



N° d'ordre :

N° de série :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم الفلاحة

Département d'agronomie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences Agronomiques.

Spécialité : Production végétale

THEME

**Isolement et identification des champignons Contaminants
des arachides vendues dans la région d'El Oued (Algérie)**

Présenté par:

MEGDOUD Bouthaina

LA GGOUNE Hafssia

Membres du jury

Président : SHEIKHA Maria

Examineur: ALIA Zaid

Promotrice: P^r HADEF Leila

Université

Echahid Hamma Lakhdar- El Oued

Echahid Hamma Lakhdar-El Oued

Echahid Hamma Lakhdar-El Oued

-Année universitaire 2025/2026



بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله الذي وفقني وأعانني على إتمام هذا العمل المتواضع، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

أبدي هذا العمل المتواضع إلى أغلى ما أملك في هذه الحياة، إلى من كان دعائهما سر نجاحي وتوفيقي، إلى من حرصا في نفسي حب العلم والاجتهاد، إلى والدي العزيزين، حفظهما الله وأدامهما تاجا فوق رأسي، عرفه أن ابني بجميلا وصيرما وتضحياتهما الكبيرة من أجل أن أصل إلى هذه المرحلة، فمما كتبت من كلمات فدا لن أوفيهما حقهما. وإلى جدتي وجدتي، حفظهما الله، اللذين غمراني بالمحبة والدعاء وكانا سندا لي في مسيرتي. وإلى إخوتي وأخواتي الأعزاء الذين كانوا دائما مصدر دعم ومحبة وتشجيع، وشاركوا معي لحظات التعب والفرح طوال مسيرتي الدراسية.

وإلى جميع أفراد عائلتي الكريمة، صغيرهم وكبيرهم، الذين أحاطوني بالدعاء والمساندة المعنوية. وإلى أستاذتي المشرفة التي لم تبخل عليّ بالنصائح العلمية والتوجيهات القيمة، وكانك خير سند خلال إنجاز هذا العمل، مع خالص التقدير والاحترام.

وإلى جميع أستاذتي الأفاضل الذين أناروا طريقي بالعلم والمعرفة وكان لهم الفضل بعد الله فيما وصلت إليه اليوم، إلى صديقائي وزميلاتي: كنزة التي سارت معني في هذه المذكرة خطوة بخطوة وإلى غفران، عزة، جمانة، زبراء، وميساء، غفران، اللواتي كنّ لي سندا ودعما وتشجيعا في مختلف مراحل الدراسة.

وإلى الغالية صديقتي وحبيبتي ورفيقة عمري بنبة خالتج نسرين التي كانت لي خير سند. وإلى كل طالب علم يسعى لتحقيق أحلامه رغم الصعوبات، وإلى كل من يؤمن بأن النجاح ثمرة الصبر والاجتهاد وفي الختام، أسأل الله عز وجل أن يجعل هذا العمل خالصا لوجوه الكريم، وأن ينفع به، وأن يوفقني في مسيرتي العلمية والعملية القادمة، وأن يجزي كل من ساهم في هذا الإنجاز خير الجزاء.



آن الألوان لي أن أخون فخرا

الحمد لله حبا وامتنانا ، الحمد لله الذي بفضل ادركت اسمي الغاية نلتها ومانعت اليوم مجدا عظيما -
أتوجو بكل مشاعري الصادقة وابدئ تخرجي وفرحتي الى من كانت خطواتي تعباً ليكون طريقتي سبلا -
أبي

تخرجي هذا لك ، لأنك كنت الأمان في خوفي والدافع في ضعفي ، والقُدوة في كل خطوة
الى من كانت دعواتي تسبقني في كل طريق - أمي

فبعد توفيق الله كانت سجادتك وكفوفك المرفوعة سر هذا الإنجاز

الى اخوتي الغالين الى من حبيب يعلو فوق كل حبه الى نوري المضاء الذي لا ينطفئ اتمنى انا أراكم في أعلى المراتب -
الى أصدقائي وخالتي وزوجتي وعمامي وخالتي شكرا على حسن مرافقتكم لي طوال هذا المشوار وعلى كل لحظة كنتم -
سند لي

الى كل من ساهم في نجاحي من قريب أو بعيد في وصولي الى حلمي ابيكم هذا التخرج بكل فخر وامتنان -

Remerciements

Toutes nos reconnaissances et remerciements vont au Pr. HADEFL., Professeur à l'université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued, non seulement pour ses participations actives à la réalisation de ce mémoire, mais aussi pour, sa patience, sa compréhension et ses précieux conseils et orientations qui nous ont beaucoup aidés.

Nos vifs remerciements vont également àMaitre de conférences à l'université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued, pour avoir accepté de présider mon jury de mémoire.

Nos sincères remerciements vont également àMaitre assistant à l'université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued, pour avoir accepté d'examiner et participer à mon jury de mémoire.

Nous souhaiterons également remercier nos professeurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Partiebibliographique

Chapitre I : Généralités sur les fruits secs

I.1. Historique.....	03
I.2. Définition de l'arachide.....	03
I.3. Classification.....	03
I.4. Description morphologique de (Arachishypogaea).....	04
I.5. Conditions de culture de l'arachide (Arachishypogaea L.).....	05
I.5.1. Conditions climatiques de culture.....	05
I.5.2. Exigences édaphiques (sols).....	06
I.5.3. Besoins en eau et gestion hydrique.....	06
I.5.4. Itinéraire technique et pratiques culturales.....	06
I.5.5. Nutrition minérale et fixation de l'azote.....	07
I.5.6. Contraintes biotiques et abiotiques.....	07
I.6.Composition.....	08
I.7. Stockage	09
I.7.1 Conditions optimales de stockage des arachides.....	09
I.7.2Types de stockage.....	10
I. a. Stockage en magasin.....	10
I. b. Stockage en silo.....	11
I.c. Stockage sous vide.....	11
I.7.3. Facteurs influençantle stockage des arachides.....	11
I. 7.3.1.Humidité.....	11
I. 7.3.2. Température.....	11
I. 7.3.3. Ventilation.....	11
I. 7.3.4. Durée de stockage.....	11
I.7.3.5. Infestation par les insectes.....	12

I.7 .3.6. Conditions de séchage avant stockage.....	12
---	----

Chapitre II :Généralités sur Les champignons de stockage

II.1. 1. Définition des champignons.....	13
II. 2. Caractéristiques des champignons microscopiques.....	13
II.3.Les champignons de stockage.....	13
II. 3.1. Définition.....	13
II. 3.2. Le genre Aspergillus.....	13
II.3.3. Le genre Penicillium(Résumé).....	14
II. 3.4. Le genre Fusarium.....	15
II. 3.5. Le genre Alternaria.....	16
II. 3.6.Le genre Mucor.....	17
II. 3.7.Le genre Rhizopus.....	18
II. 3.8.Le genre Curvularia.....	19
II. 4.Relation avec les denrées alimentaires stockées.....	20
II. 4.1. Sources de contamination de l'arachide par les champignons.....	20
II. 4.1.1. Pendant le transport.....	20
II. 4.1.2. Pendant le stockage.....	20
II. 4.1.3. Pendant l'exposition sur les marchés.....	20
II. 5. Facteurs influençant la croissance des champignons.....	20
II. 5.1 Température.....	20
II. 5.2.Humidité.....	20
II. 5.3. Durée de stockage.....	20
II. 5.4.Ventilation.....	21
II. 6. Effets des champignons sur la qualité de l'arachide.....	21
II. 6.1.Modification de la couleur et de l'odeur.....	21
II. 6.2. Diminution de la qualité nutritionnelle.....	21
II. 6.3. Mycotoxines dans les aliments.....	21

Partie pratique

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I. 1.Objectif.....	23
--------------------	----

I.2. Matériel.....	22
I. 2.1. Matériel végétal.....	22
I. 2.2. Matériel de laboratoire.....	22
I. 3. Méthode.....	23
I. 3.1. Désinfection des fruits secs.....	23
I. 3.2. Préparation du milieu Sabouraud Dextrose Agar (SDA).....	24
I.3.2.1. Matériel et réactifs.....	24
I. 3.2.2. Méthode de préparation.....	25
I.1. Pesée du milieu.....	25
I. 2. Dissolution.....	25
I. 3. Chauffage.....	25
I. 4. Stérilisation.....	25
I.3.3. Isolement des champignons.....	26
I. 3.3.1. Méthode directe d'Ulster.....	26
I. 3.3.2. Méthode indirecte par dilution.....	27
I. 3.3.3. Purification.....	28
I. 3.3.4. Identification des isolats fongiques.....	29
I.3.3.4.1. Identification macroscopique.....	29
I.3.3.4.2. Identification microscopique.....	29
I.a. Méthode du ruban adhésif.....	29
I.b. Méthode au bleu coton lactophénolé.....	29

Chapitre II : Résultats et discussion

II. 1. Résultats.....	31
II.1.1. Méthode directe.....	31
II. 1.2. Méthode indirecte.....	31
II. 1.3. Résultats d'isolement.....	31
II. 1.3.1. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des souches isolées.....	31
II. 1.3.1.1. Première souche isolée.....	31
II.1.3.1.2. Deuxième souche isolée.....	32
II. 1.3.1.3. Troisième souche isolée.....	33
II.1.3.1.4. Quatrième souche isolée.....	34
II.1.3.1.5. Cinquième souche isolée.....	35

II. 1.4. Résultatsd'identification.....	36
II.2. Discussion.....	37
Conclusion générale.....	41
Référencesbibliographiques.....	43

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 01	Classification de l'arachide.....	6
Tableau 02	Composition nutritionnelle de l'arachide (pour 100 g)avec la possibilité de légères variations selon la variété et les conditions de production.....	8
Tableau 03	Matériel de laboratoire.....	24

Liste des figures

Figure 01	Représentation d'une plante d'arachide	05
Figure 02	Principaux caractères morphologiques des <i>Aspergillus</i>	14
Figure 03	Observation microscopique d'une <i>Aspergillus</i>	14
Figure 04	Caractères morphologiques du genre <i>Penicillium</i>	15
Figure 05	Observation microscopique d'un <i>Penicillium</i>	15
Figure 06	Caractères morphologiques du <i>Fusarium</i>	16
Figure 07	Observation microscopique du genre <i>Fusarium</i>	16
Figure 08	Observation microscopique du genre <i>Fusarium</i>	17
Figure 09	Observation microscopique du genre <i>Mucor</i>	18
Figure 10	Observation microscopique du genre <i>Rhizopus</i>	18
Figure 11	Observation microscopique du genre <i>Curvularia</i>	19
Figure 12	Matériel végétal utilisé	22

Figure 13	Désinfection et séchage des graines et des coques	24
Figure 14	Étapes de préparation du milieu de culture	26
Figure 15	Ensemencement des graines et des coques d'arachide sur milieu de culture	27
Figure 16	Différentes étapes de la méthode indirecte	28
Figure 17	Purification des colonies obtenues	28
Figure 18	Aspect macroscopique de la première souche isolée sur milieu Sabouraud	32
Figure 19	Observation microscopique de la première souche isolée Grossissement x 40	32
Figure 20	Aspect macroscopique de la deuxième souche isolée sur milieu Sabouraud	33
Figure21	Observation microscopique de la deuxième souche isolée, Grossissement x 40	33
Figure 22	Aspect des colonies de la troisième souche isolée sur milieu Sabouraud	34
Figure 23	Aspect microscopique de la troisième souche isolée au grossissement ×40	34
Figure 24	Aspect des colonies de la quatrième souche isolée sur milieu Sabouraud.	35
Figure25	Aspect microscopique de la quatrième souche isoléeau grossissement ×40	35
Figure26	Aspect macroscopique de la cinquième souche isolée sur Sabouraud	36
Figure27	Observation microscopique de la cinquième souche isolée Grossissement x 40	36

Liste des abbreviations

AGPI	Acides Gras Poly-Insaturés
AGS	Acides Gras Saturés
CHO	Glucides (de l'anglais Carbohydrates)
Fibre	Fibresalimentaires
K	Potassium
Ca	Calcium
Mg	Magnésium
Na	Sodium
P	Phosphore
NCBI	Centre national d'information sur la biotechnologie
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FAO	Centre international de développement des engrais
IFDC	Département de l'Agriculture des États-Unis
USDA	Centre national d'information sur la biotechnologie

Introduction générale

Introduction Générale

L'arachide est une culture oléagineuse d'une grande importance économique et nutritionnelle dans les régions tropicales et subtropicales. Elle constitue une source essentielle de protéines, de lipides et de vitamines pour les populations humaines et animales. Toutefois, durant les phases de récolte et de stockage, les graines d'arachide peuvent être contaminées par plusieurs microorganismes, notamment des champignons microscopiques responsables de détériorations qualitatives et quantitatives des stocks (Bankole et Adebajo, 2003).

Les champignons de stockage appartiennent principalement aux genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*. Ces microorganismes se développent facilement dans des conditions favorables de température et d'humidité élevées, provoquant ainsi des pertes importantes de qualité sanitaire et commerciale des graines (Pitt et Hocking, 2009). Parmi eux, *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* sont particulièrement redoutés en raison de leur capacité à produire des aflatoxines, substances toxiques et cancérigènes dangereuses pour la santé humaine et animale (Klich, 2007).

Selon la FAO, environ 25 % des produits agricoles mondiaux sont contaminés par des mycotoxines au cours du stockage, ce qui constitue un problème majeur de sécurité alimentaire (FAO, 2001). La maîtrise de ces contaminations nécessite une bonne connaissance de la flore fongique associée aux graines stockées.

Malgré les efforts déployés pour contrôler la contamination fongique, les champignons producteurs de toxines sont présents partout dans la nature et peuvent contaminer un large éventail de produits agricoles en raison d'infections survenant avant et après la récolte, lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables (Hajjar et *al.*, 2009). À l'heure actuelle, la prévention de la contamination

fongique des denrées alimentaires, en particulier des fruits secs est devenue une question majeure de santé publique (Wagil et *al.*, 2011).

L'isolement et l'identification des champignons de stockage représentent donc des étapes essentielles pour évaluer la qualité microbiologique des arachides et prévenir les risques liés aux mycotoxines.

Dans ce contexte, le présent travail a pour objectif d'isoler et d'identifier les champignons associés au stockage des graines d'arachide afin de déterminer les *Introduction générale*

principales espèces contaminantes et d'évaluer leur impact potentiel sur la qualité et la conservation des graines.

De ce fait, ce travail est divisé en deux parties : Une partie bibliographique exposant des généralités sur les arachides et les champignons de stockage.

La deuxième partie est dédiée au travail expérimental. Elle présente les différentes techniques employées, puis expose, compare et analyse les résultats obtenus.

Partie bibliographique

Chapitre I

Généralités sur les arachides

CHAPITRE I Généralités sur les arachides

1. Historique :

L'origine de l'arachide remonte à l'Amérique du Sud, notamment au Brésil, à la Bolivie et au Paraguay, où elle était cultivée depuis des milliers d'années avant sa diffusion vers l'Afrique et l'Asie à travers les échanges commerciaux et la colonisation.

Cette plante se caractérise par sa capacité à s'adapter aux régions chaudes et semiarides. Elle possède également une grande importance nutritionnelle et économique grâce à sa richesse en protéines, en huiles insaturées, en vitamines et en minéraux.

L'arachide est utilisée dans l'alimentation humaine, la production d'huile, l'alimentation animale ainsi que dans diverses industries tolérante aux contraintes environnementales et aux changem

ents climatiques (Gelaye et Luo, 2024).

2.Définition de l'arachide

L'arachide (*Arachishypogaea*) est une plante herbacée annuelle appartenant à la famille des légumineuses (*Fabaceae*). Elle se caractérise par un phénomène géocarpique particulier, où les fruits se développent sous terre après la fécondation : les fleurs apparaissent au-dessus du sol, puis les gynophores s'allongent et pénètrent dans le sol pour former des gousses contenant des graines riches en huile et en protéines. L'arachide constitue une culture oléagineuse et alimentaire majeure à l'échelle mondiale, jouant également un rôle agronomique important dans l'amélioration de la fertilité des sols grâce à sa capacité de fixation biologique de l'azote en symbiose avec des bactéries rhizobiennes (FAO, 2010).

3.Classification

L'arachide est une plante légumineuse dont le nom scientifique est *Arachishypogaea*, leur classification est illustrée dans le tableau 01.

Tableau 01. Classification de l'arachide (*Arachishypogaea*)(PubChemDatabase, 2026).

Rang taxonomique	Classification
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae (Légumineuses)
Sous-famille	Faboideae
Genre	Arachis
Espèce	<i>Arachishypogae</i>

4. Description morphologique (Arachishypogaea)

L'arachide (*Arachishypogaea* L.) est une plante herbacée annuelle appartenant à la famille des Fabaceae (Gregory et al., 1973). Elle présente un port dressé ou rampant selon les variétés, avec une hauteur variant généralement entre 30 et 70 cm. La tige est ramifiée, pubescente et possède une croissance érigée ou semi-rampante. Son système racinaire est pivotant et bien développé, portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote du genre *Rhizobium*, permettant l'enrichissement du sol en azote (FAO, 2026).

Les feuilles de l'arachide sont alternes et composées de quatre folioles disposées en deux paires opposées. Les folioles, de forme obovale à elliptique, mesurent généralement entre 1 et 7 cm de longueur et présentent parfois une légère pubescence sur leur face inférieure. Elles sont portées par un pétiole relativement long (1,5 à 7 cm) muni de stipules linéaires-lancéolées à sa base. Cette organisation foliaire constitue un caractère morphologique important pour l'identification de *Arachishypogaea* L. (Kew Science, 2026).

Les fleurs sont petites, jaunes à jaune orangé, et typiques des Papilionacées. Elles apparaissent à l'aisselle des feuilles. La floraison est principalement autogame, bien qu'une

faible pollinisation croisée puisse se produire. Après la fécondation, l'ovaire se transforme en gynophore, une structure allongée qui s'oriente vers le sol puis y pénètre. Ce phénomène particulier, appelé géocarpie, constitue une caractéristique distinctive de l'arachide (Gregory et al., 1973).

Le fruit est une gousse indéhiscence qui se développe sous terre. Les gousses sont oblongues ou cylindriques, avec une coque réticulée contenant généralement une à quatre graines. Les graines, appelées cacahuètes, sont recouvertes d'un tégument mince dont la couleur varie selon les cultivars (rouge, rose, beige ou brun). Elles sont riches en huile et en protéines, ce qui confère à cette culture une grande importance nutritionnelle et économique (NCBI, 2026).



Figure 01. Représentation d'une plante d'arachide (Al-Hamdani, 2011)

5. Conditions de culture de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.)

5.1. Conditions climatiques de culture

L'arachide est une plante thermophile qui exige des conditions climatiques chaudes pour assurer une bonne croissance végétative et reproductive. La température optimale de développement se situe entre **25 et 30 °C**, tandis que la croissance est fortement ralentie en dessous de 15 °C (InfonetBiovision, 2024).

Les températures basses peuvent affecter la germination, la floraison et le remplissage des gousses. Le gel est totalement destructeur pour la culture. La culture nécessite également une saison chaude suffisamment longue, généralement comprise entre 90 et 150 jours selon les variétés (Cabreira et al., 2021).

Une bonne insolation est essentielle, car la lumière influence directement la floraison et la formation des gousses.

Dans les régions arides et semi-arides, comme le sud de l'Algérie, la culture est possible grâce à une forte disponibilité en lumière mais nécessite une irrigation adaptée (Attab et *al.*, 2018).

5.2. Exigences édaphiques (sols)

L'arachide préfère des sols légers, meubles et bien drainés. Les sols sableux ou sablolimoneux sont les plus favorables, car ils facilitent la pénétration des gynophores et le développement des gousses sous terre.

Le pH optimal du sol est compris entre 5,5 et 6,5, bien que la plante puisse tolérer des sols légèrement alcalins dans certaines conditions (InfonetBiovision, 2024). Les sols lourds, argileux ou mal drainés sont défavorables car ils provoquent des déformations des gousses et favorisent les maladies fongiques.

Les études montrent que la structure du sol est un facteur déterminant du rendement, car l'arachide est une culture géocarpique dont les fruits se développent sous terre (Gelaye&Luo, 2024).

5.3. Besoins en eau et gestion hydrique

L'arachide présente une certaine tolérance à la sécheresse, mais sa productivité dépend fortement de la disponibilité en eau. Les besoins hydriques moyens sont estimés entre 500 et 600 mm bien répartis sur le cycle cultural (InfonetBiovision, 2024).

Le stress hydrique est particulièrement critique pendant les phases de floraison et de formation des gousses, entraînant une réduction significative du rendement et de la qualité des graines (Alleidi, 2014). À l'inverse, un excès d'eau peut provoquer l'asphyxie racinaire et favoriser les maladies fongiques.

Dans les zones sahariennes, l'irrigation devient donc une pratique indispensable pour stabiliser la production (Attab et *al.*, 2018).

5.4. Itinéraire technique et pratiques culturales

La réussite de la culture de l'arachide dépend fortement des techniques culturales utilisées. Le semis est généralement effectué directement au champ, à une profondeur de 5 à 8 cm, afin de favoriser une bonne germination.

La densité recommandée varie entre 200 000 et 250 000 plants par hectare selon les variétés et les conditions écologiques (IFDC, 2019). Une bonne préparation du sol est essentielle pour assurer une levée homogène. La rotation culturale avec des céréales est fortement recommandée pour réduire les risques phytosanitaires et améliorer la fertilité des sols.

L'arachide joue également un rôle important dans l'amélioration des sols grâce à sa capacité de fixation biologique de l'azote via la symbiose avec les bactéries du genre *Rhizobium* (Cabreira et *al.*, 2021).

5.5. Nutrition minérale et fixation de l'azote

L'arachide est une légumineuse fixatrice d'azote atmosphérique, ce qui réduit considérablement ses besoins en engrais azotés. Cette symbiose permet une amélioration naturelle de la fertilité du sol (Gelaye et Luo, 2024).

Cependant, des apports en phosphore, calcium et potassium sont souvent nécessaires pour optimiser le rendement. Le calcium est particulièrement important pour le développement des gousses. La fixation biologique de l'azote contribue non seulement à la nutrition de la plante mais aussi à la durabilité des systèmes agricoles (Gelaye et Luo, 2024).

5.6. Contraintes biotiques et abiotiques

La culture de l'arachide est soumise à plusieurs contraintes :

- Maladies fongiques (ex. *Aspergillus* responsable des aflatoxines)
- Cercosporiose et rouille
- Ravageurs du sol et des feuilles
- Stress hydrique et salin

Les stress abiotiques, notamment la sécheresse et la salinité, influencent fortement la croissance, la nodulation et le rendement (Attab et *al.*, 2018). Les maladies fongiques

constituent également un problème majeur en post-récolte, affectant la qualité sanitaire des graines.

6. Composition

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est une graine oléagineuse caractérisée par une richesse importante en lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux. Sa composition chimique varie selon la variété, les conditions de culture et les méthodes de conservation (FAO, 2026). Les graines d'arachide contiennent généralement entre 45 et 55 % d'huile, ce qui en fait une source importante de matière grasse végétale. Cette huile est principalement composée d'acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique, reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire (Savage et Keenan, 1994). La teneur en protéines varie entre 20 et 30 %. Les protéines de l'arachide sont riches en arginine et en acides aminés essentiels, ce qui confère à cette légumineuse une valeur nutritionnelle élevée. Cependant, elles sont relativement pauvres en méthionine (Asibuo et al., 2008). L'arachide constitue également une bonne source de glucides, représentant environ 10 à 20 % de la composition totale de la graine. Elle contient aussi des fibres alimentaires importantes pour le fonctionnement digestif (USDA, 2026). Sur le plan vitaminique, les graines sont riches en vitamine E (tocophérol), vitamines du groupe B, notamment la niacine (B3), la thiamine (B1) et l'acide folique. Elles apportent également plusieurs minéraux essentiels tels que le calcium, le phosphore, le potassium, le magnésium, le zinc et le fer (USDA, 2026). L'arachide renferme enfin des composés bioactifs, notamment des polyphénols, des phytostérols et du resvératrol, qui possèdent des propriétés antioxydantes contribuant à la prévention du stress oxydatif et de certaines maladies chroniques (Francisco et Resurreccion, 2008). La composition nutritionnelle de l'arachide est illustré dans le tableau 02;

Tableau 02. Composition nutritionnelle de l’arachide (pour 100 g) avec la possibilité de légères variations selon la variété et les conditions de production (Souza et *al.*, 2015).

Nutriment	Valeur
Protéine	25,8
Matièregraisse	49,2
Eau	6,5
AGMI	6,3
AGPI	24,4
AGS	15,6
CHO	16,1
Fibre	8,5
K	705
Ca	92
Mg	168
Na	18
P	376
β-carotène	0
α-carotène	0
Vitamin E	8,3

7. Stockage

Le stockage des graines répond à trois ordres soit pour constituer une réserve de nourriture, soit pour faire le commerce, soit pour garder les semences pour la campagne suivante. Le stockage s'effectue, en conséquence, chez le producteur, le commerçant, l'industriel, ou l'exportateur et, à tous ces niveaux, la détérioration des produits stockés dépendra des méthodes utilisées qui se distinguent en méthodes traditionnelles ou en méthodes modernes (Hall, 1971).

7.1. Conditions optimales de stockage des arachides

- ✓ Réduire la teneur en humidité des arachides à environ $\leq 8-10$ % avant le stockage afin de limiter le développement des moisissures.

- ✓ Maintenir une température basse (idéalement inférieure à 10–15 °C) pour ralentir les activités biologiques et microbiennes.
- ✓ Contrôler l'humidité relative de l'air à un niveau inférieur à 65–70 % afin d'éviter l'absorption d'humidité.
- ✓ Utiliser des systèmes de stockage hermétiques (hermeticstorage) pour réduire l'oxygène et limiter l'activité des insectes et des micro-organismes.
Conserver les arachides dans des conteneurs ou sacs hermétiques pour prévenir la contamination et l'absorption des odeurs extérieures.
- ✓ Assurer une bonne aération des locaux de stockage afin de réduire l'accumulation d'humidité.
- ✓ Effectuer une surveillance régulière des conditions de stockage (température et humidité).
- ✓ Protéger les stocks contre les insectes et ravageurs par des méthodes appropriées. Éviter l'exposition à la lumière directe et aux températures élevées.

Appliquer les bonnes pratiques de stockage (Good Storage Practices) pour préserver la qualité et limiter le risque de contamination par les aflatoxines (MDPI, 2024).

7.2. Types de stockage

Les types de stockage des arachides à l'air libre s'effectue fréquemment dans les zones sahéliennes (stockage des arachides en coque), soit stockage en magasin classique ou des entrepôts réfrigérés, soit stockage en silo ou stockage sous vide (Christensen et Moronuck, 1986).

a. Stockage en magasin.

❖ Magasin classique

Les tas des arachides sont déposés dans les magasins de façon à éviter, le contact avec les parois et à laisser la place à un couloir périphérique d'inspection (Christensen et Moronuck, 1986; Multon, 1988).

❖ Entrepôt réfrigérés

Pour conservation de longue durée de l'arachide, l'utilisation d'entrepôts réfrigérés est intéressante (Christensen et Moronuck, 1986; Multon, 1988).

b. Stockage en silo

Le stockage des graines en silo n'est envisageable qu'au niveau des industries de transformations (Christensen et Moronuck, 1986; Multon, 1988).

c. Stockage sous vide

Il est intéressant pour le conditionnement des arachides de bouche (Christensen et Moronuck, 1986; Multon, 1988).

7.3. Facteurs influençant le stockage des arachides

7.3.1. Humidité

L'humidité constitue le facteur le plus déterminant dans la conservation des arachides. Une teneur élevée en eau ou une activité de l'eau (aw) importante favorise le développement de moisissures, notamment *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*, responsables de la production des aflatoxines. Les recommandations scientifiques préconisent de maintenir une humidité inférieure à 9–10 %, car au-delà de ce seuil, le risque de contamination fongique augmente considérablement (FAO, 2004).

7.3.2. Température

La température joue un rôle essentiel dans la stabilité des arachides stockées. Des températures élevées accélèrent la croissance des moisissures et la production d'aflatoxines, tout en favorisant l'oxydation des lipides (rancissement). En revanche, un stockage à basse température permet de limiter ces phénomènes et de préserver la qualité du produit (Waliyar et al., 2015).

7.3.3. Ventilation

Une bonne ventilation permet de réduire l'accumulation d'humidité et de chaleur dans les structures de stockage, limitant ainsi les conditions favorables au développement des moisissures. Elle contribue également à prévenir les phénomènes de condensation susceptibles d'augmenter localement l'humidité et de favoriser la contamination (FAO, 2018).

7.3.4. Durée de stockage

L'augmentation de la durée de stockage entraîne une dégradation progressive de la qualité des arachides, notamment par le rancissement des lipides et l'augmentation du

risque de contamination fongique. Des études ont montré que le stockage prolongé favorise l'accumulation des aflatoxines et la diminution de la valeur nutritionnelle (Mutegi et *al.*, 2013).

7.3.5. Infestation par les insectes

Les insectes provoquent des dommages mécaniques aux graines, facilitant ainsi la pénétration des moisissures et augmentant le risque de contamination par les aflatoxines. Leur présence est souvent associée à des conditions de stockage inadéquates, notamment une humidité et une température élevées (Mbata et al, 2024).

7.3.6. Conditions de séchage avant stockage

Le séchage adéquat après la récolte est une étape essentielle pour prévenir le développement des moisissures. Un séchage insuffisant entraîne une humidité résiduelle élevée dans les graines, favorisant la prolifération fongique et la production d'aflatoxines. Il est donc indispensable de réduire l'humidité à un niveau sûr avant le stockage (FAO, 2004).

Chapitre II

Généralités sur les champignons de stockage

CHAPITRE II

Généralités sur les champignons de stockage

1. Définition des champignons

Les champignons microscopiques sont des organismes eucaryotes caractérisés par une croissance filamenteuse et pluricellulaire formant ce qu'on appelle le mycélium. Ils sont largement répandus dans la nature et considérés comme des contaminants fréquents de l'air, de l'eau et des denrées alimentaires (Bailly et Brugere, 1999).

2. Caractéristiques des champignons microscopiques

Les champignons possèdent un appareil végétatif constitué de filaments appelés hyphes, dont l'ensemble forme le mycélium. Ils produisent diverses substances biologiquement actives et se divisent en champignons utiles et nuisibles. Les espèces nuisibles peuvent provoquer l'altération des aliments et produire des mycotoxines (Bourgeois, 1989).

3. Les champignons de Stockage

3.1. Définition

Les champignons de stockage sont des moisissures qui se développent au cours du stockage des denrées alimentaires, particulièrement lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables. Ils peuvent produire des mycotoxines dangereuses pour la santé humaine et animale (Tournas et Niazi, 2015).

3.2. Le genre *Aspergillus*

Le genre *Aspergillus* regroupe des champignons filamenteux saprophytes appartenant aux Deutéromycètes. Ces microorganismes colonisent les tissus végétaux altérés, les céréales et les fruits, et peuvent devenir parasites lorsque les conditions de stockage sont favorables à leur développement. Sur la base de leur reproduction sexuée, ils sont également rattachés au sous-embranchement des Ascomycotina (Houissa, 2020). Les espèces du genre *Aspergillus* se caractérisent par un mycélium ramifié portant des conidiophores qui se terminent par une vésicule. Sur cette dernière sont disposées les phialides, directement ou par l'intermédiaire de métules. Ces structures assurent la production des conidies, dont les caractéristiques morphologiques telles que la forme, la taille et la coloration constituent des critères essentiels pour l'identification des espèces (Tabuc, 2007).

L'ensemble constitué de la vésicule, des métules, des phialides et des conidies forme la tête aspergillaire, structure typique du genre *Aspergillus*. Ce genre comprend environ 180 espèces réparties en 18 sections. Il possède une distribution cosmopolite,

avec une prédominance dans les régions tropicales. La majorité des espèces se développent à des températures comprises entre 22 et 25 °C, tandis que les espèces thermophiles, telles que *Aspergillus fumigatus*, présentent une croissance optimale entre 37 et 40 °C (Tabuc, 2007).

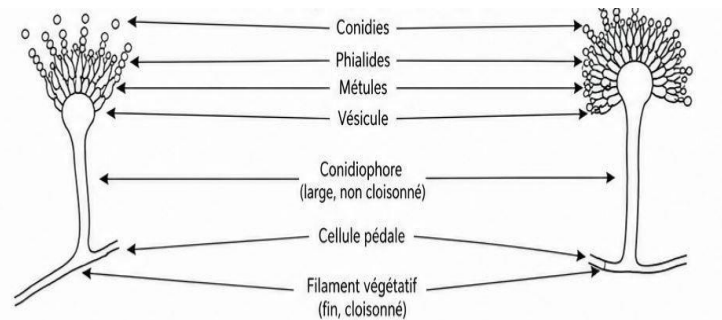


Figure 2. Principaux caractères morphologiques des *Aspergillus* (Tabuc, 2007)

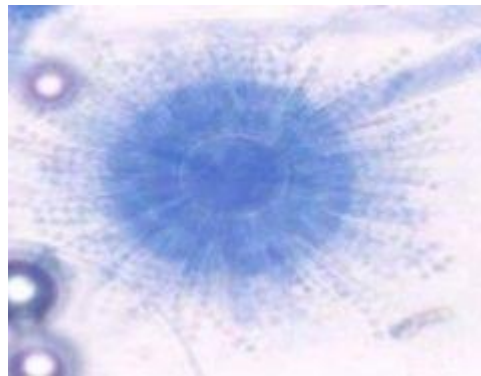


Figure3. Observation microscopique d'une *Aspergillus* (Adouani et *al.*, 2020)

3.3. Le genre *Penicillium* (Résumé)

Le genre *Penicillium* appartient aux champignons filamenteux du phylum des Ascomycètes. Il est généralement saprophyte, mais peut devenir parasite dans des conditions de stockage humides (Houissa, 2020).

Les espèces de *Penicillium* sont ubiquitaires et polyphages. Elles contaminent fréquemment les céréales, les arachides, les fruits secs, les produits laitiers ainsi que d'autres substrats organiques. Elles sont particulièrement adaptées aux milieux humides et se développent à des températures modérées comprises entre 20 et 27 °C (Houissa, 2020). Ce genre est également important sur le plan sanitaire en raison de sa capacité à produire plusieurs mycotoxines, notamment la patuline, l'ochratoxine et l'acide pénicillique (Houissa, 2020).

Le genre comprend environ 227 espèces. Il se caractérise par un mycélium septé et hyalin

portant des conidiophores terminés par un pénicille constitué de phialides, parfois associées à des métules. Les conidies, produites en chaînes, présentent des formes et des couleurs variables, constituant des critères essentiels pour l'identification des espèces

(Houissa, 2020).

Les souches de *Penicillium* sont fréquemment retrouvées dans les céréales, les fruits secs, les noix, les arachides et les amandes, où elles peuvent être responsables d'altérations et de contaminations mycotoxiques (Houissa, 2020)

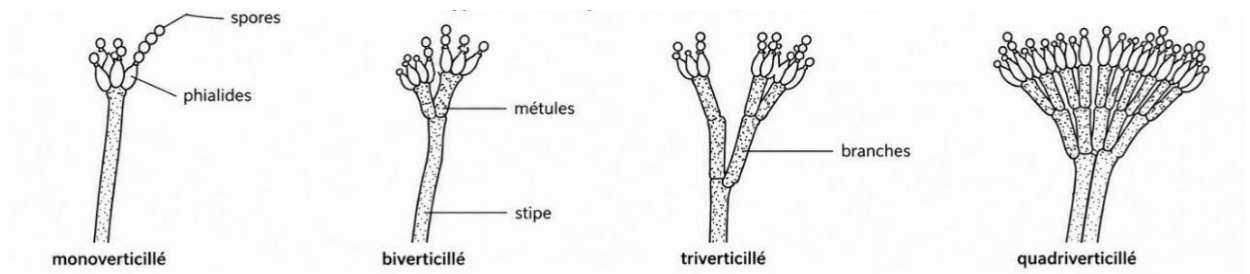


Figure4. Caractères morphologiques du genre *Penicillium* (Adouani et *al.*, 2020)

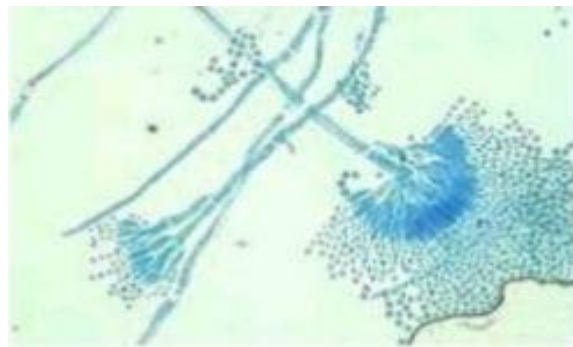


Figure 5. Observation microscopique d'un *Penicillium* (Adouani et *al.*, 2020)

3.4. Le genre *Fusarium*

Le genre *Fusarium* appartient au groupe des Deutéromycètes, bien que certaines espèces possédant une forme sexuée (téléomorphe) soient classées parmi les Ascomycètes. Ce genre comprend environ 40 espèces largement répandues, dont plusieurs sont phytopathogènes et responsables de maladies telles que les flétrissements et les pourritures, entraînant d'importantes pertes économiques dans les cultures agricoles (Houissa, 2020).

Les espèces de *Fusarium* sont largement distribuées dans le sol et sur de nombreuses plantes, notamment les céréales, les légumineuses et les arbres fruitiers. Elles présentent également un intérêt sanitaire majeur en raison de leur capacité à produire diverses mycotoxines nocives pour l'homme et les animaux (Houissa, 2020).

Parmi les espèces les plus fréquemment rencontrées dans les denrées alimentaires figurent *Fusariumculmorum*, *Fusariumgraminearum*, *Fusariumoxysporum* et *Fusariumverticillioides*. Ces champignons sont particulièrement abondants dans les régions tropicales et subtropicales. Leur croissance optimale s'effectue généralement à des températures comprises entre 22 et 37 °C, où ils forment des colonies cotonneuses ou duveteuses dont la coloration varie selon l'espèce (Houissa, 2020). Sur le plan morphologique, le genre *Fusarium* se caractérise principalement par la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées, ainsi que de microconidies de formes et de dimensions variables, pouvant être isolées ou regroupées. La formation de chlamydospores terminales ou intercalaires constitue également un caractère diagnostique important pour l'identification des espèces (Houissa, 2020).

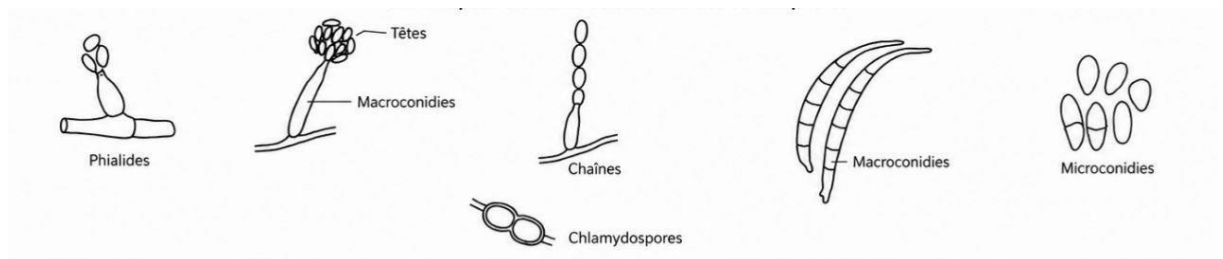


Figure 6. Caractères morphologiques du *Fusarium* (Adouani et al., 2020)



Figure 7. Observation microscopique du genre *Fusarium* (Adouani et al., 2020)

3.5. Le genre *Alternaria*

Les *Alternaria* sont des champignons cosmopolites très répandus dans le sol, l'air et les aliments. La plupart des espèces sont phytopathogènes et provoquent des maladies sur de nombreuses cultures, tandis que certaines peuvent agir comme agents pathogènes opportunistes chez les humains et les animaux. Les espèces les plus fréquentes sont *Alternaria alternata*, *A. tenuissima* et *A. infectoria* (Hussein, 2015).

Les spores d'*Alternaria* sont généralement sombres, multicellulaires et caractérisées par des cloisons transversales et longitudinales. Le genre a été décrit pour la première fois en 1816, et plusieurs études ont ensuite contribué à sa classification et à sa délimitation (Hussein, 2015).

Les *Alternaria* constituent des contaminants fongiques importants des aliments. Ils infectent les plantes au champ et après récolte, causant des pertes économiques considérables. Certaines espèces sont également responsables de l'altération des fruits et légumes en stockage (Anandajayasekaram et Vishalakshamma, 2001).

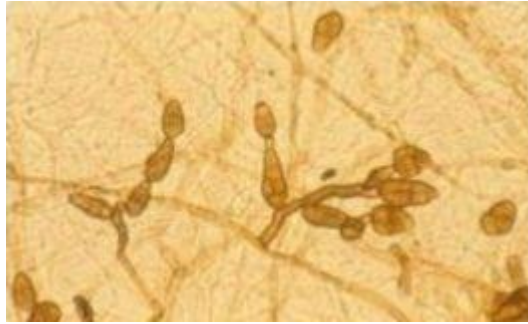


Figure 8. Observation microscopique du genre *Fusarium* (Adouani et *al.*, 2020)

3.6. Le genre *Mucor*

Le genre *Mucor* appartient à l'ordre des Mucorales. Ce sont des champignons filamenteux, à mycélium non cloisonné (asepté), caractérisés par une croissance rapide et une texture cotonneuse (Syngenta, 2018). Les hyphes produisent des sporangiophores portant des sporangiums remplis de sporangiospores. Ces champignons sont largement présents dans le sol, les matières organiques en décomposition et les produits agricoles stockés (Anonyme 1, 2026). Le *Mucor* se développe dans des conditions :

- Température optimale : 20–30 °C
- Humidité élevée
- Présence de substrats riches en matière organique

Certaines espèces peuvent même se développer à basse température (Syngenta, 2018).

Dans les produits stockés comme l'arachide, *Mucor* est considéré comme un champignon de contamination secondaire. Il est souvent associé à une mauvaise aération et à une humidité excessive des graines. Sa présence indique généralement une altération des conditions de stockage (Aliyu et Kutama, 2007).

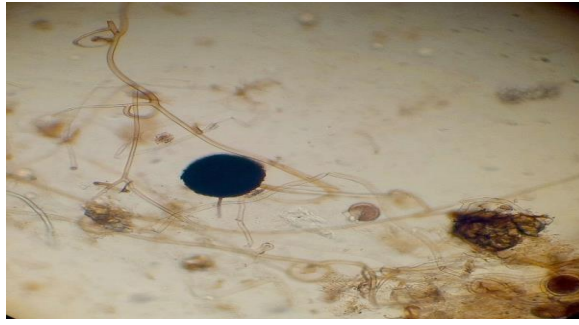


Figure 09. Observation microscopique du genre *Mucor* (Anonyme 2, 2026)

3.7. Le genre *Rhizopus*

Le genre *Rhizopus* appartient également aux Mucorales et est très proche de *Mucor*. Il se distingue par la présence de **rhizoïdes** et de **stolons**, structures absentes chez *Mucor* (Sarbhoy&Kulshreshtha, 1999). Les colonies sont généralement blanches au début puis deviennent gris-noir avec la formation de sporangiums matures (Lennartsson et al., 2014). Le *Rhizopus* est un champignon cosmopolite :

- Présent dans le sol
- Sur les fruits et graines en décomposition
- Dans les produits alimentaires stockés

Dans les arachides stockées, *Rhizopus* est l'un des genres les plus fréquemment isolés. Des études montrent qu'il peut représenter plus de 20 à 30 % de la flore fongique selon les conditions de stockage (PubMed, 2022).



Figure 10. Observation microscopique du genre *Rhizopus* (Anonyme 3, 2026)

3.8. Le genre *Curvularia*

Le genre *Curvularia* appartient au phylum des Ascomycota. Il est caractérisé par des conidies brun foncé, souvent courbées, avec plusieurs septa transversaux (Ellis, 1971). Les colonies sont généralement veloutées à duveteuses et pigmentées en brun ou noir. Le *Curvularia* est un champignon saprophyte et parfois pathogène des plantes. Il est présent :

- dans les sols agricoles
- sur les résidus végétaux
- sur les graines stockées

Il se développe dans des conditions chaudes et humides, similaires à celles des zones tropicales et subtropicales (Bensch et al., 2012).

Dans les graines d'arachide, *Curvularia* est généralement considéré comme un contaminant secondaire. Il peut apparaître :

- après récolte
- lors de mauvais séchage
- pendant un stockage prolongé

Bien qu'il ne soit pas un producteur majeur d'aflatoxines, sa présence est un indicateur de mauvaises conditions de stockage (Ghana Food Science Study, 2021).

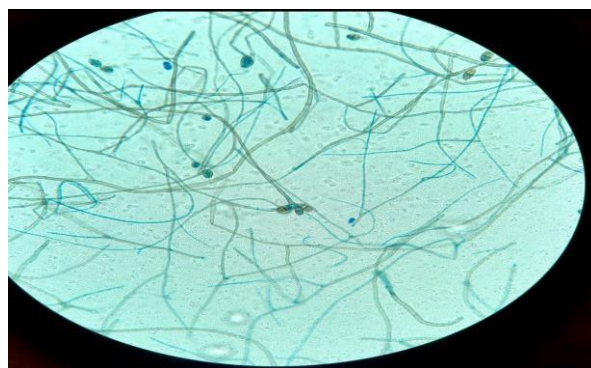


Figure 11. Observation microscopique du genre *Curvularia* (Anonyme 4, 2026)

4.Relation avec les denrées alimentaires stockées

es fruits secs constituent un milieu favorable au développement des champignons toxigènes tels que *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*, notamment lorsque l'activité de l'eau est élevée. Ces champignons entraînent une détérioration de la qualité des aliments et la production de mycotoxines (Karaca, et Velioglu , 2010).

4.1. Sources de contamination de l'arachide par les champignons

4.1.1. Pendant le transport

Les fruits endommagés durant le transport deviennent plus sensibles à l'invasion fongique et à la pourriture, car les blessures mécaniques facilitent la pénétration et le développement des champignons(Nawar , 2008).

4.1.2. Pendant le stockage

Les mauvaises conditions de stockage, telles qu'une humidité élevée, une mauvaise ventilation et des températures élevées, favorisent la croissance des champignons tels que *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*(Michailides , 2006).

4.1.3. Pendant l'exposition sur les marchés

L'exposition des fruits secs sur les marchés sans protection ni emballage adéquat augmente le risque de contamination fongique en raison des facteurs environnementaux(Tournas et *al.*, 2015).

5. Facteurs influençant la croissance des champignons

5.1 Température

La majorité des espèces d'*Aspergillus* se développent à des températures comprises entre 22 et 25°C, tandis que les espèces thermophiles peuvent se développer jusqu'à 40°C(Houissa,2020).

5.2.Humidité

Une humidité élevée constitue l'un des principaux facteurs favorisant la croissance des champignons et la production des mycotoxines, particulièrement dans les denrées stockées pendant de longues périodes (Clavel et Da Sylva, 2013).

5.3.Durée de stockage

Le risque de prolifération fongique et de contamination par les mycotoxines augmente avec la durée de stockage (Sallam, 2013).

5.4.Ventilation

Une mauvaise ventilation favorise l'accumulation de l'humidité dans les lieux de stockage, ce qui stimule la croissance et la propagation des champignons(Tournas et *al.*, 2015).

6.Effets des champignons sur la qualité de l'arachide

6.1.Modification de la couleur et de l'odeur

Le développement des champignons entraîne des modifications de la couleur, de l'odeur et du goût du produit (Bennett et Klich, 2003).

6.2. Diminution de la qualité nutritionnelle

Les champignons provoquent la dégradation des éléments nutritifs présents dans l'arachide et réduisent sa valeur nutritionnelle(Clavel et Da Sylva, 2013).

6.3. Mycotoxines dans les aliments

Altération du produit Les champignons peuvent provoquer la détérioration de l'arachide et la rendre impropre à la consommation humaine(Rebouxetal., 2010).

Partie pratique

Chapitre I

Matériel et Méthodes

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1.Objectif

Ce travail a pour objectif l'isolement et l'identification des champignons de stockage contaminant les arachides commercialisés dans la région d'El Oued. Il vise également à évaluer la diversité fongique associée à ce produit ainsi que les risques potentiels liés à la présence de moisissures susceptibles d'altérer la qualité sanitaire et nutritionnelle des fruits secs.

2.Matériel

2.1.Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué d'arachides provenant des régions de Ourmes, Bayadha, Robbah et Hassi Khalifa; Les échantillons ont été achetés auprès des magasins dans ces communes (figure 01). Les échantillons ont été prélevés de manière aléatoire, en évitant les prélèvements réguliers à partir de la surface et des côtés des sacs de stockage. Le nombre total des échantillons est de 8 échantillons : deux échantillons de chaque commune.

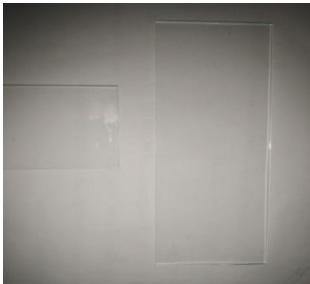
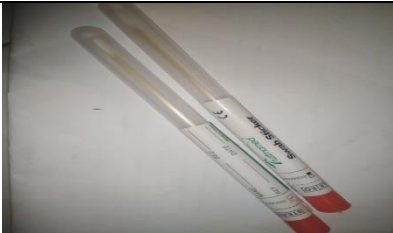


Figure 12. A/B Matériel végétal utilisé

2.2.Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé pour la réalisation de travail est illustré dans le tableau

Tableau 03. Matériel de laboratoire

Boîte de pétri	Lame et lamelle	Tube à essai
		
Erlemeyer	Pipette gradué	Anse de platine
		
Ecouvillon	Bec Bunsen	Autoclave
		
Pince		
		

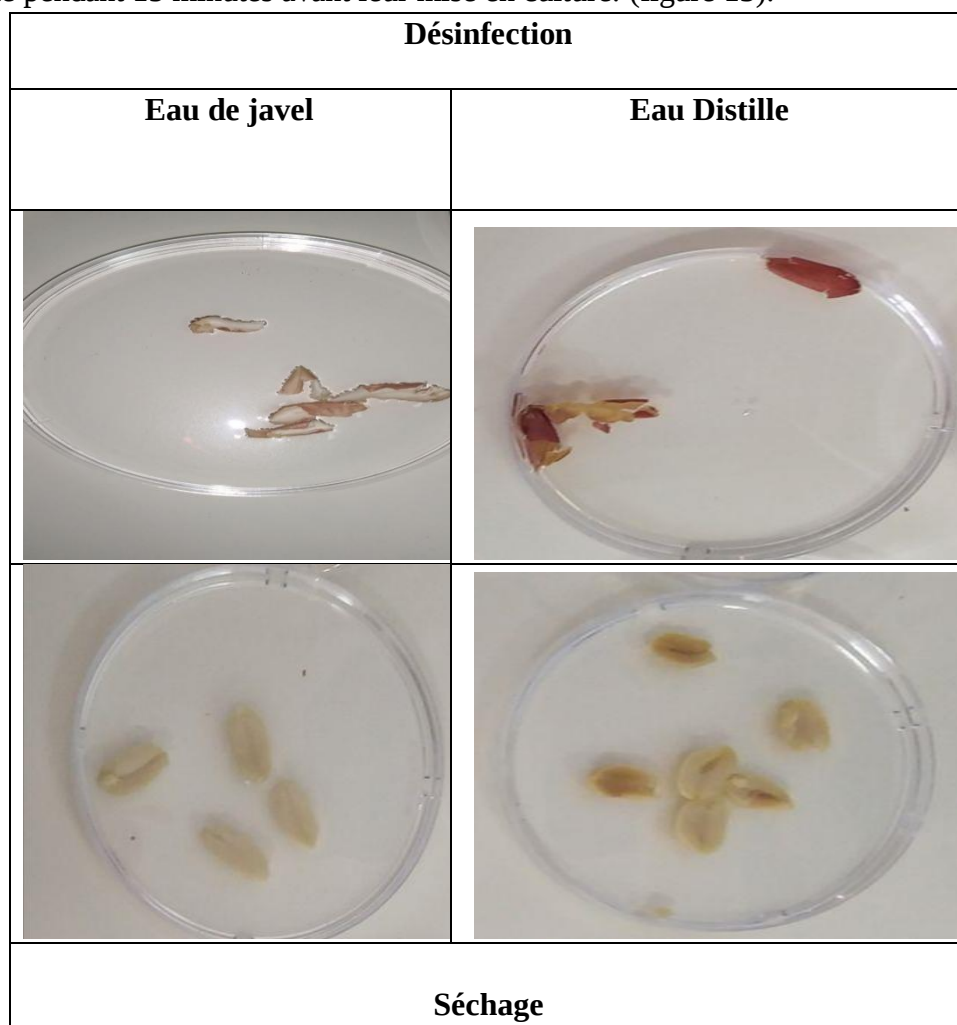
3.Méthode

3.1. Désinfection des fruits secs

Stérilisation de surface des échantillons (Surface sterilization)

Après la collecte et le transfert des échantillons au laboratoire, ceux-ci ont subi une stérilisation de surface afin d'éliminer les micro-organismes présents à la surface externe des échantillons, sans affecter les champignons endophytes. Pour ce faire, deux boîtes de Pétri ont été préparées : la première contenait une solution d'hypochlorite de sodium (eau de Javel), tandis que la seconde contenait de l'eau distillée stérile. Une pince stérile a été utilisée pour manipuler et transférer les échantillons tout au long de la procédure afin d'éviter toute contamination.

Les échantillons ont d'abord été immergés dans la solution d'hypochlorite de sodium pendant une minute, puis transférés immédiatement, à l'aide de la pince stérile, dans l'eau distillée stérile pendant une minute afin d'éliminer les résidus de l'agent désinfectant. Enfin, les échantillons ont été déposés sur du papier filtre stérile et laissés à sécher à température ambiante pendant 15 minutes avant leur mise en culture. (figure 13).



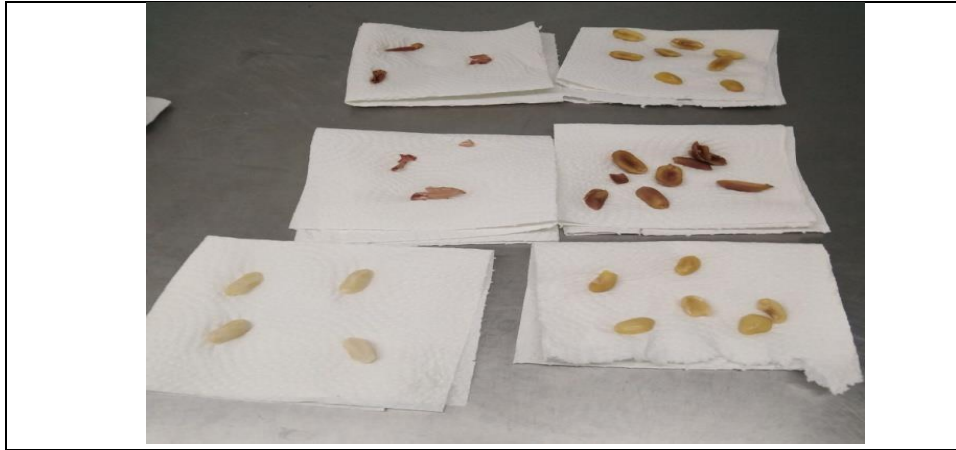


Figure 13. Désinfection et séchage des graines et des coques

25

3.2. Préparation du milieu Sabouraud Dextrose Agar (SDA)

3.2.1. Matériel et réactifs

- ✓ Poudre de SDA
- ✓ Eau distillée
- ✓ Fiole Erlenmeyer
- ✓ Plaque chauffante ou bain-marie
- ✓ Autoclave
- ✓ Boîtes de Pétristériles

3.2.2. Méthode de préparation

1. Pesée du milieu

- ✓ Peser 61,4 g de poudre de milieu SDA.

2. Dissolution

- ✓ Ajouter la poudre dans 1 L d'eau distillée.

3. Chauffage

- ✓ Chauffer le mélange sous agitation jusqu'à ébullition afin d'obtenir une dissolution complète du milieu (environ 95–100 °C comme indiqué sur l'emballage).

4. Stérilisation

- ✓ Stériliser le milieu à l'autoclave :

Les étapes de préparation du milieu de culture sont représentées dans la figure 03.

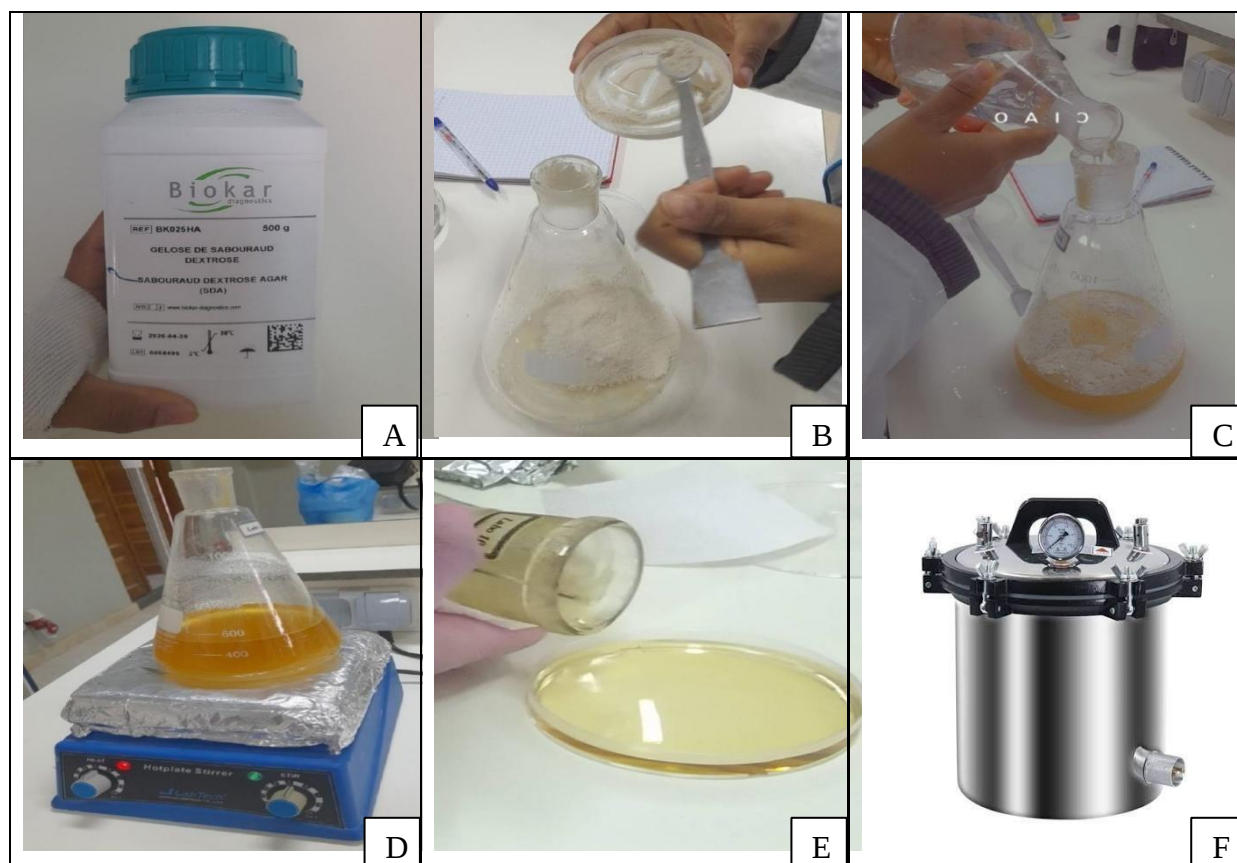


Figure 14. A/B/C/D/E/F Étapes de préparation du milieu de culture

3.3. Isolement des champignons

L'étude mycologique de l'arachide a été réalisée en utilisant deux méthodes : la méthode d'Ulster (méthode directe) et la méthode de dilution (méthode indirecte).

3.3.1. Méthode directe d'Ulster

Dans des conditions aseptiques, les graines et les coques d'arachide désinfectées et séchées ont été déposées directement, à l'aide d'une pince stérile, dans des boîtes de Petri contenant un milieu de culture Sabouraud. Pour chaque région, deux boîtes ont été utilisées :

une pour les coques et une autre pour les graines, avec trois grains d'arachide par boîte. L'ensemble des boîtes a ensuite été incubé à une température de 28 °C pendant une durée allant de 4 à 6 jours.

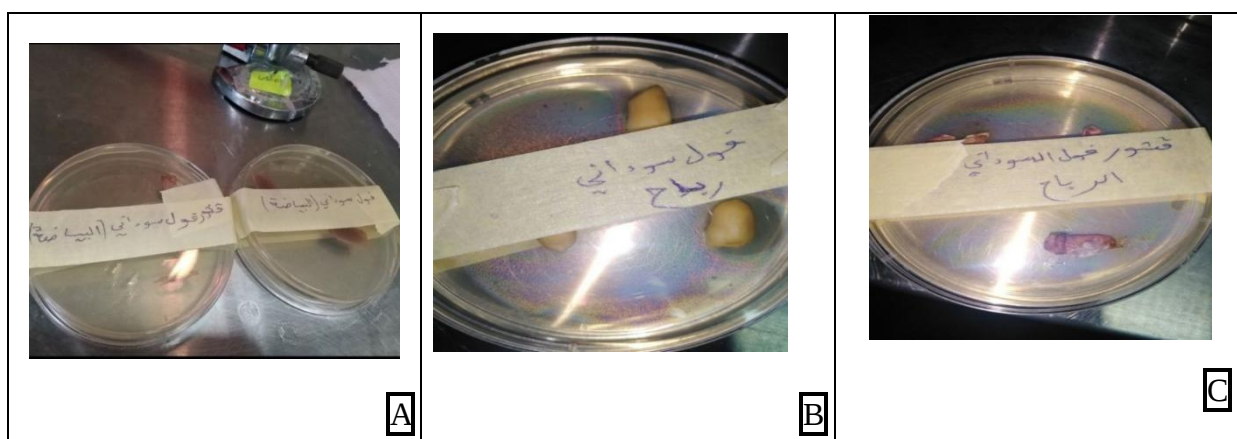
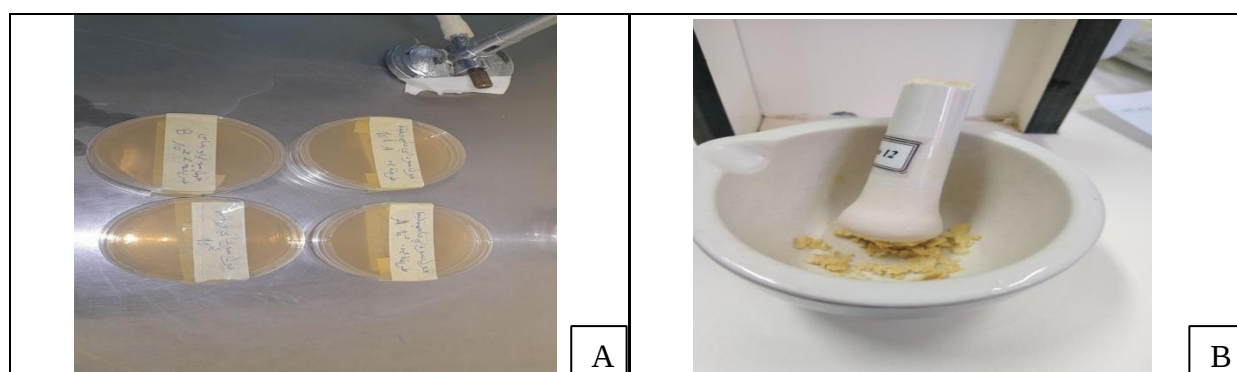


Figure 15. A/B/C Ensemencement des graines et des coques d'arachide sur milieu de culture

3.3.2.Méthode indirecte par dilution

Cette méthode permet d'isoler la flore fongique présente à l'intérieur et à l'extérieur des graines. Après stérilisation et broyage de l'arachide, 1 g de l'échantillon broyé a été ajouté à un tube à essai contenant 9 ml d'eau distillée stérile, puis agité pendant une à deux minutes afin d'obtenir la suspension mère. Ensuite, des dilutions décimales successives ont été réalisées à partir de la suspension mère jusqu'à la dilution 10^{-2} . Pour chaque dilution, un volume de 0,1 ml a été ensemencé en surface sur milieu de culture Sabouraud (figure 03), et cette opération a été effectuée en double répétition. Les boîtes de Petri ont ensuite été incubées à 28 °C pendant 4 à 6 jours.



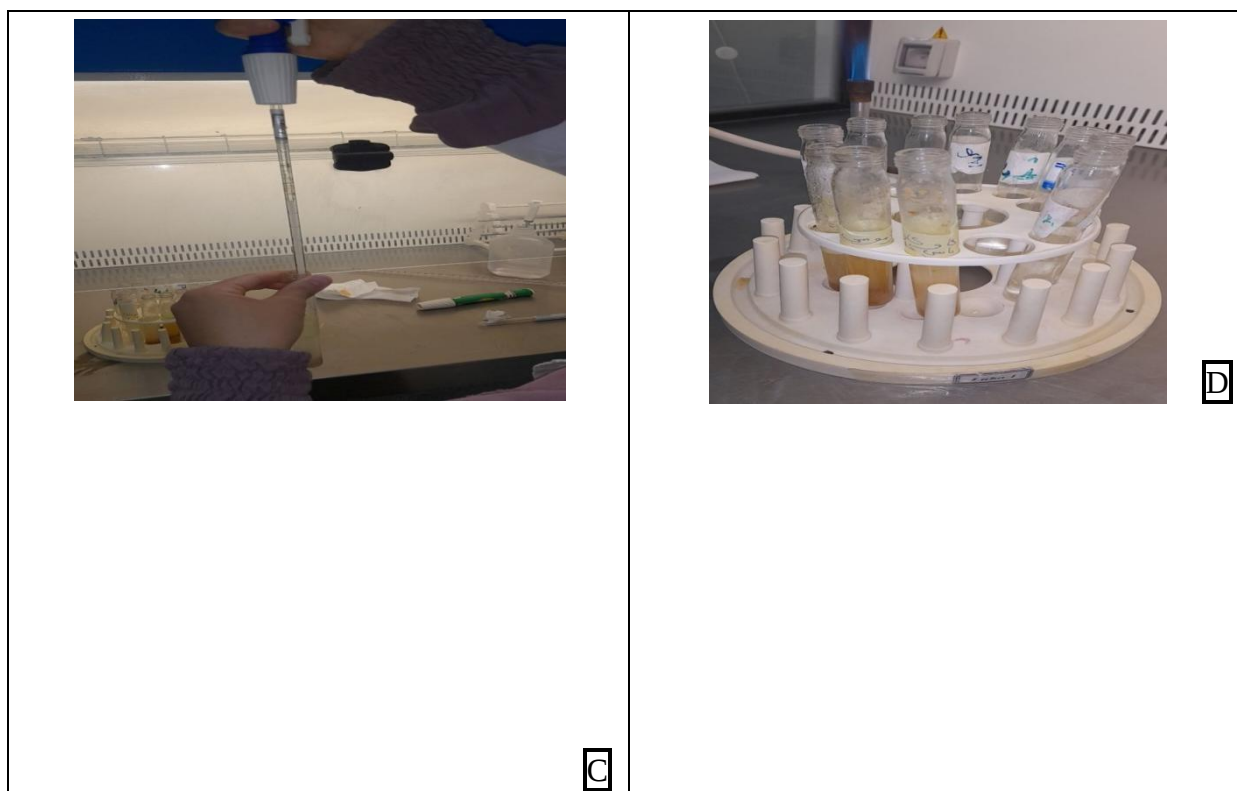


Figure 16. A/B/C/D Différentes étapes de la méthode indirecte

3.3.3. Purification

La purification a été réalisée en prélevant une portion des filaments fongiques à l'aide d'une anse en platine stérile, en veillant à éviter tout contact avec les autres colonies présentes dans la même boîte de Petri (figure 03). Ces fragments ont été inoculés séparément sur un milieu de Sabourod, puis incubés à 28 °C pendant 6 jours. Des repiquages successifs ont été effectués jusqu'à l'obtention de souches pures.

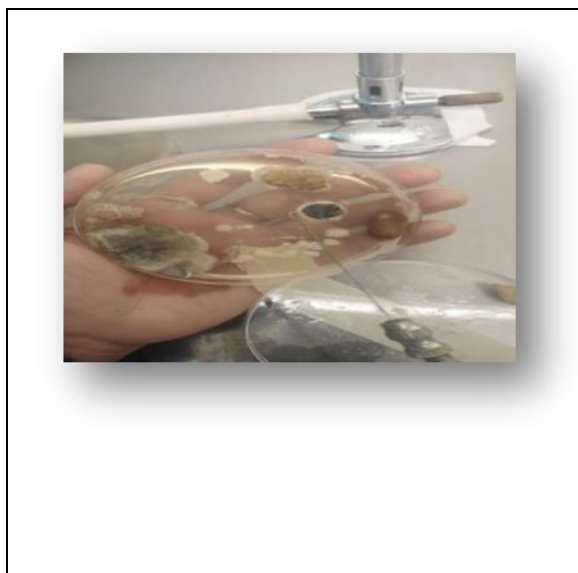


Figure 17. Purification des colonies obtenues

3.3.4. Identification des isolats fongiques

L'identification des espèces fongiques isolées a été réalisée sur la base des caractéristiques morphologiques des colonies ainsi que des observations microscopiques, conformément aux critères utilisés dans les études mycologiques (Bandh et al., 2011).

3.3.4.1. Identification macroscopique

L'identification macroscopique des champignons a été effectuée après incubation des isolats pendant une période de 5 à 7 jours sur milieu Sabouraud. L'étude s'est appuyée sur plusieurs caractéristiques morphologiques des colonies fongiques, notamment :

- La vitesse de croissance de la colonie (rapide, moyenne ou lente)
- La nature et la forme de la surface de la colonie (plate, plissée, ridée ou cérébriforme)
- L'aspect de la colonie (duveteux, cotonneux, poudreux ou filamenteux)
- La texture de la colonie, pouvant être lisse ou crémeuse, notamment chez les champignons levuriformes
- La couleur de la colonie sur la face supérieure (blanche, crème, verte, brune, grise, violette, etc.)
- La couleur de la face inférieure de la colonie
- La forme générale et les marges de la colonie.

3.3.4.2. Identification microscopique

L'identification microscopique a été utilisée comme méthode complémentaire à l'étude macroscopique, car elle permet d'examiner les structures microscopiques des champignons et de distinguer leurs caractères spécifiques. Deux techniques couramment utilisées ont été appliquées : la méthode du ruban adhésif et la coloration au bleu coton lactophénolé.

a.Méthode du ruban adhésif : elle consiste à prélever une partie d'une jeune colonie fongique à l'aide d'un ruban adhésif transparent, puis à le déposer sur une lame porte-objet contenant une goutte de lactophénol.

b.Méthode au bleu coton lactophénolé : un petit fragment de la colonie fongique est prélevé à l'aide d'une aiguille de platine stérile, puis déposé sur une lame porte-objet contenant une goutte de colorant, avant d'être recouvert d'une lamelle pour l'observation.

Les observations microscopiques ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique aux grossissements $\times 40$ et $\times 100$.

L'identification microscopique des champignons a été fondée sur l'étude des caractéristiques suivantes :

- La présence ou l'absence de cloisons au niveau des hyphes
- La couleur des hyphes
- Le mode de ramification des hyphes
- La forme et les dimensions des spores fongiques.

Chapitre II

Résultats et Discussion

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Résultats

Les champignons isolés à partir des échantillons de graines et de coques d'arachide ont été étudiés en utilisant deux méthodes de culture : la méthode directe et la méthode de dilution. Un examen macroscopique des colonies fongiques développées a été réalisé en se basant sur différentes caractéristiques culturelles telles que la forme, la couleur, la coloration du revers et la vitesse de croissance.

Un examen microscopique a également été effectué à l'aide de la technique du ruban adhésif (Méthode du ruban adhésif), qui a permis l'observation directe des structures fongiques ainsi que l'identification des caractéristiques morphologiques des hyphes et des spores.

1.1. Méthode directe

La méthode directe a révélé le développement de plusieurs champignons microscopiques associés aux conditions de stockage,

1.2. Méthode indirecte la méthode de dilution n'a montré aucune croissance fongique ; seule la présence de certains colonies bactériennes a été observée.

Ces résultats mettent en évidence la diversité des champignons capables de se développer dans les conditions de stockage, pouvant ainsi altérer la qualité sanitaire et nutritionnelle des arachides stockées.

1.3. Résultats d'isolement

Après isolement et purification des colonies fongiques obtenues à partir des différents échantillons d'arachides, l'examen microscopique a révélé une diversité fongique significative.

1.3.1. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des souches isolées

1.3.1.1. Première souche isolée

-Le mycélium de ce champignons est de couleur verte poudreux avec une croissance moyenne, veloutée à laineuse, noire ou noir verdâtre à grise.

-sous microscope, on observe des filaments septés, fin et réguliers avec des conidies rondes et globuleuses portent plusieurs striations .

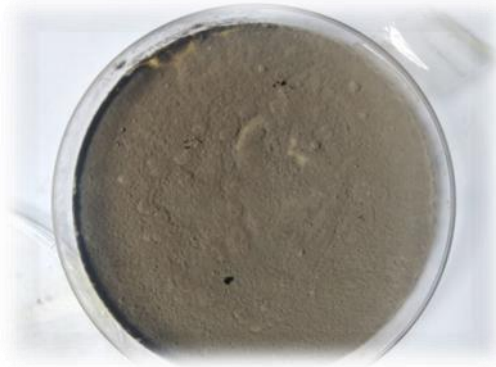


Figure 18. Aspect macroscopique de la première souche isolée sur milieu Sabouraud



Figure 19. Observation microscopique de la première souche isolée Grossissement x 40

1.3.1.2. Deuxième souche isolée

-Ce champignon à une croissance rapide avec une croissance laineuse. Le revers reste d'un blanc pâle.

-Sous microscope, on observe des hyphes sont à peine ou non septés, les sporangiophores sont longs et se terminent par des sporanges ronds remplis de spores .



Figure 20 Aspect macroscopique de la deuxième souche isolée sur milieu Sabouraud

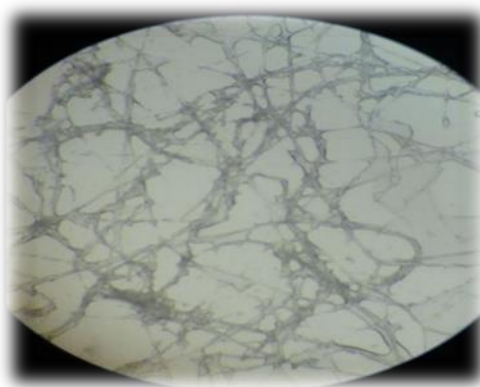


Figure 21. Observation microscopique de la deuxième souche isolée, Grossissement x 40

1.3.1.3. Troisième souche isolée

-Les colonies sont granuleuses, plates, souvent avec des rainures radiales, d'abord jaunes puis devenant rapidement jaune-vert clair à foncé avec l'âge. Le revers des colonies est clair. -Sous microscope, Les têtes conidiennes sont généralement rayonnées, puis se divisent plus tard pour former des colonnes lâches. Elles sont majoritairement bisériées, avec quelques têtes portant des phialides directement sur la vésicule. Les conidies sont globuleuses à subglobuleuses.



Figure 22. Aspect des colonies de la troisième souche isolée sur milieu Sabouraud



Figure 23. Aspect microscopique de la troisième souche isolée au grossissement $\times 40$.

1.3.1.4. Quatrième souche isolée

- Les colonies sont granuleuses, blanches au début, puis jaunes et, à maturité, elles deviennent noires. Le revers des colonies est de couleur beige foncé au centre, avec des extrémités foncées.
- Sous microscope, Les phialides sont portées par des métules brunâtres, de dimensions variables. Les conidies sont généralement globuleuses, de couleur brune, échinulées à très verruqueuses.

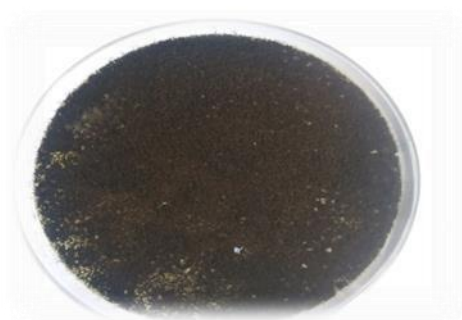


Figure 24. Aspect des colonies de la quatrième souche isolée sur milieu Sabouraud.



Figure 25. Aspect microscopique de la quatrième souche isolée au grossissement $\times 40$.

1.3.1.5. Cinquième souche isolée

-Ce champignon est à croissance rapide, on relève la présence de sporocystes marrons à noirs à la surface du mycélium. Les colonies s'étendent rapidement et ont un aspect cotonneux blanc, puis gris lorsque la sporulation se produit. Le revers de la colonie est également blanc. -Sous microscope, le sporocyste est globulaire, coiffé d'une columelle persistante et distincte. La paroi du sporocyste n'est pas persistante, il libère des conidies pouvant donner naissance à un autre mycélium.



Figure 26. Aspect macroscopique de la cinquième souche isolée sur Sabouraud



Figure 27. Observation microscopique de la cinquième souche isolée Grossissement x 40

1.4. Résultats d'identification

Les résultats ont montré que les isolats fongiques des arachides stockés appartiennent à quatre espèces principaux : *l'Ulocladium* sp, le *Mucor* sp, *l'Aspergillus flavus*, *l'Aspergillus niger* et le *Rhizopus* sp.

II.2. Discussion

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que l'arachide constitue un milieu favorable au développement de plusieurs champignons microscopiques, notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor* et *Ulocladium*.

Le peanut est considéré parmi les graines oléagineuses les plus exposées à la contamination fongique en raison des différentes étapes de manipulation durant la culture, la récolte, le transport et le stockage (Pitt & Hocking, 2009). Plusieurs études ont démontré que certaines espèces fongiques, particulièrement *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*, sont capables de produire des mycotoxines, notamment les aflatoxines, en particulier l'aflatoxine B1 reconnue pour son effet toxique et cancérigène (Williams et al., 2004; Klich, 2007). Ces contaminations peuvent également provoquer des modifications des caractéristiques organoleptiques des graines telles que la couleur, l'odeur, le goût et la texture. L'analyse des échantillons étudiés a également révélé une différence du taux de contamination fongique entre les graines et les coques d'arachide.

Une croissance plus importante des champignons a été observée au niveau des coques par rapport aux graines décortiquées. Cette différence peut être expliquée par le contact direct des coques avec le milieu extérieur durant la récolte, le stockage et le transport, favorisant ainsi l'accumulation des spores fongiques à leur surface. En revanche, les graines internes restent relativement moins exposées grâce à la protection assurée par les coques. Toutefois, les mêmes genres fongiques ont été retrouvés à la fois dans les graines et les coques, ce qui indique la capacité de certains champignons à pénétrer à l'intérieur des semences, particulièrement en présence de fissures ou de lésions mécaniques. Ces observations sont en accord avec les travaux de FuguoXing et al. (2016), qui ont montré que les arachides conservées avec leurs coques présentaient une diversité fongique plus élevée que les graines décortiquées. Les auteurs ont identifié un nombre plus important de genres fongiques au niveau des coques, suggérant que le microenvironnement créé par celles-ci favorise le maintien et le développement des champignons durant le stockage. Par ailleurs, plusieurs recherches récentes ont confirmé que les surfaces externes des arachides représentent la principale zone de contamination initiale par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*. Selon Opio et Photchanachai. (2018), la contamination fongique des arachides est fortement influencée par les conditions de stockage, notamment l'humidité relative et la composition gazeuse de l'atmosphère de conservation. Les auteurs ont observé que les champignons se développaient principalement à la surface des coques et des graines avant de coloniser progressivement les

tissus internes. En outre, la présence plus importante des moisissures au niveau des coques pourrait s'expliquer par les blessures mécaniques survenues lors de la récolte et du transport. Ces altérations facilitent la pénétration des spores et accélèrent la colonisation fongique. Les genres *Mucor* et *Rhizopus* sont souvent les premiers contaminants à apparaître dans les produits agricoles stockés à forte humidité, avant l'installation progressive des espèces du genre *Aspergillus*, connues pour leur résistance aux conditions de stockage prolongé. Les résultats ont également montré une différence entre la méthode d'isolement direct et la méthode de dilution. Avec la méthode directe, une croissance importante et visible des champignons a été observée sur les échantillons étudiés, ce qui a permis l'isolement et l'identification des différentes espèces fongiques présentes dans les graines et les coques d'arachide. En revanche, avec la méthode de dilution, aucune croissance fongique significative n'a été observée ; après plusieurs jours d'incubation, des colonies bactériennes sont apparues à la place des champignons. Cette situation pourrait être expliquée par une prolifération rapide des bactéries dans le milieu de culture, limitant ou inhibant le développement des champignons. Ces observations confirment l'importance du choix de la technique appropriée afin d'obtenir une évaluation précise de la flore microbienne associée aux échantillons étudiés. Les résultats obtenus ont révélé que les isolats fongiques identifiés dans les arachides stockées appartiennent principalement aux genres *Ulocladium* sp, *Mucor* sp, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* et *Rhizopus* sp. Ces résultats concordent avec de nombreuses études antérieures portant sur la contamination fongique des arachides et autres graines oléagineuses stockées.

Le genre *Aspergillus*, particulièrement *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*, représente la flore dominante des produits stockés dans les régions chaudes et humides (Pitt et Hocking, 2009). Selon Klich (2007), *A. flavus* est l'un des contaminants les plus fréquents des arachides en stockage en raison de sa grande capacité d'adaptation aux faibles activités hydriques et aux températures élevées. Cette dominance peut être expliquée par la richesse des arachides en lipides et en protéines, constituant un substrat favorable à la croissance de ces moisissures. La présence importante de *Aspergillus flavus* est particulièrement préoccupante, car cette espèce est reconnue pour sa capacité à produire des aflatoxines, notamment l'aflatoxine B1, classée comme cancérigène du groupe 1 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et le Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC, 2012). Plusieurs travaux ont montré que les arachides stockées dans de mauvaises conditions d'humidité et de température présentent des niveaux élevés de contamination par *A. flavus* et par conséquent un risque accru

d'aflatoxinogénèse (Williams et al., 2004). Ainsi, la présence de cette espèce dans les échantillons étudiés traduit probablement des conditions de stockage favorables au développement fongique, notamment une humidité relative élevée et une ventilation insuffisante.

Concernant *Aspergillus niger*, sa fréquence dans les échantillons confirme les observations de Bankole et Adebajo (2003), qui ont rapporté que cette espèce est couramment associée aux produits agricoles stockés en Afrique. Bien que moins toxigène que *A. flavus*, *A. niger* peut produire certaines mycotoxines comme l'ochratoxine A et provoquer une détérioration importante de la qualité organoleptique et nutritionnelle des graines. Sa présence est souvent considérée comme un indicateur de mauvaise conservation post-récolte.

Les genres *Mucor* et *Rhizopus* sont également fréquemment retrouvés dans les denrées alimentaires stockées riches en matière organique (Samson et al., 2010). Leur développement rapide est favorisé par des taux d'humidité élevés et une mauvaise aération des stocks. Ces moisissures sont généralement considérées comme des contaminants secondaires, mais elles jouent un rôle important dans la dégradation des graines en provoquant des pertes de texture, de couleur et de valeur nutritive. La présence de *Rhizopus* peut également être liée à des lésions mécaniques des graines favorisant la colonisation fongique.

Par ailleurs, l'isolement de *Ulocladium* est moins fréquemment rapporté dans les études sur les arachides stockées. Toutefois, certaines recherches ont montré que ce genre est souvent associé à des environnements poussiéreux et mal ventilés (Watanabe, 2011). Sa présence pourrait donc refléter une contamination environnementale provenant des surfaces de stockage, de l'air ambiant ou du matériel de manutention.

La diversité fongique observée dans cette étude démontre que les conditions de stockage constituent un facteur déterminant dans la prolifération des moisissures. Selon Magan et Aldred (2007), l'activité de l'eau, la température et la durée de stockage influencent directement la succession des espèces fongiques dans les produits alimentaires conservés. Lorsque l'humidité dépasse les seuils critiques, les champignons de stockage tels que *Aspergillus*, *Mucor* et *Rhizopus* deviennent dominants et accélèrent la détérioration des graines.

Ainsi, les résultats obtenus confirment les données de la littérature selon lesquelles les arachides stockées représentent un substrat hautement sensible à la contamination fongique. Cette contamination peut avoir des conséquences économiques importantes par la réduction de la qualité commerciale des graines, mais également des conséquences sanitaires graves liées à la production potentielle de mycotoxines. Il apparaît donc essentiel d'améliorer les conditions de stockage, notamment par la réduction de l'humidité, une meilleure ventilation et l'application de bonnes pratiques d'hygiène afin de limiter le développement des moisissures toxigènes dans le but de préserver la qualité du produit et la santé du consommateur.

Conclusion

Conclusion générale

Cette étude a permis d'identifier les principaux champignons contaminant l'arachide stockée et commercialisée dans certaines régions de la wilaya d'El Oued, en se basant sur l'étude macroscopique et microscopique des isolats fongiques développés sur le milieu de culture Sabouraud. Les résultats obtenus ont révélé la présence de plusieurs espèces fongiques associées au stockage, notamment :

Aspergillus flavus, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Mucor* sp. et *Ulocladium* sp.

L'étude a également montré que la méthode d'ensemencement direct était plus efficace pour mettre en évidence la croissance fongique comparativement à la méthode de dilution, où une prolifération importante des champignons a été observée au niveau des échantillons de graines et de coques stockées. Les résultats ont aussi démontré que les mauvaises conditions de stockage, particulièrement l'augmentation de l'humidité, de la température, le manque d'aération ainsi que la longue durée de conservation, constituent des facteurs majeurs favorisant le développement des champignons et la contamination de l'arachide.

L'importance de cette étude réside dans la mise en évidence des risques sanitaires liés aux champignons de stockage, notamment les espèces appartenant au genre *Aspergillus*, connues pour leur capacité à produire des aflatoxines, des mycotoxines dangereuses affectant la santé humaine et animale et entraînant une détérioration de la valeur nutritionnelle du produit.

Au vu des résultats obtenus, il apparaît que l'amélioration des conditions de stockage ainsi que la surveillance continue des produits stockés représentent des moyens préventifs essentiels pour limiter la contamination fongique et garantir la sécurité sanitaire de l'arachide destinée à la consommation et voici certaines recommandations afin d'éviter au maximum le développement des champignons de stockage sur les arachides et les dangers qu'ils présentent.

1. Pendant la récolte et le séchage

Sécher les arachides immédiatement après la récolte afin de réduire le taux d'humidité.

Éviter d'exposer la récolte à l'humidité ou aux pluies.

Utiliser des moyens de séchage propres et éloignés des sources de contamination.

2. Pendant le stockage

Stocker les arachides dans des endroits secs, frais et bien aérés.

Maintenir une humidité inférieure à 10 % à l'intérieur des locaux de stockage.

Éviter l'élévation des températures dans les zones de stockage.

Utiliser des sacs ou des récipients hermétiques afin de limiter l'absorption de l'humidité.

3. Prévention de la contamination fongique

Nettoyer et désinfecter régulièrement les locaux et le matériel utilisés.

Recommandations

Aspergillus spp. : Maintenir une faible humidité et une température basse, car ce genre est responsable de la production d'aflatoxines, des mycotoxines hautement toxiques.

Penicillium spp. : Améliorer la ventilation et éviter la condensation de l'humidité à l'intérieur des locaux de stockage.

Rhizopus spp. : Éviter les blessures des graines lors de la récolte et du transport, car ce champignon se développe rapidement sur les graines endommagées.

Mucor spp. : Réduire l'humidité et améliorer les conditions de stockage afin de prévenir son développement.

Fusarium spp. : Utiliser des graines saines, éviter le stockage de graines à forte teneur en humidité et surveiller les mycotoxines susceptibles d'être produites par ce genre fongique.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Aliyu, B. S., & Kutama, A. S. (2007).** Isolation and identification of fungal flora associated with stored groundnut. *Science World Journal*, 2(2), 1–6.
<https://www.scienceworldjournal.org/article/view/1262>
- Aliyu, R. M., & Kutama, A. S. (2007).** Isolation and identification of fungi associated with groundnut seeds in storage. *Journal of Applied Sciences*, 7(7), 1024–1028.
- Asibuo, J. Y., Akromah, R., Safo-Kantanka, O., Adu-Dapaah, H., Ohemeng-Dapaah, S., & Agyeman, A. (2008).** Chemical composition of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) landraces. *African Journal of Biotechnology*, 7(13), 2203–2208.
- Bankole, S. A., & Adebajo, A. (2003).** Mycotoxins in food in West Africa: Current situation and possibilities of controlling it. *African Journal of Biotechnology*, 2(9), 254–263.
- Bensch, K., Braun, U., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2012).** The genus *Curvularia*. *Studies in Mycology*, 71, 1–172. <https://doi.org/10.3114/sim0014>
- Bensch, K., Braun, U., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2012).** The genus *Curvularia*: taxonomy and phylogeny. *Studies in Mycology*, 73, 1–36. <https://doi.org/10.3114/sim0015>
- Ellis, M. B. (1971).** *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute.
- Cabreira, A. A., Oliveira, A. J., Oliveira, T. C., Cruz, A. K. N., & Almici, M. S. (2021).** The culture of *Arachis hypogaea* L.: A review. *Research, Society and Development*, 10(2), e12710212719. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12719>
- Ellis, M. B. (1971).** *Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew, Surrey, United Kingdom: Commonwealth Mycological Institute.
- FAO. (2001).** *Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control*. Rome, Italie.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2004).** *Code of practice for the prevention and reduction of aflatoxin contamination in peanuts*.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2004).*Post-harvest handling and drying of peanuts.*

Food and Agriculture Organization (FAO). (2018).*Guidelines for safe storage of peanuts.*

Food and Agriculture Organization (FAO). (2026).*Documentation sur l'arachide et les cultures oléagineuses.* Consulté le 19 mai 2026.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2026).*Documentation sur les légumineuses et les cultures oléagineuses.* Consulté le 19 mai 2026.

Francisco, M. L., & Resurreccion, A. V. A. (2008). Functional components in peanuts. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(8), 715–746.

Gelaye, Y., & Luo, H. (2024). Optimizing peanut (*Arachis hypogaea* L.) production: Genetic insights, climate adaptation, and efficient management practices. *Plants*, 13(21), 2988.
<https://doi.org/10.3390/plants13212988>

Gregory, W. C., Gregory, M. P., Krapovickas, A., Smith, B. W., & Yarbrough, J. A. (1973). Structure and genetic resources of peanuts. In *Peanuts: Culture and Uses*. Stillwater, Oklahoma: American Peanut Research and Education Association.

Hell, K., Cardwell, K. F., Setamou, M., & Schulthess, F. (2010). The influence of storage conditions on fungal growth and mycotoxin contamination in grains. *Food Safety Reviews*, 12(3), 45–60.

IFDC. (2019).*Technical guide for groundnut production.* International Fertilizer Development Center. <https://hub.ifdc.org>

InfonetBiovision. (2024). *Groundnut (Arachis hypogaea) production guide.* <https://www.infonet-biovision.org>

I.T.A.F. (2002).*Relevés climatologiques.* Manuscrit I.T.A.F., Boufarik, 18 p. Disponible sur : <http://www.itafov.dz/Statistiques.htm>

IARC. (2012).*Aflatoxins.* In *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. International Agency for Research on Cancer.

- Kew Science. (2026).** *Arachishypogaea* L. *Plants of the World Online*. Royal Botanic Gardens, Kew. Consulté le 19 mai 2026.
- Klich, M. A. (2007).** *Aspergillus flavus*: The major producer of aflatoxin. *Molecular Plant Pathology*, 8(6), 713–722. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00436.x>
- Lennartsson, P. R., Edebo, L. (2014).** General characteristics of *Rhizopus*. In *Encyclopedia of Food Microbiology* (2nd ed.). Academic Press. <https://www.sciencedirect.com>
- Lennartsson, P. R., Taherzadeh, M. J., & Edebo, L. (2014).** *Rhizopus* and its applications in biotechnology. In A. I. Laskin, S. Sariaslani, & G. M. Gadd (Eds.), *Advances in Applied Microbiology* (Vol. 89, pp. 1–36). Academic Press.
- Magan, N., & Aldred, D. (2007).** Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1–2), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.034>
- Mbata, G. N., Danso, J. K., & Holton, R. L. (2024).** *Peanut aflatoxin: Impact of postharvest insect infestation and storage systems*. *Insects*, 15(11), 836. <https://doi.org/10.3390/insects15110836>
- Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural (MADR). (2009).** *Direction des statistiques agricoles et des systèmes d’information*. Algérie.
- Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural. (2013).** Site officiel. Disponible sur : <https://madr.gov.dz/>
- Mutegi, C. K., Wagacha, J. M., Christie, M. E., Kimani, J., & Karanja, L. (2013).** Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachishypogaea* L.).
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2026).** *Arachishypogaea*. NCBI Taxonomy Database. Consulté le 19 mai 2026.
- Opio, P., & Photchanachai, S. (2018).** Modified atmosphere influences aflatoxin B1 contamination and quality of peanut (*Arachishypogaea* L.) kernels cv. KhonKaen 84-8. *Journal of Stored Products Research*, 78, 67–73.

<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.06.005> Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage* (3rd ed.). New York: Springer.

PubChemDatabase. (2026). *Peanut (Arachishypogaea)*. Consulté le 19 mai 2026.

Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Plants of the World Online – Arachishypogaea L.* Consulté le 19 mai 2026.

Samson, R. A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J. C., & Andersen, B. (2010). *Food and Indoor Fungi*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.

Sarbhoj, A. K., & Kulshreshtha, M. (1999). Food-borne fungi – estimation and classification. In *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press.

Savage, G. P., & Keenan, J. I. (1994). The composition and nutritive value of groundnut kernels. In J. Smartt (Ed.), *The Groundnut Crop: A Scientific Basis for Improvement*. London: Chapman & Hall.

Syngenta. (2018). *Mucor spp. and storage fungi: Identification and management*. Syngenta Crop Protection, Basel, Switzerland.

Syngenta. (2018). *Mucor spp. in post-harvest conditions*. <https://www.syngenta.com>

U.S. Department of Agriculture (USDA). (2023). *Citrus Annual Report*. Consulté via <https://apps.fas.usda.gov/>

Sarbhoj, A. K., & Kulshreshtha, D. D. (1999). *Fungi of India*. New Delhi, India: CBS Publishers & Distributors.

United States Department of Agriculture (USDA). (2026). *FoodData Central – Peanuts*. Consulté le 19 mai 2026.

Waliyar, F., Kumar, K. V. K., Osiru, M., Sudini, H., Traoré, A., & Diarra, B. (2015). *Post-harvest management of aflatoxin contamination in groundnut*. *World Mycotoxin Journal*, 8(2), 245–252. <https://doi.org/10.3920/WMJ2014.176655>

Watanabe, T. (2011). *Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species* (3rd ed.). CRC Press.

Williams, J. H., Phillips, T. D., Jolly, P. E., Stiles, J. K., Jolly, C. M., & Aggarwal, D. (2004). Human aflatoxicosis in developing countries: A review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1106–1122. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.5.1106>

Xing, F., Wang, L., Liu, X., Selvaraj, J. N., Wang, Y., Zhao, Y., & Liu, Y. (2016). Distribution and characterization of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* in peanuts from the main peanut-producing areas of China. *Scientific Reports*, 6, 25930. <https://doi.org/10.1038/srep25930>

Site d'internet

Anonyme 1. (2026). *Rhizopus and Mucor: Characteristics and diagnosis.* <https://microbeonline.com>

Consulté le: 22/5/2026

Anonyme 2. (2026). Wikimedia Commons – catégorie *Microscopic images of Mucor* https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Microscopic_images_of_Mucor

Consulté le: 24/5/2026

Anonyme 3. (2026). wikimedia Commons – *Rhizopus fungus (bread mold)* https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Rhizopus_fungus.jp

Consulté le: 24/5/2026

Anonyme 4. (2026). Wikimedia Commons – *Curvularia Microscopy* https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curvularia_Microscopy

Consulté le: 25/5/2026

Résumé

Résumé

Cette étude évalue la contamination fongique de l'arachide stockée par l'isolement et l'identification des champignons présents sur les graines et les coques, ainsi que la comparaison de deux méthodes d'isolement (directe et par dilution). Les résultats montrent que l'arachide constitue un milieu favorable au développement de plusieurs champignons, dominés par *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Mucor* sp. et *Ulocladium* sp. Les coques présentent une contamination plus élevée que les graines décortiquées, en raison de leur exposition directe aux conditions environnementales durant la récolte et le stockage.

La méthode d'isolement direct s'est révélée plus efficace que la méthode de dilution, cette dernière étant freinée par la croissance bactérienne. Une dominance du genre *Aspergillus* a été observée, notamment *A. flavus* et *A. niger*, connues pour leur développement en conditions de stockage défavorables et leur capacité à produire des mycotoxines, dont les aflatoxines. La présence des autres genres fongiques contribue également à la dégradation de la qualité des graines. Ces résultats soulignent l'importance des conditions de stockage (humidité et aération) dans la prolifération fongique. L'étude recommande l'amélioration des pratiques de stockage et un contrôle régulier afin de limiter la contamination et de préserver la qualité sanitaire de l'arachide.

Mots clés : Arachide, coques, champignons de stockage, El Oued, graines, isolement, identification.

Abstract

This study evaluates fungal contamination in stored peanuts by isolating and identifying fungi present on seeds and shells, and by comparing two isolation methods (direct and dilution). Results show that peanuts provide a favorable environment for fungal growth, mainly dominated by *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., and *Ulocladium* sp. Shells showed higher contamination than peeled seeds due to greater exposure to environmental conditions during harvest and storage. The direct isolation method proved more effective than dilution, which was limited by bacterial growth. A clear dominance of the genus *Aspergillus* was observed, particularly *A. flavus* and *A. niger*, which are associated with

poor storage conditions and mycotoxin production, including aflatoxins. Other fungal genera also contribute to seed quality deterioration. These findings highlight the importance of proper storage conditions (humidity and aeration) in controlling fungal proliferation. The study recommends improving storage practices and regular monitoring to reduce contamination and preserve peanut quality.

Keywords: Peanut, shells, storage fungi, El Oued, seeds, isolation, identification.

الملخص

تقام هذه الدراسة الثلاث الفطري في القل المداني المخزن من خلال عزل وتحديد الفطرات الموجودة على البذور والقدر، ومقارنة طريقتين للعزل المباشرة والتخفيف). أظهرت سجات النتائج أن *Ulocladium* sp. *Mucor* sp. *Rhizopus* sp. *Aspergillus niger* *Aspergillus flavus* | الفول السوداني يوفر وسطا مناسباً لنمو عدة فطرات، أبرز نسبة ثلاث أعلى في القدر مقارنة باليد والقشرة بسبب تعرض المباشر للظرف البنية أداء الحصاد والتخزين 15 تبين أن طريقة العزل المباشر أكثر فعالية من طريقة التخفيف. التي تثرت بنمو البكتيريا لوحظ هيمنة واضحة لقطر ، وهي فطريات مرتبطة بسوء ظروف التخزين وقدرتها على *Amigora A florus* خاصة *Aspergillus* إنتاج السموم الفطرية مثل الأفلاتوكسينات. كما تساهم أجناس فطرية أخرى في تدهور جودة البذور تؤكد هذه النتائج أهمية ظروف التخزين الرطوبة والتهوية في الحد من نمو الفطريات، وتوصي الدراسة بتحسين ممارسات التخزين وإجراء مراقبة دورية للحفاظ على جودة الفول السوداني وسلامته الصحية

كلمات مفتاحية الفول السوداني القشور فطريات التخزين الوادي البذور العزل التحديد

Résumé

Cette étude évalue la contamination fongique de l'arachide stockée par l'isolement et l'identification des champignons présents sur les graines et les coques, ainsi que la comparaison de deux méthodes d'isolement (directe et par dilution). Les résultats montrent que l'arachide constitue un milieu favorable au développement de plusieurs champignons, dominés par *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Mucor* sp. et *Ulocladium* sp. Les coques présentent une contamination plus élevée que les graines décortiquées, en raison de leur exposition directe aux conditions environnementales durant la récolte et le stockage. La méthode d'isolement direct s'est révélée plus efficace que la

méthode de dilution, cette dernière étant freinée par la croissance bactérienne. Une dominance du genre *Aspergillus* a été observée, notamment *A. flavus* et *A. niger*, connues pour leur développement en conditions de stockage défavorables et leur capacité à produire des mycotoxines, dont les aflatoxines. La présence des autres genres fongiques contribue également à la dégradation de la qualité des graines. Ces résultats soulignent l'importance des conditions de stockage (humidité et aération) dans la prolifération fongique. L'étude recommande l'amélioration des pratiques de stockage et un contrôle régulier afin de limiter la contamination et de préserver la qualité sanitaire de l'arachide.

Mots clés : Arachide, coques, champignons de stockage, El Oued, graines, isolement, identification

Abstract

This study evaluates fungal contamination in stored peanuts by isolating and identifying fungi present on seeds and shells, and by comparing two isolation methods (direct and dilution). Results show that peanuts provide a favorable environment for fungal growth, mainly dominated by *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., and *Ulocladium* sp. Shells showed higher contamination than peeled seeds due to greater exposure to environmental conditions during harvest and storage. The direct isolation method proved more effective than dilution, which was limited by bacterial growth. A clear dominance of the genus *Aspergillus* was observed, particularly *A. flavus* and *A. niger*, which are associated with poor storage conditions and mycotoxin production, including aflatoxins. Other fungal genera also contributed to seed quality deterioration. These findings highlight the importance of proper storage conditions (humidity and aeration) in controlling fungal proliferation. The study recommends improving storage practices and regular monitoring to reduce contamination and preserve peanut quality.

Keywords: Peanut, shells, storage fungi, El Oued, seeds, isolation, identification..

المخلص

تَقَم هذه الدراسة التلث الفطري في الفل السوداني ال خزن من خلال عزل وتحديد الفطرات الموجودة على البذور والقشر، ومقارنة طرقتين للعزل (المباشرة والتخفيف). أظهرت النتائج أن الفول السوداني يوفر وسطا ماسيا لنمو عدة فطرات، أبرزها *Aspergillus flavus* و *Aspergillus niger* و *Rhizopus* sp. و *Mucor* sp. و *Ulocladium* sp. سجلت نسبة تلث أعلى في القشر مقارنة بالبذر القشرة بسبب تعرضها للظروف البنية أثناء الحصاد والتخزين. كما تبين أن طريقة العزل المباشر أكثر فعالية من طريقة التخفيف التي تأثرت بنمو البكتيريا. لوحظ هيمنة واضحة لفطر *Aspergillus* خاصة *A. flavus* و *A. niger*، وهي فطريات مرتبطة بسوء ظروف التخزين وقدرتها على إنتاج السموم الفطرية مثل الأفلاتوكسينات. كما تساهم أجناس فطرية أخرى في تدهور جودة البذور. تؤكد هذه النتائج أهمية ظروف التخزين (الرطوبة والتهوية) في الحد من نمو الفطريات، وتوصي الدراسة بتحسين ممارسات التخزين وإجراء مراقبة دورية للحفاظ على جودة الفول السوداني وسلامته الصحية.

كلمات مفتاحية: الفول السوداني، القشور، فطريات التخزين، الوادي، البذور، العزل، التحديد.