الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université **S**étif **1** – **F**erhat **A**bbas

Faculté des **S**ciences de la **N**ature et de la **V**ie



جامعـــة فرحات عباس
سطيـــف 1

كليـة علوم الطبيعة والحياة

Département de microbiologie

N°……./SNV /2026

MÉMOIRE

Présenté par

Guerchouche Ikram
Rouabah Khalida
Souayeh Nourhene

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biologie
Spécialité : Microbiologie appliquée

Thème

Les métabolites secondaires d'Aspergillus niger et leurs intérêts biotechnologiques.

Devant les jurys :

Présidente	Merouani Nawal	MCA. UFA Sétif 1
Promotrice	Menazel Souad	MAA. UFA Sétif 1
Examinatrice	Righi Souad	MAA. UFA Sétif 1

Année universitaire : 2025 /2026

Résumé

Aspergillus niger est un champignon filamenteux utilisé en biotechnologie pour la production de molécules d'intérêt industriel, notamment des enzymes, des acides organiques et des métabolites secondaires. Cette étude a pour objectif de mettre en évidence les métabolites secondaires produits par *A. niger* et leurs intérêts biotechnologiques. Cette étude aborde les caractéristiques morphologiques, physiologiques et taxonomiques de ce champignon, ainsi que son cycle de vie et ses conditions de culture. Elle souligne également l'importance de l'identification précise des souches afin de limiter la production de métabolites toxiques, notamment l'ochratoxine A. Elle traite également des principaux facteurs influençant la production des métabolites secondaires, tels que le pH, la température, l'oxygénation, ainsi que les sources de carbone et d'azote. Les techniques d'extraction et d'identification de ces composés sont aussi présentées. Les principaux métabolites secondaires produits par *A. niger* sont les polykétides, les pyranones, les alcaloïdes, les pigments et certains peptides cycliques. Ils présentent des activités biologiques telles que des effets antimicrobiens, antioxydants et anticancéreux. Ainsi, ce travail souligne l'intérêt biotechnologique de *A. niger* ainsi que les limites de son exploitation.

Mots-clés : *Aspergillus niger*, Biotechnologie, Fermentation, Métabolites secondaires

Table des matières

Remerciements ii
Dédicace iii
Liste des figures ix
Liste des tableaux xi
Liste des abréviations xii
INTRODUCTION GENERALE 1
Chapitre I: Généralités sur *Aspergillus niger* 3
1.1. Pathogénicité 4
1.2. Classification et taxonomie 4
1.2.1. Taxonomie moderne et phylogénie 5
1.3. Importance de la bonne identification 6
1.4. Morphologie et cycle de vie 6
1.4.1 Morphologie macroscopique 6
1.4.2. Morphologie microscopique 7
1.4.3. Cycle de vie 8
1.4.4. Conditions de croissance et culture en laboratoire 9
1.4.5. Habitat naturel et écologie 11
1.5. Importances d'*A. niger* 11
1.5.1. Importance industrielle 11
1.5.2. Enzymes produites 11
Chapitre II : Principaux métabolites d'*Aspergillus niger* 12
2.1. Métabolites primaires et secondaires 13
2.1.**1**. La production de métabolites primaires 13
2.2. Principaux métabolites secondaires produits par *A. niger* 15
2.2.1. Polykétides 15
2.2.2. Alcaloïdes et peptides cycliques 16
2.2.3. Pyranones et dérivés 17
2.2.4. Métabolites dérivés du citrate 17
2.2.5. Mycotoxines 18
2.2.6. Mélanines et pigments 18
2.2.7. Autres composés 19
2.3. Facteurs influençant la production des métabolites secondaires 19
2.3.1. Conditions physico-chimiques 19
2.3.2. Nature du substrat et nutrition 20

2.3.3. Facteurs biologiques 21
2.4. Extraction et identification 22
2.4.1. Extraction 23
2.4.2. Identification 24
Chapitre III: Intérêts biotechnologiques des métabolites secondaires *d'Aspergillus niger* 26
3.1. Applications industrielles 27
3.1.1. Pigments naturels (polykétides : naphtho-γ-pyrones) 27
3.1.2. Composés bioactifs (malformines) 27
3.1.3. Acide kojique (pyranones) 27
3.1.4. Molécules plateformes pour la chimie verte 27
3.1.5. Biomatériaux protecteurs (DHN-mélanine) 28
3.1.6. Enjeux de sécurité (ochratoxine A) 28
3.2. Applications pharmaceutiques 28
3.2.1. Activité antimicrobienne 28
3.2.2. Activité anticancéreuse 29
3.2.3. Diversité chimique et potentiel thérapeutique 30
3.3. Applications environnementales 30
3.3.1. Biodégradation de polluants organiques 31
3.3.2. Bio-traitement des déchets par fermentation solide 31
3.3.3. Biorestauration de sols et effluents 31
3.4. Aspects de sécurité et réglementation 32
3.5. Avantages et limites de l'utilisation d'*A. niger* 33
3.5.1. Avantages de l'utilisation d'*A. niger* 33
3.5.2. Limites de l'utilisation d'*A. niger* 33
CONCLUSION GENERALE 36
Références 38

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La recherche de nouvelles molécules bioactives d'origine microbienne constitue aujourd'hui un enjeu majeur en biotechnologie, en raison de la demande croissante en composés utilisés dans les domaines pharmaceutique, agroalimentaire et environnemental. Dans ce contexte, les champignons filamenteux représentent une source particulièrement riche et diversifiée de biomolécules, grâce à leur métabolisme complexe et à leur capacité à se développer sur une large variété de substrats (Demain & Fang, 2000).

Parmi les espèces fongiques d'intérêt industriel, *Aspergillus niger* se distingue par sa capacité remarquable à produire des enzymes, des acides organiques et divers métabolites d'intérêt biotechnologique. Cette espèce est largement exploitée pour la production d'acide citrique et d'enzymes hydrolytiques (amylases, pectinases, cellulases), grâce à sa robustesse physiologique, sa croissance rapide, sa facilité de culture et son statut généralement reconnu comme sûr (GRAS : Generally Recognized As Safe). De plus, comparée à d'autres espèces fongiques, *A. niger* présente une grande diversité métabolique ainsi qu'un potentiel génétique important, ce qui justifie son utilisation comme organisme modèle en biotechnologie.

Cependant, malgré ce potentiel considérable, l'exploitation des métabolites secondaires d'*A. niger* présente plusieurs défis majeurs. En effet, leur production dépend de plusieurs facteurs biologiques et environnementaux, ce qui rend leur exploitation parfois complexe. Par ailleurs, certaines souches peuvent produire des métabolites toxiques, tels que l'ochratoxine A, posant ainsi des problèmes de sécurité sanitaire et de conformité réglementaire. Dès lors, une question centrale se pose :

Quels sont les principaux métabolites secondaires produits par *A. niger* et quels sont leurs intérêts biotechnologiques ?

Dans ce cadre, le présent travail a pour objectif de proposer une synthèse des connaissances actuelles relatives à *A. niger* en tant que producteur de métabolites secondaires, en mettant l'accent sur ses caractéristiques générales et son importance en biotechnologie, la diversité des métabolites produits, leurs voies générales de biosynthèse ainsi que les facteurs influençant leur production. Ce travail aborde également leurs principales applications biotechnologiques, ainsi que les enjeux et limites liés à leur exploitation. Ainsi, cette étude vise à mieux comprendre le

potentiel biotechnologique d'*A. niger* à travers l'analyse de ses métabolites secondaires, de leurs applications et des limites associées à leur utilisation dans les domaines industriel, pharmaceutique et environnemental.