



Université Constantine 1 Frères Mentouri  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري  
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم: بيولوجيا الحيوان

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière :Sciences Biologiques**

**Spécialité : Immunologie moléculaire et cellulaire**

**N° d'ordre :**

**N° de série :**

**Intitulé :**

---

**Evaluation de l'activité anti-inflammatoire du champignon  
comestible *Agaricus bisporus***

---

**Présenté par : ABED Amel**

**Le :22/06/2025**

**AIMEUR Nour el houda**

**Jury d'évaluation :**

**Président :** Dr AGGOUN Cherifa (MCB – UC1FM).

**Encadrant :** Dr MOKHTARI Mohamed Badreddine (MCB- UC1FM).

**Examinateur(s):** Mme RAHMOUNE Houria (MAA - UC1FM).

**Année universitaire  
2024- 2025**



Université Constantine 1 Frères Mentouri  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري  
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم: بيولوجيا الحيوان

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière :Sciences Biologiques**

**Spécialité : Immunologie moléculaire et cellulaire**

**N° d'ordre :**

**N° de série :**

**Intitulé :**

---

**Evaluation de l'activité anti-inflammatoire du champignon  
comestible *Agaricus bisporus***

---

**Présenté par : ABED Amel**

**Le :22/06/2025**

**AIMEUR Nour el houda**

**Jury d'évaluation :**

**Président :** Dr AGGOUN Cherifa (MCB – UC1FM).

**Encadrant :** Dr MOKHTARI Mohamed Badreddine (MCB- UC1FM).

**Examinateur(s):** Mme RAHMOUNE Houria (MAA - UC1FM).

**Année universitaire  
2024- 2025**

## *Remerciements*

*En préambule à ce mémoire, nous remercions ALLAH, qui nous a aidés et nous a accordé la patience ainsi que le courage tout au long de ces longues années d'études, couronnées finalement par ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Monsieur Mokhtari Mohamed Badreddine, notre encadrant de mémoire de fin d'études, pour sa simplicité, son soutien constant et sa précieuse guidance tout au long de ce projet de recherche. Merci d'avoir accepté de m'encadrer, et de vous être toujours montré à l'écoute et disponible durant toutes les étapes de la réalisation de ce travail.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury, Madame AGGOVN Chérifa et Madame RAHMOUNE Houria, pour avoir accepté d'évaluer notre travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à nos chers professeurs :*

*Dr. ARJIBI Boutheyna, Melle MECHATI Chahinez, Dr. TARTOUGA Maya Abir et Mr. MESSAOUDI Saber, pour leur disponibilité, leur encadrement et leurs conseils précieux. Nous n'oublierons jamais votre bienveillance.*

*Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui nous ont soutenus de près ou de loin durant ce parcours.*

## Dédicace

*Je dédie Ce modeste travail*

*À l'âme de Mon très chère père que dieu repose son âme.*

*À ma très chère mère que dieu le bénisse.*

*À toutes mes sœurs et mes frères.*

*À toutes mes amies, mes proches et mes collègues.*

*-Amel-*

## Dédicace

*C'est avec l'aide et la grâce d'Allah que j'ai pu achever  
ce modeste travail.*

*C'est avec une grande émotion et une profonde reconnaissance que je  
dédie ce travail, fruit de mes années d'études, à :*

*La mémoire de mon père que Dieu accueille dans Son vaste paradis et  
lui accorde Sa miséricorde.*

*Ma mère, pour leur soutien indéfectible, leur encouragements  
constants et leur sacrifice tout au long de ma scolarité.*

*Mes chers sœurs, et mon cher frère pour leur amour, leur présence et  
leur appui tout au long de mon parcours.*

*Qu'Allah vous récompense tous pour votre amour, vos prières et votre  
confiance en moi.*

*Puisse-Il protéger ceux que j'aime et bénir tous ceux qui m'ont  
soutenu dans ce parcours.*

*-Nour el houda-*

## Sommaire

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>CHAPITRE I : <i>AGARICUS BISPORUS</i>.....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>I. GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAMPIGNONS.....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>II. CLASSIFICATIONS DES CHAMPIGNONS .....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>III. CHAMPIGNONS COMESTIBLES .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>IV. <i>AGARICUS BISPORUS</i> ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>	<b>- 3 -</b>
<b>4.1. Définition .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>4.2. Classification .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>4.3. Valeur nutritionnelle .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>V. PROPRIÉTÉS MÉDICINALES .....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>VI. VALEUR COSMÉTIQUE .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>CHAPITRE II : L'INFLAMMATION .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>I. DÉFINITION .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>II. ÉTIOLOGIE .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.1 Infections.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.2. Blessures : .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.3. Irritants : .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.4. Toxines : .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.5. Maladies auto-immunes .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.6. Troubles métaboliques et obésité.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>2.7. Inflammation aiguë non résolue.....</b>	<b>- 14 -</b>

<b>2.8. Certaines maladies.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>III. LES TYPES DE L'INFLAMMATION.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>3.1. Inflammation aiguë .....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>3.2. L'inflammation chronique .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>IV. LES MÉDIATEURS INFLAMMATOIRES .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>4.1. Cytokines et chimiokines .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>4.2. Système kinine .....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>4.3. Radicaux libres .....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>4.4. Histamine.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>4.5. Molécules d'adhésion cellulaire.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>4.6. Leucotriènes.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>4.7. Prostaglandines.....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>4.8. Le système du complément .....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>V. CELLULES INFLAMMATOIRES .....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>VI. MÉCANISME DE L'INFLAMMATION.....</b>	<b>- 21 -</b>
<b>MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>I. MATÉRIELS .....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>1.1. Matériel végétal .....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>1.2. Animaux.....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>II. MÉTHODE .....</b>	<b>- 24 -</b>
<b>2.1. Activité anti-inflammatoire in vivo.....</b>	<b>- 24 -</b>
<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>- 28 -</b>
<b>I. RÉSULTATS .....</b>	<b>- 28 -</b>

II. DISCUSSION.....	- 34 -
CONCLUSION ET PERSPECTIVES : .....	- 36 -
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE : .....	- 37 -
RÉSUMÉ:.....	- 45 -
SUMMARY .....	- 46 -
الملخص.....	- 47 -

## Liste des figures

<b>Figure 01.</b> Différentes espèces de champignons comestibles.	- 3 -
<b>Figure 02.</b> Morphologie d' <i>Agaricus bisporus</i>	- 4 -
<b>Figure 03.</b> Réaction inflammatoire provoquée par une épine plantée dans la peau	- 12 -
<b>Figure 04.</b> L'inflammation aiguë	- 14 -
<b>Figure 05.</b> Initiation de l'inflammation	- 15 -
<b>Figure 06.</b> Phase cellulaire	- 16 -
<b>Figure 07.</b> Phase de résolution	- 16 -
<b>Figure 08.</b> Déroulement de l'inflammation	- 22 -
<b>Figure 09.</b> Agitation du mélange poudre d' <i>Agaricus bisporus</i> /eau distillée à l'aide d'un vortex	- 24 -
<b>Figure 10.</b> Gavage oral de l'extrait	- 25 -
<b>Figure 11.</b> Injection de formol dans la patte droite	- 25 -
<b>Figure 12.</b> Mesure du volume de l'œdème	- 26 -
<b>Figure 13.</b> Protocole expérimentale de l'activité anti-inflammation	- 27 -
<b>Figure 14.</b> L'effet du <i>Agaricusbisporus</i> sur le gonflement des pattes droites à t :30 min	- 29 -
<b>Figure 15.</b> L'effet du <i>Agaricus bisporus</i> sur le gonflement des pattes droites à t :60 min	- 30 -
<b>Figure 16.</b> L'effet du <i>Agaricus bisporus</i> sur le gonflement des pattes droites à t :120 min	- 31 -
<b>Figure 17.</b> L'effet du <i>Agaricus bisporus</i> sur le gonflement des pattes droites à t :180 min	- 32 -
<b>Figure 18.</b> L'effet du <i>Agaricus bisporus</i> sur le gonflement des pattes droites à t :240 min	- 33 -

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 01.</b> Classification botanique d' <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 4 -
<b>Tableau 02.</b> Teneur en protéines et principaux acides aminés présents dans <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 5 -
<b>Tableau 03.</b> Principaux acides gras et teneur en lipides dans <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 5 -
<b>Tableau 04.</b> Teneur en fibres dans <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 6 -
<b>Tableau 05.</b> Composition minérale d' <i>Agaricus bisporus</i> selon différentes études. ....	- 7 -
<b>Tableau 06.</b> Contenu en vitamines d' <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 7 -
<b>Tableau 07.</b> Répartition des glucides dans <i>Agaricus bisporus</i> .....	- 8 -
<b>Tableau 08.</b> Composition en monosaccharides des ABP selon la méthode.....	- 8 -
<b>Tableau 09.</b> Les Cellules inflammatoires .....	- 19 -

## Liste des abréviations

CBP : Champignon blanc de Paris

A : Agaricus bisporus

UV : Ultraviolet

ABP : Agaricus bisporus Polysaccharides

SOD : Superoxide Dismutase

LDL : Low-Density Lipoprotein

ROS : Reactive Oxygen Species

NO : Nitric Oxide

OH: Hydroxyl Radical

O<sup>·</sup>: Superoxide Anion

ERO : Espèces Réactives de l'Oxygène

RNS : Reactive Nitrogen Species

ONAB : Office National des Aliments de Bétail

PAF : Platelet-Activating Factor

PG : Prostaglandines

COX : Cyclooxygenase

LOX : Lipoxygenase

SPM : Specialized Pro-resolving

IL : Interleukin

RANTES : Regulated upon Activation, Normal T cell Expressed and Secreted

CCL2 : Chemokine (C-C motif) Ligand 2

IFN : Interferon

TGF : Transforming Growth Factor

TNF : Tumor Necrosis Factor

TRAIL : TNF-Related Apoptosis-Inducing Ligand

B2R : Bradykinin 2 Receptor

B1R : Bradykinin 1 Receptor

TLR : Toll-Like Receptor

PRR : Pattern Recognition Receptor

NF-κB : Nuclear Factor-kappa B

Th : T helper

Treg : Regulatory T cell

M1 : Macrophage de type 1

M2 : Macrophage de type 2

DC : Dendritic Cell

NK : Natural Killer cell

MDSC : Myeloid-Derived Suppressor Cell

ICAM : Intercellular Adhesion Molecule

NETs : Neutrophil Extracellular Traps

ADCC : Antibody-Dependent Cellular Cytotoxicity

CAN : Canaux anioniques

PAMP : Pathogen-Associated Molecular Pattern

DAMP : Damage-Associated Molecular Pattern

# INTRODUCTION

### Introduction

L'inflammation est un mécanisme de défense mis en place par l'organisme pour répondre à différentes agressions telles qu'une infection, une brûlure ou une allergie, et pour réparer les tissus endommagés. Il s'agit d'un processus rapide, dynamique et réversible, qui tend vers une résolution naturelle. Traditionnellement, l'inflammation se caractérise par quatre termes latins : *calor* (chaleur), *dolor* (douleur), *rubor* (rougeur) et *tumor* (gonflement). Ces manifestations résultent de l'action des agents inflammatoires localisés au site de l'agression (**Noack & Kolopp-Sarda, 2018**).

Le traitement de l'inflammation est souvent basé sur l'apport des anti-inflammatoires non stéroïdiens et les anti-inflammatoires stéroïdiens, qui permettent une bonne prise en charge de ce mécanisme. Cependant, il existe des limites à l'usage de ces médicaments qui sont trop puissants ou trop faibles et exercent un certain nombre d'effets secondaires. Par conséquent, la recherche de nouveaux anti-inflammatoires est une priorité pour l'industrie pharmaceutique (**BOUKHARI Sandra, 2022**).

De nos jours, les produits d'origine végétale rencontrent un engouement croissant. Les consommateurs se tournent de plus en plus vers des alternatives naturelles, telles que la phytothérapie ou les compléments alimentaires à base de plantes. Toutefois, il est important de distinguer le médicament du complément alimentaire : bien que ce dernier emprunte parfois la forme galénique du médicament, il se situe à la frontière entre celui-ci et l'aliment, tant par sa définition que par son cadre réglementaire (**Mey Bendjellit, 2024**).

Bien que de nombreuses études aient mis en évidence les propriétés thérapeutiques des champignons, telles que leurs effets antioxydants, antibactériens, antiviraux et anticancéreux, le potentiel anti-inflammatoire de certaines espèces comme *Agaricus bisporus* reste peu exploré. Face à l'importance croissante des maladies inflammatoires et à la recherche de solutions naturelles, il est pertinent d'évaluer l'activité anti-inflammatoire de ce champignon couramment consommé.

L'objectif principal de notre étude consiste à évaluer l'activité anti inflammatoire *in vivo* de la poudre du champignon blanc de paris « *Agaricus bisporus* » sur un modèle d'inflammation aigue chimioinduite par le formol chez le rat.

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## CHAPITRE I :

*Agaricus bisporus*

## **CHAPITRE I : *Agaricus bisporus***

### **I. Généralités sur les champignons**

Les champignons (ou mycètes) sont des organismes eucaryotes, unicellulaires (levures) ou pluricellulaires (mycélium), appartenant aux thallophytes cryptogames. Dépourvus de chlorophylle, ils ne réalisent pas la photosynthèse et sont hétérotrophes, se nourrissant par absorption grâce à des enzymes protéolytiques. Contrairement aux plantes, ils n'ont ni racines ni vaisseaux, et à la différence des animaux, ils sont immobiles. Pour compenser cette immobilité, ils produisent un grand nombre de spores assurant leur dispersion (**Mourid, 2023**).

### **II. Classifications des champignons**

La classification des champignons évolue et repose actuellement sur la reproduction (sexuée ou asexuée) et la phylogénie. On distingue les vrais champignons (Eumycètes ou Amastigomycota) et les faux champignons. Les Eumycètes comprennent :

Chytridiomycètes : les plus anciens, souvent unicellulaires, proches des algues, non pathogènes pour l'homme, mais responsables de zoonoses chez les amphibiens.

Zygomycètes : champignons microscopiques à thalle siphonné, spores non flagellées, comprenant des parasites (insectes, amibes, plantes) et des espèces responsables de mucormycoses chez l'homme.

Ascomycètes : à thalle cloisonné, produisant des ascospores ; ils sont saprophytes, symbiotiques ou parasites (ex: levures, Aspergillus, Penicillium) et utiles en biotechnologie ; certains sont pathogènes pour l'homme.

Basidiomycètes : à thalle cloisonné, produisant des basidiospores ; majoritairement saprophytes ou symbiotiques, rarement pathogènes pour l'homme.

Deutéromycètes : groupe artificiel d'espèces sans reproduction sexuée connue, aujourd'hui obsolète dans la classification phylogénétique ; responsables de maladies végétales et humaines.

Enfin, les Oomycètes (champignons-algues) et myxomycètes ne sont plus considérés comme de vrais champignons (**Mourid, 2023**).

### III. Champignons comestibles

Les champignons comestibles constituent un groupe de macromycètes à corps fructifères bien développés, souvent dotés d'un chapeau et d'un pied. Consommés depuis des millénaires pour leurs qualités nutritionnelles et médicinales, ils sont aujourd'hui cultivés à grande échelle. Parmi eux, *Agaricus bisporus* est l'espèce la plus cultivée au monde, largement appréciée pour sa saveur, sa valeur nutritionnelle et ses propriétés biologiques. Originaire de la cueillette sauvage, il fait désormais l'objet d'une culture industrielle, notamment en Chine, premier producteur mondial. En plus de leur rôle culinaire, les champignons comestibles, dont *Agaricus bisporus*, jouent un rôle écologique important grâce aux mycorhizes, associations symbiotiques avec les arbres favorisant la santé des écosystèmes forestiers (Fig. 01) (Mourid, 2023).



Figure 1. Différentes espèces de champignons comestibles (Mourid, 2023).

### IV. *Agaricus bisporus*

#### IV.1. Définition

*Agaricus bisporus* est un champignon basidiomycète comestible originaire des prairies d'Europe et d'Amérique du Nord. Communément appelé champignon de Paris blanc (CBP), il est largement cultivé dans la plupart des pays et constitue l'essentiel des champignons consommés aux États-Unis et en Australie. Des preuves historiques indiquent qu'il a d'abord été cultivé en France et que des souches de cultivars sont originaires d'Europe occidentale (Fig 02) (Mourid, 2023).



**Figure 02.** Morphologie d'*Agaricus bisporus* (Bhushan & Kulshreshtha, 2018)

#### IV.2. Classification

La classification systématique d'*Agaricus bisporus* est renseignée dans le **tableau 1**.

**Tableau 01.** Classification systématique d'*Agaricus bisporus* (Bhushan & Kulshreshtha, 2018).

<b>Règne</b>	Fungi (Champignons)
<b>Division</b>	Basidiomycota
<b>Classe</b>	Agaricomycetes
<b>Famille</b>	Agaricaceae
<b>Genre</b>	<i>Agaricus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Agaricus bisporus</i>

#### IV.3. Valeur nutritionnelle

##### 1. Protéines et acides aminés

La teneur en protéines et en acides aminés d'*Agaricus bisporus* varie selon plusieurs facteurs, notamment le stade de développement du champignon, les conditions de culture, ainsi que le type de substrat utilisé (Guillamón et al. , 2010). Ce champignon est particulièrement riche en acides aminés variés, parmi lesquels figurent l'acide aspartique, la sérine, la glycine, la thréonine, la glutamine, la valine, la cystéine, l'alanine, la leucine, l'isoleucine, la lysine, l'histidine, la proline, l'arginine, la tyrosine et la norleucine. Les acides aminés sont continuellement métabolisés pour former de l'urée, contribuant ainsi à la teneur en azote total du champignon (Usman et al. , 2021).

Une activité protéase a également été observée après la récolte (Ahlawat O et al. , 2016).

Selon les études, la teneur en protéines brutes varie largement : de 11,01 % à 29,1 % (Hammond, 1979), avec des valeurs intermédiaires rapportées entre 17,7 et 24,7 %. (Baars et al. , 2016) et jusqu'à 38 % selon certaines sources (Tab. 02) (Ahlawat O et al. , 2016).

**Tableau 02.** Teneur en protéines et principaux acides aminés présents dans *Agaricus bisporus* (Ahlawat O et al. , 2016).

Élément	Détail
Teneur en protéines	11 à 38 % (poids sec), selon substrat et stade de développement
Acides aminés présents	Aspartique, sérine, glycine, thréonine, glutamine, valine, cystéine, alanine, leucine, isoleucine, lysine, histidine, proline, arginine, tyrosine, norleucine
Activité post-récolte	Activité protéase détectée
Protéines spéciales	Ribotoxine (Agéritine) aux effets antimicrobiens et antiviraux

## 2. Lipides

*Agaricus bisporus* contient une faible quantité de graisses brutes, mais présente une teneur élevée en acides gras essentiels, en particulier l'acide linoléique, qui constitue jusqu'à 90 % des lipides totaux. Les principaux acides gras identifiés dans ce champignon sont l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide stéarique et parmi les 13 acides gras détectés, l'acide linoléique (61,82–67,29 %) et l'acide palmitique (12,67–14,71 %) sont les plus abondants et la teneur totale en acides gras varie de 180 à 5818 mg/kg de matière sèche selon les conditions de culture (Tab. 03 ) (Muszyńska et al. , 2011).

**Tableau 03.** Principaux acides gras et teneur en lipides dans *Agaricus bisporus* (Muszyńska et al. , 2011).

Élément	Détail
Graisses totales	Faible quantité
Acides gras principaux	Linoléique (61–67 %), palmitique (12–14 %), stéarique, oléique
Acides gras spécifiques	Caprylique, érucique, eicosanoïque
Particularité	Plus de polyinsaturés dans les souches sauvages

### 3. Fibres

Les fibres alimentaires de *A. bisporus* sont principalement composées de chitine, un constituant majeur de la paroi cellulaire fongique, avec une teneur pouvant atteindre 9,60 g/100 g de matière sèche. D'autres composants comme les mannanes, glucanes et hémicelluloses y sont également présents. La chitine, fibre insoluble, est reconnue pour ses bénéfices sur la santé intestinale et immunitaire, et elle est plus abondante dans *A. bisporus* que dans d'autres champignons comestibles (**Tab. 04**) (Atila et al. , 2017).

**Tableau 04.** Teneur en fibres dans *Agaricus bisporus* (Atila et al. , 2017).

Type de fibre	Présence dans <i>A. bisporus</i>	Remarques
Chitine	Jusqu'à 9,60 g/100 g MS	Fibre insoluble ; constituant majeur de la paroi cellulaire
Mannanes	Présents	Fibre soluble
Glucanes ( $\beta$ -glucanes)	Présents	Fibre soluble bioactive
Hémicelluloses	Présentes	Fibre soluble ou mixte selon le type

### 4. Minéraux

*A. bisporus* est une source importante de minéraux essentiels, notamment le potassium (K) et le phosphore (P), suivis par le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le fer (Fe), le zinc (Zn) et le sodium (Na). Il contient aussi des oligoéléments comme le cuivre (Cu), le cobalt (Co), le manganèse (Mn) et le sélénium (Se), ce dernier étant reconnu pour son rôle clé dans la santé humaine et les teneurs minérales varient selon le substrat et les conditions de culture, avec des valeurs parfois élevées, comme jusqu'à 396 mg/kg de Fe ou 1,34 mg/kg de Se Proximate composition of different mushroom varieties and effect of UV light ( **Tab. 05**) (Boulaid et al. , 2017).

**Tableau 05.** Composition minérale d'*Agaricus bisporus* selon différentes études. (Boulaid et al. , 2017).

Minéral	Teneur (mg/kg MS)
Sodium (Na)	37 – 2652
Cuivre (Cu)	54 – 163
Magnésium (Mg)	56 – 91
Fer (Fe)	7,4 – 396
Zinc (Zn)	8 – 58
Potassium (K)	213 – 239
Calcium (Ca)	534 – 555
Phosphore (P)	7,4 – 7,9
Sélénium (Se)	≈ 1,34

## 5. Vitamine

Cechampignon est également une bonne source de vitamines, notamment les vitamines du groupe B : niacine (B3), riboflavine (B2), thiamine (B1), et acide folique, bien qu'il soit pauvre en vitamine C. Il est aussi reconnu pour sa richesse en vitamine D, avec des teneurs pouvant atteindre 984 UI/g, particulièrement lorsqu'il est exposé aux rayons UV. La présence d'ergostérol, un précurseur de la vitamine D2, contribue à cette propriété, en lien avec l'exposition à la lumière, puisque ce composé est converti en vitamine D2 sous l'effet des rayons UV (Tab. 06) (Bernaś & Jaworska, 2016).

**Tableau 06.** Contenu en vitamines d'*Agaricus bisporus* (Bernaś & Jaworska, 2016).

Vitamine	Présence dans A. bisporus
B1 (Thiamine)	≈ 0,03 mg / 100 g frais
B2 (Riboflavine)	≈ 0,25 mg / 100 g frais
B3 (Niacine)	Abondante
Acide folique	Présent en quantités significatives
Vitamine D (D2)	Jusqu'à 984 UI/g (améliorée par exposition aux UV)
Vitamine C	Faible
Précurseur D2	Ergostérol (lié à l'activité antioxydante)

## 6. Glucides

*Agaricus bisporus* contient à la fois des glucides digestibles et non digestibles. Les glucides digestibles comme le glucose, le mannitol (le plus abondant) et le glycogène sont présents en faibles quantités, représentant respectivement moins de 1 % pour le glucose et le mannitol, et entre 5 à 10 % du poids sec pour le glycogène. Parmi les glucides non

digestibles, le tréhalose, les mannanes et surtout le  $\beta$ -glucane forment la plus grande partie des réserves glucidiques du champignon (**Tab. 07**). (**Baars et al. , 2016**).

**Tableau 07.** Répartition des glucides dans *Agaricus bisporus* (**Baars et al. , 2016**).

Types de glucides	Exemple (s)	Quantité approximative (% poids sec)
Glucides digestibles	Glucose, mannitol	1 % chacun
	Glycogène	5 – 10 %
Glucides non digestibles	Tréhalose, Mannanes	Non spécifiée
	$\beta$ -glucane	Majoritaire

### 7. Les polysaccharides

Les polysaccharides extraits d'*Agaricus bisporus* sont des hétéropolysaccharides constitués de plusieurs types de monosaccharides, notamment : rhamnose (Rha), glucose (Glu), mannose (Man), fucose (Fuc), xylose (Xyl) et galactose (Gal). La composition et le ratio de ces sucres varient selon la méthode d'extraction utilisée. Les principales méthodes étudiées sont l'extraction à l'eau chaude, l'extraction acide et l'extraction enzymatique. Le tableau suivant présente les proportions relatives de ces sucres selon la méthode utilisée (**Tab. 08**) (**Liu et al. , 2020**).

**Tableau 08.** Composition en monosaccharides des ABP selon la méthode (**Liu et al. , 2020**)

Méthode d'extraction	Rhamnose (Rha)	Glucose (Glu)	Mannose (Man)	Fucose (Fuc)	Xylose (Xyl)	Galactose (Gal)
Extraction acide	3,2	37,1	3,6	5,3	1	12,3
Extraction enzymatique	1	12,7	30,9	7,2	2,8	29,4
Extraction à l'eau chaude	—	Principal	Principal	—	—	—

Cette variabilité de composition montre que les propriétés structurales et biologiques des polysaccharides d'*Agaricus bisporus* dépendent fortement des conditions d'extraction. Le glucose et le mannose sont souvent majoritaires, en particulier dans les extraits obtenus à l'eau chaude, tandis que d'autres sucres comme le galactose ou la fucose deviennent plus abondants selon des méthodes plus spécifiques comme l'extraction enzymatique (**Liu et al. , 2020**).

## V. Propriétés médicinales

*Agaricus bisporus* est reconnu pour ses propriétés médicinales et nutritionnelles et est utilisé depuis longtemps dans les médecines traditionnelles à travers le monde

Des recherches ont montré que ses composés bioactifs, extraits ou en poudre, peuvent traiter diverses maladies graves telles que les cancers, les maladies cardiovasculaires, le diabète sucré, les troubles immunitaires et les infections microbiennes (virales, bactériennes, fongiques) (**Bożena et al. , 2017**).

### 1. Propriétés antioxydantes

Le potentiel antioxydant de *A. bisporus* est supérieur à celui de nombreux autres champignons comestibles (**Khan et al. , 2015**).

Il contient divers composés antioxydants naturels, notamment des phénols totaux, des composés phénoliques spécifiques (catéchine, acide gallique, myricétine...), de l'ergothionéine, de la sérotonine et du β-tocophérol (**Liu et al. , 2013**).

Ces substances aident à neutraliser les radicaux libres, protègent contre le stress oxydatif et pourraient contribuer à prévenir certaines maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer (**Khan et al. , 2015**).

### 2. Propriétés anticancéreuses

Les polysaccharides extraits d'*Agaricus bisporus* ont montré une activité anticancéreuse significative, notamment par leur capacité à stimuler l'immunité cellulaire (**Kothari et al. , 2018**).

Ce champignon contient des composés comme les β-glucanes, l'arginine, les lectines et les composés phénoliques, qui agissent ensemble pour inhiber la croissance de diverses lignées cancéreuses (**Smiderle et al. , 2013**).

Des études ont démontré que des extraits d'*A. bisporus* peuvent induire l'apoptose dans les cellules leucémiques HL-60 et inhiber la croissance des cellules cancéreuses de la prostate (**GOLAK-SIWULSKA et al. , 2018**).

De plus, certaines fractions polysaccharidiques comme ABP-1 et ABP-2 ont été efficaces contre les cellules du cancer du sein. Le sélénium, abondant dans ce champignon,

joue aussi un rôle clé dans la prévention du cancer en renforçant le système immunitaire (**Heleno et al. , 2015**).

### **3. Activité antidiabétiques**

*Agarius bisporus* contient des antioxydants (vitamines C, D, B12, polyphénols, fibres) qui contribuent à la réduction du glucose sanguin et à l'amélioration du métabolisme lipidique. L'extrait de ce champignon stimule la production d'insuline, réduit la glycémie, et améliore l'activité d'enzymes antioxydantes comme la SOD et la catalase. Les fibres alimentaires, présentes en grande quantité, ralentissent l'absorption du glucose en agissant comme barrière digestive et le propionate et les  $\alpha$ -glucanes *d'A. bisporus* participent également à ses effets antidiabétiques en modulant la gluconéogenèse et la réponse inflammatoire (**Calvo et al. , 2016**).

### **4. Activité anti-obésité**

*Agarius bisporus* contient des composés bioactifs tels que les phytostérols, les fibres et la lovastatine, qui aident à réguler le cholestérol et les lipides sanguins. Ces composants réduisent l'absorption du cholestérol, abaissent le LDL, et ont un effet bénéfique sur les maladies cardiovasculaires liées à l'obésité. Des expériences chez les rats ont confirmé que ce champignon réduit les taux de cholestérol et de glucose, et améliore la fonction hépatique (**Xu et al. , 2013**).

### **5. Activité antimicrobienne**

L'extrait méthanolique *d'A. bisporus* inhibe fortement les bactéries Gram-positives, avec une efficacité variable sur les Gram-négatives. Des études ont mis en évidence une action antimicrobienne contre des souches comme *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. De plus, une activité antivirale contre le virus de l'hépatite C a été observée grâce aux extraits enzymatiques aqueux (**Delgado et al. , 2016**).

### **6. Propriétés anti-inflammatoires**

Certains polysaccharides *d'A. bisporus*, tels que le mannogalactane et le fucogalactane, possèdent des effets anti-inflammatoires et analgésiques. L'hétérogalactane a montré une efficacité contre la septicémie en renforçant les défenses de l'organisme. Ces propriétés seraient liées à la modulation des médiateurs inflammatoires, justifiant l'usage

potentiel d'*A. bisporus* dans la prévention des inflammations chroniques (**Ruthes et al. , 2013**).

## **VI. Valeur cosmétique**

*Agaricus bisporus*, champignon comestible bien connu, possède un fort potentiel dans le domaine cosmétique grâce à ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes. Son extrait éthanolique permet de lutter contre le vieillissement cutané en neutralisant les radicaux libres et en inhibant l'activité de la tyrosinase, enzyme clé dans la production de mélanine, ce qui contribue à un effet éclaircissant de la peau (**Oludemi et al. , 2016**).

Certains composés bioactifs, comme le 2-Amino-3H-phénoxazine-3-one, présents dans l'extrait d'*A. bisporus*, ont montré une inhibition significative de la mélanine, et les phénols qu'il contient perturbent les membranes bactériennes. Ses extraits sont efficaces contre *Staphylococcus aureus*, bien qu'ils soient moins actifs contre *E. coli* et *P. aeruginosa* (**Oludemi et al. , 2016**).

En cosmétique capillaire, *A. bisporus* est utilisé dans les shampoings pour traiter les pellicules, la chute de cheveux et les cheveux gras. Il contient des nutriments essentiels comme la vitamine D, le cuivre, le fer et le sélénium, qui renforcent la santé capillaire (**Lee et al. , 2013**).

Globalement, la richesse biochimique de *A. bisporus* en fait un ingrédient prometteur dans les soins de la peau et des cheveux, et son utilisation dans l'industrie cosmétique est appelée à se développer (**Taofiq et al. , 2016**).

## **CHAPITRE II :**

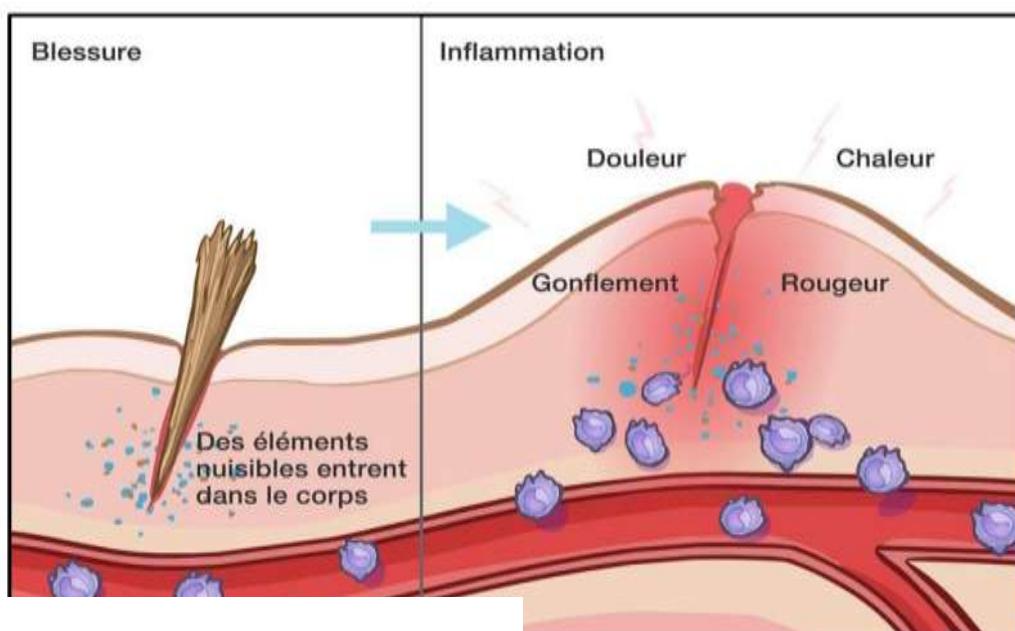
### **L'INFLAMMATION**

## CHAPITRE II : L'INFLAMMATION

### I. Définition

L'inflammation est une réaction biologique sophistiquée du système immunitaire, déclenchée en réponse à une agression aiguë ou chronique des tissus, qu'elle soit d'origine physique, chimique, biologique ou mécanique. Ce processus naturel et généralement bénéfique vise à éliminer les agents nuisibles, à limiter les dommages, et à réparer les tissus lésés. (Kumar, 2020; Tasneem et al., 2019).

Traditionnellement, l'inflammation est caractérisée par quatre termes en latin : calor (chaleur), dolor (douleur), rubor (rougeur) et tumor (tuméfaction). Ces signes sont associés aux conséquences des divers agents inflammatoires présents sur le site de l'agression (Fig.03) (Noack & Kolopp-Sarda, 2018).



**Figure 03.** Réaction inflammatoire provoquée par une épine plantée dans la peau (Ferhaoui, 2023).

## **II. Étiologie**

L'inflammation peut être déclenchée par divers facteurs, qu'ils soient infectieux, traumatiques, environnementaux ou liés à des désordres immunitaires et métaboliques (Kim & Onnuri, 2025).

### **II.1 Infections**

- Bactériennes (ex. : infections urinaires)
- Virales (ex. : grippe, COVID-19)
- Fongiques ou parasitaires
- Infections chroniques non traitées (ex. : tuberculose)

### **II.2. Blessures :**

- Coupures, égratignures ou plaies
- Entorses ou fractures
- Brûlures ou gelures

### **II.3. Irritants :**

- Produits chimiques (ex. : acides)
- Allergènes (ex. : pollen, poussière)
- Tabagisme
- Pollution
- Consommation excessive d'alcool

### **II.4. Toxines :**

- Polluants environnementaux
- Toxines bactériennes

### **II.5. Maladies auto-immunes**

- Polyarthrite rhumatoïde
- Lupus
- Sclérose en plaques

### **II.6. Troubles métaboliques et obésité**

- Libération de cytokines inflammatoires par le tissu adipeux en excès

## II.7. Inflammation aiguë non résolue

- Traitement inadéquat des infections ou blessures

## II.8. Certaines maladies

- Diabète
- Cancer
- Maladies cardiovasculaires (Kalwarala et al. , 2025).

# III. Les types de l'inflammation

## III.1. Inflammation aiguë

L'inflammation peut être classée en deux types : aiguë et chronique

L'inflammation aiguë est une réaction immédiate de l'organisme face à un agent agresseur, caractérisée par des phénomènes vasculo-exsudatifs intenses. Elle est déclenchée par l'interaction entre les agents pathogènes ou les produits tissulaires et les récepteurs de reconnaissance présents sur les cellules inflammatoires résidentes et les cellules épithéliales. Cette activation entraîne la libération de médiateurs pro-inflammatoires responsables de la vasodilatation, de l'augmentation de la perméabilité vasculaire et du recrutement cellulaire ( **Fig. 04**) (Trabsa, 2015).

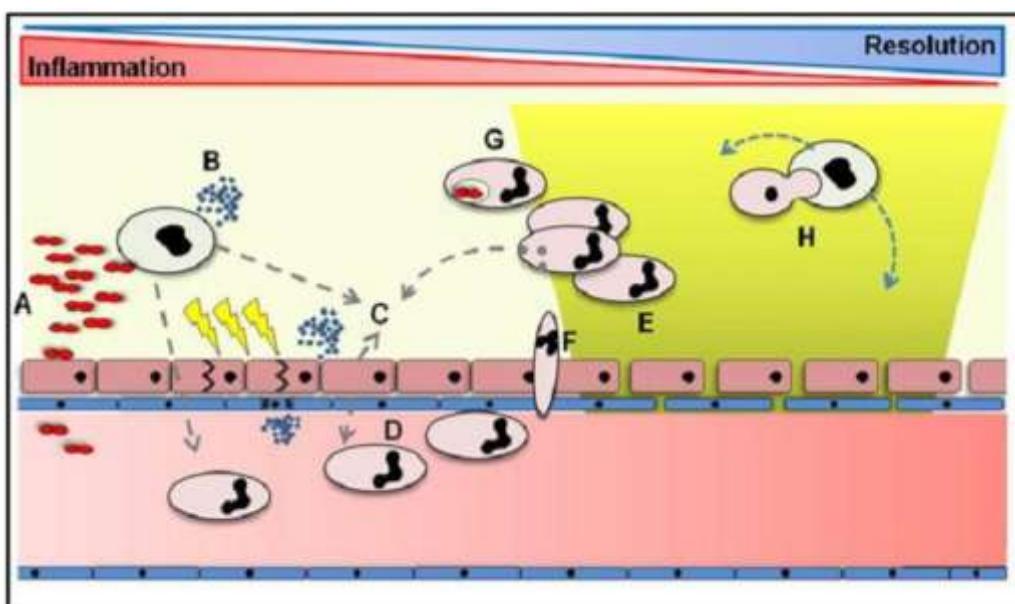
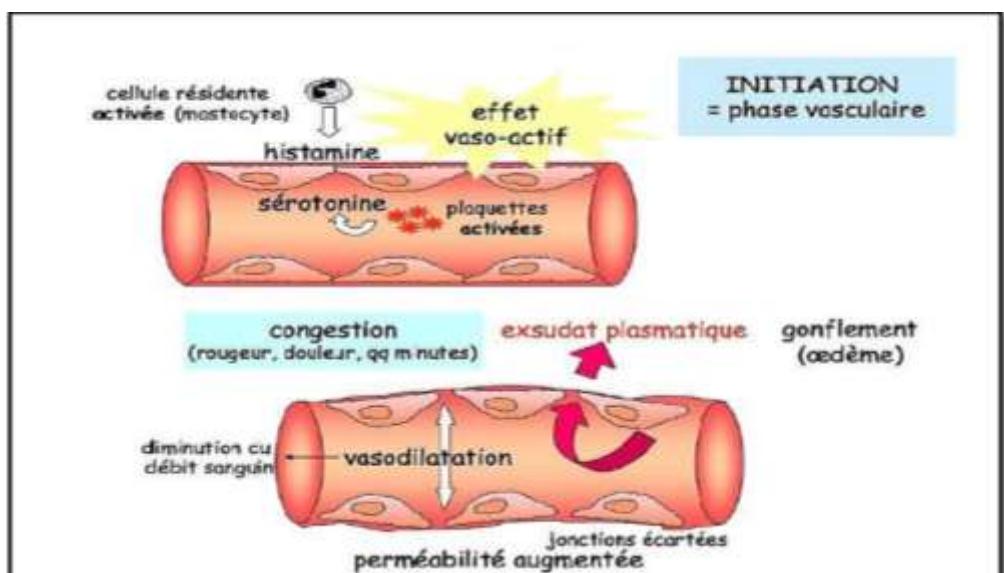


Figure 4. L'inflammation aiguë (Ferhaoui, 2023).

**A** :Bactérie , **B**: mediateure pro-inflammatoire, **C**: activation de l'endothelialium **D** : diapydase, **E** :neutrophiles ,**F** :infiltration des neutrophiles, **G** :phagocytose, **H** : Phagocytose des neutrophiles.

Elle évolue en trois phases principales :

**Phase vasculaire** : Marquée par une vasodilatation locale brutale, une rougeur, une chaleur et un œdème. Elle est induite par des médiateurs comme l'histamine ou la sérotonine, qui augmentent la perméabilité capillaire et favorisent l'exsudation plasmatique au site inflammatoire (**Fig. 05**) (**Flita, 2022**).



**Figure 5.** Initiation de l'inflammation (**Ferhaoui, 2023**).

**Phase cellulaire** : Elle débute par le recrutement des polynucléaires neutrophiles (6–24 h), puis des monocytes et lymphocytes (24–48 h), guidés par des substances chimio-attractantes. Ces cellules assurent la phagocytose des agents pathogènes et des débris cellulaires. Les macrophages nettoient le foyer inflammatoire, tandis que les fibroblastes amorcent la réparation tissulaire (**Fig. 06**) (**Ferhaoui, 2023**).

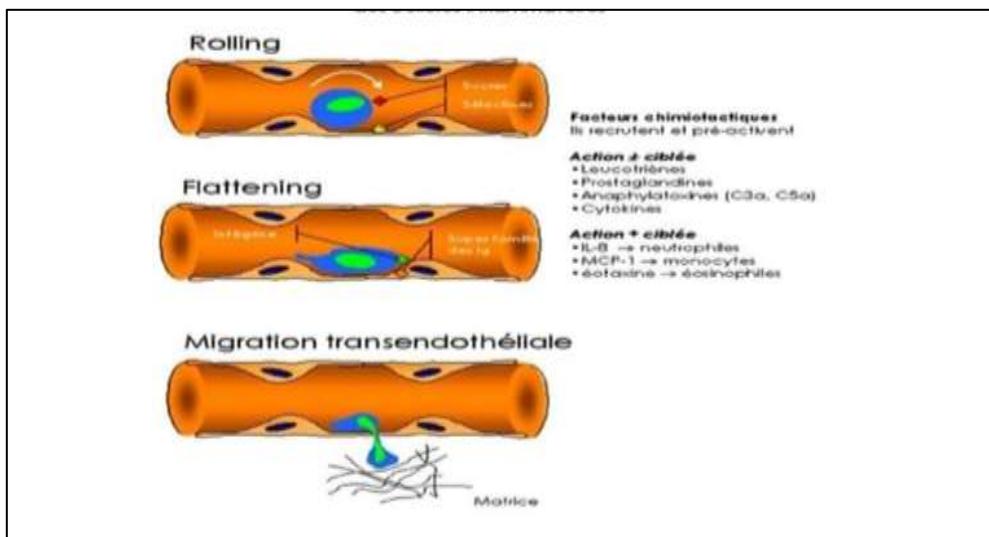


Figure 06. Phase cellulaire (Bendjazia, 2021).

**Phase de résolution :** Correspond à l'élimination des cellules mortes, des débris et du pathogène, suivie du retour à l'homéostasie. Le remodelage de la matrice extracellulaire s'accompagne de l'apoptose des cellules de granulation et de la réorganisation des fibres de collagène, menant à la formation d'une cicatrice (Fig. 07) (Ferhaoui, 2023).

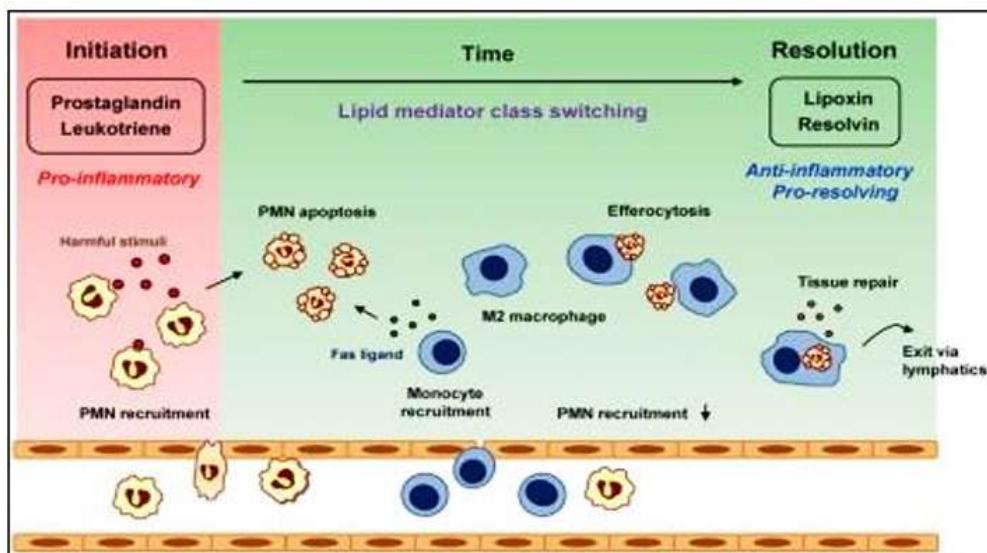


Figure 07. Phase de résolution (Bendjazia, 2021).

### **III.2. L'inflammation chronique**

L'inflammation chronique est une réponse inflammatoire prolongée, pouvant durer plusieurs mois à plusieurs années, souvent consécutive à une inflammation aiguë mal résolue ou à une exposition persistante à un agent pathogène ou toxique (**Bittmann, 2010**).

Elle se caractérise par la présence continue de leucocytes — macrophages, lymphocytes, plasmocytes, neutrophiles et éosinophiles — qui libèrent des cytokines pro-inflammatoires et des espèces réactives de l'oxygène (ROS), provoquant des lésions tissulaires chroniques et un remodelage pathologique (**Alexnandra, 2022**).

Souvent insidieuse et sans symptômes immédiats, cette inflammation est impliquée dans de nombreuses maladies chroniques invalidantes telles que la polyarthrite rhumatoïde ou l'athérosclérose (**Alexnandra, 2022**).

Morphologiquement, on observe une infiltration tissulaire des cellules immunitaires et des mécanismes de réparation simultanés

L'intensité et les effets de cette inflammation dépendent de la nature du stimulus et de la capacité de l'organisme à réguler la réponse inflammatoire (**Alexnandra, 2022**).

## **IV. Les médiateurs inflammatoires**

Les médiateurs de l'inflammation, sécrétés par les cellules immunitaires, régulent les réponses cellulaires, vasculaires et humorales au site inflammatoire (**Abdulkhaliq et al., 2018**).

### **IV.1. Cytokines et chimiokines**

Les cytokines et les chimiokines sont des médiateurs essentiels de l'inflammation.

Les cytokines, produites par divers types cellulaires, régulent la réponse inflammatoire. Elles se divisent en deux groupes : les cytokines pro-inflammatoires (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6) et les cytokines anti-inflammatoires (IL-4, IL-10, IL-13).

Les chimiokines, un sous-groupe des cytokines, dirigent la migration des leucocytes vers les sites inflammatoires et jouent un rôle important dans les infections bactériennes.

## **IV.2. Système kinine**

Les kinines jouent un rôle central dans l'inflammation. Elles sont activées par le facteur XII de Hageman et provoquent la vasodilatation, la douleur, l'hyperperméabilité vasculaire, ainsi que la chimiotaxie des neutrophiles. Leur action est médiée par deux récepteurs : B2R (exprimé en condition normale) et B1R (induit lors de l'inflammation). L'activation de ces récepteurs favorise la prolifération cellulaire, tandis que leur inhibition la réduit.

## **IV.3. Radicaux libres**

Les radicaux libres sont des molécules instables capables de transférer des électrons, comme le NO, le radical hydroxyle ( $\text{OH}\cdot$ ) et l'anion superoxyde ( $\text{O}_2\cdot-$ ). Ils interviennent dans l'inflammation en provoquant des lésions cellulaires. Leur production, liée au métabolisme mitochondrial et à la voie de la cyclooxygénase, active certaines enzymes et favorise la libération de médiateurs pro-inflammatoires tels que le PAF, les leucotriènes, les prostaglandines et les thromboxanes.

## **IV4. Histamine**

L'histamine est impliquée dans les réactions inflammatoires et allergiques, en stimulant la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires telles que l'IL-1 $\alpha$ , l'IL-1 $\beta$  et l'IL-6, ainsi que de chimiokines comme RANTES et l'IL-8, au sein de différents tissus et types cellulaires. Elle régule également l'accumulation et la migration des éosinophiles.

## **IV.5. Molécules d'adhésion cellulaire**

Les molécules d'adhésion cellulaire (CAM) sont des glycoprotéines permettant les interactions entre cellules ou entre cellules et matrice extracellulaire. Elles jouent un rôle essentiel dans la régulation des réponses inflammatoires et immunitaires, en facilitant l'adhésion intercellulaire, le recrutement et la migration des cellules inflammatoires circulantes. Elles agissent également comme molécules de signalisation.

## **IV.6. Leucotriènes**

Les leucotriènes sont des médiateurs lipidiques dérivés de l'acide arachidonique via l'action de la 5-lipoxygénase, et sont produits principalement par les leucocytes.

Appartenant à la famille des eicosanoïdes, ils possèdent 20 atomes de carbone et présentent une activité biologique à des concentrations nanomolaires.

#### **IV.7. Prostaglandines**

Les prostaglandines (PG) sont des composés lipidiques bioactifs, formés à partir de l'acide arachidonique par l'enzyme cyclooxygénase (COX). Contrairement aux leucotriènes, elles ressemblent à des hormones locales. Elles sont responsables de l'inflammation tissulaire et peuvent également intervenir dans les mécanismes d'immunosuppression.

#### **IV.8. Le système du complément**

Le système du complément est constitué de protéines spécifiques et de protéines membranaires organisées en une cascade de réactions protéolytiques. Cette cascade débute par la reconnaissance de la surface du pathogène, conduisant à la formation de complexes immuns et à l'activation de multiples mécanismes d'élimination. Ce système intervient dans plusieurs fonctions immunitaires : renforcement de l'immunité humorale, contrôle de l'immunité adaptative, élimination des cellules apoptotiques, régulation de la coagulation, maturation synaptique et métabolisme lipidique (Soares et al. , 2023).

### **V. Cellules inflammatoires**

La réponse inflammatoire implique une diversité de cellules, appartenant à l'immunité innée ou adaptative, ainsi que des cellules non immunitaires comme les cellules endothéliales. Ces cellules participent à différentes étapes du processus inflammatoire, notamment le recrutement, l'activation, la phagocytose, la sécrétion de médiateurs, et la résolution de l'inflammation (Tab. 09).

**Tableau 09.** Les Cellules inflammatoires (Zhao et al. , 2021).

Catégorie	Type cellulaire	Rôle dans l'inflammation
Cellules non immunitaires	Cellules endothéliales	Réguler la perméabilité vasculaire, exprimer des molécules d'adhésion (sélectines, ICAM-1), sécréter des chimiokines, faciliter l'extravasation des leucocytes.
Immunité innée	Neutrophiles	Être les premiers recrutés, participer à la phagocytose, produire des espèces réactives

		de l'oxygène (ROS), sécréter des protéases, former des NETs (Neutrophil Extracellular Traps), contribuer à la défense antimicrobienne et à la résolution de l'inflammation.
	Monocytes / Macrophages	Être recrutés par CCL2, se différencier en macrophages M1 (pro-inflammatoires) ou M2 (anti-inflammatoires), participer à la phagocytose, à la réparation tissulaire et à l'efférocytose.
	Mastocytes	Résider dans les tissus, être activés par les TLR, sécréter des cytokines (TNF, IL-6), de l'histamine et des protéases ; initier l'inflammation locale.
	Cellules dendritiques (DC)	Présenter l'antigène, activer les lymphocytes T et B, sécréter des chimiokines et cytokines pro-inflammatoires, orienter la différenciation des lymphocytes T (Th1/Th2/Th17/Treg).
	Cellules NK	Éliminer les cellules infectées ou tumorales par des granules cytotoxiques (perforine, granzymes) ou via l'apoptose (Fas, TRAIL).
	MDSC (Myeloid-Derived Suppressor Cells)	Supprimer la réponse immunitaire via IL-10, TGF- $\beta$ et ROS, inhiber les lymphocytes T, participer à la résolution de l'inflammation.
	Basophiles	Libérer IL-4, IL-13, IL-6 sous stimulation par IL-18 et IL-33, participer aux réactions allergiques et inflammatoires.
	Éosinophiles	Contribuer à la défense antiparasitaire, produire des SPM (Specialized Pro-resolving Mediators) via l'enzyme 12/15-LOX, favoriser la résolution de l'inflammation.
Immunité adaptative	Lymphocytes T	Se différencier en sous-types Th1, Th2, Th17 ou Treg selon les signaux cytokiniques ; réguler l'inflammation via IFN- $\gamma$ , IL-17, TGF- $\beta$ , IL-10.
Immunité adaptative	Lymphocytes B	Produire des anticorps, activer la cytotoxicité via l'ADCC (Antibody-Dependent Cell-mediated Cytotoxicity), présenter l'antigène aux cellules T.

## **VI. Mécanisme de l'inflammation**

L'inflammation commence par la reconnaissance d'un agent pathogène ou d'un dommage tissulaire. Ce processus repose sur la détection des PAMP (pathogen-associated molecular patterns) d'origine microbienne et des DAMP (damage-associated molecular patterns) issus de cellules endommagées ou nécrotiques. Ces motifs sont détectés par des récepteurs de reconnaissance de formes (PRR) présents à la surface ou à l'intérieur de cellules immunitaires innées telles que les macrophages, mastocytes, fibroblastes et cellules dendritiques, ainsi que sur certaines cellules épithéliales (**Liu et al. , 2017**).

L'activation des PRR déclenche des voies de signalisation intracellulaires, conduisant notamment à l'activation du facteur NF-κB, un régulateur clé de l'expression des cytokines pro-inflammatoires, des chimiokines et d'autres médiateurs de l'inflammation (**Liu et al. , 2017**).

Certains PRR stimulent aussi la caspase-1, une enzyme qui convertit les cytokines IL-1 $\beta$  et IL-18 en leurs formes actives, renforçant la réponse inflammatoire (**Liu et al. , 2017**).

Les neutrophiles et monocytes sont ensuite recrutés au site de l'inflammation via chimiotaxie, franchissant l'endothélium vasculaire. Ce recrutement s'accompagne d'un exsudat riche en protéines, favorisant la formation d'un œdème. Les mastocytes et macrophages tissulaires participent à cette phase en libérant des médiateurs tels que l'histamine, les leucotriènes et les prostaglandines, provoquant une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité vasculaire.

Enfin, les neutrophiles libèrent des molécules cytotoxiques – notamment des espèces réactives de l'oxygène (ERO), des espèces réactives de l'azote (RNS) et des protéases – qui participent à l'élimination des agents pathogènes (**Fig. 08**) (**McGarry et al. , 2018**).

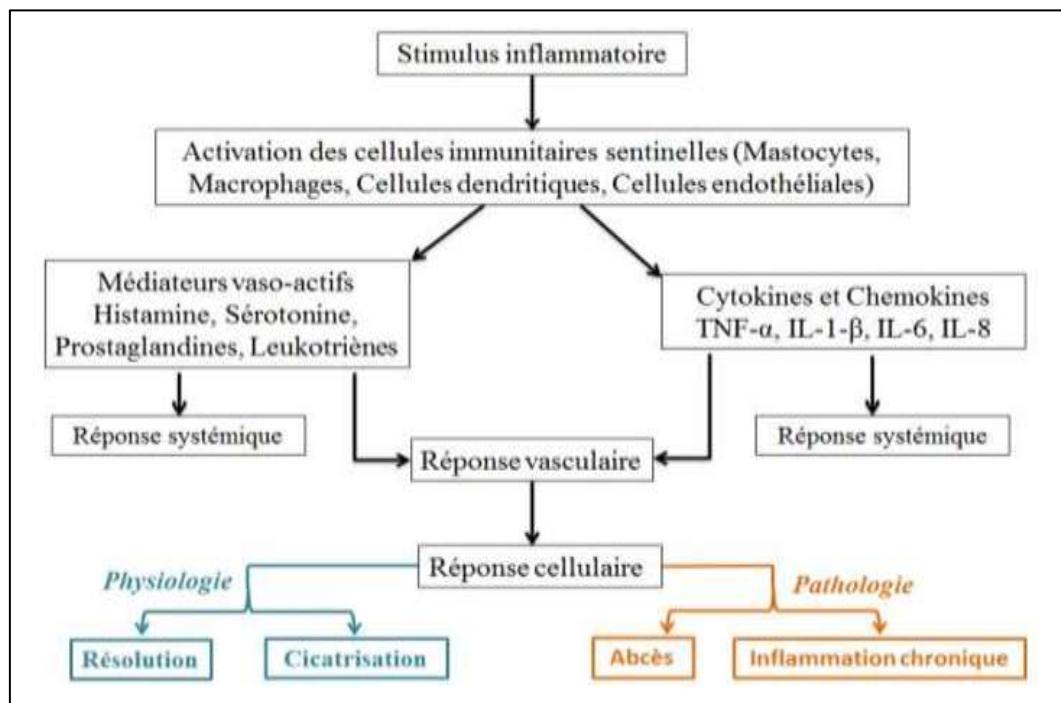


Figure 08. Déroulement de l'inflammation (Flita, 2022).

## **PARTIE PRATIQUE**

## **MATERIEL ET METHODES**

## **MATERIEL ET METHODES**

### **I. Matériels**

#### **I.1. Matériel végétal**

Le champignon *Agaricus bisporus*, destiné à la consommation humaine, a été lavé puis coupé en fines lamelles avant d'être séché à l'étuve (37 °C pendant 24 h). Après la déshydratation totale, les lamelles ont été broyé à une très fine poudre (< 20 µm) à l'aide du Vibro-broyeur à disque RS200 (RETSCH ®).

La poudre est ensuite récupérée et stockée à l'ombre dans une température ambiante.

#### **I.2. Animaux**

Afin d'étudier l'activité anti-inflammatoire in vivo et de déterminer la toxicité, 15 rats mâles de souche *Wistar albinos*, pesant entre 230 et 380 g, ont été utilisés. Ces animaux proviennent de l'élevage de l'animalerie du Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1 - Frères Mentouri.

Les rats ont été logés dans des cages en plastique (36 cm × 25 cm) munies de couvercles en acier inoxydable, à raison de cinq animaux par cage, répartis de manière homogène. Ils avaient un accès libre à l'eau et à une alimentation standard fournie par l'Office National des Aliments de Bétail (ONAB) d'Ain M'Lila .

Une période d'acclimatation de deux semaines a été respectée avant le début des expériences. Les conditions d'élevage étaient maintenues à une température ambiante de 20 à 24 °C, avec un taux d'humidité de 45 à 60 %, selon un cycle lumière/obscurité de 12 heures/12 heures.

Les cages étaient tapissées de sciure de bois, changée tous les deux jours pour garantir une bonne hygiène. Le marquage individuel des animaux a été effectué par numérotation sur la queue à l'aide d'un marqueur permanent.

Toutes les manipulations ont été réalisées dans le respect des règles éthiques et des principes établis dans le guide « Care and Use of Experimental Animal »

## II. Méthode

### II.1. Activité anti-inflammatoire in vivo

#### II.1.1. Design expérimental

**Objectif:** évalué le pouvoir anti-inflammatoire des extraits aqueux *d'Agaricus bisporus* sur un modèle d'œdème de la patte induit par le formol chez le rat.

#### 1. Préparation de l'extrait aqueux

La poudre sèche *d'Agaricus bisporus* est mélangée à de l'eau distillée.

Le mélange est agité à l'aide d'un vortex (Fig. 09).



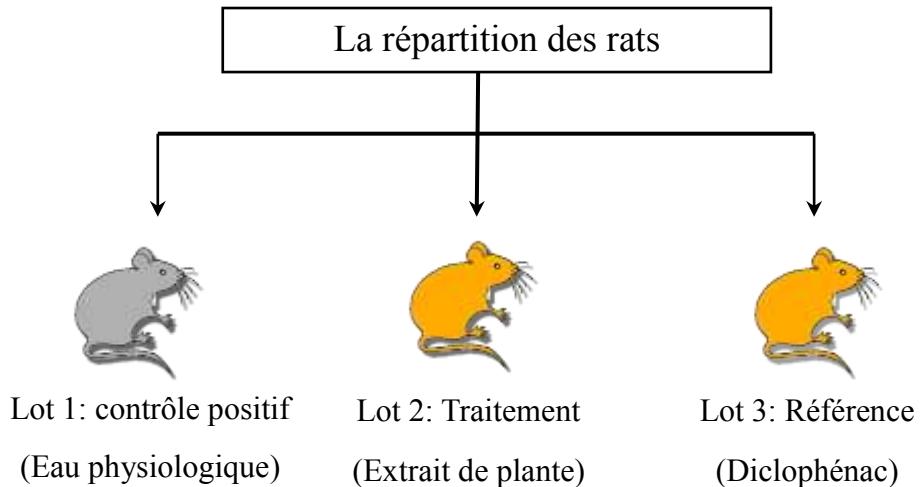
**Figure 09.** Agitation du mélange poudre d'Agaricus bisporus/eau distillée à l'aide d'un vortex

#### 2. Préparation des animaux

15 rats sont mis à jeun pendant 16 heures avant l'expérimentation.

Les rats sont répartis aléatoirement en 3 lots de 5 animaux chacun :

- **Lot témoin** : reçoit de l'eau physiologique (voie orale).
- **Lot diclofénac** : reçoit du diclofénac à 20 mg/kg (voie orale).
- **Lot Agaricus bisporus** : reçoit l'extrait à 200 mg/kg (voie orale) (Fig. 10).



**Figure 10.** Gavage oral de l'extrait

### 3. Induction de l'inflammation

30 minutes après les traitements, une injection de 0,1 mL de formol à 1% est effectuée dans la patte droite de chaque rat (**Fig. 11**) (Sen et Nag, 1991).



**Figure 11.** Injection de formol dans la patte droite.

#### **4. Mesure de l'inflammation**

Le volume de la patte est mesuré à différents temps après l'injection de formol : 0, 30, 60, 120, 180, 240 minutes.

#### **5. Évaluation de l'effet anti-inflammatoire**

L'activité anti-inflammatoire est déterminée par le calcul du pourcentage d'inhibition de l'œdème pour chaque groupe traité (**Fig. 12 -13**).



**Figure 12.** Mesure du volume de l'œdème

Moyens du développement de l'œdème et calculé selon la formule suivante

$$\text{Développement de l'œdème (\%)} = (V_t \times 100) / V_0 - 100$$

$V_0$  : représente le volume de la patte à  $t=0$  (avant injection du formol),

$V_t$  : représente le volume de la patte à un temps  $t$  quelconque

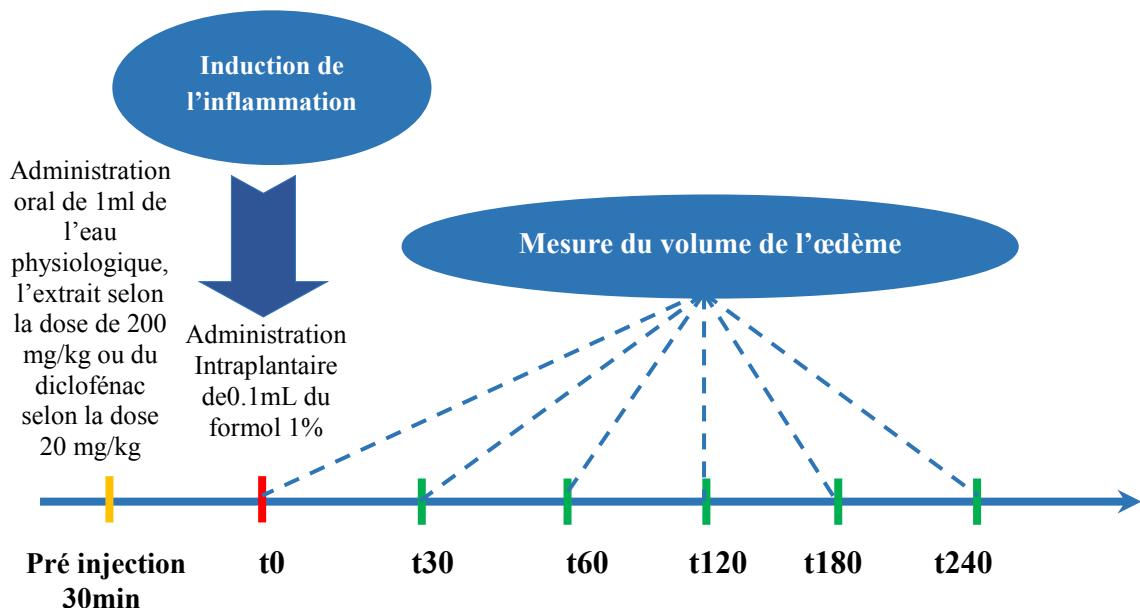


Figure 13. Protocole expérimentale de l'activité anti-inflammation.

### III. Analyse statistique

Les résultats sont exprimés en Moyennes  $\pm$  Ecart type. L'analyse des données portant sur le pourcentage du développement de l'œdème a été réalisée par une analyse de variance à un facteur (ANOVA), suivie du test post-hoc de Tukey afin de comparer les moyennes entre les trois groupes : contrôle, diclofénac (20 mg/kg) et la poudre *d'Agaricus bisporus* (200 mg/kg).

Une différence a été considérée comme statistiquement significative pour une valeur de  $p < 0,05$ .

Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics (version23).

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

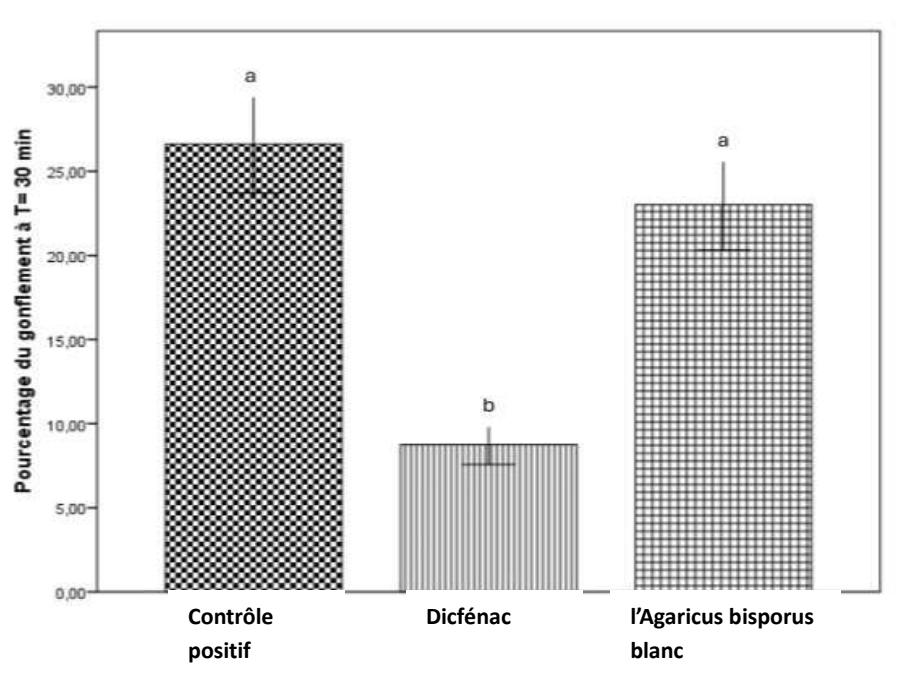
## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### **I. Résultats**

Des lettres différentes indiquent une différence significative.

Des lettres identiques indiquent un effet comparable.

La figure illustre l'activité anti-inflammatoire de l'extrait *d'Agaricus bisporus* blanc à t 30 min après induction de l'œdème par le formol. (**Fig. 14**).



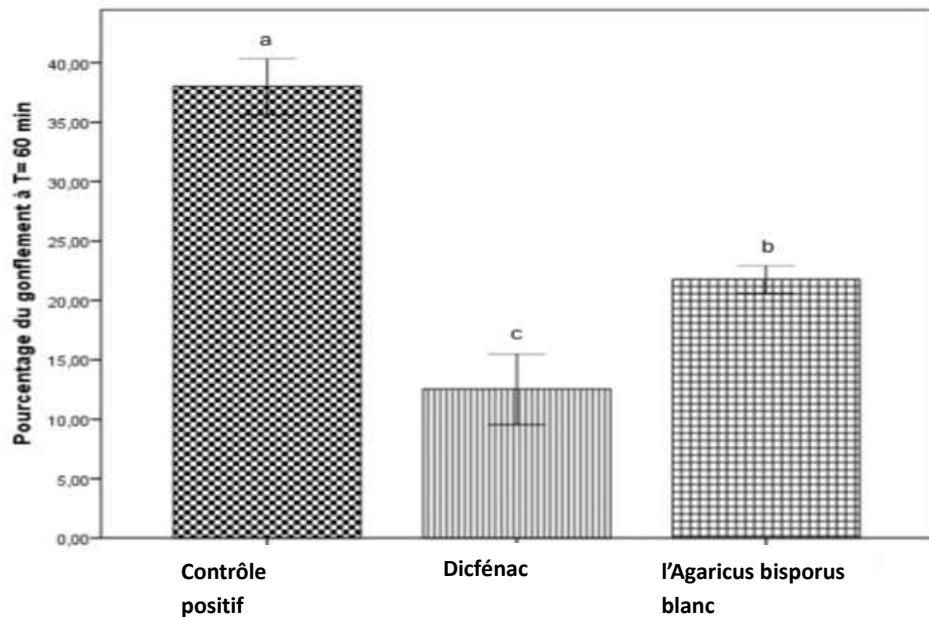
**Figure 14.** L'effet d'*Agaricus bisporus* sur le gonflement des pattes droites à t :30 min.

n = 5 ; a et b sont significativement différents ( $p < 0,05$ ); Test ANOVA suivi du test de Tukey.

On observe une diminution statistiquement non significative du pourcentage de gonflement entre *l'Agaricus bisporus* ( $23,01 \pm 2,70\%$ ) et le control positif ( $26,61 \pm 2,91\%$ ).

Une diminution significative du pourcentage de gonflement est enregistrée avec le médicament de référence le diclofénac ( $8,74 \pm 1,18\%$ )

La figure illustre l'activité anti-inflammatoire de l'extrait *d'Agaricus bisporus* blanc à t 60 min après induction de l'œdème par le formol. (Fig. 15).



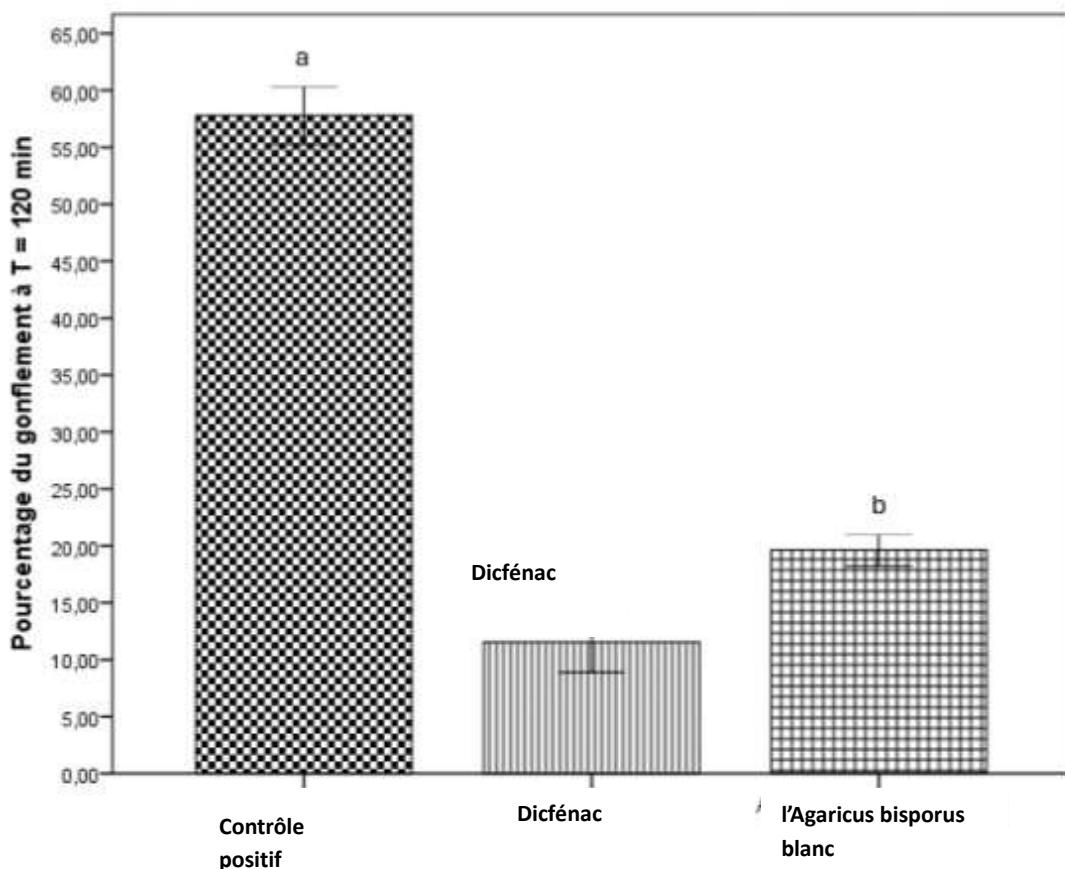
**Figure 15.** L'effet d'*Agaricus bisporus* sur le gonflement des pattes droites à  $t : 60$  min.

$n = 5$  ; a, b et c sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ; test ANOVA suivi du test de Tukey.

On note une diminution statistiquement significative du pourcentage de gonflement dans le groupe *Agaricus bisporus* ( $21,77 \pm 1,18\%$ ) par rapport au contrôle positif ( $38,00 \pm 2,37\%$ ).

L'effet de l'extrait ( $21,77 \pm 1,18\%$ ) est statistiquement moins intense que celui du diclofénac ( $12,54 \pm 2,98\%$ ) .

La figure illustre l'activité anti-inflammatoire de l'extrait *d'Agaricus bisporus* blanc à  $t 120$  min après induction de l'œdème par le formol. (Fig. 16).



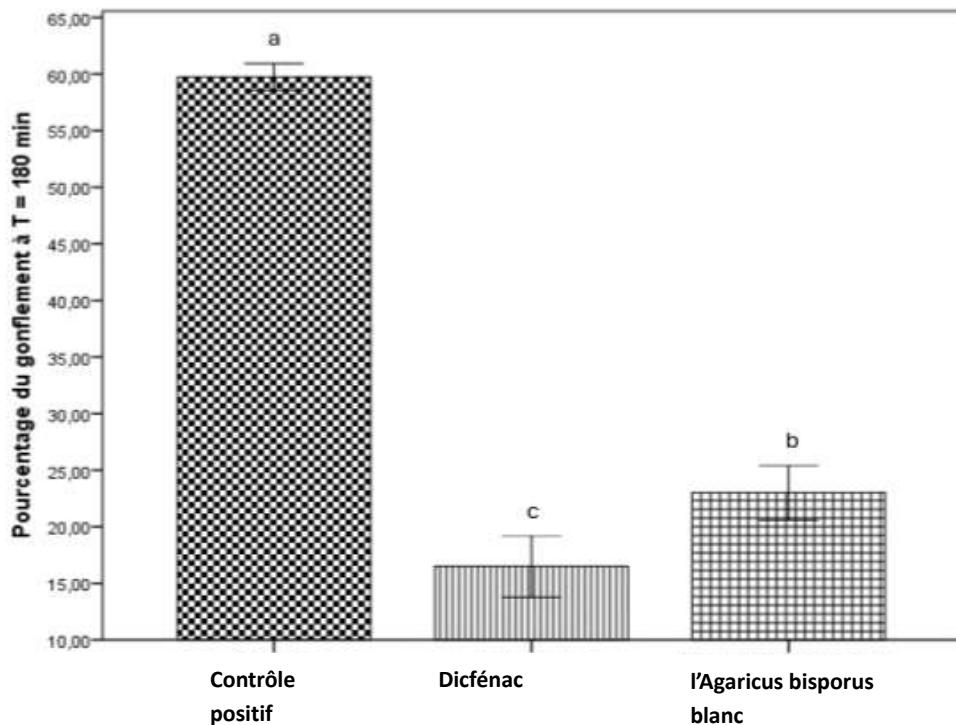
**Figure 16.** L'effet d' *Agaricus bisporus* sur le gonflement des pattes droites à t :120 min.

n = 5 ; a, b et c sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ; test ANOVA suivi du test de Tukey.

Une diminution significative du gonflement est observée dans le groupe *Agaricus bisporus* ( $19,65 \pm 1,43\%$ ) comparé au contrôle positif ( $57,81 \pm 2,57\%$ ).

Le gonflement reste significativement plus réduit dans le groupe diclofénac ( $11,54 \pm 2,63\%$ ) que dans celui traité par l'extrait ( $19,65 \pm 1,43\%$ ) .

La figure illustre l'activité anti-inflammatoire de l'extrait d'*Agaricus bisporus* blanc à t 180 min après induction de l'œdème par le formol. (Fig. 17).



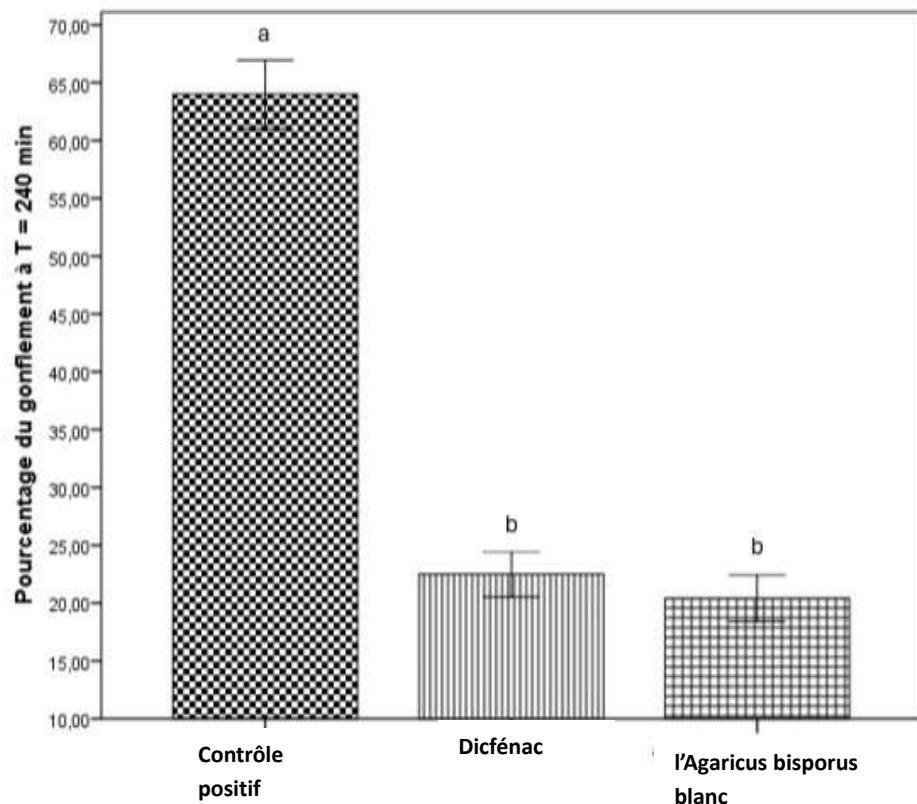
**Figure 17.** L'effet d'*Agaricus bisporus* sur le gonflement des pattes droites à t :180 min.

n = 5 ; a, b et c sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ; test ANOVA suivi du test de Tukey.

Le groupe *Agaricus bisporus* ( $23,01 \pm 2,41\%$ ) présente une réduction significative du pourcentage de gonflement par rapport au contrôle positif ( $59,74 \pm 1,18\%$ ).

Toutefois, cette diminution est statistiquement moins marquée que celle observée avec le diclofénac ( $16,51 \pm 2,73\%$ ).

La figure illustre l'activité anti-inflammatoire de l'extrait *d'Agaricus bisporus* blanc à t 240 min après induction de l'œdème par le formol. (Fig. 18).



**Figure 18.** L'effet d' *Agaricus bisporus* sur le gonflement des pattes droites à t :240 min.

n = 5 ; a, b et c sont significativement différents (p < 0,05) ; test ANOVA suivi du test de Tukey.

Une diminution significative du gonflement est constatée chez les animaux traités par l'extrait ( $20,43 \pm 2,01\%$ ), en comparaison avec le groupe contrôle positif ( $63,99 \pm 2,98\%$ ).

À ce stade, aucune différence significative n'est observée entre l'effet de l'extrait d'*Agaricus bisporus* ( $20,43 \pm 2,01\%$ ) et celui du diclofénac ( $22,50 \pm 1,94\%$ ), indiquant une efficacité comparable.

## II. Discussion

Dans cette étude, nous avons évalué l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux *d'Agaricus bisporus* à l'aide du modèle d'œdème à la patte induit par le formol chez le rat, une méthode largement utilisée pour simuler une inflammation aiguë et évaluer l'efficacité de substances anti-inflammatoires. Les résultats obtenus mettent en évidence une inhibition progressive et significative de l'œdème chez les animaux traités par l'extrait, traduisant une action anti-inflammatoire temps-dépendante.

À 30 minutes post-induction, l'extrait ne présente pas d'effet significatif sur l'œdème, contrairement au diclofénac, qui réduit efficacement le gonflement dès cette première phase. Ce résultat suggère que l'extrait *d'A. bisporus* agit via une cinétique plus lente, probablement en raison d'un temps d'absorption ou de l'activation progressive de ses constituants bioactifs. Contrairement aux AINS comme le diclofénac qui inhibent directement les enzymes COX, les composés naturels pourraient nécessiter une activation métabolique ou une modulation cellulaire préalable avant d'exercer leur effet.

À partir de 60 minutes, une inhibition significative apparaît, et à 240 minutes, l'effet de l'extrait devient comparativement équivalent à celui du diclofénac. Cette progression indique un effet cumulatif et potentiellement synergique des constituants bioactifs de l'extrait, tels que les polysaccharides (notamment les  $\beta$ -glucanes), les composés phénoliques, les flavonoïdes et d'autres antioxydants naturels. Ces molécules ont déjà été reconnues pour leur capacité à moduler l'immunité innée et à inhiber plusieurs médiateurs pro-inflammatoires (**Jayachandran et al., 2017; Kumar et al., 2021**).

Des études antérieures ont montré que ces composés peuvent inhiber la production de TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , PGE $\square$  et NO, qui sont des médiateurs majeurs dans la réponse inflammatoire aiguë. Les  $\beta$ -glucanes, en particulier, exercent un effet immunomodulateur en agissant sur les récepteurs membranaires des macrophages (comme Dectin-1), favorisant ainsi une réponse anti-inflammatoire par réduction de l'expression de cytokines pro-inflammatoires (**Vetvicka et al., 2019; Volman et al., 2008**).

De plus, il est possible que l'extrait exerce un effet antioxydant indirect, en piégeant les radicaux libres produits durant l'inflammation, contribuant ainsi à la limitation des dommages tissulaires. Cette activité pourrait aussi participer à l'amélioration de la

vascularisation locale, à la réduction du stress oxydatif et à la promotion d'une résolution contrôlée de l'inflammation.

Malgré une efficacité initialement inférieure à celle du diclofénac, les effets durables et progressifs de l'extrait *d'A. bisporus*, combinés à une toxicité supposée plus faible, suggèrent qu'il pourrait constituer une alternative naturelle intéressante. Cela serait particulièrement pertinent pour un usage prolongé, ou chez des patients sensibles aux effets secondaires des AINS classiques, tels que les ulcères gastro-intestinaux, les atteintes hépatiques ou rénales.

Néanmoins, certaines limites doivent être soulignées. L'étude n'a pas permis d'identifier les composés actifs exacts responsables de l'effet anti-inflammatoire, ni d'élucider les mécanismes cellulaires et moléculaires précis. De plus, une analyse histologique ou biochimique des tissus inflammés aurait pu apporter des données complémentaires sur l'effet protecteur ou réparateur de l'extrait. Des études futures pourraient inclure la mesure des cytokines plasmatiques, l'analyse de l'expression génétique de COX-2, ou l'étude de la signalisation NF-κB, souvent impliquée dans la régulation de la réponse inflammatoire.

En conclusion, l'extrait aqueux *d'Agaricus bisporus* présente une activité anti-inflammatoire significative et prolongée, ce qui en fait une option thérapeutique naturelle prometteuse, à étudier plus en profondeur en tant que candidat phytothérapeutique ou en complément des traitements conventionnels.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES :**

Ce travail a porté sur l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux d'*Agaricus bisporus* à l'aide du modèle d'œdème de la patte induit par le formol chez le rat. L'objectif était de déterminer le potentiel de cet extrait naturel en comparaison avec un anti-inflammatoire de référence, le diclofénac.

Les résultats montrent une inhibition significative, progressive et temps-dépendante du gonflement chez les animaux traités par l'extrait, avec un effet maximal observé à 240 minutes ( $20,43 \pm 2,00$ ), statistiquement comparable à celui du diclofénac ( $22,49 \pm 1,94$ ). En revanche, aucune inhibition significative n'a été enregistrée à 30 minutes, suggérant une action retardée de l'extrait.

L'efficacité croissante de l'extrait au fil du temps peut être attribuée à l'effet synergique de divers composés bioactifs présents dans *Agaricus bisporus*, notamment les  $\beta$ -glucanes, les polyphénols et les antioxydants, reconnus pour leur capacité à moduler la réponse immunitaire et inhiber certains médiateurs pro-inflammatoires.

Notre étude ouvre de nouvelles voies d'investigation ;

- Analyser la composition de *l'Agaricus bisporus*.
- Déterminer le mécanisme d'action des substances à activité inhibitrice de l'inflammation ;
- Utiliser d'autres modèles expérimentaux pour confirmer l'activité anti-inflammatoire *d'Agaricus bisporus* et évaluer d'autres activités biologiques ;
- Déterminer l'effet *d'Agaricus bisporus* sur d'autres mécanismes immunitaires innée ou adaptatif.

## **REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE :

- Abdulkhaliq, Assi, & Zamir. (2018). The curcial roles of inflammatory mediators in inflammation. *Veterinary World*, 11 (5), 627–635.
- Ahlawat O, Manikandan, & Manjit S. (2016). Proximate Composition of Different Mushroom Varieties and Effect of UV Light Exposure on Vitamin D Content in *Agaricus bisporus* and *Volvariella Volvacea*. *Mushroom Research*, 25 (1), 1–8.
- Akshitha Kalwarala, Shyriya Kumari, Suresh k, Vardhan Reddy K, & Dr. Divvyaa Yada. (2025). EVALUATION OF ANTI INFLAMATORY ACTIVITY THROUGH IN VITRO AND IN VIVO MODELS. *World Journal Of Pharmaceutical Sciences*.
- Alexnandra, V. (2022, June 9). Les vertus du pollen. *Compte Rendu Du Rucher Ecole de Salviinet*, 3–6.
- Atila, F. , Owaid, M. N. ,& Shariati, M. A. (2017a). The Nutritional And Medical Benefits Of *Agaricus bisporus* : A Review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7 (3), 281–286. <https://doi.org/10.15414/JMBFS.2017/18.7.3.281-286>
- Atila, F. , Owaid, M. N. ,& Shariati, M. A. (2017b). The Nutritional And Medical Benefits Of *Agaricus bisporus* : A Review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7 (3), 281–286. <https://doi.org/10.15414/JMBFS.2017/18.7.3.281-286>
- Baars J, Sonnenberg A, Mumm R, Stijger I, & Wehrens H. (2016). Metabolites Contributing to Taste in *Agaricus Bisposus*. *Plant Research Internationl*, 1 (19), 1–6.
- Baars, J. J. P. , Sonnenberg, A. S. M. , Mumm, R. , Stijger, I. , & Wehrens, H. R. M. J. (2016). *Metabolites contributing to taste in Agaricus bisporus*. [www.wageningenur.nl/en/](http://www.wageningenur.nl/en/)
- Belghit, Boumagouda, & Torchane. (2022). *Evaluation du Potentiel Biologique d'une Plante Medicinal de la Famille des Lamiacées Chez un mModel Biologique (Souris)* [Memoire de Master]. Université Larbi Tebassi.
- Bendjazia rania. (2021). *Etude de l'Effet Anti-Inflammatoire d'Une Plante Médicinale Du Genre Thymus Chez un Modèle Biologique*. [Memoire de Master ]. Université Larbi Tébessi-Tébessa.

- Bernaś, E. ,& Jaworska, G. (2016). Vitamins profile as an indicator of the quality of frozen *Agaricus bisporus* mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2016.03.002>
- Bhushan, A. ,& Kulshreshtha, M. (2018). The medicinal mushroom *Agaricus bisporus*: Review of phytopharmacology and potential role in the treatment of various diseases. *Journal of Nature and Science of Medicine*, 1 (1), 4–9. [https://doi.org/10.4103/JNSM.JNSM\\_1\\_18](https://doi.org/10.4103/JNSM.JNSM_1_18)
- Bittmann, S. (2010). Does honey have a role in paediatric wound management. *British Journal of Nursing*, 19 (15), 19–24.
- Bożena Muszyńska, Katarzyna Kała, Jacek Rojowski, Agata Grzywacz, & Włodzimierz Opoka. (2017). Composition and Biological Properties of *Agaricus bisporus* Fruiting Bodies. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 67 (3), 173–181.
- Calvo, M. S. , Mehrotra, A. , Beelman, R. B. , Nadkarni, G. , Wang, L. , Cai, W. , Goh, B. C. , Kalaras, M. D. ,& Uribarri, J. (2016). A Retrospective Study in Adults with Metabolic Syndrome: Diabetic Risk Factor Response to Daily Consumption of *Agaricus bisporus* (White Button Mushrooms). *Plant Foods for Human Nutrition*, 71 (3), 245–251. <https://doi.org/10.1007/S11130-016-0552-7/METRICS>
- Chekirou, & Zeroual. (2023). *Étude de l'activité anti-inflammatoire de l'ortie Urtica dioica L.* [Memoire du Diploma de Master 2]. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- Cultivation of *Agaricus bisporus* (2017). (Button Musheroom) and its Usages in the Biosynthesis of Nanoparticles. *Open Agriculture*, 2 (2), 537–543.
- Delgado-Povedano, M. del M. , Sánchez de Medina, V. , Bautista, J. , Priego-Capote, F. , & Luque de Castro, M. D. (2016). Tentative identification of the composition of *Agaricus bisporus* aqueous enzymatic extracts with antiviral activity against HCV: A study by liquid chromatography–tandem mass spectrometry in high resolution mode. *Journal of Functional Foods*, 24, 403–419. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2016.04.020>
- Douira, & Flita. (2022). *Evaluation de L'activité anti-inflammatoire de l'organum Floribundum et formulation d'une pommade tratante* [Memoire de Fin D'etude Master 2]. Université Blida.
- Falandysz, J. ,& Borovička, J. (2012). Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Applied Microbiology and*

- Biotechnology* 2012 97:2, 97 (2), 477–501. <https://doi.org/10.1007/S00253-012-4552-8>
- Ferhaoui. (2023). *Etude comparative de l'effet anti-inflammatoire du pollen et de la cire sur deux modèles d'inflammation induite chez des souris *Mus musculus** [Thesis]. Mentouri Frére Mentouri.
  - Flita. (2022). *Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'origanum floribundum et formulation d'une pommade traitante* [Thesis]. Université Blida.
  - Guillamón, E. , García-Lafuente, A. , Lozano, M. , Darrigo, M. , Rostagno, M. A. , Villares, A. , & Martínez, J. A. (2010). Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81 (7), 715–723. <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2010.06.005>
  - Hammond, J. B. W. (1979). Changes in composition of harvested mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Phytochemistry*, 18 (3), 415–418. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)81878-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)81878-6)
  - Heleno, S. A. , Martins, A. , Queiroz, M. J. R. P. ,& Ferreira, I. C. F. R. (2015). Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chemistry*, 173, 501–513. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.10.057>
  - Imane Mourid. (2023). *APPORTS DES CHAMPIGNONS DANS LE ReGIME ALIMENTAIRE* [These deDiplome de Docteur en Pharmacie]. Universite Mohamed de Rabat.
  - IWONA GOLAK-SIWULSKA, ALINA KAŁUŻEWICZ, SIERGIEJ WDOWIENKO, LUIZA DAWIDOWICZ, & KRZYSZTOF SOBIERALSKI. (2018). Nutritional value and health-promoting properties of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Sciendo*, 64 (1), 1–30.
  - Jayachandran, M., Xiao, J., & Xu, B. (2017). A Critical Review on Health Promoting Benefits of Edible Mushrooms through Gut Microbiota. *International Journal of Molecular Sciences* 2017, Vol. 18, Page 1934, 18(9), 1934. <https://doi.org/10.3390/IJMS18091934>
  - Khan, A. A. , Gani, A. , Shah, A. , Masoodi, F. A. , Hussain, P. R. , Wani, I. A. ,& Khanday, F. A. (2015). Effect of  $\gamma$ -irradiation on structural, functional and antioxidant properties of  $\beta$ -glucan extracted from button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 31, 123–130. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2015.05.006>

- Kim, M. ,& Onnuri, H. (2025). A Case Study on the Improvement of Inflammatory Hair Loss Using Ortho-Cellular Nutrition Therapy (OCNT). *CELLMED (셀메드)*, 15 (1), 4–4. <https://doi.org/10.5667/CellMed.spc.113>
- Kothari, D. , Patel, S. , & Kim, S. K. (2018). Anticancer and other therapeutic relevance of mushroom polysaccharides: A holistic appraisal. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 105, 377–394. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2018.05.138>
- Kumar, D. (2020). Molecular biology of acute and chronic inflammation. *Clinical Molecular Medicine: Principles and Practice*, 389–402. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809356-6.00022-8>
- Kumar, K., Mehra, R., Guiné, R. P. F., Lima, M. J., Kumar, N., Kaushik, R., Ahmed, N., Yadav, A. N., & Kumar, H. (2021). Edible Mushrooms: A Comprehensive Review on Bioactive Compounds with Health Benefits and Processing Aspects. *Foods*, 10(12), 2996. <https://doi.org/10.3390/FOODS10122996>
- Lee Js, Shin Bd, Kim Sh, LeeTs, & Jung Dc. (2013). Melanogenesis Inhibitory and Antioxidant Activities of Phellinus baumii Methanol Extract. *Korea Science*, 41 (2), 104–111.
- Liu, G. , Ye, J. , Li, W. , Zhang, J. , Wang, Q. , Zhu, X. ai, Miao, J. yin, Huang, Y. hui, Chen, Y. jiao, & Cao, Y. (2020). Extraction, structural characterization, and immunobiological activity of ABP Ia polysaccharide from *Agaricus bisporus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 975–984. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.06.204>
- Liu, J. , Jia, L. , Kan, J. , & Jin, C. hai. (2013). In vitro and in vivo antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, 51 (1), 310–316. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2012.10.014>
- Liu, Zhang, & Joo. (2017). NF- $\kappa$ B signaling in inflammation. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 2 (1), 1–9.
- McGarry, Biniecka, & Veale. (2018). Hypoxia Oxidative Stress and Inflammation. *Free Radical Biologie and Medicine*, 125 (2), 15–24.
- *Metabolites contributing to taste in Agaricus bisporus*. (n. d.). Retrieved May 20, 2025, from <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/497844?fbclid=IwY2xjawKZ0mBleHRuA2FlbQIxMABicmlk>

- ETFpVmtTVm5DRk5OYW9QWGRBAR7wy0NCwI33ltxfOnWR0NAbu2HX7vPZ  
WFLEnrtXcueplVXthSUYbEHJ2ERXog\_aem\_wWzh3HAj2iJ-lisqsw0Ijw
- Mouffouk. (2019). *Evaluation Des Activite Biologiques Et Etude De La Composition Chimique De La Pante Scabiosa Stellata L* [These De Doctorat]. Universite Mustapha Ben Boulaid.
  - Mustafa N, AAmson B, & Mohammad A. (2017). Cultivation of *Agaricus bisporus* (Button Musheroom) and its Usages in the Biosynthesis of Nanoparticles. *Open Agriculture*, 2 (2), 537–543.
  - Muszyńska, B. , Sułkowska-Ziaja, K. , & Ekiert, H. (2011). Indole compounds in fruiting bodies of some edible Basidiomycota species. *Food Chemistry*, 125 (4), 1306–1308. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.10.056>
  - Muszyńska, B. , Sułkowska-Ziaja, K. , & Ekiert, H. (2011). Indole compounds in fruiting bodies of some edible Basidiomycota species. *Food Chemistry*, 125 (4), 1306–1308. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.10.056>
  - Noack, M. ,& Kolopp-Sarda, M. -N. (2018). Cytokines et inflammation : physiologie, physiopathologie et utilisation thérapeutique. *Revue Francophone Des Laboratoires*, 2018 (499), 28–37. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(18\)30052-2](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(18)30052-2)
  - Oludem Taofiq, Sandrina A. Heleno, Ricardo C. Calhelha, Maria José Alves, Lillian Barros, Maria Filomena Barreiro, & Ana M. González-Paramás. (2016). Development of Mushroom-Based Cosmeceutical Formulations with Anti-Inflammatory, Anti-Tyrosinase, Antioxidant, and Antibacterial Properties. *MDPI*, 21 (10), 2–34.
  - Oludem Taofiq, Sandrina A. Heleno, Ricardo C. Calhelha, Maria José Alves, Lillian Barros, Maria Filomena Barreiro, & Ana M. González-Paramás. (2016). Development of Mushroom-Based Cosmeceutical Formulations with Anti-Inflammatory, Anti-Tyrosinase, Antioxidant, and Antibacterial Properties. *MDPI*, 21 (10), 2–34.
  - Ruthes, A. C. , Rattmann, Y. D. , Malquevicz-Paiva, S. M. , Carbonero, E. R. , Córdova, M. M. , Baggio, C. H. , Santos, A. R. S. , Gorin, P. A. J. , & Iacomini, M. (2013). *Agaricus bisporus* fucogalactan: Structural characterization and pharmacological approaches. *Carbohydrate Polymers*, 92 (1), 184–191. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2012.08.071>

- Ruthes, A. C. , Rattmann, Y. D. , Malquevicz-Paiva, S. M. , Carbonero, E. R. , Córdova, M. M. , Baggio, C. H. , Santos, A. R. S. , Gorin, P. A. J. , & Iacomini, M. (2013). *Agaricus bisporus* fucogalactan: Structural characterization and pharmacological approaches. *Carbohydrate Polymers*, 92 (1), 184–191. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2012.08.071>
- Shao, S. , Hernandez, M. , Kramer, J. K. G. , Rinker, D. L. ,& Tsao, R. (2010). Ergosterol profiles, fatty acid composition, and antioxidant activities of button mushrooms as affected by tissue part and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (22), 11616–11625. <https://doi.org/10.1021/JF102285B>;PAGEGROUP:STRING:PUBLICATION
- Shao, S. , Hernandez, M. , Kramer, J. K. G. , Rinker, D. L. ,& Tsao, R. (2010). Ergosterol profiles, fatty acid composition, and antioxidant activities of button mushrooms as affected by tissue part and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (22), 11616–11625. <https://doi.org/10.1021/JF102285B>;PAGEGROUP:STRING:PUBLICATION
- Smiderle, F. R. , Alquini, G. , Tadra-Sfeir, M. Z. , Iacomini, M. , Wicher, H. J. ,& Van Griensven, L. J. L. D. (2013). *Agaricus bisporus* and *Agaricus brasiliensis* (1 → 6)- $\beta$ -d-glucans show immunostimulatory activity on human THP-1 derived macrophages. *Carbohydrate Polymers*, 94 (1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2012.12.073>
- Smiderle, F. R. , Alquini, G. , Tadra-Sfeir, M. Z. , Iacomini, M. , Wicher, H. J. ,& Van Griensven, L. J. L. D. (2013). *Agaricus bisporus* and *Agaricus brasiliensis* (1 → 6)- $\beta$ -d-glucans show immunostimulatory activity on human THP-1 derived macrophages. *Carbohydrate Polymers*, 94 (1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2012.12.073>
- Soares, C. L. R. , Wilairatana, P. , Silva, L. R. , Moreira, P. S. , Vilar Barbosa, N. M. M. , da Silva, P. R. , Coutinho, H. D. M. , de Menezes, I. R. A. , & Felipe, C. F. B. (2023). Biochemical aspects of the inflammatory process: A narrative review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 168, 115764. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2023.115764>
- Taofiq, O. , González-Paramás, A. M. , Martins, A. , Barreiro, M. F. ,& Ferreira, I. C. F. R. (2016). Mushrooms extracts and compounds in cosmetics, cosmeceuticals and

- nutricosmetics—A review. *Industrial Crops and Products*, 90, 38–48. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2016.06.012>
- Tasneem, S. , Liu, B. , Li, B. , Choudhary, M. I. ,& Wang, W. (2019). Molecular pharmacology of inflammation: Medicinal plants as anti-inflammatory agents. *Pharmacological Research*, 139, 126–140. <https://doi.org/10.1016/J.PHRS.2018.11.001>
  - Trabsa. (2015). *Activité antioxydante et anti-inflammatoire des fractions des plantes médicinales :Sedum sediforme et Lycium arabicum* [Thesis]. Université Ferhat Abbas Setif 1.
  - Usman, M. , Murtaza, G. , & Ditta, A. (2021). Nutritional, Medicinal, and Cosmetic Value of Bioactive Compounds in Button Mushroom (*Agaricus bisporus*): A Review. *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 5943, 11 (13), 5943. <https://doi.org/10.3390/APP11135943>
  - Usman, M. , Murtaza, G. , & Ditta, A. (2021). Nutritional, Medicinal, and Cosmetic Value of Bioactive Compounds in Button Mushroom (*Agaricus bisporus*): A Review. *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 5943, 11 (13), 5943. <https://doi.org/10.3390/APP11135943>
  - Vetvicka, V., Vannucci, L., Sima, P., & Richter, J. (2019). Beta Glucan: Supplement or Drug? From Laboratory to Clinical Trials. *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 1251, 24(7), 1251. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24071251>
  - Volman, J. J., Ramakers, J. D., & Plat, J. (2008). Dietary modulation of immune function by  $\beta$ -glucans. *Physiology & Behavior*, 94(2), 276–284. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2007.11.045>
  - Xu, H. , Yang, Y. J. , Yang, T. , & Qian, H. Y. (2013). Statins and stem cell modulation. *Ageing Research Reviews*, 12 (1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.ARR.2012.03.006>
  - Zhao, H. , Wu, L. , Yan, G. , Chen, Y. , Zhou, M. , Wu, Y. , & Li, Y. (2021). Inflammation and tumor progression: signaling pathways and targeted intervention. *Signal Transduction and Targeted Therapy* 2021 6:1, 6 (1), 1–46. <https://doi.org/10.1038/s41392-021-00658-5>.
  - Jayachandran, M., Xiao, J., & Xu, B. (2017). A Critical Review on Health Promoting Benefits of Edible Mushrooms through Gut Microbiota. *International Journal of*

*Molecular Sciences* 2017, Vol. 18, Page 1934, 18(9), 1934.

<https://doi.org/10.3390/IJMS18091934>

- Kumar, K., Mehra, R., Guiné, R. P. F., Lima, M. J., Kumar, N., Kaushik, R., Ahmed, N., Yadav, A. N., & Kumar, H. (2021). Edible Mushrooms: A Comprehensive Review on Bioactive Compounds with Health Benefits and Processing Aspects. *Foods*, 10(12), 2996. <https://doi.org/10.3390/FOODS10122996>
- Vetzicka, V., Vannucci, L., Sima, P., & Richter, J. (2019). Beta Glucan: Supplement or Drug? From Laboratory to Clinical Trials. *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 1251, 24(7), 1251. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24071251>
- Volman, J. J., Ramakers, J. D., & Plat, J. (2008). Dietary modulation of immune function by  $\beta$ -glucans. *Physiology & Behavior*, 94(2), 276–284. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2007.11.045>

## Résumé:

Ce travail porte sur l'étude de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux *d'Agaricus bisporus* blanc chez le rat, en utilisant un modèle d'œdème à la patte induit par le formol.

L'évaluation a été réalisée *in vivo* sur des rats traités par voie orale avec l'extrait. Le pourcentage de gonflement de la patte a été mesuré à différents temps (30 à 240 minutes) et comparé à un groupe contrôle positif et un groupe traité au diclofénac.

L'extrait montre une diminution progressive et significative de l'œdème à partir de 60 minutes. À 240 minutes, l'effet devient comparable à celui du diclofénac, indiquant une activité anti-inflammatoire temps-dépendante.

L'extrait *d'Agaricus bisporus* présente un potentiel anti-inflammatoire notable, attribuable à ses constituants bioactifs comme les  $\beta$ -glucanes et les antioxydants. Il pourrait constituer une alternative naturelle prometteuse.

**Mots-clés :** *Agaricus bisporus*, activité anti-inflammatoire, œdème, formol, rats,  $\beta$ -glucanes.

## Summary

This study investigates the anti-inflammatory activity of the powder of white *Agaricus bisporus* in rats using a formalin-induced paw edema model.

*In vivo* testing was performed by orally administering *Agaricus bisporus* powder to rats. Paw swelling percentage was measured at various time points (30 to 240 min) and compared with a control and a diclofenac-treated groups.

The extract showed a progressive and significant reduction in paw swelling starting at 60 minutes. At 240 minutes, the effect was comparable to that of diclofenac, indicating a time-dependent anti-inflammatory activity.

*Agaricus bisporus* extract demonstrated promising anti-inflammatory potential, likely due to its bioactive compounds such as  $\beta$ -glucans and antioxidants. It may represent a natural therapeutic alternative.

**Keywords:** *Agaricus bisporus*, anti-inflammatory activity, edema, formalin test.

## الملخص:

يتناول هذا البحث دراسة الفعالية المضادة للالتهاب لمستخلص الفطر الأبيض في نموذج وذمة مخبلية محثوّة بالفورمول عند الجرذان.

تم إجراء الاختبارات في الجسم الحي عن طريق إعطاء المستخلص فموياً، وتم قياس نسبة انتفاخ الأرجل في فترات زمنية مختلفة (من 30 إلى 240 دقيقة) ومقارنتها مع مجموعة ضابطة ومجموعة معالجة بالديكلوفيناك.

أظهر المستخلص انخفاضاً تدريجياً وملحوظاً في الانفاخ بدءاً من الدقيقة 60، وعند الدقيقة 240، أصبح التأثير مماثلاً لتأثير الديكلوفيناك، مما يشير إلى نشاط مضاد للالتهاب مرتبط بالزمن.

أظهر مستخلص الفطر الأبيض فعالية واعدة كمضاد طبيعي للالتهاب، ويرجع ذلك على الأرجح إلى مكوناته النشطة مثل البيتا-جلوكان ومضادات الأكسدة. يمكن أن يشكل بديلاً طبيعياً واعداً.

**الكلمات المفتاحية:** الفطر الأبيض، مضاد التهاب، وذمة، فورمول، جرذان، بيتا-جلوكان.

<b>Année universitaire :</b> 2024-2025	<b>Présenté par :</b> ABED Amel AIMOUR Nour el houda
<b>Evaluation de l'activité anti-inflammatoire du champignon comestible <i>Agaricus bisporus</i></b>	
<b>Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Immunologie Moléculaire et Célulaire</b>	
<b>Résumé:</b>	
<p>Ce travail porte sur l'étude de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux <i>d'Agaricus bisporus</i> blanc chez le rat, en utilisant un modèle d'œdème à la patte induit par le formol.</p>	
<p>L'évaluation a été réalisée <i>in vivo</i> sur des rats traités par voie orale avec l'extrait. Le pourcentage de gonflement de la patte a été mesuré à différents temps (30 à 240 minutes) et comparé à un groupe contrôle et un groupe traité au diclofénac.</p>	
<p>L'extrait montre une diminution progressive et significative de l'œdème à partir de 60 minutes. À 240 minutes, l'effet devient comparable à celui du diclofénac, indiquant une activité anti-inflammatoire temps-dépendante.</p>	
<p>L'extrait <i>d'Agaricus bisporus</i> présente un potentiel anti-inflammatoire notable, attribuable à ses constituants bioactifs comme les <math>\beta</math>-glucanes et les antioxydants. Il pourrait constituer une alternative naturelle prometteuse.</p>	
<b>Mots-clés :</b> <i>Agaricus bisporus</i> , activité anti-inflammatoire, œdème, formol, rats, $\beta$ -glucanes.	
<b>Laboratoires de recherche :</b> Animalerie de l'Université de Constantine 1 Frères Mentouri).	
<b>Président du jury:</b> Dr AGGOUN Cherifa (MCB- Université Frères Mentouri Constantine 1).	
<b>Encadrant :</b> MOKHTARI Mohamed Badreddine (MCB- Université Frères Mentouri Constantine 1).	
<b>Examinateur(s):</b> RAHMOUNE Houria (MAA- Université Frères Mentouri Constantine 1).	