant 7 jours.	24
Figure 8: Effet de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> sur l'évolution du rapport P/L en mg/cm dans un modèle de souris colitiques induites par l'acide acétique a 5%.	26
Figure 9: Effet de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> dans un modèle de colite induite par l'acide acétique. Section histologique de la muqueuse colique colorée.	28
Figure 10: Effet de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> dans un modèle de colite induite par l'acide acétique. Section histologique de la muqueuse colique colorée.	29
Figure 11: Effet antibactérien de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> sur E. coli et S. aureus comparé à l'ampicilline et la ciprofloxacine par mesure des diamètres d'inhibition....	34
Figure 12: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique de <i>Ganoderma lucidum</i>	37
Figure 13: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'acide ascorbique.....	38

Liste des tableaux

Tableau I: Classification botanique du <i>Ganoderma lucidum</i>	4
Tableau II: Composition chimique de <i>Ganoderma lucidum</i>	5
Tableau III: Souches bactériennes de référence (ATCC).....	10
Tableau IV: Caractérisation mycochimique de quelques métabolites secondaires de <i>Ganoderma lucidum</i>	20
Tableau V: Indice d'activité de la maladie (IAM) – Évolution des scores cliniques de J2 à J6 dans les différents lots.	23
Tableau VI: Activité antibactérienne de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> comparée aux antibiotiques de référence sur <i>Escherichia coli</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>	34

Liste des abréviations

AA : acide acétique

AA+GL : LOT traite par *Ganoderma lucidum*

AA+ SSZ : LOT traite par sulfasalazine

AAR : activité anti-radicalaire

Abs : l'absorbance

CI50 : Concentration Inhibitrice 50 %

CIP: Ciprofloxacin

CLSI: Clinical and Laboratory Standards Institute (formerly National Committee for Clinical Laboratory Standards) - Organization setting standards for medical laboratory testing

CU : Colite Ulcéreuse

DL50 : Dose Létale 50 %.

DPPH: 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyle

E. coli: Escherichia coli

IAM : Indice d'activité de la maladie

GL : Ganoderma Lucidum

GLP: polysaccharides de *Ganoderma lucidum*

GLPS : Polysaccharides du *Ganoderma Lucidum*

HE: hématoxyline-éosine

LZ-8 : Ling Zhi-8

MH : Mueller-Hinton

MICI : Maladies Inflammatoires Chroniques de l'Intestin

MII : maladies inflammatoires de l'intestin

NMRI: Naval Medical Research Institute

PCA : Plate Count Agar

RCH : Rectocolite Hémorragique

S. aureus: Staphylococcus aureus

SSZ : sulfasalazine

T: LOT témoin négatif

TNF α : Tumor Necrosis Factor alpha

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction-----	1
CHAPITR I : SYNTHESE BIBILIOGRAPHIQUE	
I .1. La mycothérapie-----	2
I .2. Qu'est-ce qu'un champignon ?-----	2
I.2.1. Définition des champignons-----	2
I.2.2. Structure générale-----	2
I.2.3. Comestibilité-----	2
I.2.4. Types de champignons -----	3
□ Champignons inférieurs (<i>micromycètes</i>) : -----	3
□ Champignons supérieurs (<i>macromycètes</i>) -----	3
I.3. <i>Ganoderma lucidum</i> -----	4
I.3.1. La famille des Ganodermataceae -----	4
I.3.2. Taxonomie -----	4
I.3.3. Origine et répartition géographique-----	5
I.3.4. Composition chimique-----	5
I.3.5. Les propriétés thérapeutiques -----	6
□ Effet antioxydant -----	6
□ Effet antifongique -----	7
□ Effet antibactérien -----	7
□ Effet anti-tumoral-----	7
□ Effet anti-inflammatoire -----	7
CHAPITR II MATERIELS ET METHODE	

II.1. Lieux des expérimentations -----	7
II.2. Matériel biologique-----	9
II.2.1. Matière fongique-----	9
II.2.2. Matériel animal -----	10
II.2.3. Souches microbiennes-----	10
II.3. Matériel non biologique-----	10
II.4. Méthodes-----	10
II.4.1. Préparation d'extraits-----	10
☐ Extrait aqueux-----	10
☐ Extrait éthanolique -----	10
II.4.2. Screening mycochimique-----	11
☐ Mise en évidence des flavonoïdes-----	11
☐ Mise en évidence des tanins-----	11
☐ Mise en évidence des saponines-----	11
II.4.3. Contrôle microbiologique de pureté -----	11
II.4.4. Evaluation du pouvoir anti-inflammatoire intestinale <i>in vivo</i> -----	12
☐ Évaluation des dommages macroscopiques -----	14
II.4.5. Etude histologique-----	15
II.4.6. Evaluation de l'activité antibactérienne <i>in vitro</i> -----	16
II.4.7. Evaluation de l'activité antioxydante <i>in vitro</i> -----	17
II.4.8. Traitement statistique -----	19

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats du screening mycochimique -----	20
III.2. Résultats du contrôle microbiologique de pureté-----	21
III.3. Résultat de l'évaluation du pouvoir anti-inflammatoire intestinale <i>in vivo</i> -----	21
III.3.1 Évolution des scores cliniques (J2 à J6) -----	22
III.3.2 Effet de l'extrait aqueux de <i>Ganoderma lucidum</i> sur la variation du poids corporel -----	23
III.3.3 L'évolution du rapport P/L en mg/cm -----	26
III.3.4. Résultat de l'étude histopathologique-----	28
III.4. Résultat de l'évaluation du pouvoir antibactérien -----	33
III.5. Résultat de l'évaluation du pouvoir antioxydant -----	37
Conclusion-----	39

Références bibliographiques

Annexe

A decorative red border with a repeating zigzag pattern surrounds the entire page content.

Introduction

Ganoderma lucidum, connu sous le nom de Reishi, est un champignon médicinal utilisé depuis plus de 2400 ans dans la médecine traditionnelle chinoise pour ses propriétés curatives, notamment dans le soulagement de la toux, de l'asthme, le renforcement du corps et la promotion de la longévité (Liu et al., 2023). Aujourd'hui, Reishi suscite un grand intérêt dans les domaines nutritionnel, cosmétique et médical, avec une augmentation notable des publications scientifiques, (Ahmad et al., 2021). Ce champignon contient une grande diversité de composés bioactifs tels que des polysaccharides (β -D-glucanes), des triterpénoïdes (acides ganodériques), des stérols, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des phénols, des tanins, des protéines spécifiques (LZ-8), ainsi que des nucléosides et nucléotides comme l'adénosine, la guanine (Ahmad et al., 2024 ; Liu et al., 2023).

Sur le plan pharmacologique, *G. lucidum* a démontré de nombreuses activités bénéfiques, notamment des effets antitumoraux, anti-inflammatoires, antioxydants, antibactériens, antifongiques, antiviraux, ainsi que des propriétés neuroprotectrices, cardioprotectrices, hépato-protectrices, hypoglycémiantes, hypolipidémiantes et immunomodulatrices (Cör Andrejč et al., 2022). Grâce à cette richesse chimique et cette efficacité thérapeutique, Reishi est considéré comme l'un des champignons les plus prometteurs dans la recherche biomédicale actuelle (Vale et al., 2023).

Cependant, à ce jour, aucune étude expérimentale n'a été menée en Algérie pour évaluer son effet anti-inflammatoire au niveau intestinal. Ce travail s'inscrit donc dans une démarche originale de valorisation locale de cette espèce médicinale.

L'objectif de la présente étude est de valoriser biologiquement la matière fongique de *Ganoderma lucidum* via l'évaluation de quelques activités biologiques en particulier le pouvoir anti-inflammatoire intestinal. Ce travail englobe deux parties, une synthèse bibliographique renfermant des généralités sur l'espèce étudiée et une partie expérimentale qui présente l'extraction, le screening mycochimique et l'étude des activités biologiques : anti-inflammatoire *in vivo*, antibactérienne et antioxydante *in vitro*.

 Synthèse
bibliographique

I .1. La mycothérapie

La **mycothérapie** se définit comme l'étude de l'utilisation des extraits et des composés provenant des champignons, employés comme traitements médicaux ou pour favoriser la santé (**Popovic et al., 2013**). C'est une discipline thérapeutique qui utilise les substances produites par certains champignons à des fins médicinales. Ces substances, appelées **composés bioactifs fongiques**, incluent des éléments tels que les polysaccharides, les peptides, et même des substances psychédéliques (**Meade et al., 2022**).

I .2. Qu'est-ce qu'un champignon ?

I.2.1. Définition des champignons

Les champignons sont des êtres vivants eucaryotes, pouvant être unicellulaires (comme les levures) ou pluricellulaires (comme les morilles ou les champignons de Paris). Contrairement aux plantes, ils ne possèdent pas de chlorophylle et ne réalisent pas la photosynthèse. Leur nutrition est **hétérotrophe**, ils se nourrissent par absorption de matière organique morte (saprophytes) ou vivante (parasites ou symbiotes) (**Chabasse et al., 2002**).

I.2.2. Structure générale

Les champignons sont composés de filaments appelés **hyphes**, formant un réseau souterrain ou invisible nommé **mycélium**. Leur paroi cellulaire contient de la **chitine** et du **glucane** (éléments typiques de ce règne). La reproduction se fait souvent par **spores**, qui peuvent être dispersées dans l'air, de manière sexuée ou asexuée (**Dufresne et Guy, 2018**).

I.2.3. Comestibilité

Un champignon est considéré comme **non comestible** s'il présente une texture trop dure ou trop visqueuse. A titre d'exemple, des espèces comme *Ganoderma lucidum* ou certains *Polyporaceae*, bien que non comestibles, sont utilisées en médecine traditionnelle. La non-comestibilité peut aussi résulter de la **toxicité** provoquant ainsi des troubles digestifs ou neurologiques, parfois mortels. (**Ducousso et al., 2003**). Parmi plus de 100 000 espèces connues, la majorité des champignons sont inoffensives ou bénéfiques, mais moins de 0,5 %

sont pathogènes pour l'homme. Bien que rares, les infections fongiques graves peuvent entraîner une mortalité élevée lorsqu'elles deviennent invasives (**Dufresne et Guy, 2018**).

I.2.4. Types de champignons

- **Champignons inférieurs (*micromycètes*)**

Les champignons inférieurs regroupent des organismes généralement microscopiques (Figure 1), tels que les levures et les moisissures. Leur mycélium est souvent non cloisonné (coenocytique), formant des filaments continus sans séparation cellulaire. Ils se reproduisent principalement de manière asexuée, par fragmentation ou par formation de spores. Ils regroupent divers types fongiques, tels que les levures, les moisissures, ainsi que le phylum Zygomycota (**Oudemans, 1897**).

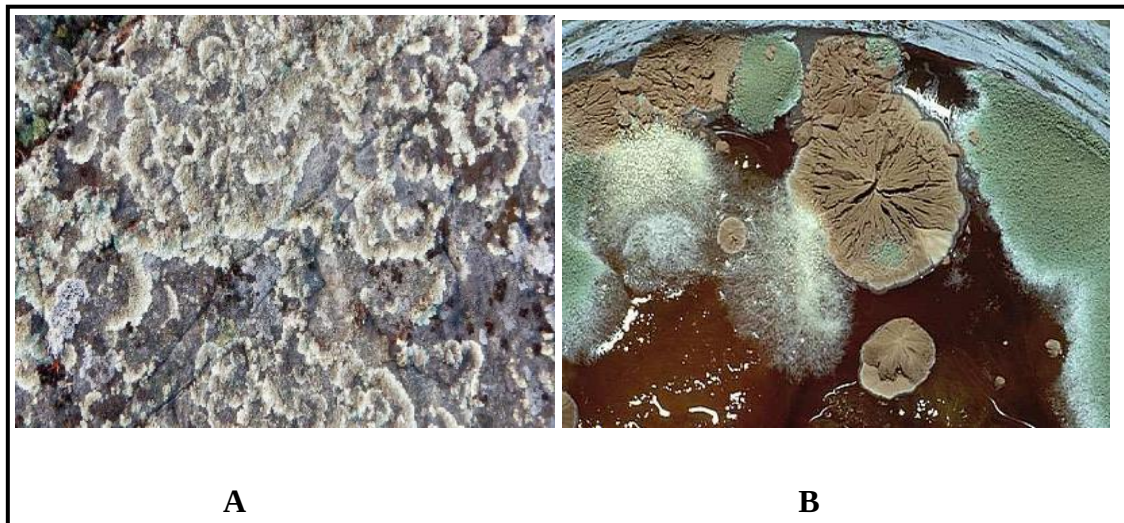


Figure 1: Champignons inférieur (**Zerrougui, 2023**). A : Zygomycota, B : les levures, les moisissures.

- **Champignons supérieurs (*macromycètes*)**

Les champignons supérieurs sont des organismes généralement visibles à l'œil nu (figure 2), tels que les bolets, les morilles ou les amanites. Leur mycélium est cloisonné, formé de filaments compartimentés. Ils se reproduisent souvent par des spores, produites dans des structures spécialisées appelées sporocarpes. Les principaux groupes incluent les Ascomycètes et les Basidiomycètes. Beaucoup de ces champignons jouent un rôle écologique important, notamment en formant des mycorhizes, qui sont des associations symbiotiques avec les racines des plantes (**Oudemans, 1897**).



Figure 2: Champignons supérieur (Zerrougui, 2023) A :*Ganoderma* b :*Agaricus*.

I.3. *Ganoderma lucidum*

I.3.1. La famille des Ganodermataceae

Les Ganodermataceae constituent une grande famille de polypores comprenant sept genres reconnus : *Amauroderma*, *Foraminispora*, *Furtadoa*, *Ganoderma*, *Haddowia*, *Humphreya* et *Polyporopsis*, totalisant 592 épithètes, dont la plupart des espèces sont classées dans le genre *Ganoderma* (Richter et al., 2015). Les Ganodermataceae sont des basidiomycètes présents dans le monde entier. Ils se distinguent des autres familles de polypores par une spécificité de basidiospores à double paroi (Hapuarachchi et al., 2018). Ces espèces ne sont pas considérées comme comestibles, car leurs fructifications sont dures, ont un goût amer, et ne possèdent pas la texture charnue caractéristique des véritables champignons comestibles (Jong et Birmingham, 1992).

I.3.2. Taxonomie

Tableau I: Classification botanique du *Ganoderma lucidum* (Swallah et al., 2021)

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Ordre	Polyporales
Famille	Ganodermataceae
Genre	<i>Ganoderma</i>
Espèce	<i>Ganoderma lucidum</i>

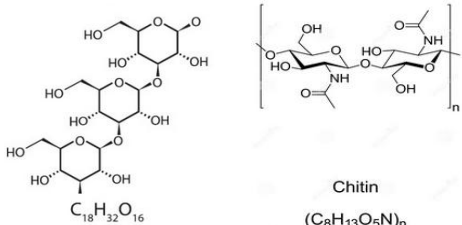
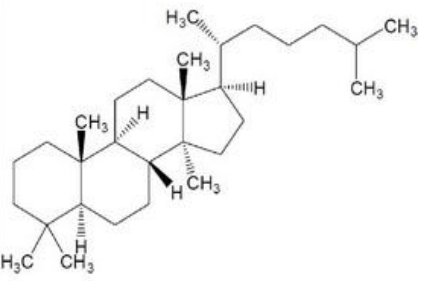
I.3.3. Origine et répartition géographique

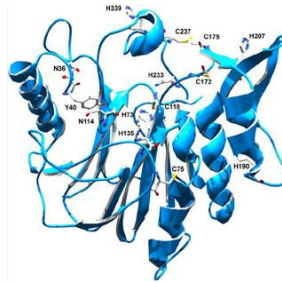
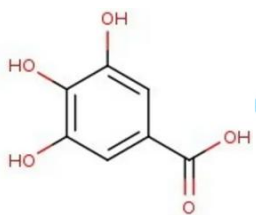
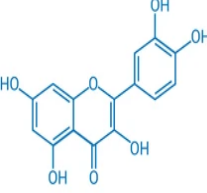
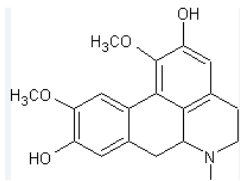
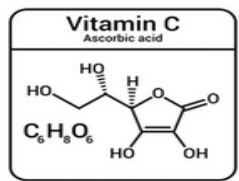
À l'état naturel, *Ganoderma lucidum* se rencontre principalement en Europe et dans certaines régions de Chine, où il colonise les arbres feuillus en décomposition. On le trouve partout dans le monde, notamment en Asie, Europe, Afrique et Amérique du Nord, où il pousse dans des écosystèmes forestiers similaires (Loyd et al., 2018).

I.3.4. Composition chimique

La majorité des études phytochimiques ont montré que le corps fructifère de *Ganoderma lucidum* se compose de 90 % d'eau et de 10 % de divers composés chimiques : polysaccharides, triterpénoïdes, stérols, protéines, nucléotides, acides gras, vitamines et des minéraux (Tableau II).

Tableau II: Composition biochimique de *Ganoderma lucidum*

Classe biochimique	Principaux composés	Structure chimique
Polysaccharides	B-glucane ($C_{18}H_{32}O_{16}$), chitine . (Sang et al., 2021 ; Singh et al., 2020 ; Wasser, 2005)	 Chitin ($C_8H_{13}O_5N$)_n
Triterpènes	Lanostane ($C_{30}H_{54}$). (Sudheer et al., 2019 ; Baby et Johnson, 2015)	
Protéines / enzymes	La glycoprotéines LZ-8, les laccases, les	

	amylases (Murasugi et al., 1991 ; Sudheer et al., 2019)	 Laccase
Composés phénoliques et flavonoïdes	Acide gallique ($C_7H_6O_5$), quercétine ($C_{15}H_{10}O_7$).....etc (Shihabul et al., 2018 ; Sudheer et al., 2019 ; Rahman et al., 2020).	  $C_7H_6O_5$ $C_{15}H_{10}O_7$
Autres composés	Alcaloïdes, vitamines, nucléosides (Peng et Qiu, 2018 ; Oludemi et al., 2017 ; Rahman et al., 2020)	  Alcaloïde

I.3.5. Les propriétés thérapeutiques

- Effet antioxydant

Plusieurs champignons médicinaux, dont *Ganoderma lucidum*, présentent une activité antioxydante notable. Cette propriété est attribuée à la présence de composés phénoliques, des flavonoïdes et des polysaccharides, qui permettent de neutraliser les radicaux libres, réduisant ainsi le stress oxydatif et ses effets néfastes sur les cellules (**Fons et al., 2005**). L'effet antioxydant dépend de la concentration, à faibles doses, il protège contre les dommages à l'ADN induits par H_2O_2 et à fortes doses, ils présentent des effets pro-oxydants, présentant ainsi des propriétés prometteuses dans la réduction de l'inflammation intestinale, y compris dans les maladies chroniques comme la maladie de Crohn et la colite ulcéreuse (**Wachtel et al., 2011 ; Sang et al., 2021**).

- **Effet antifongique**

Le Ganoderma lucidum possède une activité antifongique puissante grâce à des composés bioactifs comme la ganodermine, Cette dernière est une protéine qui inhibe la croissance de champignons pathogènes tels que *Botrytis cinerea* et *Fusarium oxysporum*, deux agents responsables d'affections graves chez les plantes. Ces propriétés font de *Ganoderma* un candidat prometteur pour des applications médicales et agricoles, notamment en lutte biologique contre les maladies fongiques (Loyd et al., 2018).

- **Effet antibactérien**

Ganoderma lucidum (Reishi), présente également une activité antibactérienne prometteuse. Cette activité est principalement attribuée à ses polysaccharides (GLPS), bien que d'autres composés, tels que les triterpénoïdes et les composés phénoliques, y contribuent également. Les polysaccharides de *Ganoderma lucidum* (GLPS) constituent une source prometteuse d'agents antibactériens naturels, particulièrement efficaces contre les bactéries Gram+ (Ewunkem et al., 2024).

- **Effet anti-tumoral**

Les études pharmacologiques ont confirmé que le *Ganoderma* est doué d'un effet anti-tumoral important en renforçant la fonction immunitaire (Singh et al., 2020). L'amélioration des paramètres immunitaires tels que les lymphocytes T (CD3, CD4, CD8) en fait un adjuvant potentiel pour les traitements classiques (Jin et al., 2012). Les polysaccharides stimulent le système immunitaire, tandis que les triterpènes exercent une action cytotoxique directe sur les cellules cancéreuses et inhibent l'angiogenèse et la métastase (Jin et al., 2012).

- **Effet anti-inflammatoire**

Les champignons médicinaux y compris *Ganoderma lucidum* représentent une source prometteuse de composés naturels à activité anti-inflammatoire qui se révèle particulièrement pertinente pour les troubles intestinaux. En effet, les polysaccharides de *Ganoderma lucidum* présentent des propriétés prometteuses dans la réduction de l'inflammation intestinale, y compris dans les maladies chroniques comme la maladie de Crohn et la colite ulcéreuse (Sang et al., 2021). Son utilisation traditionnelle dans le traitement de maladies comme la bronchite, le rhumatisme, les douleurs musculaires ou encore l'œdème renforce son intérêt médical,

d'autant plus qu'il est bien toléré et ne présente pas d'effets indésirables majeurs (**Singh et al.,2020**)

 Matériels et
Méthodes

II.1. Lieux des expérimentations

L'étude présentée a été effectuée sur une période de 03 mois, allant du mois d'Avril 2025 jusqu'au mois du Juin 2025.

Le travail a été mené au sein de plusieurs structures scientifiques :

- L'extraction et le screening mycochimique ont été réalisés au niveau du laboratoire des projets de fin d'étude « PFE », faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Blida1.
- Les différentes activités biologiques ont été étudiées au niveau de :
 - Laboratoire de microbiologie de l'EPH de Meftah, Wilaya de Blida
 - Laboratoire de recherche biotechnologies, environnement et santé, faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Blida1.
 - Le laboratoire pharmaceutique du centre de recherche Saidal « CRD » à Gué de Constantine, Alger.

II.2. Matériel biologique

II.2.1. Matière fongique

Le matériel fongique ayant servi à cette étude est constitué de champignons de *Ganoderma lucidum* (Figure 3) connu aussi sous le nom de « Reishi » cultivé en Algérie, les fructifications ont été récoltées dans la forêt d'EL Kala (wilaya de EL Taraf), durant le mois d'avril 2025. Les fruits ont été séchés à l'obscurité à une température ambiante, puis réduit en poudre fine à l'aide d'un broyeur à lame crantée en acier inoxydable.



Figure 3: Fructification de *Ganoderma lucidum* (photo originale, 2025).

II.2.2. Matériel animal

Afin d'évaluer le pouvoir anti-inflammatoire intestinal *in vivo*, on a utilisé des souris mâles *albinos* de souche NMRI pesant entre 25 et 30g, issus d'un élevage à l'animalerie de l'institut Pasteur d'Alger. Ces souris ont été hébergées dans des cages en plastique avec un couvercle en acier inoxydable, et réparties en 4 lots contenant 8 souris chacun, dans des conditions contrôlées de température maintenue à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, une humidité relative de 60-70%, et un cycle de lumière/obscurité de 12h.

II.2.3. Souches microbiennes

L'activité antimicrobienne a été testée contre deux souches bactériennes de référence ATCC (Tableau III), fournies par le laboratoire de l'EPH de MEFTAH.

Tableau III: Souches bactériennes de référence (ATCC).

Espèce	Nature	Référence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bactérie Gram +	ATCC 43300
<i>Escherichia coli</i>	Bactérie Gram -	ATCC 25922

II.3. Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé lors de cette étude regroupant : la verrerie, l'appareillage, les réactifs et les produits chimiques est placé en Annexe 1.

II.4. Méthodes

II.4.1. Préparation d'extraits

➤ Extrait aqueux

Afin d'étudier le pouvoir anti-inflammatoire intestinal de l'échantillon en question, un extrait aqueux de la masse fongique de *Ganoderma Lucidum* séchée et réduite en poudre fine a été préparé selon le protocole décrit par (Kasmi et al., 2017). L'extrait préparé a été à une dose de 500mg/kg.

➤ Extrait éthanolique

Afin d'extraire les molécules d'intérêt (polaires et légèrement apolaires) de la matière fongique dans le but d'évaluer le pouvoir antioxydant de *Ganoderma lucidum*, on a procédé à une extraction éthanolique de la poudre fongique selon le protocole expérimental de Welti, (2009) avec quelques modifications. De ce fait 10g de poudre a été

macérée à froid sous agitation dans 100 ml de méthanol durant 24 heures. Par la suite le macérât a été filtré à l'aide d'un papier filtre Whatman et le résidu sec a été récupéré après évaporation par un évaporateur rotatif à 50°C.

II.4.2. Screening mycochimique

Le screening ou le criblage mycochimique est un ensemble d'analyses préliminaires qualitatives visant à mettre en évidence la présence ou l'absence de certaines familles de composés bioactifs dans un extrait fongique. Nous avons adopté le protocole décrit par **Boudjema et al., (2021)**.

➤ Mise en évidence des flavonoïdes

02 ml d'extrait éthanolique de *Ganoderma Lucidum* ont été additionnés de 01 ml de solution de NaOH 10% et quelques gouttes d'acide chlorhydrique HCL. L'apparition d'une couleur jaune révèle la présence des flavonoïdes dans l'échantillon.

➤ Mise en évidence des tanins

La présence des tanins dans l'extrait éthanolique fongique a été révélée par l'ajout de quelques gouttes de FeCl₃ (1%) à 02 ml d'extrait. L'apparition d'une coloration bleu-noire indique la présence de tanins galliques tandis que la coloration bleu verdâtre prouve la présence des tanins catéchiques.

➤ Mise en évidence des saponines

La détection des saponines a été réalisée en ajoutant 05 ml d'eau distillée à 02 ml d'extrait éthanolique de *Ganoderma Lucidum*. Après une vigoureuse agitation durant 30 secondes, La formation d'une mousse avec une hauteur qui dépasse 01 centimètre durant plus de 10 minutes confirme la présence de saponines.

II.4.3. Contrôle microbiologique de pureté

Une analyse microbiologique de pureté de l'extrait a été réalisée afin de vérifier l'absence de contamination. Cette analyse visait à détecter la présence éventuelle de germes totaux et des moisissures dans la poudre fongique et l'eau distillée. Le protocole adopté est celui rapporté par **la pharmacopée européenne (2012)**. Pour cela deux milieux de cultures été utiliser :

- ✓ PCA (Plate Count Agar) pour dénombre des germes totaux.
- ✓ Milieu Sabouraud pour l'identification des levures et moisissures.

Des prélèvements de 2 ml d'extrait de *Ganoderma lucidum* et de l'eau distillée ont été ensemencés sur des boîtes de pétri de chaque type de milieu de culture. Les milieux PCA ont été incubés à 35 °C pendant 3 jours, tandis que les milieux Sabouraud ont été incubés à 25 °C pendant 5 jours, avec une lecture quotidienne des résultats.

II.4.4. Evaluation du pouvoir anti-inflammatoire intestinale in vivo

L'activité anti-inflammatoire intestinale de *Ganoderma lucidum* a été testée sur 32 souris réparties en quatre lots de 8 souris chacun. Les souris ont été mises à jeun de 8h à 12h avant le début d'expérience avec un accès libre à l'eau.

- Un groupe témoin (aucun traitement)
- Un groupe traité par extrait de *Ganoderma lucidum*
- Un groupe référence traité par sulfasalazine (SSZ)
- Un groupe témoin positif (soumis uniquement à l'acide acétique)

Le protocole expérimental suivi pour l'induction des colites a été réalisé selon les procédures standards du centre de recherche CRD-SAIDAL. Les souris ont été anesthésiées par injection intrapéritonéale (IP) de kétamine, l'anesthésie a été confirmée par l'absence de réflexe de retrait. Les souris ont ensuite été placées en décubitus dorsal sur une planche, la tête vers le bas pour faciliter l'administration rectale. Un lavage rectal a été réalisé à l'aide d'une solution saline stérile (NaCl 0,9 %) pour éliminer la matière fécale.

L'induction de l'inflammation colique a été effectuée par administration intra-rectale de 150 µL d'acide acétique à 5 %, à l'aide d'une sonde lubrifiée, insérée délicatement dans la zone recto-anale. Après administration les souris ont été maintenues en position inclinée 30 secondes pour éviter tout risque de rejet.

Deux heures après l'induction, les traitements ont été administrés par gavage oral (Figure 4) :

- Le groupe témoin positif a reçu 0,5 ml d'eau distillée.
- Le groupe GL a reçu 0,5 ml d'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum*
- Le groupe SSZ a reçu 0,5 ml d'une solution sulfasalazine (Figure 5), d'une concentration de 500 mg/kg.
- Le groupe témoin négatif n'a reçu aucun traitement.

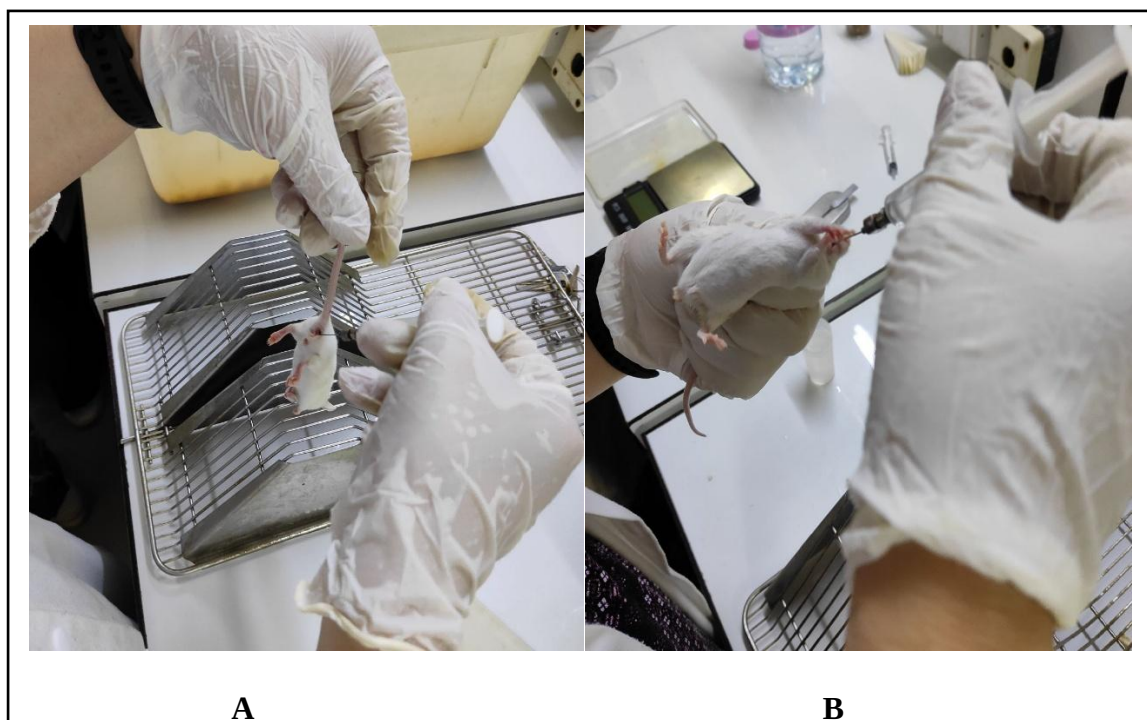


Figure 4: Administration de l'acide acétique par voie rectale (A), et l'administration de l'extrait aqueux du *Ganoderma lucidum* par gavage (B).

Les souris ont été replacées dans leur cage respective avec accès libre à l'alimentation et l'eau.

Au cours des 7 jours de traitement, l'état clinique des souris a été évalué quotidiennement à travers trois paramètres, incluant :

- La pesée individuelle des souris.
- L'évaluation de la consistance des selles (normales, molles, diarrhéiques).
- La présence ou absence de saignement rectal visible.

Ces paramètres ont permis d'évaluer l'évolution de l'inflammation colique et les effets des traitements administrés.



Figure 5: Solution de sulfasalazine.

➤ **Évaluation des dommages macroscopiques**

Durant l'expérience, les trois paramètres cliniques cités précédemment ont été contrôlés quotidiennement. Le huitième jour d'expérience, les souris ont été anesthésiées à la kétamine, puis sacrifiées par dislocation cervicale. Une dissection abdominale a été réalisée pour prélever les côlons au niveau de la jonction iléo- caecale jusqu'à la partie rectale.

Les colons ont été ensuite soigneusement observés pour évaluer les signes visibles d'inflammation : érythème, ulcérations et érosions ont été notés par cotation de manière macroscopique.

Par la suite chaque côlon :

- A été pesé à l'aide d'une balance
- Sa longueur a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse

Ces deux paramètres ont permis de calculer le rapport poids / longueur (P/L), un indicateur quantitatif de l'œdème inflammatoire.

A la fin, des fragments de côlon ont été fixés dans du formol à 10% afin de procéder à une analyse histopathologique pour confirmer les observations macroscopiques.

II.4.5. Etude histologique

Cette technique est choisie afin d'obtenir des micrographies présentant la structure du colon à l'état sain et de prélever les anomalies dû à l'inflammation induit chez les souris des lots acide acétique, référence, témoin négatif et le lots GL. Elle implique plusieurs étapes

successives essentielles afin d'obtenir des résultats bien précis. L'étude histopathologie a été faite dans un laboratoire d'histopathologie du Docteur Khemsi J à Blida.

Les étapes sont comme suite :

a) Fixation et rinçage

Dans le but de conserver ces organes dans un état semblable à l'état normal et de stabiliser les structures cellulaires tout en gardant leur forme, les morceaux de colon ont été fixés pendant une durée de 24 heures. Les fragments sont par la suite lavés à l'eau courante et laissés à égoutter pendant une durée de 24 heures.

b) Déshydratation et éclaircissement

Puisque la paraffine ne se dissout pas dans l'eau, il est indispensable de déshydrater intégralement les morceaux de colon avant de les incorporer à la paraffine. Cette phase de 23 heures se réalise grâce à un système sous vide de l'automate d'imprégnation en paraffine, ce qui favorise une accélération des étapes suivantes :

- La déshydratation dans le xylène, qui va supprimer les lipides dans les bains d'alcool à concentration croissante (70°, 95°, 100°).
- L'exposition au xylène, qui élimine les lipides de l'échantillon, agit comme un agent éclaircissant et confère au tissu une certaine brillance. Cette phase sert à éliminer l'alcool contenu dans le tissu.
- L'immersion des fragments dans la paraffine dissoute.

c) Inclusion et mise en bloc

Les échantillons de tissu ont été disposés dans des moules métalliques. Ensuite, on a versé de la paraffine dans le moule avant de le refermer et de le placer sur une plaque réfrigérante afin d'accélérer le refroidissement et la formation des blocs (voir annexe).

d) Confection des coupes, collage et séchage

Nous avons utilisé un microtome Leica pour réaliser des sections de 3 microns. Les rubans sont étalés dans un bain-marie à une température de 37° (voir annexe), puis récupérés sur des lames de verre et séchés dans une étuve à 70° pendant une durée comprise entre 15 et 20 minutes.

e) Déparaffinage et réhydratation

L'objectif est d'éliminer la paraffine du tissu et de la substituer par de l'eau pour rendre l'intégration des colorants plus aisée. Nous avons immergé les sections dans un bain de xylène pendant 30 minutes pour éliminer la paraffine à l'aide d'un bac de coloration (voir annexe 4). La réhydratation s'effectue en trois bains d'alcool de concentration décroissante (100°, 95°, 70°) pendant 2 minutes chacun. Les lames sont immergées dans l'eau pendant deux minutes.

f) Coloration

Le but de la coloration est d'observer les divers composants des tissus et des cellules. Le colorant conventionnel utilisé est l'hématoxyline-éosine, où l'hématoxyline colore les éléments acides du tissu (le noyau, le ribosome et le réticulum endoplasmique rugueux) d'une teinte bleu violacé. Concernant l'éosine, elle teinte les éléments constitutifs des tissus fondamentaux (cytoplasme et paroi cellulaire) d'une teinte rouge ou rose vive.

g) Montage et observation

Après avoir été colorée, les lames sont disposées dans un bain de xylène pour être éclaircies. Chaque lame est dotée d'une lamelle qui est fixée grâce à un Eukitt. Les lames ont par la suite été analysées au microscope photonique.

II.4.6. Evaluation de l'activité antibactérienne *in vitro*

L'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* a été évaluée *in vitro* vis-à-vis deux souches bactérienne : Gram positif et Gram négatif, selon le protocole décrit par **Balouiri et al., (2016)**.

➤ Préparation de l'inoculum

Les suspensions bactériennes ont été préparées à partir de colonies jeunes (18-24h) prélevées à l'aide d'un écouvillon stérile et ajustées à une turbidité de 0,5 McFarland ($\approx 1,5 \times 10^8$ UFC/ml) dans de l'eau physiologique stérile (0.9%).

➤ Ensemencement et dépôt des disques

Afin d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait de *Ganoderma lucidum*, les boîtes pétries préalablement préparées contenant le milieu de culture (gélose Mueller-Hinton), ont étéensemencées selon la méthode des stries croisées : un écouvillon stérile imbibé de suspension bactérienne a été essoré puis appliqué sur la surface de la gélose selon trois passages successifs à 60° d'intervalle, garantissant une répartition homogène de l'inoculum.

Après séchage (5 min), des disques stériles Whatman (6 mm de diamètre) ont été déposés à la surface :

- ✓ Disque témoin positif : antibiotique (ampicilline ou ciprofloxacine selon la souche)
- ✓ Disque témoin négatif : eau distillée stérile
- ✓ Disque test : imbibé de 15 μ L d'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* à 100 mg/ml.

➤ **Incubation et lecture**

Les boîtes de pétri ont subi une pré-incubation à température ambiante (20-30 min) pour permettre la diffusion initiale des composés, suivie d'une incubation principale à 37°C pendant 24h. Après incubation, l'activité antibactérienne a été évaluée par la mesure au pied à coulisse du diamètre des zones d'inhibition (en mm), correspondant aux zones claires circulaires sans croissance bactérienne autour des disques (Choi et al., 2006).

Les diamètres des zones d'inhibition ont été moyennés sur trois répétitions indépendantes. L'activité antibactérienne de l'extrait a été comparée aux antibiotiques standards, permettant une évaluation relative de son potentiel antimicrobien. Ce protocole rigoureux, conforme aux recommandations du CLSI, assure la reproductibilité et la fiabilité des résultats obtenus dans le cadre de l'évaluation des propriétés antimicrobiennes de *Ganoderma lucidum*.

II.4.7. Evaluation de l'activité antioxydante in vitro

Le pouvoir antioxydant in vitro de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* a été évalué par la méthode de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Ce test est basé sur la mesure du pouvoir de piégeage par les antioxydants, du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) de couleur violette qui est réduit en hydrazine de couleur jaune lorsqu'il réagit avec des donneurs d'hydrogène (Figure 6). L'intensité de la couleur produite mesurée par spectroscopie est inversement liée à la concentration des antioxydants testés et au temps de réaction (Sánchez-Moreno, 2002).

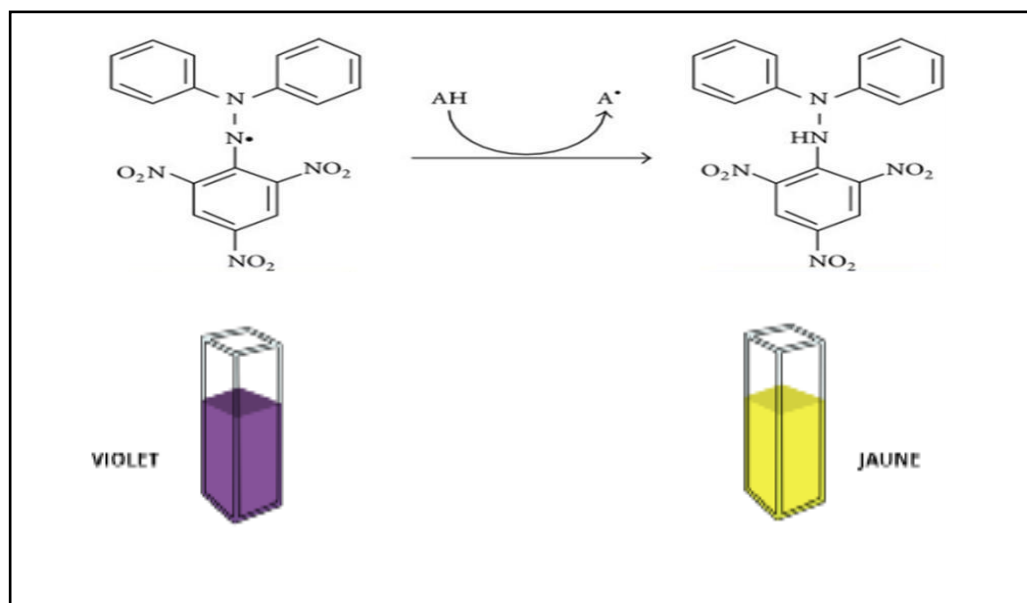


Figure 6: Principe du test de DPPH (Drouche I, 2022).

Selon quelques modifications du protocole du test de DPPH rapporté par **Fahmi et al., (2019)**, l'activité anti-radicalaire de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* a été étudiée.

Une solution de DPPH dans de l'éthanol à 0,1 mM a été préparée. Dans chaque tube à essai, 01 ml de la solution de DPPH a été ajouté à 01 ml de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* ou de l'antioxydant standard préparé dans le même solvant, à diverses concentrations. Après une incubation durant 30 min à l'obscurité à température ambiante, l'absorbance des différentes mixtures a été lue à une longueur d'onde de 517 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre. L'activité anti-radicalaire a été estimée en pourcentage de décoloration de DPPH par rapport à un contrôle négatif contenant seulement la solution de DPPH, selon la formule suivante :

$$\text{AAR \%} = \left[\frac{(\text{abs}_{\text{contrôle}} - \text{abs}_{\text{échantillon}})}{\text{abs}_{\text{contrôle}}} \right] \times 100$$

- **AAR** : activité anti-radicalaire
- **abs** : l'absorbance mesurée à 517 nm.

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (ou **AAR %**) et en **CI50** (concentration de l'échantillon nécessaire pour neutraliser 50% des radicaux libres).

II.4.8. Traitement statistique

Les résultats sont exprimés en moyenne $\pm$ écart type. L'objectif était d'évaluer les effets des traitements sur l'inflammation intestinale chez la souris.

Une analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Excel et JAMOV. Le test t de Student (t.test) et ANOVA test a servi à une comparaison intragroupe et intergroupe, et à identifier les différences significatives, en considérant :

$P > 0.05$: la différence est non significative.

$P < 0,05$: la différence est significative.

$P < 0,01$: la différence est très significative.

$P < 0,001$: la différence est hautement significative.

 Résultats et
Discussion

III.1. Résultats du screening mycochimique

Les vertus bio-thérapeutiques (par exemple l'immunostimulation) des produits naturels tels que les champignons et les plantes, sont fortement attribués à la présence de composants bioactifs qui peuvent être mis en évidence par criblage phytochimique (Shihabul et al., 2018).

Les résultats du criblage mycochimiques des métabolites secondaires de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* sont résumés dans le tableau IV. L'analyse qualitative de l'extrait testé a révélé la présence des flavonoïdes, des tanins et des saponines avec une faible teneur.

Tableau IV: Caractérisation mycochimique de quelques métabolites secondaires de *Ganoderma lucidum*.

Métabolites secondaires	Observation	Interprétation
Les flavonoïdes (+++)	Coloration rose à rouge orangé après ajout de Mg + HCl	Présence forte (+++) de flavonoïdes confirmés par réaction spécifique et stable
Les saponines (+)	Formation d'une mousse stable (> 1 cm) après agitation	Présence faible à moyenne (+) de saponines, mousse typique observée
Les tanins (+++)	Coloration bleu foncé après ajout de FeCl ₃	Présence abondante (+++) de tanins hydrolysables

(+++), (++) , (+) : élevé, modéré et faible.

Les résultats obtenus lors de cette étude corroborent les résultats rapportés par Veljović et al., (2017), tandis que Bhusal et al., (2024) ont également mis en évidence la présence de saponines dans un extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum*, ainsi que d'autres composés tels que les glucides et les protéines. Ces observations renforcent la validité des tests qualitatifs employés et suggèrent que l'éthanol constitue un solvant efficace pour l'extraction de métabolites polaires.

Nos données sont également soutenues par les travaux de Nagadesi et Kannamaba, (2019), qui ont analysé les extraits des spores de *Ganoderma lucidum* obtenus par différents solvants. Leur étude a mis en évidence une forte abondance de flavonoïdes et de tanins, et une faible présence de saponines dans l'extrait éthanolique obtenu par macération. Ces résultats

rejoignent en partie les nôtres, bien que l'extrait éthanolique utilisé lors de cette étude ait été préparé à partir du sporophore (corps fructifère) de *G. lucidum*, et non des spores. Cette distinction est essentielle, car la concentration en métabolites secondaires peut varier selon la partie du champignon utilisée. De plus, **Nagadesi et Kannamaba, (2019)**, ont appliqué une extraction à reflux, qui a montré que la concentration des métabolites secondaires diminuait significativement, passant d'une forte présence à une présence modérée dans l'extrait éthanolique. Ce résultat souligne l'importance du mode d'extraction, en particulier l'effet des températures élevées sur la stabilité des composés bioactifs thermosensibles, tels que certains flavonoïdes ou tanins. Par ailleurs, leur étude a révélé une présence modérée de flavonoïdes et de tanins dans les extraits aqueux, et une teneur plus marquée dans l'extrait éthanolique. Dans l'ensemble, ces comparaisons soulignent la variabilité du profil phytochimique de *Ganoderma lucidum* selon les parties du champignon utilisées, les solvants, les protocoles d'extraction et les conditions environnementales. Elles confirment l'importance de standardiser les approches méthodologiques pour permettre une évaluation fiable et reproductible du potentiel bioactif de cette espèce fongique (**Russell et Paterson, 2006**).

III.2. Résultats du contrôle microbiologique de pureté

Le test de contrôle microbiologique de pureté a été réalisé sur l'extrait de *Ganoderma lucidum* afin d'évaluer sa qualité sanitaire et sa conformité aux normes. Les résultats obtenus montrent que l'extrait est conforme, ne présentant aucune contamination par des moisissures ni par des levures pathogènes. De plus, la charge microbienne totale reste très faible, avec une valeur de l'ordre de 10 UFC/mL ou g, bien inférieure au seuil critique de 100 UFC/mL ou g. Ces résultats confirment la bonne qualité microbiologique de l'échantillon (voir annexe 4).

III.3. Résultat de l'évaluation du pouvoir anti-inflammatoire intestinale in vivo

Les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI) représentent une affection complexe et difficile à traiter, souvent résistante aux thérapies conventionnelles (**Özden et al., 2022**). La colite peut être induite par l'administration d'un agent chimique tel que l'acide acétique, l'inflammation induite par l'acide acétique (AA) constitue un modèle expérimental largement utilisé pour étudier les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI). Ce modèle reproduit fidèlement les principales caractéristiques physiopathologiques observées chez l'homme, notamment la formation d'ulcérations muqueuses (**Wirtz et al., 2017**). Celui-ci provoque une libération de protons, entraînant une acidification intracellulaire qui engendre des lésions au niveau de la paroi intestinale. Cela déclenche la libération de médiateurs pro-inflammatoires, favorisant l'adhésion des

leucocytes à l'endothélium vasculaire et une augmentation de la perméabilité capillaire. Cette perméabilité accrue permet le passage de macromolécules, ce qui entraîne douleur et inflammation. Une fois sur place, les cellules phagocytaires sont activées et produisent en grande quantité des médiateurs pro-inflammatoires, facilitant le recrutement cellulaire libérant des cytokines pro-inflammatoires aggravant l'inflammation (Nancey et al., 2008).

III.3.1 Évolution des scores cliniques (J2 à J6)

L'analyse de l'indice d'activité de la maladie (IAM) a montré une installation complète de la pathologie dans le groupe acide acétique (AA), aussi bien au jour 2 qu'au jour 6, avec des scores moyens élevés de $3 \pm 0,47$ à J2 et $3 \pm 0,82$ à J6. Cliniquement, les souris présentaient des signes marqués de colite, caractérisés par des selles molles à diarrhéiques, accompagnés de saignements rectaux.

En revanche, les groupes traités avec l'extrait de *Ganoderma lucidum* et la Sulfasalazine ont présenté une amélioration progressive de l'état clinique entre J2 et J7. Le lot GL est passé d'un score moyen de $2 \pm 0,47$ à $1 \pm 0,82$, tandis que le groupe de référence est passé de $2 \pm 0,82$ à $1 \pm 0,47$, traduisant dans les deux cas une faible installation de la pathologie au jour 6 (tableau V).

Sur le plan clinique, ces groupes ont montré, à partir du 4^e ou 5^e jour, une amélioration notable de la consistance des selles, la disparition progressive des saignements, ainsi qu'une reprise de poids chez la majorité des animaux. Ces observations confirment l'effet bénéfique du traitement à *Ganoderma lucidum*, comparable à celui du traitement de référence, dans la réduction des signes inflammatoires intestinaux.

Les souris du lot témoin sain, quant à elles, n'ont présenté aucun signe clinique ou score pathologique, confirmant l'absence d'inflammation intestinale.

Tableau V: Indice d'activité de la maladie (IAM) – Évolution des scores cliniques de J2 à J6 dans les différents lots.

	<i>Ganoderma lucidum</i>		SSZ		AA	
Scores /Jours	J2	J7	J2	J7	J2	J7
Variation de la perte de poids	2	0	2	1	2	4
Consistance des selles	2	1	3	1	3	3
Saignement	1	2		0	3	2
Moyenne	2	1	2	1	3	3
Indice IAM	Installation	Faible	Installation	Faible	Installation	Installation

(0 : Absence de pathologie ; 1–2 : installation faible ; >2 : pathologie installée)

Lors de la présente étude, la colite a été induite chez des souris NMRI par administration intrarectale de 150 µL d'AA à 5%, une concentration optimale permettant de reproduire de manière reproductible les lésions caractéristiques des MICI, afin d'évaluer l'activité anti-inflammatoire du *Ganoderma lucidum*. Entre J2 et J7, des améliorations progressives des scores cliniques ont été observées chez les lots traités par l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum*. Cette diminution de l'indice d'activité de la maladie (IAM) traduit un effet anti-inflammatoire significatif, réduisant les signes caractéristiques de la colite, tels que la diarrhée, le saignement et la perte de poids de manière comparable au lot sulfasalazine. Ces observations sont en accord avec celles obtenus par **Xie et al., (2019)**, qui ont démontré que la consommation d'extrait de *Ganoderma lucidum* atténue la colite induite par le DSS chez des modèles murins, en diminuant les scores de l'indice d'activité de la maladie.

III.3.2 Effet de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* sur la variation du poids corporel

Comme le montre la figure 7, la variation du poids corporel moyen des souris a été suivie pendant 7 jours dans quatre lots expérimentaux : un lot témoin négatif (sain), un lot pathologique (traité par l'acide acétique), un lot traité à la sulfasalazine, et un lot traité par l'extrait aqueux du champignon en question.

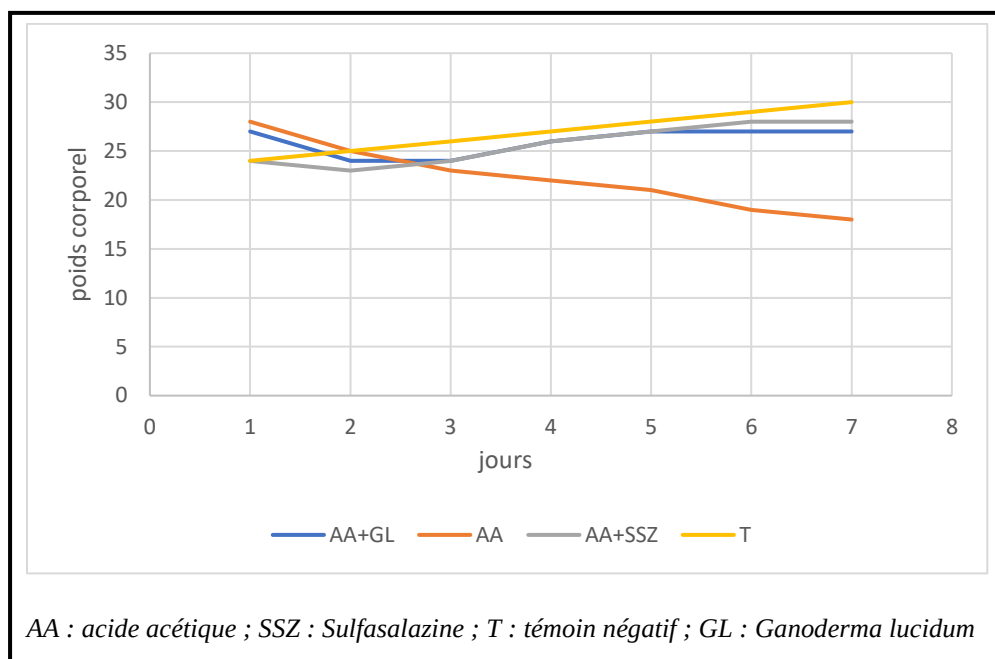


Figure 7: Effet de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* sur la variation du poids corporel des souris pendant 7 jours (les données sont exprimées en moyenne $\pm$ Ecartype. $P < 0,05$ est considéré comme significatif).

Les souris du lot témoin négatif (courbe marron), non soumises à l'induction inflammatoire, ont présenté une prise de poids régulière et attendue (de $25 \pm 5,34$ g à $31 \pm 1,69$ g), ce qui témoigne d'un métabolisme normal et d'un bon état physiologique. Ce groupe constitue la référence physiologique de base.

En revanche, les souris du lot traité par l'acide acétique (courbe jaune), ayant reçu l'induction de la colite sans aucun traitement, ont subi une perte de poids significative (de $25 \pm 7,07$ g à $18 \pm 1,14$ g) avec une valeur $p < 0,01$ très significative par rapport au lot témoin. Cette perte traduit un état inflammatoire sévère, caractéristique des colites aiguës non traitées.

Le lot traité par sulfasalazine (SSZ) a montré une évolution nettement plus favorable, avec une prise de poids importante entre J2 et J7 (de $23 \pm 7,07$ g à $29 \pm 0,5$ g) atteignant une valeur proche de celle du groupe sain ($p > 0,05$), malgré l'induction inflammatoire. Cela confirme l'efficacité de la SSZ en tant qu'anti-inflammatoire de référence, capable d'atténuer les effets systémiques de la colite ce qui indique un effet thérapeutique notable.

Le lot traité avec l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* a également présenté une amélioration de l'état pondéral (courbe orange), bien que plus modérée que celle observée avec la SSZ. Les souris de ce groupe ont gagné en moyenne 3 g (de $24 \pm 1,86$ g à $27 \pm 1,78$ g), avec une valeur $p < 0,05$ par rapport au groupe pathologiques et $p > 0,05$ par rapport au

groupe sain et traite par SSZ, suggérant un effet protecteur contre les perturbations métaboliques induites par l'inflammation dont la perte de poids.

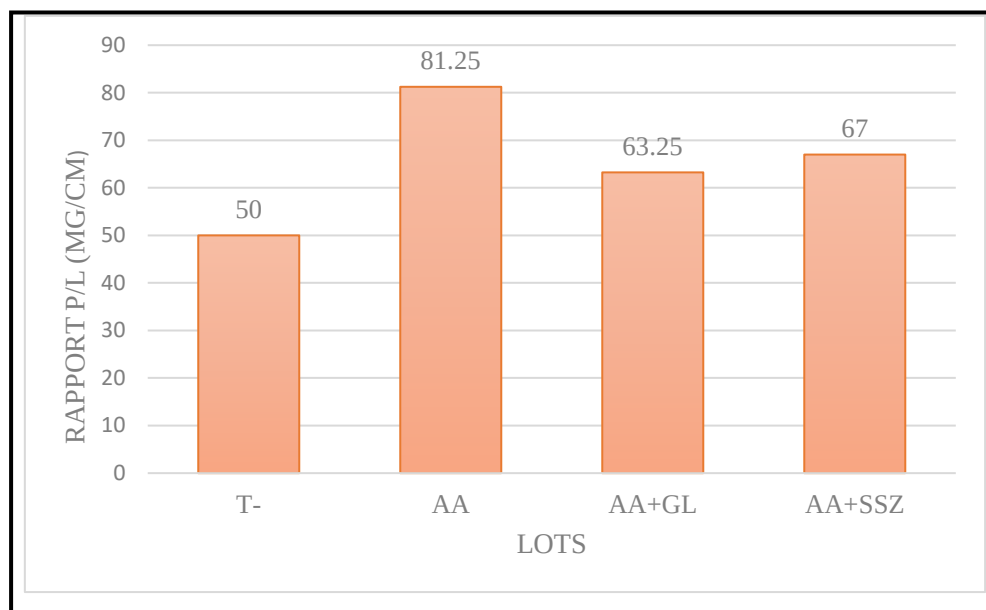
La perte de poids observée chez les patients atteints de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI), et souvent révélateur d'un déséquilibre nutritionnel profond. Elle est multifactorielle et résulte de l'interaction complexe entre plusieurs mécanismes pathologiques (**Hwang et al., 2012**). Tout d'abord, l'un des principaux facteurs est la diminution des apports alimentaires. Elle est due à une anorexie induite par l'inflammation, elle-même médiée par des cytokines pro-inflammatoires telles que le TNF- α , l'IL-1 et l'IL-6, qui agissent sur l'hypothalamus pour réduire la sensation de faim. À cela s'ajoutent des symptômes gastro-intestinaux pénibles comme les douleurs abdominales, les nausées, les vomissements, ou encore les ulcérations buccales, qui limitent fortement la prise alimentaire. Par ailleurs, certains patients suivent des régimes restrictifs dans le but de limiter les symptômes, ce qui contribue à une diminution calorique importante (**Liu et al., 2005**). Ensuite, l'inflammation chronique de la muqueuse intestinale altère la capacité d'absorption des nutriments essentiels. Cette malabsorption est particulièrement marquée dans la maladie de Crohn, qui peut affecter n'importe quelle portion du tube digestif, notamment l'intestin grêle, lieu principal d'absorption. La conséquence directe est une mauvaise assimilation des macronutriments (protéines, glucides, lipides) et des micronutriments (vitamines et minéraux) (**Nguyen et al., 2008**).

Les patients souffrent aussi de pertes digestives importantes. Les diarrhées chroniques, fréquentes dans les poussées inflammatoires, provoquent une perte importante d'eau, d'électrolytes (sodium, potassium, magnésium) et parfois de protéines plasmatiques à travers l'intestin enflammé. En cas de lésions étendues, de fistules ou d'ulcérations profondes, ces pertes peuvent être encore plus marquées. Par ailleurs, l'état inflammatoire chronique entraîne un hypermétabolisme. Le métabolisme de base augmente afin de répondre aux besoins énergétiques de l'organisme confronté à l'inflammation, même en l'absence d'activité physique (**Nguyen et al., 2008**).

Ces observations sont en accord avec les travaux de **Guo et al., (2021)**, qui ont rapporté que l'administration de l'extrait de *GL* à 200 mg/kg pendant 14 jours, a efficacement atténué la perte de poids chez les souris, avec aucun effet dose-dépendant observé. De plus, les groupes traités au *GL* présentaient un taux de survie supérieur, renforçant l'idée d'un effet systémique protecteur associé au GLP.

III.3.3 L'évolution du rapport P/L en mg/cm

La première variable évaluée lors de l'inspection macroscopique était le rapport poids/longueur (P/L) du côlon (Figure 8), considéré comme un indicateur de la gravité de l'inflammation intestinale. Ce rapport a été analysé en parallèle avec les lésions visibles au niveau des parois coliques après récupération post-sacrifice.



AA : acide acétique, GL : *Ganoderma lucidum*, SSZ : sulfasalazine ; T : témoin négatif

Figure 8: Effet de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* sur l'évolution du rapport P/L en mg/cm dans un modèle de souris colitiques induites par l'acide acétique à 5%.

Les résultats obtenus ont montré une amélioration nette de la longueur du côlon chez les lots traités, en comparaison avec le lot ayant reçu uniquement l'acide acétique, ce qui indique une atténuation de l'inflammation colique induite (voir annexe 2). Une analyse du rapport poids/longueur (P/L) du côlon a révélé une réduction significative chez les lots traités. Ce rapport, qui est un indicateur de l'érosion capillaire, des ulcérations et de l'inflammation marquée (voir l'annexe) (augmentation de la masse et du volume du côlon), était maximal dans le groupe malade (acide acétique), atteignant une valeur de $81,25 \pm 15,50$ mg/cm par rapport au groupe témoin ($50 \pm 2,30$, mg/cm) ce que traduisant une inflammation sévère.

Le groupe témoin, non traité et non induit, présentait un rapport P/L beaucoup plus faible, ce qui reflète une morphologie colique normale. Les groupes traités, notamment avec la dose de 13,5 mg/kg de *Ganoderma lucidum*, ont montré un rapport P/L plus faible par

rapport au groupe acide acétique ($63,25 \pm 2,36$ mg/cm), avec une réduction de 22,15 % et une différence hautement significatif $P < 0,001$ ($p = 0,00006$), indiquant une diminution du processus inflammatoire (Figure 8). Une réduction significative des poids des colons et une amélioration de leur aspect ont été observées après traitement avec *Ganoderma lucidum* (13,5 mg/kg) et la sulfasalazine, par rapport au groupe traité par l'acide acétique.

Après la dissection, les côlons ont été soigneusement récupérés, lavés à l'eau physiologique et observés pour évaluer les altérations macroscopiques liées à l'induction de la colite et aux traitements administrés.

➤ Lot témoin négatif :

Les côlons présentaient un aspect rosé, lisse, homogène, sans aucune anomalie apparente. Aucune rougeur ni altération visible.

➤ Lot témoin positif :

Une coloration rouge prononcée (érythème externe) était clairement visible. Certains côlons montraient des irrégularités de surface. Le côlon montrait des érythème marqué. Des zones d'érosions superficielles étaient visibles, avec un aspect enflammé et altéré, témoignant d'une colite aiguë sévère induite par l'acide acétique.

➤ Lot traité par le champignons :

Une réduction de l'érythème a été observée par rapport au lot acide acétique. Les érosions étaient moins nombreuses, suggérant un effet apaisant de l'extrait de champignon sur l'inflammation intestinale.

➤ Lot traité par le sulfasalazine :

Le côlon ne présentait pas d'érythème ni d'érosions visibles. L'état général du tissu était nettement amélioré, se rapprochant de celui du témoin négatif, ce qui indique une activité anti-inflammatoire efficace du traitement de référence.

Le rapport poids/longueur (P/L) du côlon constitue un indicateur histopathologique indirect, largement utilisé dans les modèles murins de colite pour évaluer la sévérité de l'inflammation colique. Une élévation de ce rapport reflète généralement une augmentation de l'œdème, des hémorragies et des infiltrations inflammatoires, traduisant une atteinte structurale marquée du tissu colique (Wirtz et al., 2017). Les résultats obtenus sont en accord avec des études antérieures ayant démontré la capacité du *Ganoderma lucidum* à inhiber la

réponse inflammatoire colique via la régulation de la fonction des cellules immunitaires et des interactions entre l'immunité et le microbiote pourraient permettre d'expliquer les mécanismes par lesquels le *GL* est capable d'inhiber l'inflammation chez les souris (Guo et al., 2021). Et dans ce contexte nos données collectées rejoignent celles rapportés par Guo et al., (2021) où l'administration de 300 mg/kg d'extrait de *Ganoderma lucidum* chez des souris atteintes de colite induite a entraîné une augmentation significative de la longueur du côlon par rapport au groupe modèle. Cette amélioration traduit un effet protecteur de l'extrait vis-à-vis de l'atteinte structurale colique, en particulier dans un contexte d'inflammation aiguë. Ainsi, leurs résultats viennent appuyer le potentiel thérapeutique de *Ganoderma lucidum* à préserver l'intégrité morphologique du côlon.

III.3.4. Résultat de l'étude histopathologique

L'analyse histopathologique a été faite sur des coupes de colon colorées à l'hématoxyline-éosine (HE) afin d'évaluer l'intégrité tissulaire, l'inflammation cellulaire, et la préservation de l'architecture des tissus.

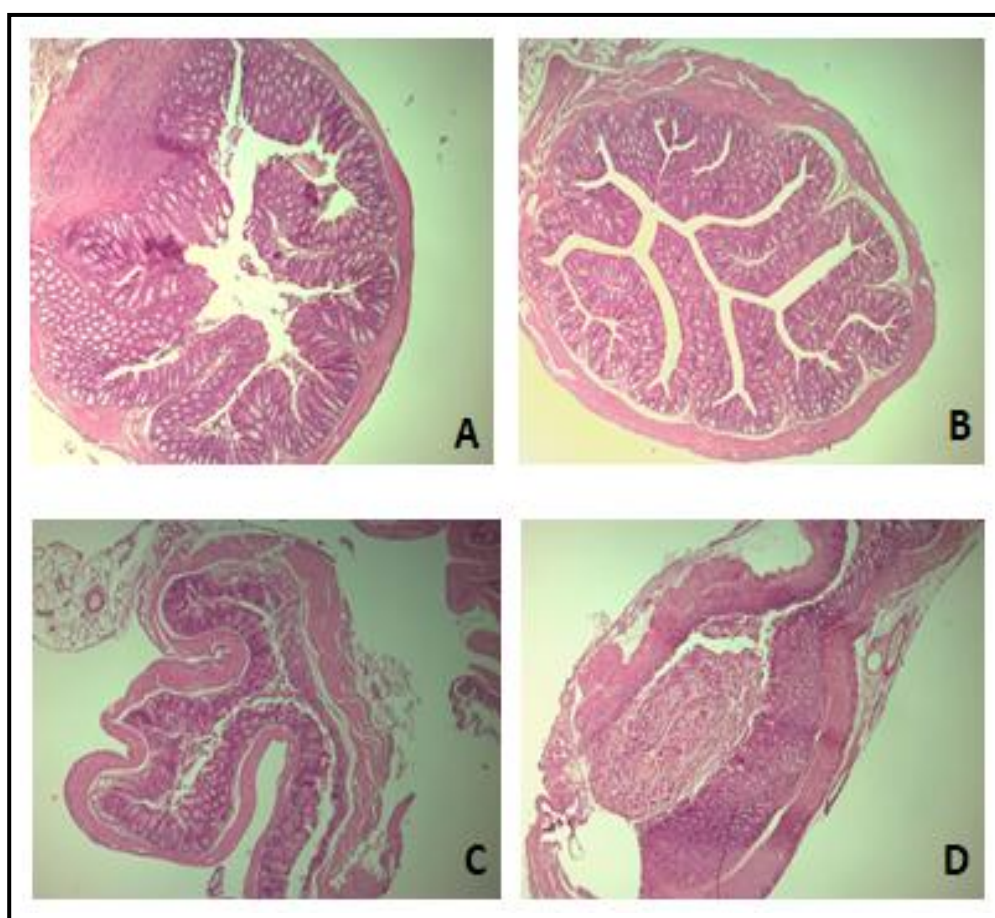


Figure 9: Effet de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* dans un modèle de colite induite par l'acide acétique. Section histologique de la muqueuse colique colorée. A (AA+GL), B (lot AA+SSZ), C (lot T-), D (lot AA). Grossissement x4.

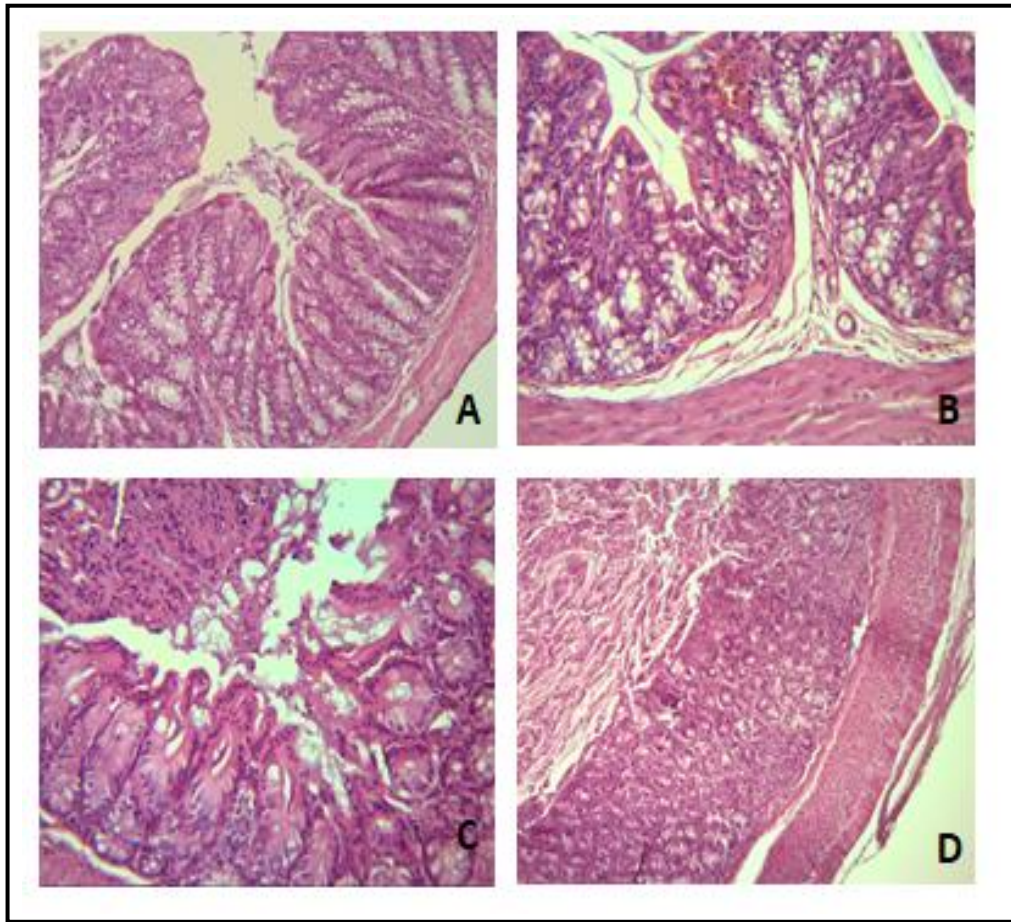


Figure 10: Effet de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* dans un modèle de colite induite par l'acide acétique. Section histologique de la muqueuse colique colorée. A (AA+GL), B (lot AA+SSZ), C (lot T-), D (lot AA). Grossissement x10.

➤ Tissus du groupe traité par *Ganoderma lucidum* (A) :

Les coupes montrent une amélioration histologique notable avec :

- Réduction de l'infiltration inflammatoire.
- La lamine propria montre un taux d'infiltration cellulaire réduit (Figure 9), par rapport aux groupe acide acétique.
- Répartition progressive des cryptes (Figure 10), avec une architecture régulière.
- Présence des cellules caliciformes.
- Epithélium partiellement restauré, avec une continuité mieux conservée
- Absence d'ulcération.

- Tissus du groupe traité par sulfasalazine (**B**) :
 - Reparations quasi complète de la muqueuse colique (Figure 9).
 - Crypte de lieberkhun restaurées avec une architecture proche de la normale.
 - Cellules caliciformes abondantes (Figure 10).
 - Pas d'ulcération visible, et une infiltration cellulaire modérer (Figure 10).

- Tissus du lot témoin négatif (groupe contrôle) (**C**) :
 - La muqueuse intestinale présente une structure et architecture préservée (figure 9), tapissée par un épithélium cylindrique constitué de cellules caliciformes normalement réparties (Figure 10).
 - Les cryptes de lieberkum sont régulières et bien alignées.
 - La lamina propria présente au faible taux de cellules immunitaire résidente.
 - Le muscle bien délimité, sans désorganisation.

- Tissus du groupe (avec colite induite) (**D**) :

Les coupes de colon issues de ce groupe montrent des altérations histopathologiques marquées, dont :

- Une diminution du nombre des cryptes.
- Destruction de l'épithélium de surface laissant place à des zones d'ulcération nettes (Figure 9).
- Ces ulcérations exposent la lamina propria qui apparait œdémateuse
- Infiltration massive en cellules immunitaires riche en lymphocytes et neutrophiles.
- Crypte lieberkhun déformés Absence de crypte dans les zones ulcère (Figure10).

Dans le cadre de la rectocolite hémorragique (RCH), l'évaluation de l'inflammation intestinale repose sur l'analyse de divers changements histopathologiques. Pour quantifier les

lésions, plusieurs critères sont utilisés, notamment la désorganisation de l'architecture des cryptes, l'intensité de l'infiltrat inflammatoire, l'épaississement de la musculaire, la diminution des cellules caliciformes et la formation éventuelle d'abcès cryptiques (Cagin et al., 2016).

Le modèle expérimental de colite induite par l'acide acétique (AA) reproduit plusieurs de ces altérations, telles qu'une destruction importante de l'épithélium, la disparition partielle ou totale des cryptes, un infiltrat cellulaire dense et une réduction marquée des cellules à mucus. Les coupes tissulaires observées dans notre étude, notamment dans les groupes non traités, présentaient des lésions comparables. D'autres aspects comme la présence de fibrose, la profondeur des lésions ulcérées et l'étendue de l'atteinte intramurale ont également été examinés (Özden et al., 2022).

Le groupe colite (traité par l'acide acétique) présente des lésions sévères (citées ci-dessus), ce qui confirme la réussite du modèle de colite aiguë. Chez les souris ayant reçu un traitement par SSZ ou par *Ganoderma lucidum*, les altérations tissulaires étaient nettement réduites. Ces résultats suggèrent un effet bénéfique de l'extrait de *Ganoderma lucidum*, en cohérence avec ses propriétés biologiques connues, notamment ses effets anti-inflammatoires, antioxydants. Comparées aux témoins sains, les souris traitées par sulfasalazine présentent une restauration histologique proche de la normale. *Ganoderma lucidum*, bien qu'il n'atteigne pas ce niveau de régénération, il démontre une activité anti-inflammatoire significative. Ces observations sont en accord avec celles rapportées par Özden et al., (2022), qui ont montré une amélioration significative de l'état histologique du côlon chez des souris traitées soit par mésalazine, soit par un extrait de *Ganoderma lucidum* pendant six jours. Dans cette étude, les deux traitements ont permis une réduction marquée des lésions inflammatoires par rapport aux groupes témoins négatifs, soulignant leur potentiel thérapeutique dans les affections intestinales inflammatoires. Cette convergence de résultats conforte l'idée que *Ganoderma lucidum* pourrait constituer une alternative ou un complément prometteur aux traitements conventionnels dans le cadre des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin.

Biologiquement, cette réduction de l'inflammation peut s'expliquer par la richesse du champignon en question en composés bioactifs, dont les polysaccharides (principalement les β -glucanes) qui exercent un effet anti-inflammatoire majeur en inhibant la voie de signalisation NF- κ B, jouant un rôle central dans la pathogenèse des maladies inflammatoires intestinales telles que la colite (Li, 2022).

En condition normale, l'activation des récepteurs Toll-like (notamment TLR4) par des stimuli inflammatoires déclenche une cascade de signalisation intracellulaire impliquant la protéine adaptatrice MyD88, menant à l'activation du complexe IKK (IkB kinase). Ce complexe phosphoryle l'inhibiteur IkB α , provoquant sa dégradation et permettant ainsi la translocation du facteur de transcription NF- κ B (principalement la sous-unité p65) vers le noyau, où il active la transcription de plusieurs gènes pro-inflammatoires, tels que TNF- α , IL-6, IL-1 β . Les polysaccharides de *Ganoderma lucidum* inhibent cette cascade dès son initiation en modulant négativement l'expression ou l'activation de TLR4 et de MyD88, empêchant l'activation de Ikk et ainsi la phosphorylation d'IkB α (Li, 2022). De plus, des recherches ont démontré que les polysaccharides de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* suppriment la réponse des cellules Th17, ainsi ils inhibent le recrutement des neutrophiles atténuant la colite chez la souris. Cette suppression des cellules Th17 est associée à une réduction des cytokines pro-inflammatoires, contribuant à l'amélioration des symptômes de la colite (Wei et al., 2018).

Selon Ozden et al., (2022), les niveaux tissulaires les plus élevés de cytokines pro-inflammatoires telles que l'IL-1, l'IL-6 et le TNF- α ont été enregistrés chez les animaux atteints de colite induite par l'acide acétique, tandis que les groupes traités avec *Ganoderma lucidum* ont présenté des concentrations significativement réduites de ces médiateurs inflammatoires. Cette étude met en évidence l'effet anti-inflammatoire marqué de l'extrait aqueux du Reishi, dont l'efficacité s'est révélée comparable à celle de la mésalazine, un traitement de référence. Les études ont rapporté une amélioration importante et une atténuation des lésions coliques macroscopiques dans les groupes recevant *Ganoderma lucidum*, suggérant un potentiel thérapeutique prometteur dans les pathologies inflammatoires intestinales.

L'intestin abrite une flore microbienne essentielle à la santé digestive. Une altération du microbiote intestinal est souvent observée chez les patients atteints de MICI, avec une diminution des bactéries bénéfiques comme *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. Les polysaccharides de *Ganoderma lucidum* ont montré une capacité à favoriser la croissance des bactéries probiotiques, améliorant ainsi l'équilibre microbien et la tolérance intestinale. L'étude a révélé que l'extrait du GL augmentent la rétention des probiotiques dans le côlon, ce qui pourrait renforcer leur effet bénéfique sur la santé intestinale, Les polysaccharides améliorent la tolérance des probiotiques en renforçant leur capacité à survivre dans l'environnement intestinal. L'étude récente suggère que ces polysaccharides pourraient

moduler le microbiote intestinal en augmentant la présence de bactéries bénéfiques (Zangeneh et al., 2025).

Un déséquilibre microbien perturbe la composition du microbiote (ex : prolifération de bactéries Gram-négatives comme *E. coli*). Ces bactéries libèrent du LPS (endotoxine), normalement retenu dans l'intestin, le lipopolysaccharide (LPS), une toxine produite par certaines bactéries, passe dans le sang en trop grande quantité. Cette dernière active les récepteurs TLR4 augmentant ainsi l'inflammation, Les GLP réduisent les LPS circulants (effet dose-dépendant) par la Modulation du microbiote. Le GLP favorise les bactéries bénéfiques (ex. *Lactobacillus*) qui réduisent les pathogènes producteurs de LPS. (Guo et al., 2021). Selon Guo et al., (2021) le *Ganoderma lucidum* supprime l'activation de la voie TLR4/MyD88/NF- κ B chez des souris souffrant de colite, réduisant ainsi l'inflammation et préservant l'intégrité de la barrière intestinale et donc les GLP (*Ganoderma lucidum* polysaccharides) inhibent les effets inflammatoires du LPS en modulant le microbiote intestinal et la signalisation immunitaire. Ils aident à réduire l'endotoxémie, améliorent la barrière intestinale et diminuent l'activation de TLR4/NF- κ B, ce qui réduit la réponse inflammatoire excessive. Cette amélioration serait aussi liée à une modulation du microbiote intestinal, en augmentant la production de SCFAs qui ont des effets anti-inflammatoires et protecteurs de l'intestin jouent ainsi un rôle crucial dans la prévention des MICI (Xie et al., 2019).

III.4. Résultat de l'évaluation du pouvoir antibactérien

L'activité antibactérienne de l'extrait de *Ganoderma lucidum* à une concentration de 100 mg/ml a été évaluée par la méthode de diffusion sur disque contre deux souches bactériennes : *Escherichia coli* (Gram -) et *Staphylococcus aureus* (Gram +). Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés en millimètres après 24 h d'incubation à 37 °C (Figure 11). L'interprétation des résultats est basée sur les intervalles de mesure en fonction du diamètre des zones d'inhibition de la croissance bactérienne :

- **Résistant** : (Diamètre de la zone < 10 mm).
- **Légèrement inhibitrice** : (10 mm $\leq$ Diamètre de la zone < 16 mm).
- **Modérément inhibitrice** : (16 mm $\leq$ Diamètre de la zone $\leq$ 20 mm)
- **Fortement inhibitrice** : (21 mm $\leq$ Diamètre de la zone $\leq$ 29 mm)
- **Très fortement inhibitrice** : (Diamètre de la zone $\geq$ 30 mm)

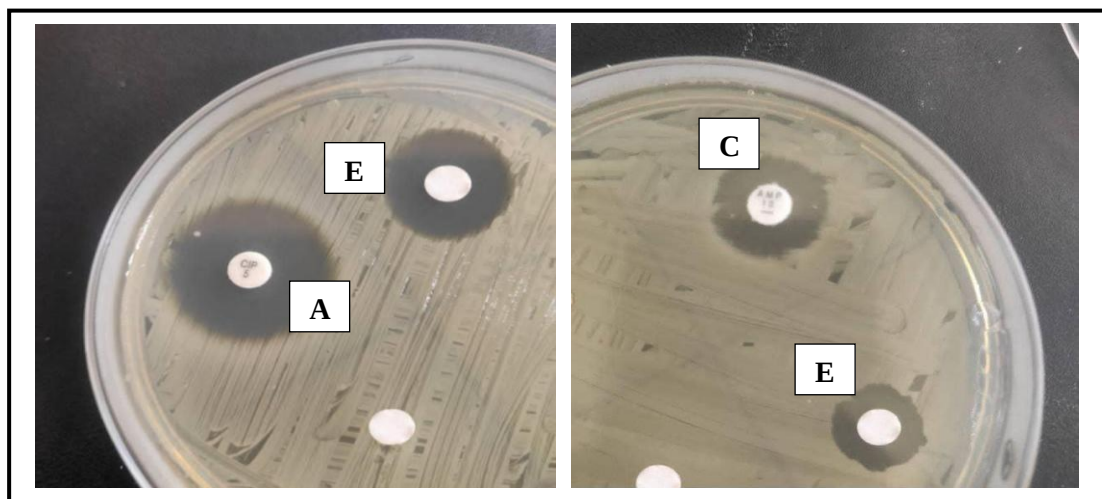


Figure 11: Effet antibactérien de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* sur *E. coli* et *S. aureus* comparé à l'ampicilline et la ciprofloxacine par mesure des diamètres d'inhibition (en mm). A : ampicilline ; C : ciprofloxacine ; E : l'extrait aqueux de *Ganoderma*.

L'évaluation de l'activité antibactérienne est basée sur l'interaction entre la solution d'extrait de champignon avec les germes dans le milieu de culture et elle a été interprétée en mesurant le diamètre des zones d'inhibition autour des disques imprégnés, puis comparée aux seuils de sensibilité définis pour chaque souche bactérienne (Tableau VI).

Tableau VI: Activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* comparée aux antibiotiques de référence sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

Souche bactérienne	Traitement	Diamètre d'inhibition (mm)	Sensibilité
<i>Escherichia coli</i> (Gram -)	Ampicilline (AMP)	18	Sensible
	Extrait de <i>G. lucidum</i>	13,5 ± 0,71	Légèrement inhibitrice
<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram +)	Ciprofloxacine (CIP)	23	Sensible
	Extrait de <i>G. lucidum</i>	19 ± 0,71	Modérément inhibitrice

L'analyse de l'activité antibactérienne a révélé que, pour *Escherichia coli* (bactérie Gram négative), l'antibiotique de référence, l'ampicilline (AMP), a induit une zone d'inhibition de 18 mm, indiquant une sensibilité de la souche à ce traitement. L'extrait aqueux

de *Ganoderma lucidum* a produit une zone d'inhibition de $13,5 \pm 0,71$ mm, ce qui correspond à une activité antibactérienne légèrement inhibitrice, située entre les seuils de résistance et d'intermédiaire.

Concernant *Staphylococcus aureus* (bactérie Gram positive), la ciprofloxacine (CIP) a généré une zone d'inhibition de 23 mm, témoignant d'une sensibilité nette de la souche. L'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* a montré une zone d'inhibition de $19 \pm 0,71$ mm, une valeur proche du seuil de sensibilité (21 mm), ce qui reflète une activité antibactérienne modérément inhibitrice de l'extrait contre cette souche Gram positive.

Depuis toujours, les produits naturels dérivés des plantes constituent une importante source de composés bioactifs aux propriétés antibactériennes potentielles (Ewunkem et al., 2024). *Ganoderma lucidum* est reconnu pour ses propriétés antimicrobiennes, en grande partie attribuées à ses polysaccharides et triterpènes, qui ont démontré une activité contre divers agents pathogènes, incluant des souches Gram négatives et Gram positives (Idu et al., 2025).

De manière cohérente, Al-Dawoode et al. (2023), ont montré que l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum*, testé à deux concentrations (50 et 100 mg/ml), présentait une zone d'inhibition de $15,67 \pm 0,57$ mm pour *S. aureus* et de $12,67 \pm 0,57$ mm pour *E. coli* à 100 mg/ml, confirmant une efficacité croissante avec la concentration. Ces données confirment le potentiel antibactérien dose-dépendant de *Ganoderma lucidum*, avec une action marquée sur les bactéries Gram positives.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Idu et al., (2025), qui ont évalué l'activité antimicrobienne d'un extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* cultivé à Edo, dans la région sud-sud du Nigéria, sur différentes souches bactériennes, dont *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. À une concentration de 125 mg/ml, l'extrait a induit une zone d'inhibition de $10,33 \pm 0,88$ mm contre *Staphylococcus aureus* (Gram positif), tandis qu'une activité très faible a été observée contre *E. coli*.

Le choix d'une concentration unique de 100 mg/ml repose à la fois sur des considérations méthodologiques (test de sensibilité bactérienne par diffusion sur gélose) et sur les données existantes, qui rapportent une meilleure activité antimicrobienne à cette dose. Dans notre cas, cette concentration a permis d'obtenir une zone d'inhibition significative, nos

résultats sont alors en accord avec ceux rapportés par **Al-Dawoode et al., (2023)**, qui ont évalué l'effet de deux concentrations (50 et 100 mg/ml) d'extrait aqueux de *G. lucidum* sur différentes souches bactériennes. Ils ont observé une activité antibactérienne plus marquée à 100 mg/ml, notamment contre *S. aureus*, ce qui confirme l'efficacité dose-dépendante de l'extrait.

Des études antérieures ont démontré que les extraits de *Ganoderma lucidum* présentent une activité antimicrobienne variable en fonction du solvant utilisé pour l'extraction et de la nature des microorganismes ciblés. En particulier, les extraits éthanoliques se sont révélés plus efficaces contre certaines souches bactériennes comme *Staphylococcus aureus*, en raison de leur richesse en composés lipophiles, tandis que les extraits aqueux ont montré une activité plus limitée, notamment contre les bactéries Gram-négatives telles que *Pseudomonas aeruginosa*. À l'inverse, l'extrait aqueux s'est révélé très efficace contre les bactéries (Gram+), tout en présentant une activité contre *S. aureus*. Contre *Escherichia coli*, les deux types d'extraits ont démontré une certaine efficacité, bien que l'extrait aqueux ait perdu son activité à la concentration de 2 mg/ml cela suggère que l'activité antimicrobienne de *Ganoderma lucidum* est proportionnelle à la dose (**Solomon et al., 2025**).

Ces différences de sensibilité s'expliquent principalement par les caractéristiques structurales des microorganismes une action antibactérienne plus efficace sur les souches Gram positives. Cette sélectivité est attribuée à la structure des parois bactériennes : les bactéries Gram positives, dépourvues de membrane externe, sont plus perméables aux composés bioactifs de *G. lucidum*, tels que les polysaccharides et les triterpènes. En revanche, les bactéries Gram négatives possèdent une membrane externe riche en lipopolysaccharides, limitant la pénétration de ces composés. Ces observations soulignent l'importance cruciale du choix du solvant d'extraction pour l'optimisation des propriétés antimicrobiennes du *Ganoderma lucidum* (**Ewunkem et al., 2024**). Une des façons dont les extraits de *G. lucidum* pourraient exercer un effet antibactérien est en agissant directement sur la membrane cytoplasmique des bactéries pour modifier leur perméabilité, perturber la chaîne de transport des électrons et affecter la phosphorylation oxydative (**Solomon et al., 2025**). Certains polysaccharides comme les lipopolysaccharides peuvent interagir avec les membranes et les perturber la structure membranaire ce qui induit une perte d'équilibre et donc la mort de la cellule (**Wang et al., 2021**).

III.5. Résultat de l'évaluation du pouvoir antioxydant

Le composé chimique DPPH sert d'un moyen simple et rapide pour étudier l'activité anti-radicalaire des antioxydants naturels. Le pouvoir antioxydant de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* vis-à-vis du radical DPPH a été évalué par spectrophotométrie après la réduction de ce radical, accompagnée du changement de sa couleur en jaune mesuré à 517 nm. Nous avons tracé les courbes de variations des pourcentages d'inhibition ou de piégeage du radical libre DPPH (Figure 12), qui représente la capacité de l'échantillon à réduire les radicaux en fonction de la concentration des extraits ou de l'antioxydant de référence (acide ascorbique).

Pour s'affranchir de l'influence de la concentration, nos résultats de réactivité sont estimés par les valeurs d'IC₅₀ (concentration d'extraits en µg/ml capable d'inhiber 50% de la réaction), déduites à partir des droites d'étalonnage correspondantes (Figure 13). Ces dernières ont montré une augmentation proportionnelle des taux d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'extraits.

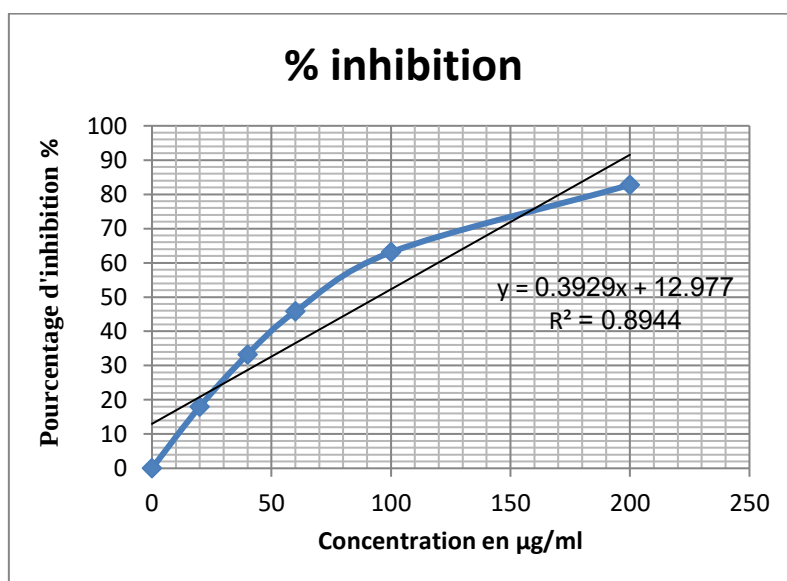


Figure 12: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum*.

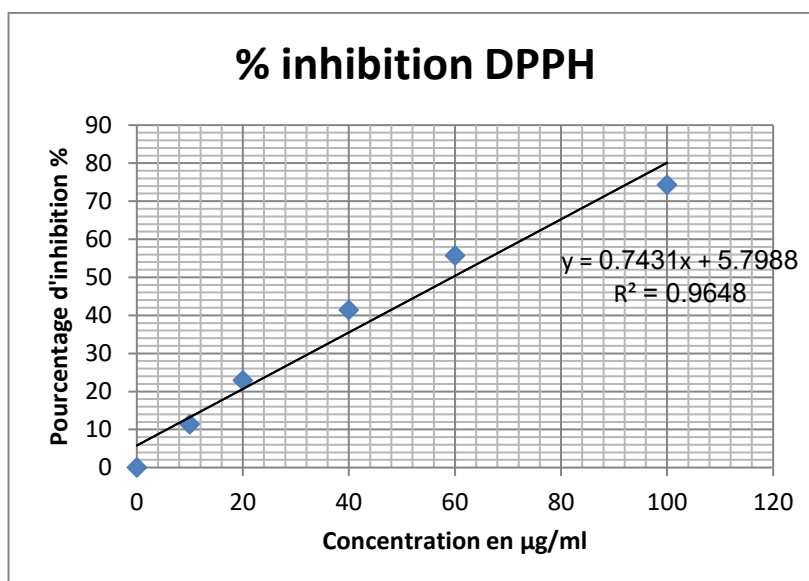
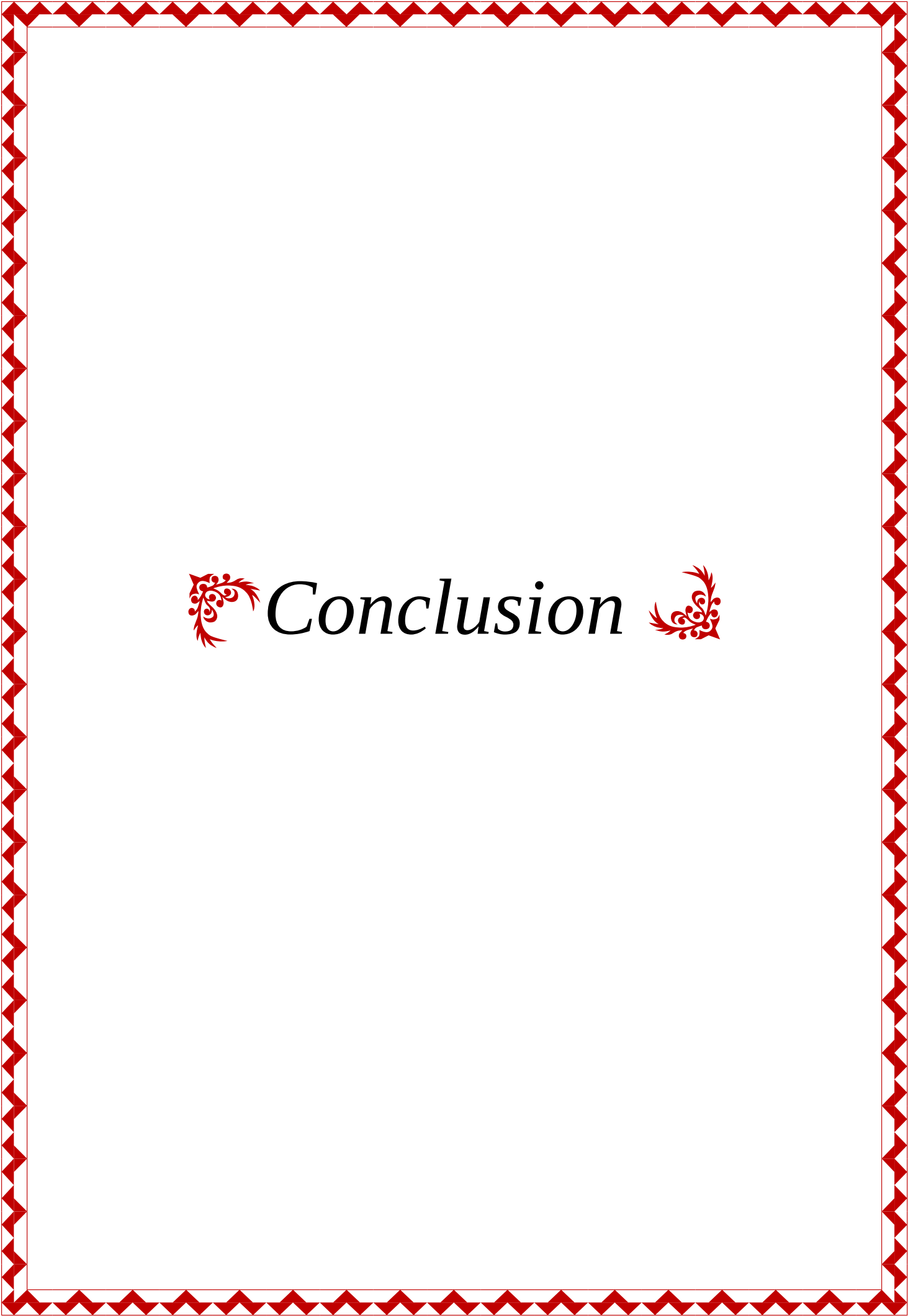


Figure 13: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'acide ascorbique.

L'acide ascorbique ou l'antioxydant de référence a montré une activité antioxydante puissante témoignée par une valeur d'IC₅₀ égale à **59.5 µg/ml**. Quant à l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum*, il a enregistré une valeur d'IC₅₀ de l'ordre de **92.55 µg/ml**.

Nos valeurs obtenues sont supérieures à celles citées dans l'étude de **Heleno et al., (2012)**, qui ont signalé une valeur d'IC₅₀ de 0.45 mg/ml pour l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* et même pour l'étude de **Wachtel-Galor et al., (2004)** qui ont rapporté une IC₅₀ de 0.62 mg/ml pour le même extrait testé.

D'une manière générale l'extrait éthanolique de *Ganoderma lucidum* analysé exerce une activité antioxydante dose-dépendante qui peut être attribuée à la présence des flavonoïdes, des polyphénols, des tanins, des terpènes et des alcaloïdes.



Conclusion



La médecine traditionnelle utilise depuis longtemps des champignons médicinaux comme *Ganoderma lucidum* (Reishi), reconnu pour sa richesse en composés bioactifs issus du métabolisme secondaire. Ces substances lui confèrent des propriétés pharmacologiques variées, exploitées depuis des siècles et aujourd'hui mieux étudiées par des approches scientifiques modernes.

Lors de la présente étude, Le screening mycochimique des molécules bioactives a révélé la présence des flavonoïdes, des tanins et des saponines. Notre étude a permis d'évaluer l'effet préventif de l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* sur l'inflammation intestinale aiguë chez des souris NMRI, dans un modèle de colite induite par l'acide acétique. Les données obtenues, à travers l'analyse des paramètres macroscopiques, le rapport poids/longueur du côlon, et les observations histologiques, révèlent une réduction de 22,15 % du score inflammatoire, traduisant une activité anti-inflammatoire mesurable. Ce résultat est renforcé par la préservation de l'architecture tissulaire et la présence de cellules caliciformes.

L'étude a également révélé un effet antibactérien notable avec des zones d'inhibition de l'ordre de $13,5 \pm 0,71\text{mm}$ $19 \pm 0,71\text{mm}$ vis-à-vis des souches d'ATCC Gram + et Gram - . L'analyse du pouvoir antioxydant a révélé une activité anti radicalaire importante traduite par une valeur d'IC50 de l'ordre de $92.55\mu\text{g/ml}$.

Bien que ces résultats soient prometteurs, ils demeurent limités par le caractère aigu du modèle inflammatoire utilisé. Il serait pertinent d'étendre ces recherches à des modèles chroniques, plus représentatifs des pathologies humaines, afin de renforcer la validité des observations et confirmer l'efficacité thérapeutique du champignon sur le long terme. Par ailleurs, il serait judicieux d'explorer l'effet synergique d'une combinaison entre les traitements conventionnels tels que la sulfasalazine (SFZ) et des extraits *GL*, afin de renforcer leur efficacité thérapeutique. Cette approche intégrative pourrait ouvrir la voie à des stratégies de traitement plus holistiques et personnalisées.

Egalement, la valorisation de *G. lucidum* à travers sa culture contrôlée et son intégration dans la production de traitements naturels, voire dans des applications agroécologiques, représenterait une voie prometteuse pour le développement de solutions locales, durables et innovantes en santé publique.

 Références
bibliographique

A

- Ahmad, M.F., Alsayegh, A., Ahmad, F.A., Akhtar, M.S., Alavudeen, S.S., Bantun, F., Wahab, S., Ahmed, A., Ali, M., Elbendary, E.Y., Raposo, A., Kambal, N., & Abdelrahman, M.H., 2024 – *Ganoderma lucidum*: Insight into antimicrobial and antioxidant properties with development of secondary metabolites. *Heliyon*, 10(3), e25607.
- Ahmad, R., Riaz, M., Khan, A., Aljamea, A., Algheryafi, M., Sewaket, D., & Alqathama, A., 2021 – *Ganoderma lucidum* (Reishi) an edible mushroom; a comprehensive and critical review of its nutritional, cosmeceutical, mycochemical, pharmacological, clinical, and toxicological properties. *Phytotherapy Research*, 35(11), 6030–6062.
- Al-Dawoode A.K., Alnuaimi A.S.H., & Al Mola M.A.M., 2023, - Effect of aqueous extract edible mushroom *Ganoderma lucidum* on pathogenic bacteria isolated from children's tonsils. *HIV Nursing*, 23(2), 185-189.

B

- Baby, S., Johnson, A. J., & Govindan, B., 2015, - Métabolites secondaires du *Ganoderma*. *Phytochimie*, 114, 66-101
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K., 2016, - Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79.
- Bhusal A, Dhungana S, Sharma S, Dahal S, Neupane K, & Maharjan S., 2024, - Phytochemical screening and evaluation of antioxidant and cytotoxic activities of *Ganoderma lucidum*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*, 30(9),2349-7203.
- Boudjema, K., Nahoui, N. E. H., Temmimi, K., Azine, K., Hali, L., & Fazouane, F., 2021 – Screening phytochimique et activités biologiques d'extrait méthanolique obtenu à partir de la plante *Melissa officinalis* L. *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 8, 1, 1–10.

C

- Çağın Y, Altaş AB, Büyükuysal MÇ, & Yıldız O, 2016, - Anti-inflammatory and antioxidant properties of *Ganoderma lucidum* extract in experimental colitis models. *Turkish Journal of Gastroenterology*, 27(4), 340-346.
- Chabasse, D., Bouchara, J.P., Gentile, L., 2002 - Les moisissures d'intérêt médical. *Bioforma*, Paris, 160p.

- Choi, Y.M., Noh, D.O., Cho, S.Y., Suh, H.J., Kim, K.M., & Kim, J.M., 2006 - Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT - Food Science and Technology*, 39, 756-761.
- Cör Andrejč, D., Knez, Ž., & Knez Marevci, M., 2022 – Antioxidant, antibacterial, antitumor, antifungal, antiviral, anti-inflammatory, and neuroprotective activity of *Ganoderma lucidum*: An overview. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 934982.

D

- Drouche, I. (2022). Extraction en laboratoire, caractérisation et identification de quelques molécules de l'huile de l'arganier de Tindouf et étude de quelques activités biologiques : Thèse de doctorat. Blida : Université de Blida 1(1), 163 p.
- Ducouso, M., Bâ, A. M. et Thoen, D., 2003, - Les champignons ectomycorhiziens des forêts naturelles et des plantations d'Afrique de l'Ouest: une source de champignons comestibles.
- Dufresne, P. et Guy, S. G., 2018., - Identification des champignons d'importance médicale. Institut National de santé publique, Québec, 1-64.

E

- Ewunkem, A. J., Tshimanga, I., Samson, B., Justice, B., & Singh, D. K., 2024, - In vitro evaluation of antimicrobial activity of aqueous extracts of Reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*) against a select Gram positive and negative bacteria. *Scientific Journal of Biology and Life Sciences*, 3(2),1-11.

F

- Fons F., Roumestan C. et Rapior S., 2005, - Biodiversité, règne fongique et thérapeutique. 1. Connaissances actuelles et perspectives. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*, 87-89.

G

- Guo C., Guo D., Fang L., Sang T., Wu J., Guo C, 2021, - *Ganoderma lucidum* polysaccharide modulates gut microbiota and immune cell function to inhibit inflammation and tumorigenesis in colon. *Carbohydrate Polymers*, 267, 118231.

H

- Hapuarachchi, K. K., Elkhateeb, W. A., Karunarathna, S. C., Cheng, C. R., Bandara, A. R., Kakumyan, P., ... & Wen, T. C., 2018, - Current status of global *Ganoderma* cultivation, products, industry and market. *Mycosphere*, 9(5), 1025-1052
- Heleno, S. A., Barros, L., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P., Santos-Buelga, C. & Ferreira, I. C. F. R., 2012 – Fruiting body, spores and in vitro produced mycelium of

Ganoderma lucidum from Northeast Portugal: A comparative study of the antioxidant potential of phenolic and polysaccharidic extracts. Food Research International, 46, 1, 135–140.

- Hwang, C., Ross, V., & Mahadevan, U. (2012). Micronutrient deficiencies in inflammatory bowel disease: from A to zinc. Inflammatory bowel diseases, 18(10), 1961-1981.

I

- Idu M., Okojie S.O., & Gabriel B.O., 2025, - In-vitro microbicidal activity of *Ganoderma lucidum* aqueous extract against selected pathogenic bacteria and yeast. Journal of Herbal Medicine, 50, 100990

G

- Jin, X., Beguerie, J. R., Sze, D. M., 2012, - *Ganoderma lucidum* (Reishi mushroom) for cancer treatment. Cochrane Database of Systematic Reviews, (6), 259-355.
- Jong S. C., & Birmingham J. M., 1992, - Medicinal benefits of the mushroom *Ganoderma*. Advances in applied microbiology, 37, 101-134.

K

- Kasmi M., Aourach M., El Boukari M., Barrijal S., Essalmani H., 2017. Efficacité des extraits aqueux des plantes aromatiques et médicinales contre la pourriture grise de la tomate au Maroc [Efficacy of aqueous extracts of aromatic and medicinal plants against gray mold of tomato in Morocco]. Comptes Rendus Biologies, 340(8), 386-393.

L

- Liu, C., Song, X., Li, Y., Ding, C., Li, X., Dan, L., Xu, H., & Zhang, D., 2023 – A Comprehensive Review on the Chemical Composition, Pharmacology and Clinical Applications of *Ganoderma*. American Journal of Chinese Medicine, 51(8), 1983–2040
- Liu Y., Tang Q., Feng J., Liu J., Tang C., Yan M., 2022, - Effects of molecular weight on intestinal anti-inflammatory activities of β -D-glucan from *Ganoderma lucidum*. Frontiers in Nutrition, 9, 1028727.
- Liu, L., Zhang, X., Xue, J., Zhao, L., Tang, P., Tian, Y., ... & Liu, H., (2025). Associations between appetite loss and clinical features as well as inflammatory cytokines in adolescents with major depressive disorder. Frontiers in Psychiatry, 16, 1583060.
- Loyd, A. L., Richter, B. S., Jusino, M. A., 2018, - Identifying the “mushroom of immortality”: assessing the *Ganoderma* species composition in commercial Reishi products. Frontiers in Microbiology, 9, 1557.

M

- Meade, E., Hehir, S., Rowan, N. and Garvey, M., 2022, - Mycotherapy: Potential of Fungal Bioactives for the Treatment of Mental Health Disorders and Morbidities of Chronic Pain. *Journal of Fungi*, 8, 290.
- Murasugi, A., Tanaka, S., Komiyama, N., Iwata, N., Kino, K., Tsunoo, H., & Sakuma, S., 1991, - Molecular cloning of a cDNA and a gene encoding an immunomodulatory protein, Ling Zhi-8, from a fungus, *Ganoderma lucidum*. *Journal of Biological Chemistry*, 266(4), 2486-2493.

N

- Nagadesi P.K., & Kannamba B., 2019, - Effect of extraction and solvent on mycochemicals and proximate composition of lignicolous fungi *Ganoderma lucidum* and *G. applanatum*: A comparative study. *SCIREA Journal of Pharmacy*, 3(1), 1-24.
- Nancey S., Hacini F., Durand P.Y., Milhau N., Kaiserlian D., & Flourié B., 2008, - Apport des modèles animaux d'inflammation intestinale dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin. *Hépatogastro & Oncologie Digestive*, 15(1), 33-41.
- Nguyen, D. L., Palmer, L. B., Nguyen, E. T., McClave, S. A., & Martindale, R. G., (2008). Nutritional issues and therapy in inflammatory bowel disease. *JPEN Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 32(6), 597–606.

O

- Oludemi, T., Sandrina, H., Calhelha, C., Alves, J., Barros, L., González-Paramás, M., & Ferreira, C., 2017, - The potential of *Ganoderma lucidum* extracts as bioactive ingredients in topical formulations, beyond its nutritional benefits. *Food and Chemical Toxicology*, 108, 139-147.
- Oudemans, C.A.J.A. (1897), – Révision des champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas : Phycomycètes, Pyrenomycètes. Amsterdam, J. Müller, pp. 1-1129 (total de 1129 pages).
- Özden H., Şahin Y., Kilitçi A., Karaca G., Gömeç M., Yildiz A., & Uçar C., 2022, - Comparison of the healing effects of mesalazine and *Ganoderma lucidum* in acetic acid-induced colitis in rats. *Annals of Surgical Treatment and Research*, 102(1), 29-35.

P

- Peng, X., Qiu, M., 2018, - Meroterpenoids from *Ganoderma* Species: A Review of Last Five Years. *Natural Products and Bioprospecting*, 8, 137-149.
- Pharmacopée Européenne (Ph. Eur.). (2012). 9e Édition. Strasbourg: EDQM.

- Popovic, V., Zivkovic, J., Davidovic, S., 2013, - Mycotherapy of cancer: an update on cytotoxic and antitumor activities of mushrooms, bioactive principles and molecular mechanisms of their action. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 13(21), 2791-2806.

R

- Rahman, M. A., Al Masud, A., Lira, N. Y., & Shakil, S., 2020, - Proximate analysis, phytochemical screening and antioxidant activity of different strains of *Ganoderma lucidum* (Reishi Mushroom). *Open Journal of Biological Sciences*, 5(1), 024-027
- Richter C., Wittstein K., Kirk P. M., & Stadler M., 2015, - An assessment of the taxonomy and chemotaxonomy of *Ganoderma*. *Fungal Diversity*, 71, 1-15.
- Russell R, Paterson M, 2006, - *Ganoderma*: a therapeutic fungal biofactory. *Phytochemistry*, 67, 1985-2001.

S

- Sánchez-Moreno C., 2002, - Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121-137.
- Sang, T., Guo, C., Guo, D., Wu, J., Wang, Y., Wang, Y. et Wang, X., 2021, - Suppression of obesity and inflammation by polysaccharide from sporoderm-broken spore of *Ganoderma lucidum* via gut microbiota regulation. *Carbohydrate Polymers*, 256, 117594.
- Shihabul I, Sifat R, Habiba K, Jerin I, Sajib SA, Hoque KMF, & Reza M., 2018, - Evaluation of phytochemical, antioxidant, cytotoxicity and in vitro antibacterial activity of aqueous extract of *Ganoderma lucidum* cultivated in Bangladeshi habitat. *Malaya Journal of Biosciences*, 5(1), 1-13
- Singh, R., Kaur, N., Shri, R., Singh, A. P., & Dhingra, G. S., 2020, - Proximate composition and element contents of selected species of *Ganoderma* with reference to dietary intakes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-15.
- Solomon S., Adesola O., Ayanyinka A., Ifejesu A., Adedolapo O., Ojeniyi F., 2025, - Phytochemical Analysis and Antimicrobial Activity of *Ganoderma lucidum* Against Selected Bacteria and Fungi of Medical Importance. *Research Square*, 20, 2693-5015.
- Sudheer, S., Alzorqi, I., Manickam, S., & Ali, A., 2019, - Bioactive compounds of the wonder medicinal mushroom "*Ganoderma lucidum*". *Bioactive Molecules in Food*, 1863-1893.

- Swallah M, Bondzie-Quaye P, Wang H, Shao C, Hua P, Bashir M. A., Holma B, Sossah F, & Huang Q., 2021, - *Ganoderma lucidum* (Reishi) an edible mushroom; a comprehensive and critical review of its nutritional, cosmeceutical, mycochemical, pharmacological, clinical, research and toxicological properties. *Phytotherapy*, 35(11), 6030-6062.

V

- Vale N., Pereira M., & Mendes R.A., 2023, - Systemic inflammatory disorders, immunosuppressive treatment and increase risk of head and neck cancers—A narrative review of potential physiopathological and biological mechanisms. *Cells*, 12(17), 2192.
- Veljović, S., Veljović, M., Nikićević, N., Despotović, S., Radulović, S., Nikšić, M., Filipović, L., 2017. Chemical composition, antiproliferative and antioxidant activity of differently processed *Ganoderma lucidum* ethanol extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1312–1320

W

- Wachtel-Galor, S., Szeto, Y. T., Tomlinson, B., & Benzie, I. F., 2004 – *Ganoderma lucidum* ('Lingzhi'); acute and short-term biomarker response to supplementation. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55, 1, 75–83.
- Wachtel-Galor, S., Yuen, J., Buswell, J. A. and Benzie, I., 2011, -*Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi), *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects**, Boca Raton, CRC Press, pp. 175-200.
- Wang Z., Sun Q., Zhang H., Wang J., Fu Q., Qiao H., & Wang Q., 2021, - Insight into antibacterial mechanism of polysaccharides: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 150, 111929.
- Wasser, S. P., 2005, - Reishi or Lingzhi (*G. lucidum*). In: Coates, P., Blackman, M. R., Cragg, G., Levine, M., Moss, J., & White, J.,-*Encyclopaedia of Dietary Supplements*. Marcel Dekker,18(1) ,603-622
- Wei B, Zhai J, Chen X, Li Y, Wang Y., 2018, - suppression of Th17 cell response in the alleviation of dextran sulfate sodium-induced colitis by *Ganoderma lucidum* polysaccharides. *Journal of Immunology Research*, 2018, 2906494
- Welti, S. (2009). Recherche des substances antitumorales à partir de ganodermes et autres polypores récoltés dans les îles françaises des petites Antilles et contribution à l'inventaire des Ganodermataceae de Martinique, Guadeloupe et dépendances. Thèse de doctorat. Lille : Université de Lille Nord de France, 232 p

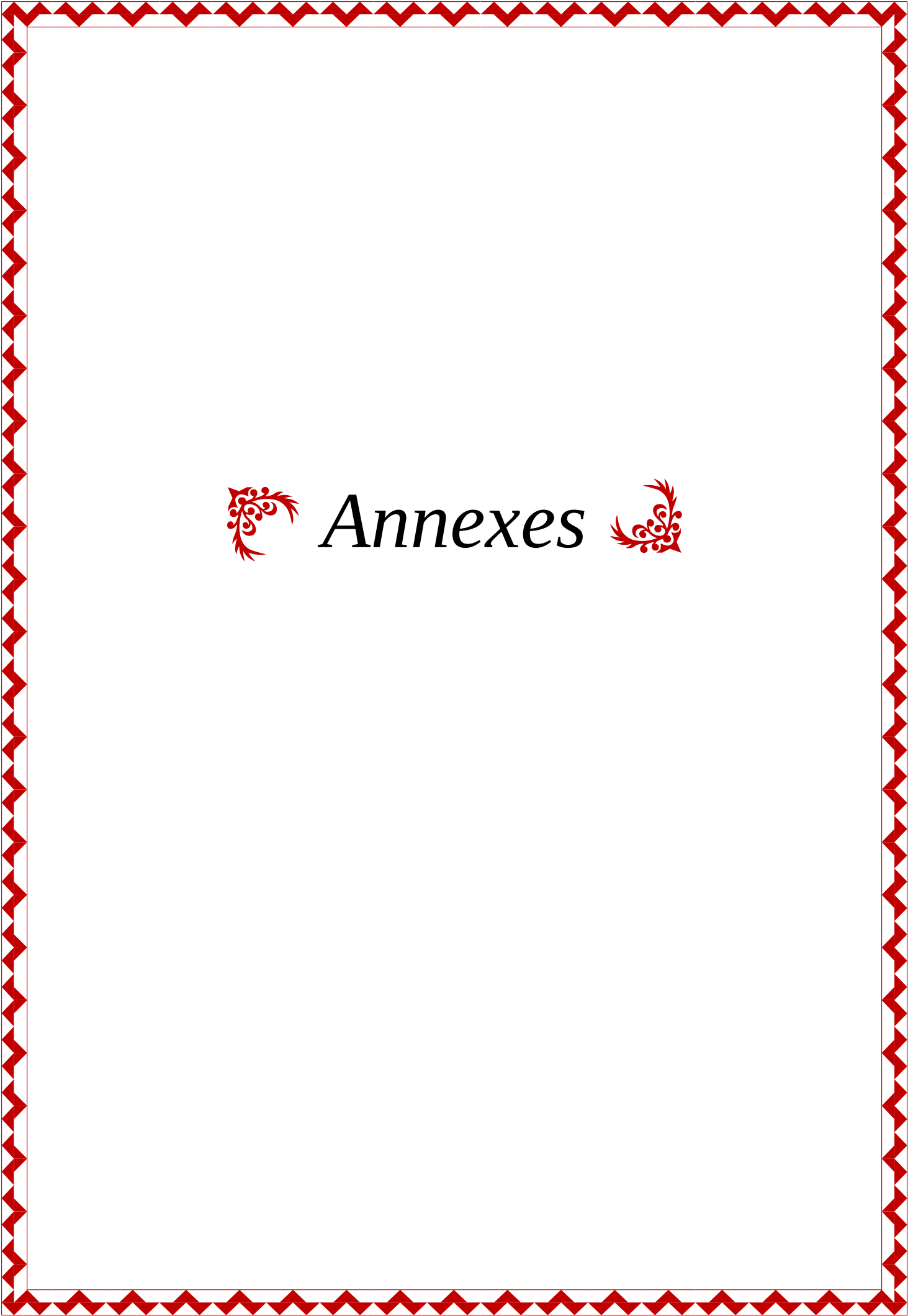
- Wirtz S, Popp V, Kindermann M, Gerlach K, Weigmann B, Fichtner-Feigl S, & Neurath MF, 2017, - Chemically induced mouse models of acute and chronic intestinal inflammation. *Nature Protocols*, 12(7) , 1295-1309

X

- Xie J., Liu Y., Chen B., Zhang G., Ou S., Luo J., & Peng X., 2019, - *Ganoderma lucidum* polysaccharide improves rat DSS-induced colitis by altering cecal microbiota and gene expression of colonic epithelial cells. *Food & Nutrition Research*, 63, 10-29219.

Z

- Zangeneh M., Derakhshankhah H., Modarresi M., Haghshenas B., Foroozanfar Z., & Izadi Z., 2025, - In vitro evaluation of antioxidant, probiotic, and antiproliferative activity of *Ganoderma lucidum*-extracted polysaccharides for the prevention of complications associated with gastrointestinal inflammatory diseases. *Heliyon*, 11(6), e29065.
- Zerrougui, B. (2023) – Productions et conditionnement des champignons comestibles espèces Pleurote. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, p. 3. Thèse, 69 pages.



Annexes



Annexe (1)

Instruments, Appareillage et réactifs utilisés

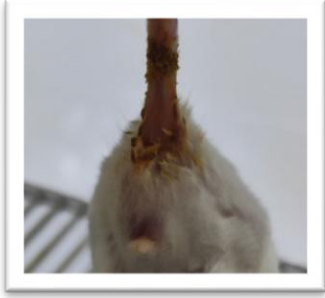
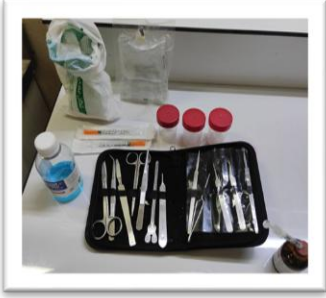
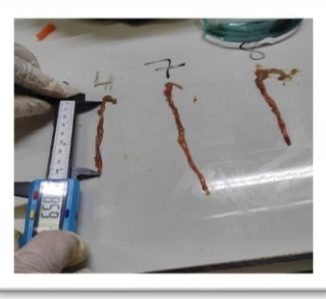
Tableau I : Matériel utilisé

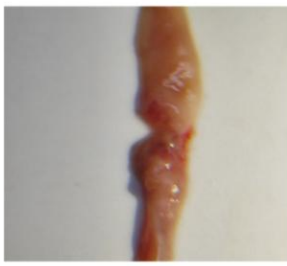
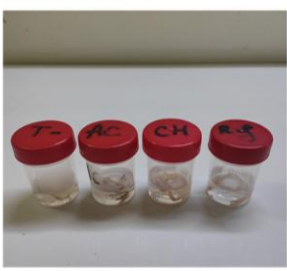
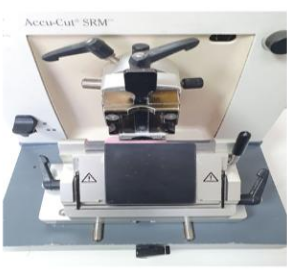
L'appareillage	Produits chimique	Verreries	Les milieux de cultures	Autres matérielles
Broyeur électrique	Magnésium	Bécher	Milieu Muller Hinton (MH)	Les cages / couvercles
Etuve	Chlorure de fer (III)	Erlenmeyers	PCA (plate cout agar)	Biberons
Plaque chauffante	Acide chlorhydrique	Tubes à essais	Milieu Sabouraud	Matériels de dissection
Agitateur-magnétique	Hydroxyde de sodium	Flacons		La sonde métallique
Evaporateur rotatif		Fiole jaugée		
Bain Marie	Eau distillée	Entonnoir		Papier filtre
Spectrophotomètre	Éthanol 90%	Eprouvette		Papier d'aluminium
Réfrigérateur	Acide acétique	Les lames/ lamelles		Boîtes de Pétri
Bec bunsen	DPPH	Les boules		
Balance analytique	Formol (formaldéhyde)	Pipette graduée		Ecouvillons
Microscope optique	Sérum physiologique			Barreau magnétique
Microtome	L'hématoxyline-éosine			Seringues
Système automate sous vide	Xylène			Spatule métallique
Automate de coloration des lames	Eukitt			Pissette
	Parrafine			Micropipettes
Plaque refroidissante				Pied à coulisse
				Tubes secs
La hotte				Moules a inclusion
				Cassettes

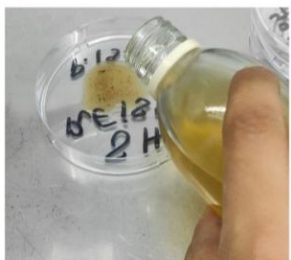
Tableau II : des réactifs et produits chimiques utilisés sur les tests biologiques

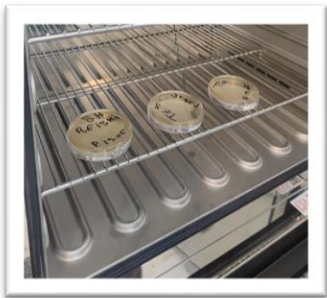
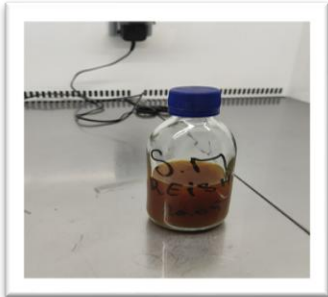
Nom du produit	Formule chimique	Utilisation en laboratoire	Précautions	Source
Magnésium	Mg	Réactif réducteur, réactions de détection	Inflammable ; éviter contact avec l'eau	Sigma-Aldrich SDS
Chlorure de fer (III)	FeCl ₃	Détection des phénols et tanins, tests colorimétriques	Corrosif ; manipuler avec des gants	Sigma-Aldrich
Acide chlorhydrique	HCl	Ajustement de pH, hydrolyse, tests chimiques	Très corrosif ; utiliser sous hotte	Général (Sigma-Aldrich / Fisher)
Hydroxyde de sodium	NaOH	Ajustement de pH, réactions de neutralisation	Caustique ; protection des yeux et peau	Général (Sigma-Aldrich / Fisher)
Eau distillée	H ₂ O (purifiée)	Solvant, dilution, rinçage de verrerie	Non dangereuse ; conserver propre	—
Acide acétique	CH ₃ COOH	Induction de colite (modèle animal), ajustement de pH	Irritant ; utiliser sous hotte	Général (Sigma-Aldrich / Fisher)
DPPH	C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆	Évaluation de l'activité antioxydante (piégeage des radicaux libres)	Toxique en grande quantité ; éviter l'inhalation	Sigma-Aldrich / MilliporeSigma
Formol (formaldéhyde)	CH ₂ O (solution ~37%)	Fixation des tissus (histologie), désinfection	Cancérogène ; ventilation obligatoire	Sigma-Aldrich SDS

Éthanol	C ₂ H ₅ OH	Solvant d'extraction, désinfection, conservation d'échantillons	Inflammable ; utiliser loin des sources de chaleur	Général (Sigma- Aldrich / Fisher)
Hématoxyline- Éosine	C ₁₆ H ₁₄ O ₆ (hématoxyline), C ₂₀ H ₈ Br ₄ O ₅ (éosine Y)	Coloration des tissus (noyaux en bleu/violet, cytoplasme en rose)	Porter des gants ; éviter l'inhalation ou le contact avec les yeux	Sigma-Aldrich SDS
Xylène	C ₈ H ₁₀	Déparaffinage des coupes, solvant de nettoyage	Toxique, inflammable, irritant ; à utiliser sous hotte avec EPI complet	Sigma-Aldrich SDS
Eukitt	Mélange de résines et de solvants (formule non unique)	Milieu de montage pour coupes histologiques	Inflammable, peut irriter la peau ; bien refermer le flacon, éviter l'inhalation	Sigma-Aldrich SDS
Paraffine	Mélange d'alcane C ₂₅ H ₅₂	Inclusion des tissus avant coupe au microtome	À manipuler chaud avec précaution ; risque de brûlure ; inflammable	Sigma-Aldrich SDS

Annexe (2) ACTIVITE ANT-INFLAMMATOIRE INTESTINAL		
Photo 1	Photo 2	Photo 3
		
Champignon <i>Ganoderma lucidum</i>	Broyeur	Les 4 lots
Photo 4	Photo 5	Photo 6
		
Filtration et récupération de l'extrait	Décubitus dorsal	Injection intrapéritonéale
Photo 7	Photo 8	Photo 9
		
Consistance des selles:diarrhée	Matériels de dissection	Dislocation cervicale
Photo 10	Photo 11	Photo 12
		
Dissection abdominale	Récupération des colons	Mesuré longueur de colon à l'aide d'un pied à coulisse
Photo 13	Photo 14	Photo 15

		
Pesé à l'aide d'une balance Photo 16	Ulcérations Photo 17	Érosions
		
Érythème	Les échantillons dans le Formol	
Annexe (3) HISTOPATHOLOGIE		
		
Plaque refroidissante SHANDON	Microtome Accu-cul SRM	Eukitt Specilab
		
Etuve binder	Les lames	Coloration
Photo 7	Photo 8	Photo 9

		
Séchage	Système automate sous vide LEICA	Automate de coloration des lames Leedo
Photo 10	Photo 11	Photo 12
		
Distributeur de paraffine Leedo	Moules a inclusion	Cassettes
Annexe (4) ANALYSES MICROBIOLOGIQUES		
Photo 1	Photo 2	
		
5g de la poudre de <i>Ganoderma lucidum</i>		
Photo 3	Photo 4	Photo 5
		

Préparation des milieux de PCA et Sabouraud + 2ml de solution mère (extarait aq de GL)		
Photo 6	Photo 7	Photo 8
		
Incubion	Sabouraud incubés à 25 °C pendant 5j	PCA : incubés à 35 °C pendant 3j
Photo 9	Photo 10	Photo 11
		
Solution mère (extrait aqueux de ganoderma)	La hotte telstar	
Annexe (5) ACTIVITE ANTIBACTERIENNE		
Photo 1	Photo 2	Photo 3
		
Les souches bactériennes testées E.coli et S. aureus		
Photo 4	Photo 5	Photo 6

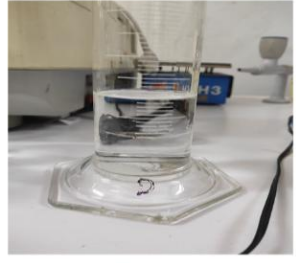
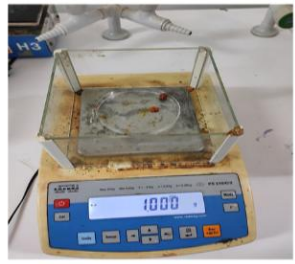
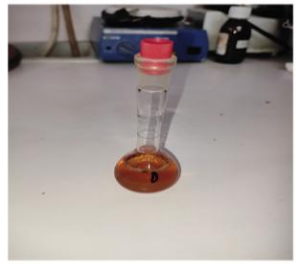
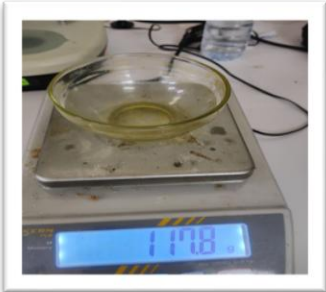
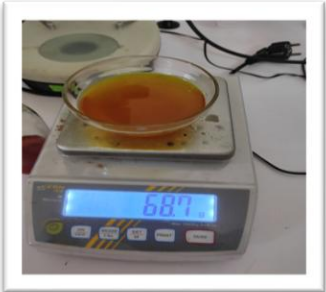
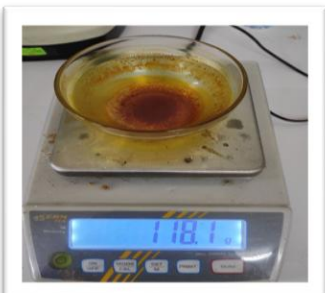
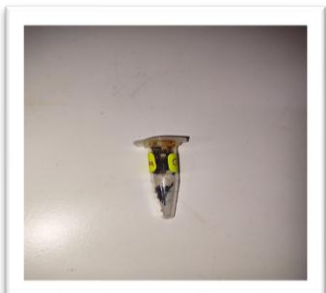
		
Préparation des suspension pathogènes et les milieux de culture pour antibiogramme		
Photo 7		
		
Incubation		
Annexe (6) SCREENING MYCOCHIMIQUE		
Photo 1	Photo 2	Photo 3
		
La pesé de poudre du GL	Ethanol	Filtration
Photo 4	Photo 5	Photo 6
		
La pesé de FeCl3	Solution de FeCl3	La pese de NaOH

Photo 7	Photo 8	Photo 9
		
Extrait éthanolique de GL	HCL	Resultats de screning
Annexe (7) ACTIVITE ANTIOXYDANTE		
Photo 10	Photo 11	Photo 12
		
Rotavapeur	Poids de boule vide	Poids de l'extarit
Photo 13	Photo 14	Photo 15
		
Poids de boule apres de evaporation	La quantité récupérée de GL=0,3g	Spertrophotometre UV visible Shimadzu

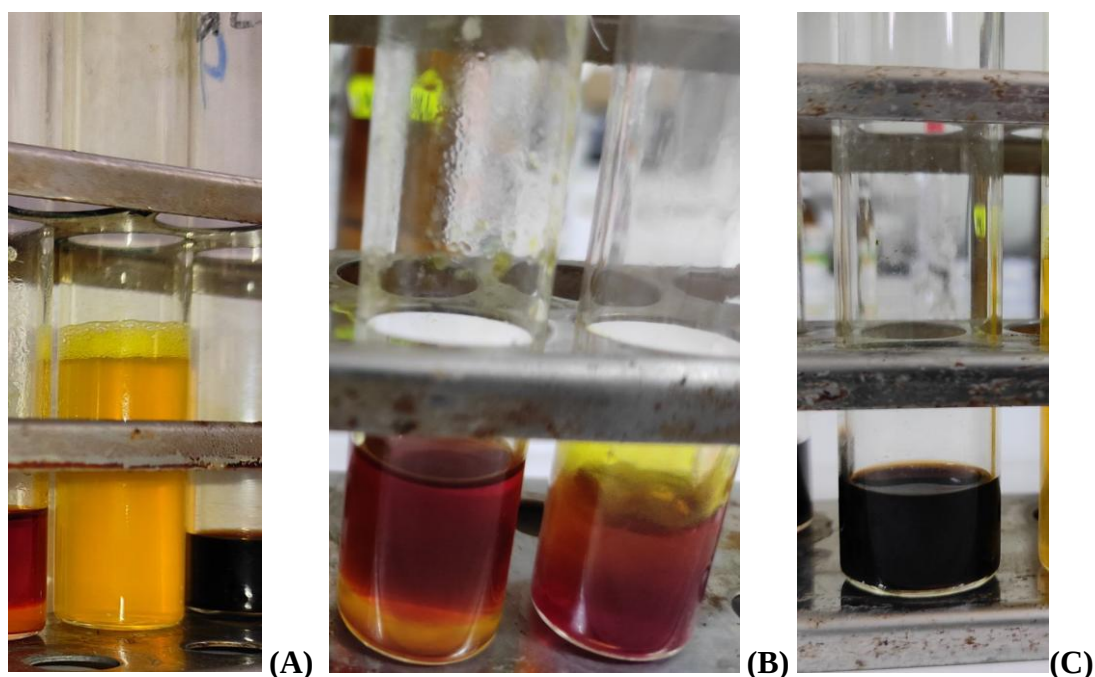


Figure 1 : screening mycochimique de composés bioactifs notamment les métabolismes secondaires : A : faible présence des saponines ; B : forte présence des flavonoïdes ; C : les tanins

Le criblage mycochimique réalisé sur l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* a révélé la présence de plusieurs composés bioactifs importants. Les flavonoïdes et les tanins sont fortement présents, comme l'indique respectivement la coloration rose orangé intense et la coloration bleu-noirâtre marquée, notées (+++). Ces deux familles de composés sont bien connues pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, ce qui pourrait expliquer en partie l'effet observé dans le modèle de colite induite. Les saponines sont présentes en faible quantité, comme l'indique une hauteur de mousse de 1,5 cm, notée seulement (+). Bien qu'en faible proportion, les saponines peuvent également contribuer à l'activité biologique globale par leur action immunostimulante et antimicrobienne.

Annexe (8)

ETUDE STATISTIQUE

Tableau I : la Moyenne et Ecartype des scores cliniques de J2 à J6 dans les différents lots (0 : absence de pathologie ; 1–2 : installation faible ; >2 : pathologie installée) l'évaluation de l'indice d'activité de la maladie (IAM)

LOT	Champignon		Référence		Acide acétique	
Jours	J1	J2	J1	J2	J1	J2
La perte de poids	2	0	2	1	2	4
La consistance des selles	2	1	3	1	3	3
Le saignement	1	2	1	0	3	2
La moyenne	2	1	2	1	3	3
Ecartype	0,5	0,57735	0,57735	0,5	0,5773503	0,5773503
Indice IAM	Installation	Faible	Installation	Faible	Installation	Installation

Tableau II : Somme +Moyenne + Ecartype + Variance de l'évolution pondérale LOT traiter par sulfasalazine (AA+SSZ)

Jours	Somme	Moyenne	Ecartype	Variance
J1	193	24.125	0.991031	0.982143
J2	182	22.75	0.707107	0.5
J3	145	24.16667	0.983192	0.966667
J4	137	27.4	1.140175	1.3
J5	138	27.6	1.140175	1.3
J6	115	28.75	0.957427	0.916667
J7	115	29.25	0.5	0.25

Tableau III : Somme +Moyenne + Ecartype + Variance de l'évolution pondérale dans LOT traiter par *Ganoderma lucidum* (AA+GL)

Jours	Somme	Moyenne	Ecartype	Variance
J1	213	26.625	0.517549	0.267857
J2	169	24.14286	1.864454	3.47619
J3	124	24.8	2.48998	6.2
J4	139	27.8	2.167948	4.7
J5	142	28.4	1.67332	2.3
J6	143	28.6	1.516575	2.3
J7	146	29.2	1.788854	3.2

Tableau IV : Somme +Moyenne + Ecartype + Variance de l'évolution pondérale dans LOT
traiter par acide acétique seulement (AA)

Jours	Somme	Moyenne	Ecartype	Variance
J1	221	27.625	0.744024	0.553571
J2	125	25	0.707107	0.5
J3	113	22.6	1.140175	1.3
J4	108	21.6	1.140175	1.3
J5	106	21.2	1.30384	1.7
J6	96	19.2	1.788854	3.2
J7	92	18.4	1.140175	1.3

Tableau V : Somme +Moyenne + Ecartype + Variance de l'évolution pondérale dans LOT
témoin négatif

Jours	Somme	Moyenne	Ecartype	Variance
J1	191	23.875	0.834523	0.696429
J2	196	24.5	0.534522	0.285714
J3	207	25.875	0.834523	0.696429
J4	219	27.375	1.06066	1.125
J5	229	28.625	1.995531	3.982143
J6	233	29.125	1.807722	3.267857
J7	244	30.5	1.690309	2.857143

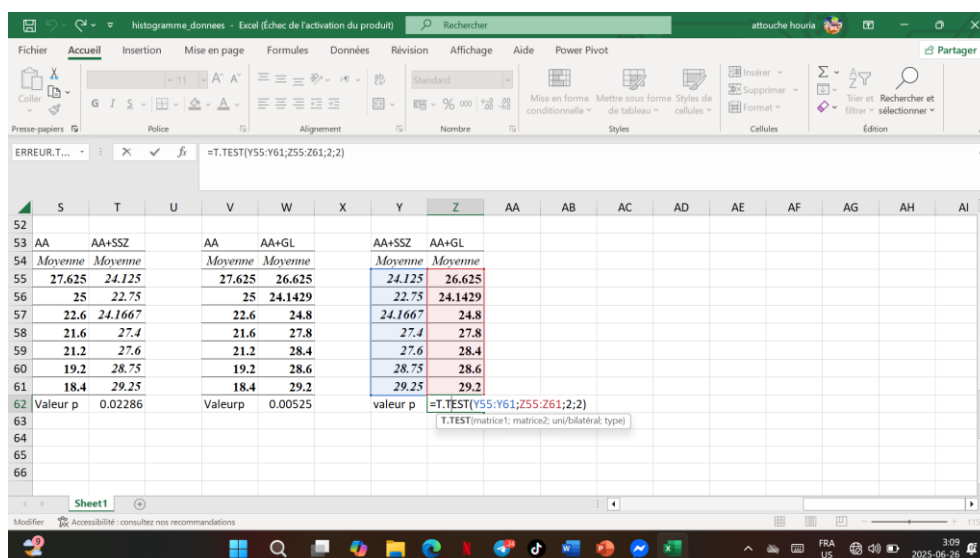


Figure 01 : la valeur p de l'évolution pondérale entre les lots utilisant T. Test par logiciel de EXCEL

Tableau VI : la variance des singes cliniques (la perte de poids, consistance des selles, saignement) entre le LOT AA et AA+GL

LOT	AA+GL	AA
Scores	La variance	La variance
Perte de poids	0.800	0,805
Consistance des selles	1.366	0,966
Saignement	0.700	0,166

Tableau VII : la variance des singes cliniques (la perte de poids, consistance des selles, saignement) entre le LOT AA et AA+SSZ

LOT	AA+GL	AA
Scores	La variance	La variance
Perte de poids	0.800	0,805
Consistance des selles	1.366	0,966
Saignement	0.700	0,166

Tableau VIII : la variance des singes cliniques (la perte de poids, consistance des selles, saignement) entre le LOT AA+SSZ et AA+GL

LOT	AA+GL	AA
Scores	La variance	La variance
Perte de poids	0.800	0,805
Consistance des selles	1.366	0,966
Saignement	0.700	0,166

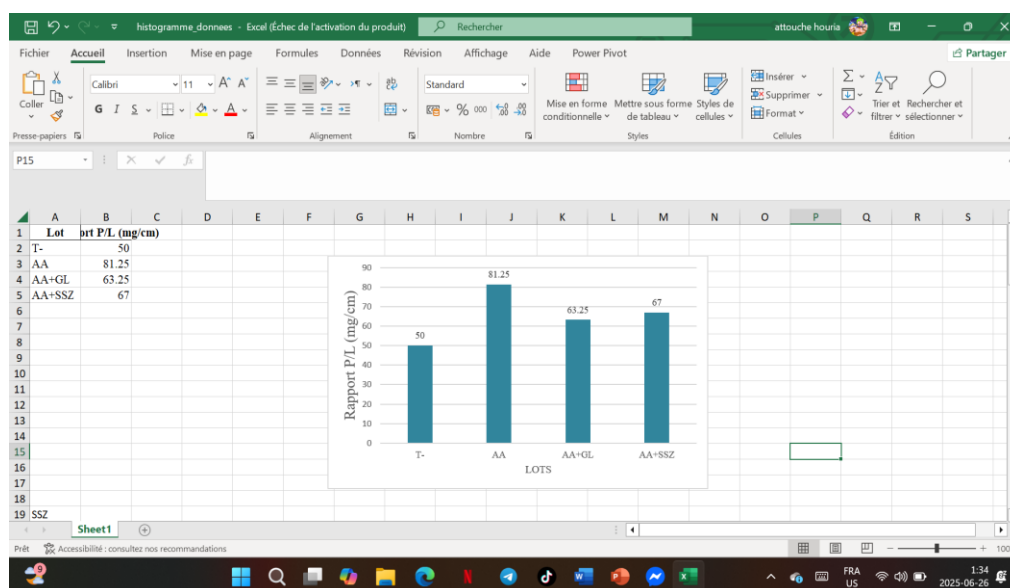


Figure 02 : l'histogramme de rapport poids/longueur des 4 lots

Tableau IX : les moyennes Scores macroscopiques des intestins sur les 4 lots

Lot	Les moyennes Scores macroscopiques des intestins	Évaluation
AA	4	Inflammation sévère
AA+GL	2	Faible inflammation
AA+SSZ	2	Faible inflammation
T	0	Aucun

Tableau X : analyses de variance de rapport poids/longueur (mg/cm) entre le lot de AA et lot de AA+GL utilisant test ANOVA

Poids/Longueur Mg/cm	AA+GL	AA
S1	/	78
S2	65	/
S3	60	84
S4	65	80
S5	63	/
S6	/	/
S7		/
S8	/	83
Moyenne	63.25	81.25

- Analyse de la variance : un facteur**

- H0 : il n'y a pas de différence significative entre le lot traite par l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* et de lot traite uniquement par l'acide acétique.
- H1 : y'a une différence significative entre le lot traite par l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* et de lot traite uniquement par l'acide acétique.

ANOVA - RAPPORT DETAILLE

Groupes	Nombre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance
AA+GL	4	253	63,25	13.3
AA	4	325	74,4	240.3

ANOVA – ANALYSES DE RAPPORT P/L

SCORES DE VARIATION	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F	p	Valeur critique pour F
<i>Entre LES LOTS</i> <i>(INTERGROUPE)</i>	486	1	486	62.06	0.0000606	7.71
<i>A l'intérieur des LOTS</i> <i>(INTRAGROUPE)</i>	31.33	4	7,83			
<i>TOTAL</i>	517.33	5				

- H0 est rejeter, on accepte H1 car les valeurs de p value est inferieur a 0,001 ce qui indique que les poids des souris dans les deux lots sont présentés de différence très significative.

Tableau XI : analyses de variance de rapport poids/longueur (mg/cm) entre le lot de AA+SSZ (REFERENCE) et lot de AA+GL utilisant test ANOVA

Poids/Longueur Mg/cm	AA+GL	AA+SSZ
S1	/	/
S2	65	
S3	60	77
S4	65	53
S5	63	/
S6	/	78
S7		/
S8	/	61
Moyenne	63.25	67.25

- **Analyse de la variance : un facteur**

- H0 : il n'y a pas de différence significative entre le lot traite par l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* et de lot traite par le sulfasalazine.
- H1 : y'a une différence significative entre le lot traite par l'extrait aqueux de *Ganoderma lucidum* et de lot traite par le sulfasalazine.

ANOVA - RAPPORT DETAILLE

Groupes	Nombre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance
AA+GL	4	253	63,25	5.58
AA+SSZ	4	261	67,25	129.91

ANOVA – ANALYSES DE RAPPORT P/L

SCORES DE VARIATION	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F	p	Valeur critique pour F
Entre LES LOTS (INTERGROUPE)	32,58	1	32,58	2,57	0,18	7,71
A l'intérieur des LOTS (INTRAGROUPE)	50,66	4	12,665			
TOTAL	83,24	5				

- H1 est rejeter, on accepte H0 car les valeurs de p value est supérieur a 0,05 ce qui indique que les poids des souris dans les deux lots ne présentés pas de différence significative.

Tableau XII : analyses de variance de rapport poids/longueur (mg/cm) entre le lot de AA+SSZ (REFERENCE) et lot de AA utilisant test ANOVA

Poids/Longueur Mg/cm	AA	AA+SSZ
S1	78	/
S2	/	
S3	84	77
S4	80	53
S5	/	/
S6	/	78
S7		/
S8	83	61
Moyenne	81.25	67,25

- Analyse de la variance : un facteur**

ANOVA - RAPPORT DETAILLE

Groupes	Nombre d'échantillon	Somme	Moyenne	Variance
AA	4	325	81,25	7,58
AA+SSZ	4		62,75	102,92

ANOVA – ANALYSES DE RAPPORT P/L

SCORES DE VARIATION	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F	p	Valeur critique pour F
Entre LES LOTS (INTERGROUPES)	684,50	1	684,50	12,93	0,0125	7,71
A l'intérieur des LOTS (INTRAGROUPE)	331,50	4	82,75			
TOTAL	1016,00	5				

- H_0 : il n'y a pas de différence significative entre le lot traité par le sulfasalazine et de lot traité uniquement par l'acide acétique.
- H_1 : y'a une différence significative entre le lot traité par le sulfasalazine et de lot traité uniquement par l'acide acétique.
- H_0 est rejeter, on accepte H_1 car les valeurs de p value est inférieur a 0,05 ce qui indique que les poids des souris dans les deux lots sont présentés de différence significative.

	AA	AB	AC	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
52	Poids/Longue r	AA AA+SSZ		Poids/Longue ur	AA+GL AA		Poids/Longue r	AA+GL AA+SSZ			
53	Mg/cm			Mg/cm			Mg/cm				
54	S1	78	/	S1	/	78	S1	/	/		
55	S2	/		S2	65	/	S2	65			
56	S3	84	77	S3	60	84	S3	60	77		
57	S4	80	53	S4	65	80	S4	65	53		
58	S5	/	/	S5	63	/	S5	63	/		
59	S6	/	78	S6	/	/	S6	/	78		
60	S7	/	/	S7	/	/	S7	/	/		
61	S8	83	61	S8	/	83	S8	/	61		
62	Moyenne	81,25	67,25	Moyenne	63,25	81,25	Moyenne	63,25	67,25		
63	somme	325	269	somme	253	325	somme	253	269		
64	valeur p	=T.TEST(AA54:AA61;AB56:AB61;2;2)		valeur p	6.05912E-05		valeur p	0.54613043			
65	ecartype	T.TEST(matrice1; matrice2; uni/bilatéral; type)		ecartype	2.362907813	2.753785274	ecartype	2.36290781	3.6968455		

Figure 03 : somme + moyenne + ecartype + valeur p entre les lots utilisant logiciel Excel et le T. Test

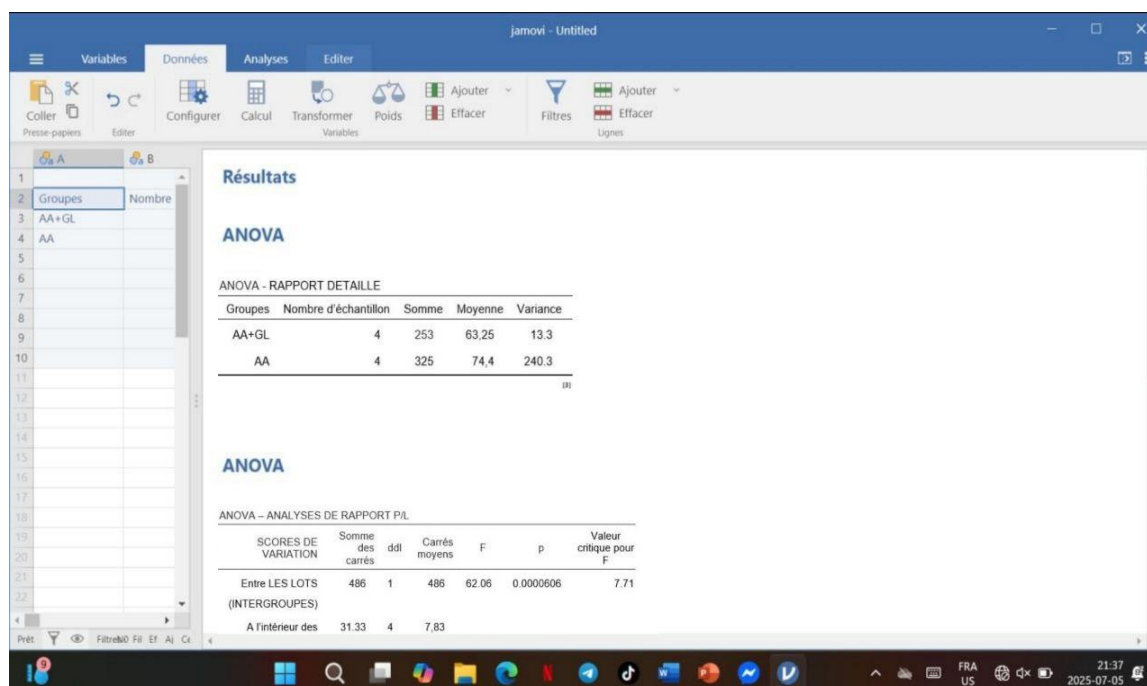


Figure 04 : analyse du rapport détaillé par le test ANOVA utilisant logiciel Jamovi

Annexe (9)

	Bulletin d'analyse microbiologique Matière première	LCQ.Fo.07.V0 Janvier 2023
---	--	------------------------------

Désignation du produit : champignon Gano Derma lucidium
N° de lot : /
Date d'analyse : 19/05/2025

Paramètres	Spécifications	Code de l'appareil	Normes	Résultats
GAM à (32.5±2.5) °C	<100 UFC/ml ou/g	EN 0206 EN 0207 EN 0208	10	NA ISO 21149 NA 8288
Levures et moisissures (20-25) °C	<10 UFC/ml ou / g	EN 0209 EN 0211	Absence	NA ISO 16212 NA 8288

Conclusion : Conforme ☒ Non-conforme ☐
Observation : RAS

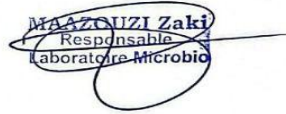
Visa analyste

 MAAZOUZI Zaki
 Responsable
 Laboratoire Microbio

Figure 1 : les bulletins d'analyses microbiologique de matière première de *Ganoderma lucidum*

 JADE & EVE	Certificat de conformité Produits finis	LCQ.Fo.01.V0
		Janvier 2023

Analyses Effectuées : Physico-chimique ☒ Microbiologique ☒

Produits finis	N° de lot
champignon Gano Derma lucidium	/

Observation : RAS

Etabli le : 24/05/2025

Visa le responsable laboratoire contrôle Qualité


KADZOUZI Zaki
Responsable
Laboratoire Microbio

Figure 2 : certificat de conformité de produit finis

République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de recherche scientifique
جامعة سعد Dahleb بلدة (1)
Université SAAD DAHLEB- Blida (1)



Faculté des sciences de nature et de la vie

Département de biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master dans le domaine SNV

Filière : science biologique

Option : biochimie

Thème

Screening mycochimique et évaluation de quelques activités biologiques de
Ganoderma lucidum

Présenter par :

- Melle Aissat insaf
- Melle Attouche houria

Devant le jury :

Nom	Grade/lieu	Qualité
SAIDI F.	Professeur/USDB1	Présidente
TAFFAR A.	MCB/USDB1	Examinatrice
DROUCHE I.	MCB/USDB1	Promotrice
BELKADI A.	MCB/CRD	Co promotrice

Mme TAFFAR Asma / Avis favorable /