

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

En : Science biologiques
Spécialité : microbiologie appliquée.

Par :

❖ **BENHEDID RYM**
❖ **ELFATMI NADJOUA**

Thème

Contribution à l'étude du potentiel
biotechnologique des levures isolées de
différents microbiotes intestinaux de poulets
dans la région de Ghardaïa

Soutenu publiquement, le 04 / 07 / 2023, devant un jury composé de:

Mr. BELGHIT Said	Maître de conférence -A-	Univ. Ghardaïa	Président
Mr. IDER Soufiane	Maître de conférence -B-	Univ. Ghardaïa	Encadrant
Mr BAKELLI Aissa	Maître de conférence -B-	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

En : Science biologiques
Spécialité : microbiologie appliquée.

Par :

❖ **BENHEDID RYM**
❖ **ELFATMI NADJOUA**

Thème

Contribution à l'étude du potentiel
biotechnologique des levures isolées de
différents microbiotes intestinaux de poulets
dans la région de Ghardaïa

Soutenu publiquement, le 04 / 07 / 2023, devant un jury composé de:

Mr. BELGHIT Said	Maître de conférence -A-	Univ. Ghardaïa	Président
Mr. IDER Soufiane	Maître de conférence -B-	Univ. Ghardaïa	Encadrant
Mr BAKELLI Aissa	Maître de conférence -B-	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

Remerciement

Au terme de ce travail, on tient à remercier **Allah** Dieu, le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadrant monsieur, IDER Sofiane pour la confiance qu'il nous a témoignée en acceptant d'encadrer ce travail et pour son aide précieuse et ses conseils.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury, Mr BELGHIT Said Maître de conférence A et Mr BAKELLI Aissa, Maître-conférences B de l'Université de Ghardaïa de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Notre sentiment les plus profonds et remerciements infinis à tous nos enseignants pour leurs patiences et servitudes surtout de département de biologie. Et tous les techniciens des laboratoire de S.N.V de l'université de Ghardaïa

Remerciements particuliers à Nadjat, Souhaila et Hicham.

Merci également à nos chères camarades, Maroua, Souad, Kaltoum, Safaa, Nabila, Salima, pour leur bonne humeur et leur gentillesse.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicace



Je remercie « الله » Tout-Puissant, qui m'a toujours accompagné et aidé dans ma vie, et m'a donné la santé, et je ferai ce travail, tout d'abord, en dédiant cet humble travail.

A mon cher père, l'homme de ma vie, mon éternel modèle, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, rien de ce que je dirai ne suffira jamais à lui exprimer ma gratitude, alors merci beaucoup papa

A ma chère maman, qui m'a permis de devenir qui je suis aujourd'hui, à la lumière de mes jours en me guidant sur mon chemin et en m'emmenant vers

Les chemins du succès, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, je t'adore, ma mère.

A ma chère soeur Amira, tu es mon soutien dans la vie, la moitié de mon sourire et de ma vie. Je te remercie pour ton amour et ton soutien moral tout au long de ma vie. Et ma soeur Loudjain, tu es la parure de ma vie

A mes chers frères Abd al-Jalil et Abd al-Bari, vous êtes la parure de ma vie et mon soutien dans ce monde. Je vous souhaite un bonheur durable. Que Dieu vous protège de tout mal.

A mon oncle, la femme de mon oncle, l'autre soeur Hadjar, que Dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie.

Au plus jeune membre de la famille, mon bien-aimé et cher Abdul Basset.

A ma cousine Rahel, Nour Al-Houda et Manal, que Dieu la protège.

A tous mes oncles, tantes, cousins, cousines et toute la famille.

À mes amis, Nadjoua, qui m'a accompagné dans mes études, il a une place spéciale dans mon cœur, un ami qui a partagé beaucoup de choses avec moi et qui m'a toujours soutenu.

À mes deux chères amies, Razika et Salma, qui m'ont soutenue dans les moments difficiles et m'ont accompagnée sur le chemin de mes études universitaires, que Dieu les protège toutes les deux. Tous mes amis.

Rym

Dédicace



Avant tout, mes sincères remerciements vont à Dieu Tout-Puissant qui m'a aidé et m'a donné patience et courage durant ces années académiques.

À mon père bien-aimé, est une personne tellement incroyable que je suis toujours fier de lui dans ma vie. Tu es mon héros et mon modèle et je serai toujours fier de toi.

. C'est pour toi, papa Merci et je t'aime.

A ma chère mère, la lumière de ma vie et le battement de mon cœur qui me soutient toujours. Ils m'ont soutenu et ont été la raison de terminer ces années et d'alléger leur fardeau. Les mots ne manquent pas pour vous remercier. Je veux qu'ils soient heureux tout au long de leur vie.

A mes chères sœurs, Hadjer mon bras droit, Fatima EL Zahra ma belle petite

A mes frères héros Ahmed Yassine et Ismail.

Je vous souhaite tout le meilleur et le bonheur.

À mon grand-père, Baba Al-Hajj, et à ma grand-mère Mbarka.

À ma belle tante Djamila, et ses jeunes, Mohamed el-Amine et Abed el-Hadi, que Dieu les protège.

A mes tantes, Aicha et Fatna, que Dieu vous garde pour moi.

Et à mon amie bien-aimée, ma compagne d'étude et ma partenaire, Rym, qui a toujours été avec moi dans tous les détails de nos journées et de nos études, que Dieu vous bénisse pour moi.

Nadjoua

قد تكون المستزرعات النقية للأنواع الميكروبية في أمعاء الدجاج مهمة وضرورية لشرح وظيفة ميكروبيوتا الأمعاء وتساهم أيضاً في تطوير بروبيوتيك جديد محتمل ومستقلبات ميكروبيوتا الأمعاء النشطة بيولوجياً. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو عزل الخمائر من عينات الدجاج التي تم جمعها في مناطق (سبب، متليبي، المنصورة، بني يزقن) الواقعة في غرداية، ثم دراسة فاعليتها في التكنولوجيا الحيوية. أظهر تحليل محتوى الخمائر لبراز الدجاج من عيناتنا أنها تحتوي في المتوسط على 13 سلالة من الخميرة. استند التحديد الأولي لعزلات هذه الخمائر إلى دراسة ماكروسكوبية وميكروسكوبية. لم يظهر أي نشاط مضاد للجراثيم ضد *Salmonella spp*، *Listeria monocytogenes*، *Bacillus subtilis* (ATCC6633)، *Escherichia coli* (E52). لقد قمنا بتمييز خصائص البروبيوتيك أيضاً، فهذه الأخيرة لم تكن انحلالية، وعندها خاصية مضادة للأكسدة و التجميع الذاتي.

الكلمات الرئيسية: دجاج؛ خميرة؛ جراثيم الأمعاء؛ بروبيوتيك. البراز، غرداية.

Résumé

Des cultures pures d'espèces microbiennes d'intestin de poulet peuvent être importantes et nécessaires expliquent la fonction du microbiote intestinal et contribuent également au développement de potentiels nouveaux probiotiques et métabolites bioactifs du microbiote intestinal. L'objectif principal de cette étude est d'isoler des levures à partir d'échantillons de poulet collectés dans les régions (Sebseb, Metlili, Mansoura, Ben Isguen) situées à Ghardaia, puis d'étudier leur efficacité biotechnologique. L'analyse de la microflore fongique des fèces de poulet de nos échantillons a montré qu'elle contenait en moyenne 13 souches levuriennes. L'identification initiale des isolats de cette microflore particulière était basée sur une étude macroscopique et microscopique. Il n'a pas montré d'activité antibactérienne contre *Salmonella* spp. *Escherichia coli* (E52), *Bacillus subtilis* (ATCC6633), *Listeria monocytogenes*. Nous avons en outre caractérisé les propriétés probiotiques, ces dernières n'était pas hémolytique, est un antioxydant et auto-agrégants.

Mots clés : poulet, levure, microbiote intestinal, probiotique, matières fécales, Ghardaia.

Abstract

Abstract

Pure cultures of chicken gut microbial species may be important and necessary in explaining the function of the gut microbiota and also contribute to the development of potential new probiotics and bioactive metabolites of the gut microbiota. The main objective of this study is to isolate yeasts from chicken samples collected in the regions (Sebseb, Metlili, Mansoura, Ben Isguen) located in Ghardaia, and then to study their biotechnological effectiveness. Analysis of the fungal microflora of chicken feces from our samples showed that it contained on average 13 yeast strains. The initial identification of isolates of this particular microflora was based on macroscopic and microscopic study. It did not show antibacterial activity against *Salmonella* spp. *Escherichia coli* (E52), *Bacillus subtilis* (ATCC6633), *Listeria monocytogenes*. We further characterized the probiotic properties, the latter was not hemolytic, is an antioxidant and auto-aggregating.

Keywords: chicken, yeast, gut microbiota, probiotic, feces, Ghardaia

Liste des Figures

Figure 1 : Comparaison International de la production du poulet.	4
Figure 2 : La production de poulets dans le monde	6
Figure 3 : Élevage extensif du poulet (élevage traditionnel)	9
Figure 4 : Élevage intensif du poulet (élevage moderne).....	11
Figure 5 : Morphologie du coq et de la poule	12
Figure 6 : Appareil digestif de la poule.....	13
Figure 7 : Tube digestif d'une poule femelle.....	15
Figure 8 : Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des pH des contenus.....	15
Figure 9 : Présentation d'une cellule de levure	23
Figure 10 : Filamentation des levures. A : pseudomycélium ; B : vrai mycélium ; C : vrai mycélium cloisonné.....	24
Figure 11 : interprétation de la reproduction asexuée d'une levure.....	25
Figure 12 : Schéma d'interprétation de la reproduction sexuée d'une levure	26
Figure 13 : La phylogénie fongique basée sur 42 génomes complets. Ascomycota, Basidiomycota et Zygomycota constituent trois des quatre phylums fongiques et sont présents comme des clades monophylétiques	33
Figure 14 : les régions choisies pour l'échantillonnage des poulets	38
Figure 15 : un morceau du gros intestin.....	39
Figure 16 : les pots des échantllons.....	39
Figure 17 : Résultat de test hémolytique des souches Ievuriennes. L'absence de l'hémolyse.	51
Figure 18 : Résultat de test antimicrobien des souches levuriennes	52
Figure 19 : Curbe standard de dosage trolox.....	53

Liste des tableaux

Tableau 1 Résultat de test antimicrobien des souches levuriennes	20
Tableau 2 Nombre de bactéries viables (log10 / g de contenu) des groupes majoritaires dans le tube digestif du poulet	21
Tableau 3 Classification simplifiée des levures (Alphonse et <i>al.</i> , 2004).....	32
Tableau 4 Nombres et code et région des échantillons	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5 Résultats de l'isolement des levures à partir des échantillons intestin de poulet bio.	46
Table 6 les caractères culturels macroscopique et microscopique des levures sur milieu YEPG.	48
Tableau 7 résultat de test antioxydant de surnagent et culot.....	52
Tableau 8 résultat de d'auto-agrégation et co-agrégation.....	54

Liste d'Abriviations

- **ABTS** : acide 2,2'-azino-bis.
- **ADN** : Acide désoxyribonucléique.
- **ARN** : Acide ribonucléique.
- **AW** : Activity Water.
- **FAO** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture.
- **g**: gramme.
- **Ig**: immunoglobulines.
- **ITS**: Internal transcribed spacer.
- **G**: groissement.
- **K**: potassium.
- **Kg**: kilogramme.
- **L**: litre.
- **LB** : *lactobacillus*.
- **MADR** : Ministère d'Agriculture et du Développement Rurale.
- **mg** : milligramme.
- **MH** : Mueller-Hinton.
- **ml** : millilitre.
- **Mn** : Manganèse.
- **Mm** : millimole.
- **mpa**: méga pascal.
- **NaCl**: Chlorure de sodium.
- **PBS**: Tompon phosphate salin.
- **pH**: Potentiel hydrogène.
- **RAT**: Riz, Agar et Tween.
- **SC**: surnagent culture.
- **TE**: trolox.
- **TEAC**: capacité antioxydant équivalente au Trolox.
- **TSA** : Gélose Trypticase soja.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **UI** : unité internationale.
- **V**: volume.
- **YEPGA**: Yeast Extract Peptone Glucose Agar.
- **YNB**: Yeast Nitrogen Base.
- **°C**: Degré Celsius.
- **µm** : micromètre.
- **µ l** : microlitre

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste de Figures

Liste des Tableaux

Listes d'abréviations

Introduction générale **1**

partie I: revue bibliographique

I. Les poules..... **4**

1. Historique **4**

2. La production avicole dans le monde **4**

2.1. Les principaux pays producteurs de poules et de produits avicoles **5**

2.2. En Algérie **6**

3. Les poules **7**

4. Poulet extensif **7**

4.1. Accès à l'extérieur..... **8**

4.2. Alimentation biologique **8**

4.3 Bien-être animal **9**

4.4. Normes de production **9**

5. Poule intensif **9**

5.2. Densité élevée..... **10**

5.3. Alimentation contrôlée **10**

5.4 Éclairage artificiel **10**

5.5 Absence d'accès à l'extérieur **11**

6. Morphologie de poule **11**

Table des matières

7. Le système digestif	12
8. Avantages de la viande de poulet	15
9. Avantages des œufs	16
10. Les pathogène des poules	17
11. la flore intestinale du poulet	19
II. Les levures	22
1. Historique de levures	22
2. Généralités	22
3. Habitat des levures.....	23
4. Morphologie et Structure.....	23
5 .Reproduction	24
5.2. La reproduction sexuée.....	25
6. Condition de croissance des levures	26
6.1 Besoins nutritionnels	26
6.2 Conditions physico-chimiques	28
7. Métabolisme	30
8. Classification de la levure.....	31
9. Les méthodes d'identification des levures	34
9.1 Méthodes phénotypiques	34
9.2 Méthodes génotypiques	34
10. Les levures en tant que probiotiques	35
11. Mécanismes d'action des probiotiques.....	35

PARTIE II Matériels et méthodes

1. Objectif :.....	38
2. Échantillonnage :.....	38
2.1 Techniques de prélèvements	38
2.2 Transport des échantillons	40

Table des matières

3. Analyses microbiologiques.....	40
3.2. Isolement des levures	41
3.3. Purification des levures isolées	41
3.4. La conservation des isolats	41
4. Identification des levures selon les méthodes conventionnelles	42
5. Les propriétés probiotique	42
5.1. Activité hémolytique	42
5.3. Activité antioxydant des levures.....	43
5.4 Les tests d'auto-agrégation	44
5.5 Les tests de la Co-agrégation.....	44
Partie III Résultats et discussion	
1. Dénombrement et isolement des levures.....	47
2. Étude des caractères culturels	47
2.1 Caractères culturels sur milieu solide (macroscopique) et Caractères morphologiques (microscopique).....	47
3. Les propriétés probiotiques	50
3.1 Activité hémolytique	50
3.2 Activité antimicrobienne des levures	51
3.3 Activité antioxydant des levures.....	52
3.4 Les tests d'auto-agrégation et co-agrégation.....	54
Conclusion et perspectives	57
Références bibliographiques	60
Annexes	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Le poulet est considéré généralement comme un des oiseaux les plus anciennement domestiqués. Il occupe une place économique et sociale particulière ; sa production assure actuellement plus de 86% des produits carnés d'origine volaille (Office de l'élevage, 2009). Le mode d'exploitation varie selon les moyens disponibles. Les systèmes d'élevage intensif et semi-intensif fournissent la majorité des offres sur le marché mondial. Ils sont répandus dans les zones urbaines et périurbaines, ils sont prédominant dans les pays du Nord les plus développés. Cependant, près de 90% des volailles dans les pays en voie développement sont élevés sous le système extensif (Branckaert et *al.*, 2007). Celui-ci repose essentiellement sur des modes d'exploitation traditionnels peu exigeants et qui conviennent aux milieux villageois et même urbains et périurbains dans plusieurs pays africains et asiatiques.

En Algérie, l'aviculture constitue un secteur très important, participe avec plus de 50% à la couverture des besoins en alimentation d'origine animale. En 2017, la production nationale en viande blanche a connu une évolution considérable, atteignant 5,3 millions de quintaux (Mqt), contre 2,092 Mqt en 2009, soit une augmentation de 153%, rapporte l'agence APS (Algérie Eco, 2018). Dans le but de garantir aux consommateurs des produits avicoles de qualité, le secteur avicole voit à atteindre l'accroissement de la production par la maîtrise appropriée de la conduite des élevages par une meilleure optimisation nutritionnelle des régimes alimentaires et l'utilisation des facteurs de croissances.

Récemment, suite à l'industrialisation des élevages, une nouvelle stratégie a été proposée, le recours à l'emploi des probiotiques comme additif alimentaire, semble offrir des résultats plus promoteurs. Des études récentes ont montré que les probiotiques ont des effets bénéfiques sur la viande des volailles et par conséquent sur la santé humaine (Vandeplass, 2009 ; Higgins, 2010). Ils agissent sur la croissance et le développement des animaux d'élevages, ils exercent des effets bénéfiques sur la flore et la santé de l'intestin, ainsi l'amélioration des performances zootechniques et sanitaires, ceci est bien décrit chez le poulet de chair par Pelicano (2004) ; Vittorio et *al.* (2005) ; Idoui et *al.* (2009) qui ont illustré les effets positifs de l'apport de probiotique sur le gain de poids, l'amélioration de l'indice de consommation et la meilleure survie des poulets. De même, l'une des avantages de ces

Introduction générale

microorganismes, l'effet hypocholestérolémiant démontré chez l'homme et l'animal (Cheryl, 2008).

Les recherches approfondies sur le microbiome du tractus gastro-intestinal (GIT) du poulet à maintes fois affirmé que le microbiote intestinal jouait un rôle important dans la santé du poulet, croissance et développement. Le microbiote intestinal est progressivement devenu une source prometteuse de probiotiques et de nouveaux métabolites bioactifs, à l'exception des nutriments l'apport, la digestion, la modulation immunitaire et l'exclusion des agents pathogènes. Cependant, malheureusement, une grande partie de ces microbiotes intestinaux ne sont pas encore cultivés, ce qui limite notre compréhension des interactions entre les membres individuels du microbiote intestinal et hôtes. Fait prometteur, certains ont récemment développé des approches qui isolent les micro-organismes ont fait leurs preuves. In Gabriel et *al*(2005)

Cette étude a été menée pour acquérir des connaissances sur la biodiversité des levures présentes dans les intestins des poulets à Ghardaïa et comprend les éléments suivants :

1. Isolement, dénombrement et identification des levures dans les intestins de poulet.
2. Distinguer les propriétés biotechnologiques importantes, à la fois hémolytiques, antimicrobiennes, antioxydantes et d'auto-agrégation et de co-agrégation.

Notre manuscrit est composé de trois parties, la première est consacrée à la structure bibliographique détaillée autour de deux chapitres, la première présente l'histoire de la volaille et de sa production dans le monde et en Algérie, et les types de poulets, leur système digestif, les méthodes de leur sélection, les levures et leurs principales caractéristiques biotechnologiques ont détaillé dans la deuxième classe.

La deuxième partie du manuscrit présente le matériel et méthodes appliqués dans le cadre de la réalisation de ce travail, On étudie certains, ainsi qu'en étudiant les procédés d'identification des levures isolées à partir d'intestins de poulet, et leurs propriétés biotechnologiques. Ensuite, les résultats obtenus à partir de cette étude sont présentés et discutés dans la troisième partie.

Enfin, la conclusion générale résume les principaux résultats de ce travail avec une présentation des principales perspectives envisagées pour poursuivre ce sujet de recherche.

**REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I. LES POULES

1. Historique :

L'histoire de l'élevage de volailles remonte à des milliers d'années. Les premières preuves de la domestication des volailles remontent à environ 8 000 ans en Chine, où des fouilles archéologiques ont révélé la présence de poulets domestiques à cette époque. Ces poulets se sont ensuite répandus en Europe occidentale, probablement en passant par la Russie (Wang et Yonghou, 1981).

2. La production avicole dans le monde :

L'élevage avicole joue un rôle significatif dans la production de protéines animales à l'échelle mondiale. Les produits issus de l'élevage avicole, tels que la viande de poulet et les œufs, représentent environ un tiers des protéines animales consommées dans le monde (FAO, 2010).

L'élevage des volailles joue un rôle crucial dans la production et la consommation de viande. Selon les données de la FAO, la production totale de volailles en 2009 s'élevait à 91,3 millions de tonnes équivalent carcasse (TEC). Les poulets représentent la part prédominante avec plus de 87 % de la production, soit environ 79,6 millions de tonnes.

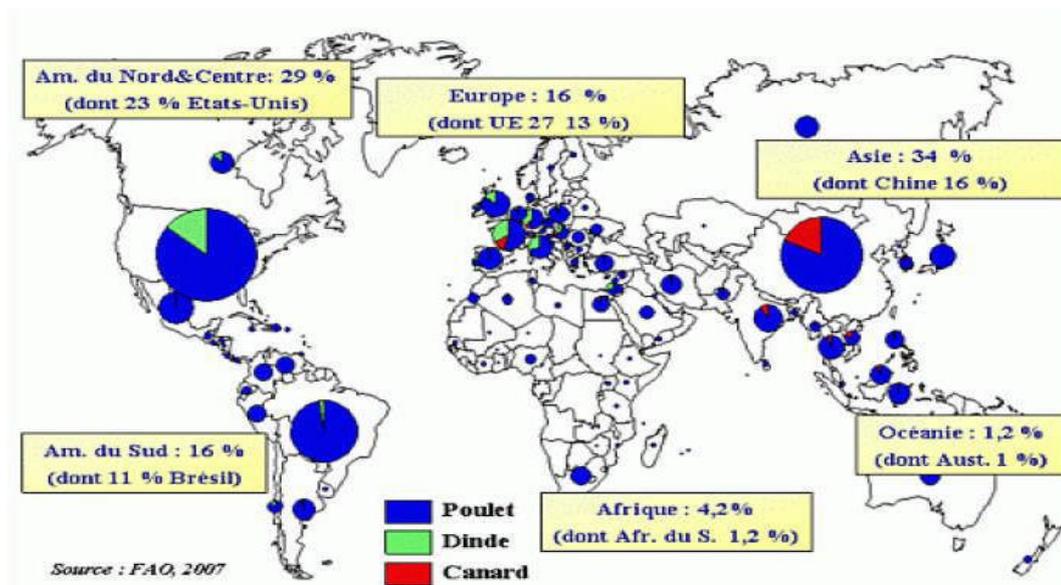


Figure 1: Comparison International de la production du poulet.

(https://www.itavi.asso.fr/economie/eco-filiere/volailles/prod_monde.gif).

Au niveau national, la filière avicole joue un rôle de premier plan, contribuant de manière significative à l'approvisionnement en viande. Selon Abbas (1996), les produits avicoles représentent environ 50% de la consommation totale de viande. La viande blanche, généralement moins chère que la viande rouge, est particulièrement appréciée par les ménages algériens. Historiquement, l'aviculture était principalement pratiquée de manière traditionnelle et villageoise, mais l'essor de l'aviculture moderne a été favorisé par la création de l'Office National des Aliments du Bétail en 1969 (Bouziani *et al.*, 2009).

Au fil des années, la production de viande blanche a connu une croissance constante, avec une augmentation annuelle moyenne de 7%. Les chiffres montrent que la production est passée de 24 000 tonnes en 1968 à 200 000 tonnes en 1999, tandis que la consommation est passée de 0,5 kg par an et par habitant en 1968 à 9 kg par an et par habitant en 1995 (Feliachi, 2003). Cependant, au cours de la dernière décennie, des changements politiques tels que la levée du monopole étatique sur les importations et la suppression des subventions (Ferrah, 1993) ont eu un impact sur la production, qui a régressé pour atteindre 156 000 tonnes en 2003. En revanche, la production d'œufs de consommation a connu une progression, passant de 2 020 millions d'œufs en 2000 à 3 302 millions d'œufs en 2003 (CICA, 2004).

Aujourd'hui, 86 milliards de poulets sont consommés dans le monde avec une progression annuelle de 3% par ans (source : Bilan Diagnostic des bassins de production de volailles de chair, Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux, Mars 2012).

2.1. Les principaux pays producteurs de poules et de produits avicoles :

Les principaux pays producteurs de poules et de produits avicoles peuvent varier en fonction des années et des statistiques disponibles, mais certains pays sont généralement considérés comme étant parmi les plus importants dans ce domaine (FAO et USDA, 2018).

Voici quelques-uns de ces pays :

- **Chine** : La Chine est le premier producteur mondial de viande de poulet et d'œufs. Elle a une industrie avicole très développée pour répondre à la demande croissante de la population.

- **États-Unis** : Les États-Unis sont également un important producteur de poulets et de produits avicoles, tant pour la consommation intérieure que pour l'exportation.
- **Brésil** : Le Brésil est l'un des principaux exportateurs de viande de poulet au monde. Il a une industrie avicole importante et exporte ses produits vers de nombreux pays.
- **Inde** : L'Inde a une forte production de poulets et d'œufs pour répondre à la demande croissante de sa population en expansion.
- **Union européenne** : L'Union européenne est également un acteur majeur de l'élevage de poules et de la production d'œufs en adoptant diverses pratiques d'élevage, y compris l'élevage bio et les systèmes de volaille en liberté

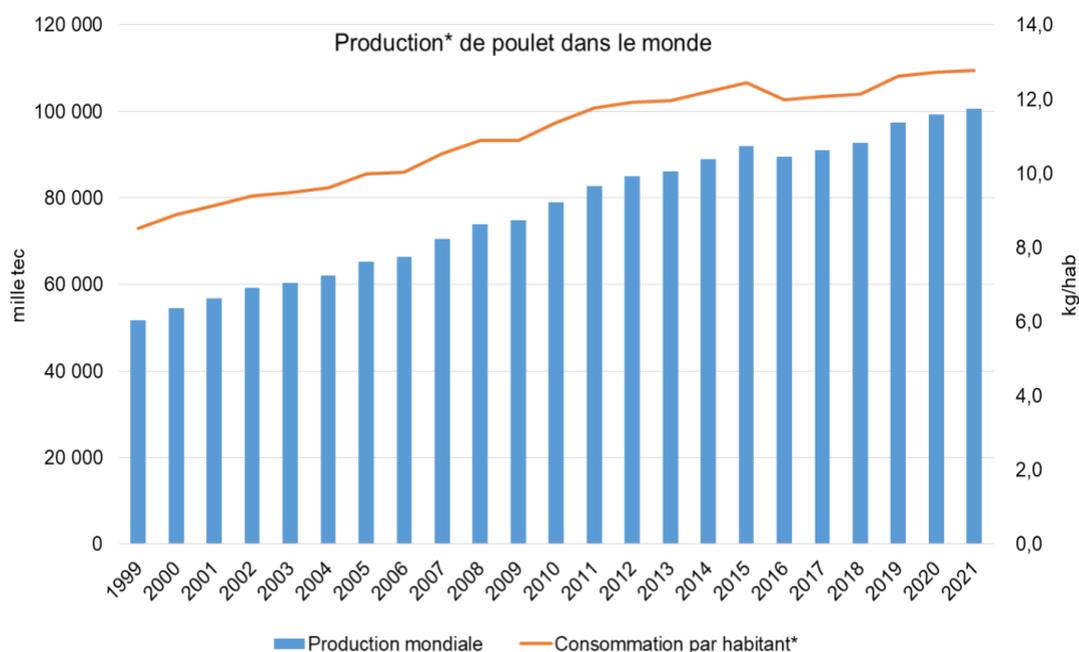


Figure 2 : La production de poulets dans le monde (France Agri Mer).

2.2. En Algérie :

L'élevage de poulets est répandu à travers tout le pays, tant dans les régions urbaines que rurales. Les poulets sont élevés à la fois à petite échelle, dans des élevages familiaux, et à grande échelle, dans des exploitations commerciales.

La production avicole en Algérie est considérée comme la spéculation la plus intensive parmi toutes les productions animales du pays, que ce soit pour la production d'œufs ou de viande. Depuis les années 80, elle a été totalement "artificialisée" et est désormais pratiquée de manière industrielle dans toutes les régions, y compris dans le Sud, bien que l'on observe une concentration plus importante autour des grandes villes du Nord. Ce système a entraîné

de nombreux changements, tant au sein de la population rurale (en particulier chez les femmes, qui étaient traditionnellement responsables de l'élevage avicole) que chez les éleveurs modernes et les consommateurs, au cours des vingt dernières années selon l'INRA (2003).

En Algérie et jusqu'au début des années 1960, l'aviculture était essentiellement villageoise et traditionnelle, elle se dirige de plus en plus vers l'industrialisation mais elle reste insuffisante et souffre de nombreux obstacles tels que le manque d'éleveurs qualifiés et la forte dépendance de l'étranger (équipements, souches élevées, produits alimentaires et vétérinaires). Selon les indicateurs du ministère de l'Agriculture. La production annuelle de l'Algérie a atteint 460 000 Des tonnes de viande blanche. Qui est soutenu par la filière avicole par divers Producteurs : 1 004 dindes, 9 111 poulets, 6 491 pour les poules pondeuses (MADR, 2018).

En ce qui concerne l'état de Ghardaïa en Algérie, l'élevage de poulets est également pratiqué. Ghardaïa est une région semi-désertique où l'agriculture et l'élevage sont des activités importantes pour la population locale. Les poules peuvent être élevées pour la production d'œufs, de viande ou pour des raisons domestiques.

3. Les poules:

Une poule est un oiseau domestiqué appartenant à la famille des gallinacés. Plus spécifiquement, une poule est une femelle adulte du poulet domestique, qui est élevé à des fins de production d'œufs, de viande ou pour des raisons ornementales (Van Eekeren et al, 2006).

4. Poulet extensif :

Les poules élevées en mode bio, également appelées poules élevées en plein air, sont élevées conformément aux normes de l'agriculture biologique (Kasiiti, 2002) Ce système d'élevage se caractérise par des méthodes traditionnelles et se pratique principalement en plein air, tant dans les foyers familiaux que dans les fermes. Le cheptel est constitué de poulets locaux en effectifs réduits (Njue et al., 2002). Les races de poulets locaux sont les plus utilisées dans ce système. Les femelles atteignent un poids moyen d'environ 1 kg et les mâles d'environ 1,5 kg à l'âge de 6 mois (Buldgen et al., 1992). Bien que leur croissance soit lente,

la qualité de leur chair est très appréciée. Ce type d'élevage, qui nécessite peu de travail, est particulièrement adapté aux zones rurales et aux situations où les ressources alimentaires et les conditions de logement sont limitées.

4.1 Accès à l'extérieur:

Les poules bios ont un accès à un espace extérieur où elles peuvent se déplacer librement. Cet espace est généralement un parcours herbeux ou une zone avec de la végétation naturelle. L'accès à l'extérieur permet aux poules de gratter le sol, de chercher de la nourriture, de prendre des bains de poussière et d'exprimer leur comportement naturel (Kasiiti, 2002).

4.2 Alimentation biologique:

Les poules bios sont nourries avec une alimentation biologique certifiée. Cela signifie que leur alimentation est produite sans l'utilisation d'engrais chimiques, d'antibiotiques, de pesticides ou d'organismes génétiquement modifiés (OGM). Les poules peuvent se nourrir de manière naturelle en picorant des insectes, des vers et de l'herbe lorsqu'elles sont à l'extérieur (Kasiiti, 2002).



Figure 3 : Élevage extensif du poulet (élevage traditionnel).

(<http://www.chouday.fr/actualites/etablissement-soumis-a-declaration-elevage-de-poulets-de-chair/>).

4.3 Bien-être animal :

Les poules bios doivent être élevées dans des conditions qui respectent leur bien-être animal. Cela comprend des éléments tels que des installations adéquates pour se percher et se nicher, un espace suffisant pour se déplacer, une luminosité naturelle et un environnement propre. Les traitements préventifs à base d'antibiotiques sont limités et ne sont administrés que lorsque cela est nécessaire pour le bien-être des animaux (Kasiiti, 2002).

4.4 Normes de production:

L'élevage de poules bio est soumis à des normes spécifiques établies par les organismes de certification bio. Ces normes incluent des exigences strictes en matière de bien-être animal, d'alimentation, de gestion des déchets, de santé animale et de pratiques d'élevage durables (Kasiiti, 2002).

L'objectif de l'élevage de poules bio est de promouvoir des conditions d'élevage respectueuses de l'environnement, du bien-être animal et de la production d'aliments sains et naturels. Les œufs produits par des poules élevées en mode bio sont généralement considérés comme étant de meilleure qualité nutritionnelle, avec des niveaux plus élevés d'acides gras oméga-3 et de vitamines, par rapport aux œufs provenant de poules élevées de manière intensive (Kasiiti, 2002).

Les races de poule extensive en Algérie :

Zayna, Bayad, Lahem, Badou, Brahma, naker, somatra, yocohama, kroud, sprayt (dealifnd ©, 2021).

5. Poule élevage intensif :

L'élevage intensif des poules, également connu sous le nom d'élevage en batterie ou d'élevage industriel, est une méthode d'élevage qui vise à maximiser la production de viande et d'œufs en minimisant les coûts et l'espace requis (Feliachi, 2003).

Depuis les années 80, une stratégie basée sur l'intensification de l'élevage avicole a été adoptée par l'État. Ce secteur est devenu le plus intensif parmi toutes les productions animales, que ce soit pour la viande ou pour les œufs de consommation. Il repose sur l'utilisation de souches exotiques importées, telles que les ISA (Institut de Sélection Animale).

Ces souches sont connues pour leur rentabilité améliorée et sont élevées dans des installations bien équipées selon le type d'élevage (voir figure 06). Les exploitations de poulets de chair ou de poules pondeuses peuvent accueillir en moyenne 3000 à 5000 individus par unité de production. Ce système d'élevage est répandu dans toutes les régions du pays, y compris celles du Sud, mais il est plus concentré près des grandes villes du Nord (Feliachi, 2003).

Voici quelques caractéristiques générales de l'élevage intensif des poules:

5.1 Environnement confiné:

Les poules élevées en intensif sont généralement maintenues dans des bâtiments fermés, en confinement, plutôt que de bénéficier d'un accès à l'extérieur. Elles sont souvent logées dans des cages en batterie où l'espace est limité, avec peu de possibilités d'exercice et d'expression des comportements naturels (Feliachi, 2003).

5.2 Densité élevée :

Les poules élevées en intensif sont souvent gardées à des densités élevées, avec de nombreuses poules entassées dans un petit espace. Cela peut entraîner des problèmes de bien-être, tels que des comportements agressifs, des problèmes de santé et un stress accru (Feliachi, 2003).

5.3 Alimentation contrôlée :

Les poules élevées en intensif sont nourries avec une alimentation spécialement formulée pour maximiser la croissance et la production d'œufs. Les aliments peuvent contenir des additifs tels que des antibiotiques ou des hormones de croissance pour favoriser la croissance et prévenir les maladies (Feliachi, 2003).

5.4 Éclairage artificiel : Les poules élevées en intensif sont souvent exposées à un éclairage artificiel contrôlé pour prolonger les heures de lumière et stimuler la ponte d'œufs (Feliachi, 2000).

5.5 Absence d'accès à l'extérieur : Contrairement aux poules élevées en mode bio, les poules élevées en intensif n'ont généralement pas accès à un espace extérieur où elles peuvent se déplacer librement et exprimer leur comportement naturel (Feliachi, 2003).



Figure 4 : Élevage extensif du poulet (élevage traditionnel).

(<http://www.chouday.fr/actualites/etablissement-soumis-a-declaration-elevage-de-poulets-de-chair/>).

Il convient de noter que les conditions d'élevage des poules ont des implications sur la qualité des œufs produits, ainsi que sur le bien-être animal. Les poules élevées en mode bio sont souvent considérées comme produisant des œufs de meilleure qualité nutritionnelle et sont généralement perçues comme bénéficiant de meilleures conditions de vie que les poules élevées de manière intensive.

6. Morphologie de poule:

Le poulet domestique, tout comme les autres gallinacés, est bien adapté à la vie terrestre. Il possède un corps trapu et robuste, un sternum particulièrement développé, des membres abdominaux musclés et des ailes courtes et arrondies. Sa tête est ornée d'une crête, de barbillons, d'oreillons et souvent d'une huppe de plumes colorées. Son bec est court et épais, parfois légèrement recourbé. Son corps est recouvert de plumes et ses pattes présentent des écailles. Les pattes se terminent par quatre doigts, dont trois sont orientés vers l'avant et un vers l'arrière (Diop, 1982).

Le dimorphisme sexuel est bien marqué, le coq généralement plus volumineux que la poule, se distingue par sa crête et ses barbillons plus développés et de couleur rouge.

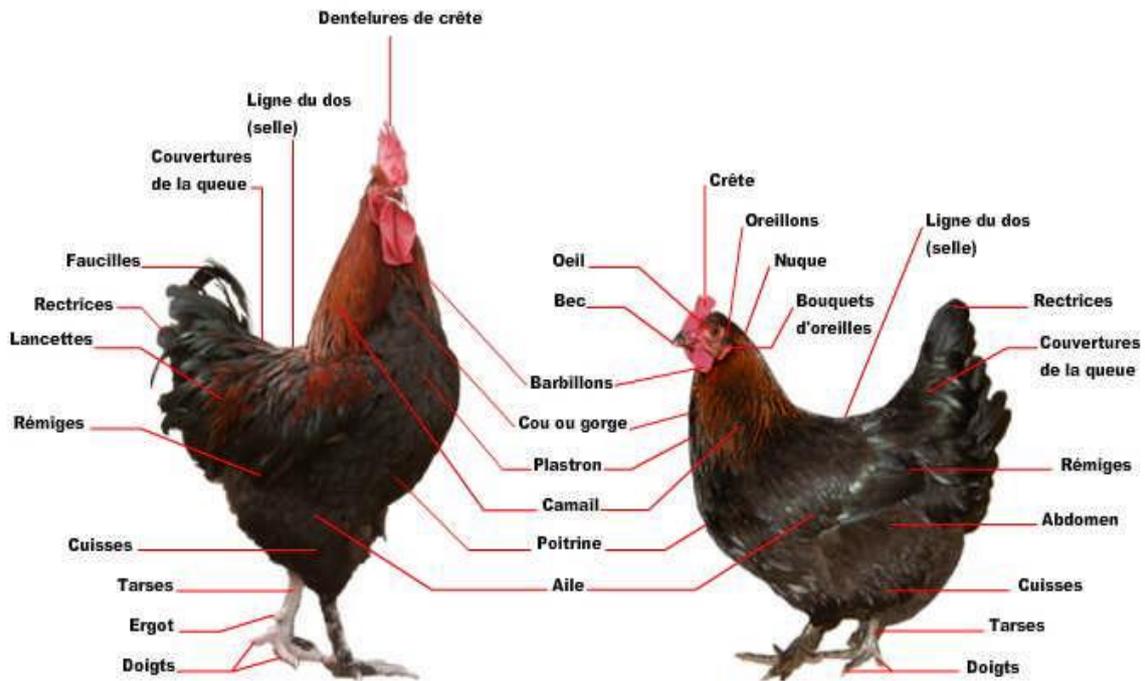


Figure 5 : Morphologie du coq et de la poule
(<https://www.gallinette.net/index.php?page=oeuf&newsj5age=^>)

7. Le système digestif :

Le système digestif d'une poule est adapté à son régime alimentaire, qui est principalement basé sur des aliments végétaux et des petits organismes tels que les insectes. Voici une description du système digestif d'une poule :

Système digestif de la poule

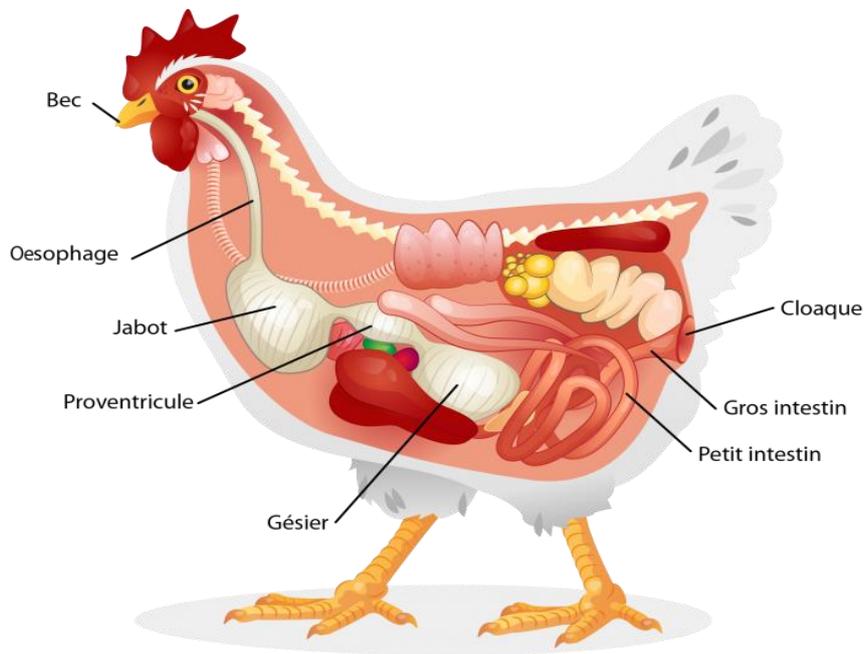


Figure 6 : Appareil digestif de la poule (Anadon et *al.*, 1993).

1. Bec :

Utilisé pour la capture des particules alimentaires, il comporte deux parties, la maxille ou mandibule supérieure sur la face dorsale et la mandibule ou mandibule inférieure sur la face ventrale (Beghoul, 2006). Sa partie visible est de nature cornée (rhamphothèque) et de croissance continue (Bonou, 2006).

2. Gorge (pharynx) :

Lorsque la poule avale les aliments, ils passent par le pharynx, qui est la partie supérieure de la gorge (Souilem, 2002).

3. Oesophages :

C'est un conduit musculo-muqueux à paroi mince et très dilatable ; il assure le transport des aliments de la cavité buccale à l'estomac. Sa sécrétion permet une imprégnation des aliments et facilite leur transit (Bonou, 2006).

4. Estomac : Les poules ont un estomac divisé en deux parties : le proventricule et le gésier (Alamargot, 1982).

- a. **Proventricule** : Le proventricule est l'estomac glandulaire où se produit la première étape de la digestion chimique. Il sécrète des enzymes et des sucs gastriques pour décomposer les aliments (Alamargot, 1982).
- b. **Gésier** : Le gésier est une structure musculaire puissante qui agit comme un broyeur mécanique. Les aliments du jabot entrent dans le gésier, où ils sont broyés et malaxés grâce aux contractions musculaires et aux petites pierres ou cailloux (grit) ingérés par la poule. Ces cailloux aident à broyer les aliments, car les poules ne possèdent pas de dents (Alamargot, 1982).
- 5. Intestin grêle** : Une fois les aliments passés par le gésier, ils entrent dans l'intestin grêle, qui est la principale zone d'absorption des nutriments. L'intestin grêle est composé du duodénum, du jéjunum et de l'iléon. Les nutriments provenant des aliments digérés sont absorbés dans la circulation sanguine à travers les parois de l'intestin grêle (Larbier, 1992)
- 6. Caeca** : Les caeca sont deux structures en forme de sac situées à la jonction entre l'intestin grêle et le gros intestin. Ils sont responsables de la fermentation des fibres végétales et de l'absorption de certains nutriments (Alamargot, 1982).
- 7. Gros intestin et cæcum** : Le gros intestin est la dernière partie du système digestif de la poule. Il a pour fonction principale l'absorption de l'eau et la formation des matières fécales. Le cæcum, situé à la fin du gros intestin, joue un rôle dans la fermentation des fibres et la production de certaines vitamines (Souilem, 2002).
- 8. Cloaque** : Le cloaque est une cavité à la fin du système digestif qui sert également de conduit pour les systèmes urinaire et reproducteur. Les matières fécales quittent le corps par le cloaque lorsqu'elles sont éliminées (Villate, 2001).

Le système digestif des poules est adapté pour digérer une grande variété d'aliments, y compris les graines, les herbes, les insectes et autres petits organismes.

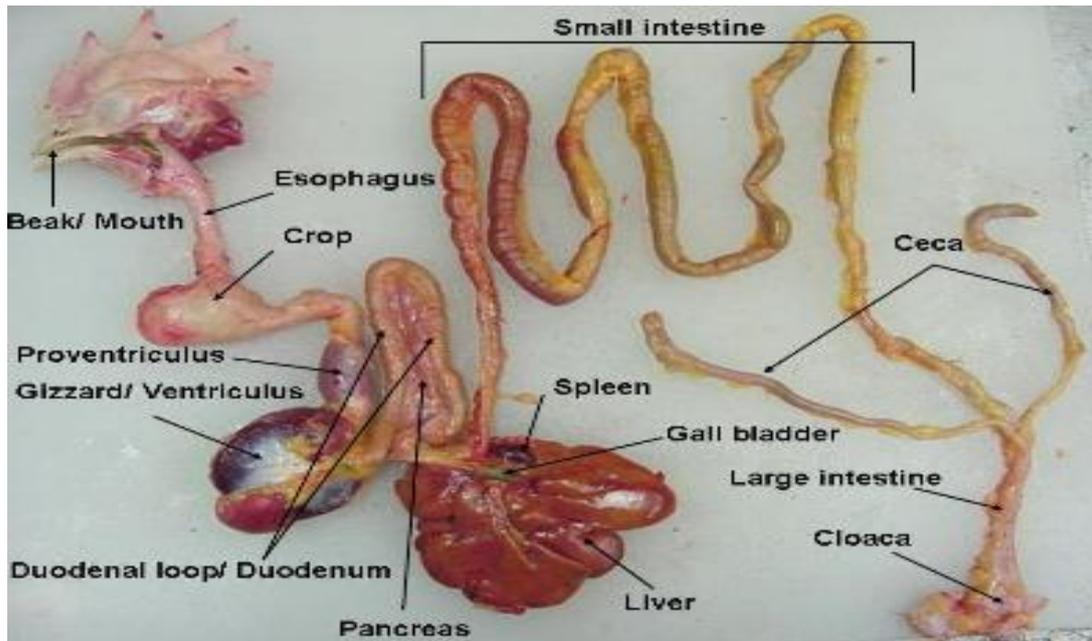


Figure 7: Tube digestif d'une poule femelle (par le Dr Jacque Jacob, Université du Kentucky)

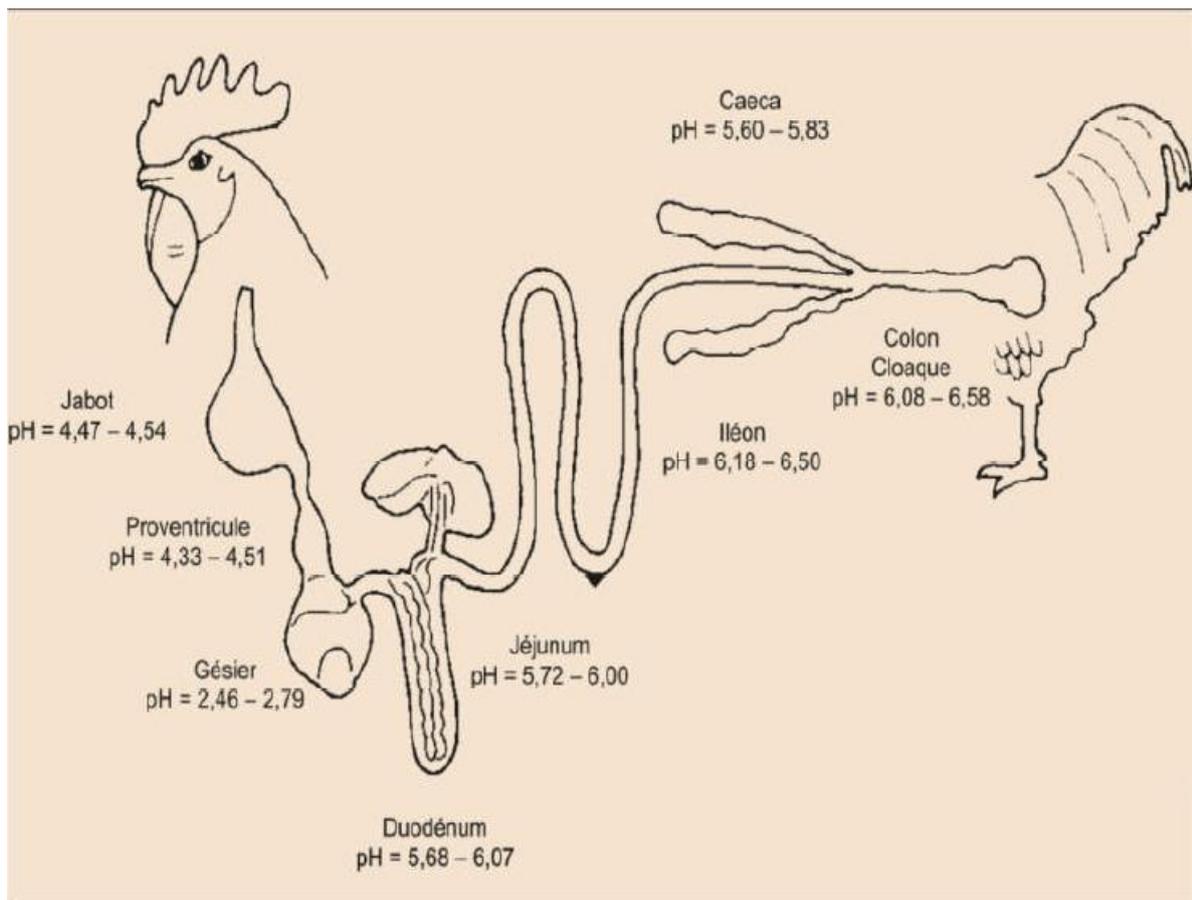


Figure 8 : Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des pH des contenus digestifs (Farner, 1942).

8. Avantages de la viande de poulet :

1. **Riche en protéines** : La viande de poulet est une excellente source de protéines de haute qualité, essentielles à la croissance et à la réparation des tissus, au développement musculaire et à la santé générale Butcher, (2023)
2. **Faible teneur en matières grasses** : La viande de poulet, en particulier la viande maigre sans peau, contient généralement moins de matières grasses saturées par rapport à d'autres viandes, ce qui en fait un choix plus sain pour maintenir un poids corporel équilibré et réduire le risque de maladies cardiovasculaires. Butcher, (2023)
3. **Source de vitamines et de minéraux** : La viande de poulet contient des vitamines B, telles que la vitamine B6 et la vitamine B12, qui sont importantes pour la santé nerveuse et la production d'énergie. Elle est également une bonne source de minéraux tels que le zinc, le fer et le sélénium. Butcher, (2023)
4. **Faible en glucides** : La viande de poulet ne contient pas de glucides, ce qui en fait une option adaptée aux régimes à faible teneur en glucides ou aux personnes atteintes de diabète.

9. Avantage des œufs :

1. **Profil nutritionnel complet** : Les œufs sont riches en nutriments essentiels tels que les protéines de haute qualité, les vitamines (A, D, E, B2, B12) et les minéraux (fer, zinc, sélénium). Butcher, (2023)
2. **Source d'acides gras sains** : Les œufs contiennent des acides gras oméga-3, qui sont bénéfiques pour la santé cardiaque et le fonctionnement cérébral. Butcher, (2023)
3. **Cholestérol diététique** : Bien que les œufs contiennent du cholestérol, des recherches récentes suggèrent que la consommation modérée d'œufs ne semble pas avoir d'effets négatifs sur le cholestérol sanguin chez la plupart des personnes en bonne santé. Butcher, (2023)
4. **Satiété** : Les œufs sont riches en protéines et peuvent contribuer à une sensation de satiété plus longue, ce qui peut aider à contrôler l'appétit et à maintenir un poids sain. Butcher, (2023).

10. Les pathogène des poules :

➤ *Salmonella*

Les salmonelles sont des bactéries appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, pour la Plupart pathogènes des animaux et de l'homme. Telles que *Salmonella Arizonae*, *Salmonella Choleraesuis*, *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhi*, et *Salmonella Typhimurium* (Tall, 2003). *Salmonella Typhimurium* est le sérotype le plus fréquemment rencontré chez le poulet de chair (D'aoust, 2001).

Salmonella est un bacille à Gram négatif, mobile (ciliature péritriche), aéro-anaérobie facultatif, développement facile en milieu ordinaire, oxydase négative, fermentant le glucose, lactose négative.

Les volailles sont en général des porteurs sains et l'incidence technico-économique du portage en poulet de chair semble être minime, en fait, c'est le rôle des salmonelles dans les toxiinfections alimentaires collectives qui explique leur importance dans la filière. Selon le meme auteur, l'existence d'un fort taux d'infection salmonellique des animaux est un phénomène largement décrit en aviculture (Elgroud, 2009).

Les épidémies européennes d'origine alimentaire sont principalement provoquées par *Salmonella* avec comme origines les oeufs et la viande de volaille.

En 2015, 1390 foyers de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) ont été déclarés en France, affectant 11 429 personnes, dont 641 (6%) ont été hospitalisées et 5 sont décédées. Par rapport à 2014, le nombre de TIAC est stable (+0,7%) : 1 380 foyers avaient été déclarés en 2014 touchant 12 109 personnes (OMS, 2015).

Salmonella est l'agent pathogène le plus fréquemment retrouvé avec 43% des foyers en 2014. Selon le rapport de l'OMS (2015), les estimations de la charge mondiale de morbidité due aux maladies d'origine alimentaire est due à 31 agents transmis par les aliments principalement *Salmonella*, *Campylobacter* et *Escherichia coli*, aux niveaux mondial et régional.

➤ **Les staphylocoques**

Les Staphylocoques sont des bactéries à Gram positif, et facultativement anaérobique, thermorésistantes (Nana, 2000).

D'après le même auteur, le *S. aureus* est un germe ubiquiste qui vit dans les cavités nasales, les glandes sébacées et sudoripares et dans les bulbes pileux de l'homme et certaines espèces animales telles que les volailles.

Les *S.aureus* à coagulase positive peuvent produire une entéro-toxine protéique responsable d'intoxinations alimentaires et peuvent faire courir des risques au consommateur. Ils sont en fait recherchés et dénombrés comme test d'hygiène des procédés ou contamination par le personnel (Joffin et *al.*, 2010).

➤ *Campylobacter*

Campylobacter sont des bactéries à Gram négatif, ayant une morphologie spiralée ou incurvée, pouvant évoluer vers une forme coccoïde.

Leur croissance est favorisée dans une atmosphère appauvrie en oxygène et, pour les espèces thermotolérantes, à une température optimale de croissance 42 °C (Afssa, 2006).

Les viandes de volailles sont beaucoup plus incriminées à l'origine des toxi-infections alimentaires chez l'homme (Nana, 2000).

La prévalence de *Campylobacter* sp. dans les élevages de volailles est relativement élevée, mais aucune pathologie spécifique n'a été jusqu'à présent décrite, les animaux étant porteurs asymptomatiques au niveau du tractus digestif (Afssa, 2003).

➤ *Clostridium sulfito-réducteurs*

Les *clostridium* sulfito-réducteurs sont des bacilles à Gram positif, anaérobies strictes, sporulés, commensaux de l'intestin, tellurique, réduisant les sulfites en sulfure (Joffin et *al.*, 2010). Dans lequel les spores sont capables de survivre durant de longue période, ils peuvent être présents dans le tube digestif de l'homme et de divers animaux (Euzeb, 2008).

Les carences nutritionnelles sont fréquentes dans les élevages traditionnels (Bonfoh, 1997). Cependant, les pertes importantes sont principalement attribuées aux maladies infectieuses, notamment la pseudo- peste aviaire, qui provoque des taux de mortalité élevés pouvant atteindre 90 à 100% dans les élevages (Parent et *al.*, 1989). Cette maladie est considérée comme la plus dévastatrice en ce qui concerne l'élevage extensif de poulets.

D'autres maladies infectieuses sont également présentes, notamment la maladie de Gumboro qui entraîne la création de futurs reproducteurs sans valeur économique, la maladie de Marek sous ses différentes formes, et la variole aviaire qui est plus fréquente dans les

élevages villageois en raison de la présence d'insectes piqueurs (Tchedre, 1998). Les affections bactériennes telles que les salmonelloses, la pasteurellose et les colibacilloses sont également responsables de pertes importantes chez les oiseaux de basse-cour (Diop, 1996). Les maladies parasitaires, en dehors de la coccidiose, ont souvent une évolution insidieuse et entraînent des pertes économiques considérables difficiles à quantifier. Les parasites agissent de manière indirecte, en tant que vecteurs de maladies ou en causant des carences et un affaiblissement des sujets, les rendant plus prédisposés à diverses pathologies. Parmi ces agents pathogènes, on trouve notamment les ectoparasites et les helminthes gastro-intestinaux et respiratoires, qui ont été étudiés dans nos recherches.

11.La flore intestinale du poulet :

Le terme microflore désigne les différentes populations de bactéries présents naturellement dans l'intestin des millions de bactéries vivent dans l'intestin sans provoquer de pathologies. Elles sont même essentielles au bon fonctionnement de l'organisme : les bactéries permettent le développement de la muqueuse intestinale, elles synthétisent des vitamines, dégradent certains composés et procurent une protection contre les bactéries potentiellement pathogènes provenant de l'alimentation (INRA, 2005).

A la naissance le tube digestif des animaux est totalement stérile (Jean-Blain, 2002) mais en 6 à heures, quelques bactéries s'implantent à son niveau à partir de l'environnement. Chez les volailles, l'inoculation naturelle se fait à partir de la flore des adultes ou de celle des aliments.

La flore digestive comprend un ensemble d'organismes unicellulaires présents dans le tractus digestif, tels que les bactéries, les champignons et les protozoaires. Parmi ces populations, les bactéries constituent le groupe prédominant et présentent une grande diversité de types métaboliques et morphologiques. Leur nombre total dépasse largement celui des cellules eucaryotes constituant le corps de l'hôte. On distingue les bactéries dominantes ($>10^6$ Unités Formant Colonies (UFC) /g de contenu), les bactéries sous-dominantes (10^5 à 10^3 UFC /g de contenu) et les bactéries résiduelles ($<10^3$ UFC /g de contenu).

Chez le poulet, les principaux sites d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et, dans une moindre mesure, l'intestin grêle (Fuller, 1984). Par exemple, on trouve environ 10^{11} bactéries par gramme de contenu dans les caeca et environ 10^9 bactéries par gramme de contenu dans l'iléon (Apajalahti et al, 2000). Il convient de noter que de nombreux facteurs influencent la composition de la flore intestinale, et les différences méthodologiques entre les

Revue Bibliographique

études, telles que le type de régime alimentaire (présence ou absence d'antibiotiques) ou la souche animale utilisée, rendent difficile toute généralisation concernant la description de la flore. De plus, les études portant sur la microflore des oiseaux se sont principalement concentrées sur les caeca.

La composition de la flore intestinale chez les oiseaux varie selon les différentes parties du tractus digestif. Le jabot et l'intestin abritent principalement des *Lactobacillus*, tandis que les caeca sont principalement peuplés de bactéries anaérobies strictes (Schrezenmeir et De Verse, 2001 ; Lan et al, 2002).

La composition de la flore intestinale peut varier en fonction de l'âge de l'oiseau, de son environnement, du niveau de stress et de son régime alimentaire. Ces variations peuvent entraîner des changements dans la structure et le fonctionnement du tube digestif, affectant ainsi la digestion des aliments et augmentant les besoins énergétiques de l'oiseau. La flore intestinale indigène a également des répercussions sur la santé de l'oiseau en raison de la production de différents métabolites (Kung, 2001 Gong, 2003).

La perturbation de l'équilibre de la flore intestinale, par exemple sous l'effet d'une prise d'antibiotiques ou d'un stress, peut conduire à diverses pathologies comme des diarrhées, des inflammations ou des infections (INRA, 2005).

La microflore bactérienne digestive peut être divisée en trois groupes distincts :

- une flore dominante (plus de 10^7 germes/g) composée d'espèces anaérobies strictes et spécifique de l'espèce aviaire : lactobacilles, entérobactéries.
- une flore sous-dominante (10^5 à 10^7 germes/g) composée de streptocoques et d'entérobactéries moins spécifique de l'espèce.
- une flore transitoire (moins de 10^5 germes/g) sont aussi souvent anaérobies strictes (Gabriel et al., 2005).

Tableau 1 : Résultat de test antimicrobien des souches levuriennes (Smith, 1965)

Groupes majoritaires	Nombre de bactéries viables (\log_{10} UFC / g de contenu)						
	Jabot	Gésier	Intestin 1 (2)	Intestin 3	Intestin 5	Intestin 7	Caeca
Lactobacilles	8,7	7,3	8,0	8,2	8,2	8,6	8,7
Streptocoques	4,0	3,7	4,0	4,0	3,7	4,2	6,7
<i>Escherichia coli</i>	1,7	nd	2,0	1,7	1,7	2,7	5,6
Levures	2,7	nd	1,7	nd	1,7	nd	2,0
<i>Clostridium welchi</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,7
Bactéroïdes	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8,7

UFC : Unité Formant Colonie.

nd : organisme non détecté, c'est-à-dire quantité dont le log10 est inférieur à 1,7 / g.

(1) Poulets de chair adultes issus d'un élevage (6 individus), consommant un régime composé de céréales et de farine de poisson (10-15 %), sans antibiotique.

(2) L'intestin a été divisé en 7 parties : différentes portions ont été étudiées (la 1re, la 3e, la 5e et la 7e partie).

Pour les oiseaux, la microflore digestive est divisée en trois groupes:

- La flore dominante

Les micro-organismes dominants dans la flore intestinale, et présents tout le long du tractus digestif sont les Lactobacillus : *L.salivarius*, *L. acidophilus*, et *L. fermentum* (Fuller, 2000).

- La flore sous dominante

Elle est représentée par les souches d'*Enterococcus* : *E.faecalis subp. liquefaciens*, *E. faecalis subp zymogenes*, *E. faecium*, *E. avium* et *E. gallinarum*.

Tableau 2: Nombre de bactéries viables (log10 / g de contenu) des groupes majoritaires dans le tube digestif du poulet (Mallet, 2001).

Log 10	jabot	gésier	duodénum	iléon	caeca
Lactobacilles	8,7	7,3	8,0	8,6	8,7
Entérocoques	4,0	3,7	4,0	4,2	6,7
Coliformes	1,7	-	2,0	2,7	5,6
Levures	2,7	-	1,7	-	2,0
Clostridies	-	-	(-)	(-)	9,0
Streptocoques	-	-	-	-	10,0
Anaérobies obligatoires non sporulant	-	-	-	-	10,0

II. Les levures

1. Historique de levures

Les levures sont les premiers micro-organismes utilisées par l'homme depuis des Millénaire, en particulier dans la fabrication des boissons alcoolisées et de pain par fermentation (Bouix et Leveau, 1991 ; Pol, 1996). Elles sont également les premiers microorganismes à être observés au microscope par Van Leeuwenhoek A. en 1680 qui les à dessinées. Ce n'est qu'avec les travaux de pasteur (1866-1876) que le rôle des levures dans la fermentation alcoolique a été mis en évidence.

2. Généralités

Selon Phaff et *al.* (1968), le terme "levure" dérive du mot latin "levare", qui signifie "lever". Ce terme a été attribué aux levures en raison de leur capacité à produire du dioxyde de carbone lors de la fermentation et à faire lever la surface mousseuse d'un milieu liquide de fermentation (Farhat et Laklouka, 2015). Les levures sont des microorganismes eucaryotes chimio-hétérotrophes de petite taille avec de l'ADN double brin (Kurtzman et *al.*, 2011). Elles sont des champignons microscopiques unicellulaires tout au long ou une partie de leur cycle de vie végétatif (Rezki-Bekki, 2014). Certaines peuvent former des agrégats cellulaires ou prendre une forme filamenteuse à certaines étapes de leur vie (Merabti, 2006). Elles se reproduisent par bourgeonnement, formant de courtes chaînes de cellules immobiles appelées pseudohyphes (Toumi, 2018).

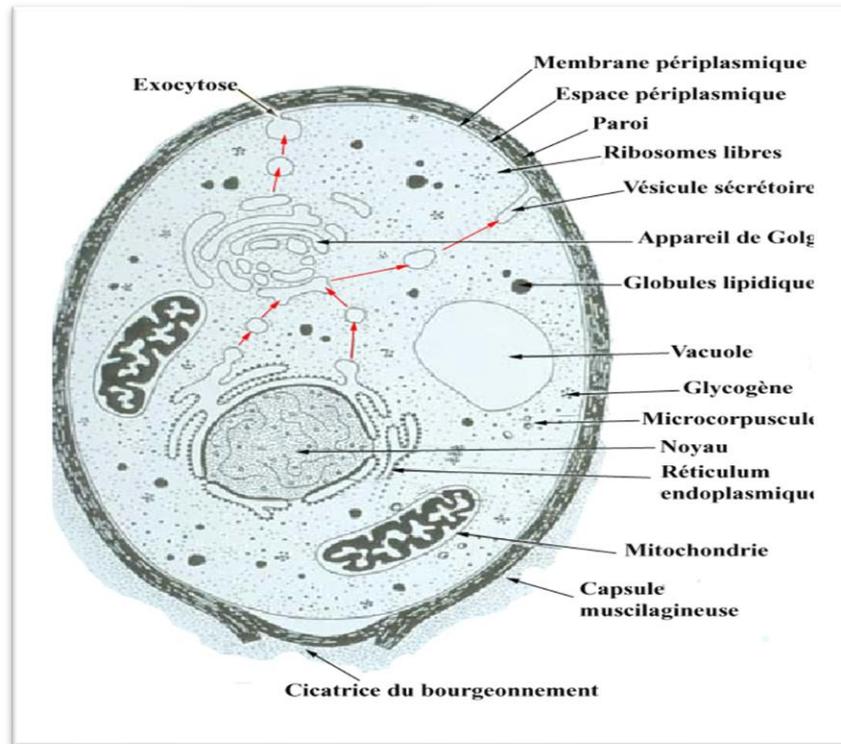


Figure 9: Présentation d'une cellule de levure (Labrani, 2015).

3. Habitat des levures

Les levures sont des espèces ubiquitaires, largement distribuées dans la nature. Elles se rencontrent sur les végétaux riches en sucre directement assimilables. En effet, les milieux fortement concentrés en sucre représentent un de leur environnement préférés, comme les sirops, le miel, les fleurs et de nombreux fruits (les pommes, les raisins) (Walker, 2009). Certaines levures ont été isolées à partir d'environnements extrêmes comme les sources thermales (Benaouida, 2008 ; Labrani, 2008) et l'Antarctique (Satyanarayana et Kunze, 2009). On trouve également des levures dans le tube digestif de certains animaux et les galeries d'insectes (Starmer et Lachance, 2011), dans des produits alimentaires (STARTFORD, 2006), dans les eaux, dans l'atmosphère et dans le sol.

4. Morphologie et Structure

En raison de la présence d'un noyau, de mitochondries, d'un appareil de Golgi et de plus d'un chromosome, les prélèvements ont une structure plus sophistiquée que celle des bactéries (Labrecque, 2003). La majorité des cellules végétatives sont ovodes ou sphériques, mais il existe aussi des formes plus spécialisées comme les triangulaires, les ogivales, les cédratiers ou encore les bouteilles (Bouix et Leveau, 1991). Ils sont seuls, en couples, en chaînes ou en

petits amas, et leurs tailles sont très diverses 2,5–10,5 m de diamètre contre 4,5–21 m de longueur. Ces dimensions et caractéristiques dépendent souvent de l'âge et des circonstances de culture de la cellule (Toumi, 2018). Les colonies sont homogènes et souvent blanches (parfois roses ou rouges), et les cellules peuvent rester agglutinées et donner naissance à un pseudomycélium voire à un épithélium.

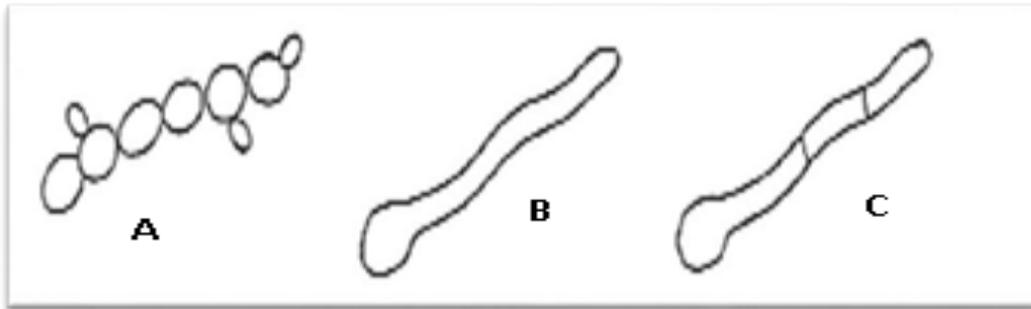


Figure 10: Filamentation des levures. A : pseudomycélium ; B : vrai mycélium ; C : vrai mycélium cloisonné (Guiraud, 1998).

5 .Reproduction

Il existe deux modes de reproduction ; la reproduction asexuée par bourgeonnement où la cellule mère donne naissance à deux cellules filles et la reproduction sexuée par sporulation qui consiste en la fusion de deux cellules préexistantes. Pour la majorité des levures, la multiplication asexuée est la forme majeure de multiplication. Mais *S. cerevisiae* a la capacité, en fonction du milieu, de se reproduire aussi par voie sexuée et d'alterner entre ces deux modes de reproduction. Ainsi, si le milieu est favorable (présence de sucres et de minéraux), elles bourgeonnent tandis que si le milieu est défavorable, elles sporulent (Nedjar et Zamouche, 2018).

5.1. La reproduction asexuée

Le bourgeonnement est la méthode utilisée pour la reproduction asexuée. À la surface de la cellule mère, une petite masse en forme de voile est apparue. Il a grandi progressivement et s'est séparé lorsqu'il a atteint la même taille. Dans le même temps, le noyau de la cellule mère se déplace vers la périphérie, se fend et une partie s'infiltré dans l'os. Suite à cela, il se sépare de la cellule mère, laissant peut-être une petite "cicatrice" (Castan, 2016). En conséquence, le filet de la cellule a augmenté de taille jusqu'à ce qu'il soit presque égal en diamètre aux deux tiers de la cellule mère, auquel cas moment où elle a commencé à produire de nouveaux bourgeons (figure 09) (Guinet et Godon, 1994). Cette population double toutes les 45 minutes dans des conditions idéales de croissance, ce qui constitue un record de durée de vie des cellules eucaryotes (Silar et Malagnac, 2013).

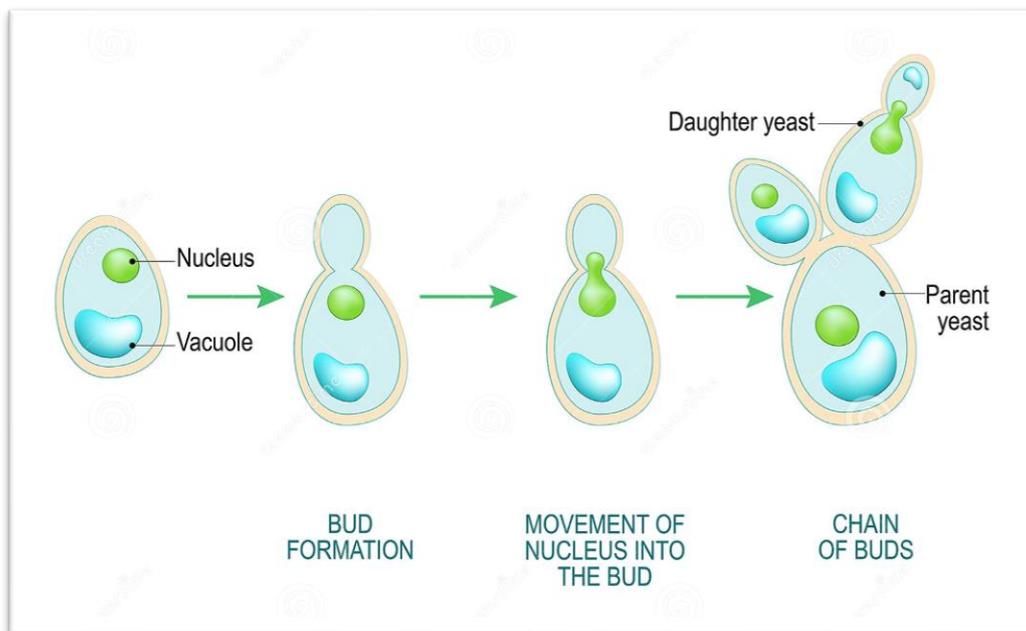


Figure 11 : interprétation de la reproduction asexuée d'une levure (Castan, 2016).

5.2. La reproduction sexuée

Lorsque le milieu devient défavorable (par exemple, en présence d'acétate, de carence en nutriments ou de températures extrêmes) (Hencke, 2000), la cellule diploïde de levure entre dans un processus appelé sporulation, au cours duquel elle produit 4 ou 8 cellules haploïdes appelées "ascospores" chez les Ascomycètes et "basidiospores" chez les Basidiomycètes. Ces spores entrent alors dans un état de vie ralentie. Si les conditions du milieu redeviennent favorables, les spores sont libérées, germent, se développent et entament

un nouveau cycle de multiplication végétative sous forme haploïde ou diploïde (voir figure 10) (Nedjar et Zamouche, 2018).

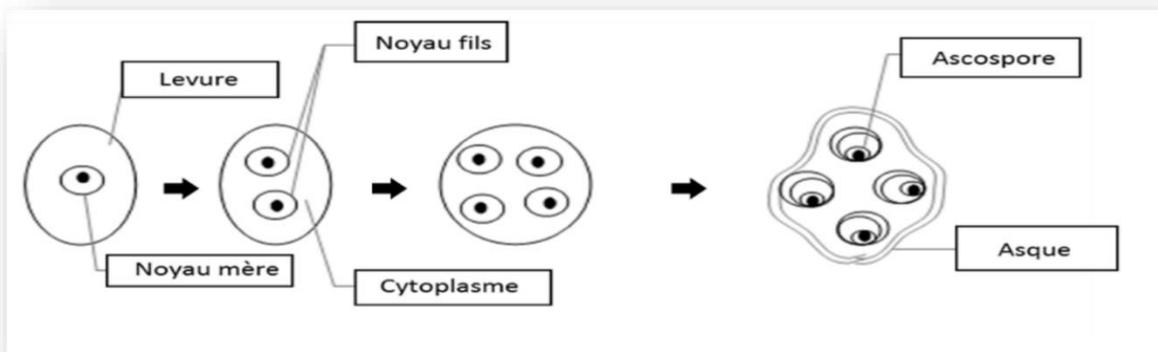


Figure 12 Schéma d'interprétation de la reproduction sexuée d'une levure (Castan, 2016).

6. Condition de croissance des levures

Pour survivre, se développer et se reproduire, la levure doit trouver dans son environnement externe les éléments nécessaires à la synthèse cellulaire, ainsi que des conditions physico-chimiques favorables.

6.1 Besoins nutritionnels

Les levures sont des organismes hétérotrophes, ce qui signifie que le métabolisme énergétique et le métabolisme du carbone est intimement lié. L'adénosine triphosphate (ATP) est fournie par l'oxydation de molécules organiques qui agissent également comme sources de carbone pour biosynthèse, et est finalement utilisé comme intermédiaire énergétique pour pratiquement toutes activités cellulaires). Les levures ont une nutrition relativement simple en besoins, une source de carbone, une source d'azote (sel d'ammonium, nitrate, acides, peptides, urée, purines, pyrimidines), phosphate, sulfate, concentrations inférieures de potassium, magnésium, calcium, fer, zinc et dans la plupart des cas vitamines telle que la biotine, la thiamine ou l'acide pantothénique constituant une croissance complète moyenne (Hatoum, 2013).

6.1.1 Nutrition carbonée

Il est bien connu que la principale source de carbone utilisée par les levures est les glucides, principalement les sucres hexoses sous forme de monosaccharides (glucose,

fructose, galactose ou mannose) ou des disaccharides (maltose ou saccharose). De plus, une large gamme d'autres sources de carbone (par ex. alcools, acides organiques) peut être utilisée sous conditions aérobies (Hatoum, 2013).

Les levures peuvent souvent pousser sur des milieux avec des concentrations de sucre qui sont suffisamment élevés pour empêcher le développement de nombreuses bactéries (Cletus et *al.*, 2011).

6.1.2 Nutrition azotée

a) Sources azotées organiques

Les levures poussent sur des milieux riches en sources azotées organiques (peptone, extrait de levure et autres). L'extrait de levure constitue le principal stimulateur de la croissance microbienne en particulier pour les levures (Deak, 2006).

Une grande variété de composés organiques azotés (glutamine, acide aspartique, peptides, bases purines et pyrimidines, amines et urée...) peut couvrir également les besoins azotés de la levure (Deak, 2006).

b) Sources azotées inorganiques

Toutes les levures sont pratiquement capables d'utiliser l'azote minéral comme les sels d'ammonium utilisés dans les milieux de culture (Bourgeois, 1996). Contrairement à *Hansenula* et *Citeromyces*, certains genres de levures sont incapables d'utiliser les nitrates : *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Pichia* et *Debaryomyces*. Par contre, les nitrites sont métabolisables par *Debaromyces hansenii* et *Pichia pinus* (Bourgeois, 1996).

6.1.3 Oligo-éléments

Les besoins en vitamines varient selon l'espèce. La levure peut se multiplier en l'absence de vitamines ou peut en exiger une ou plusieurs dans le milieu de croissance comme la biotine, la thiamine, l'acide pantothénique (Guiraud, 1998) (La souche *Candida lusitaniae* n'a pas besoin de vitamines pour sa croissance. Par contre, la levure *Sacharomyces cerevisae* a besoin de biotine pour croître. Pour un développement adéquat les levures ont besoin d'oligo-éléments variés et en très faible concentration (Larpen-Gourgau et Sanglier, 1992). Les ions Ca^{2+} ont un effet significatif sur le métabolisme et la physiologie des microorganismes Caractéristiques physicochimiques (Sarıkaya et Gurgun, 2000).

6.1.4 Besoins des lipides

Ils peuvent être indispensables pour la croissance. D'ailleurs, de nombreuses espèces sont C. lipolytiques : *Saccharomycopsis lipolytica*, *Candida lipolytica*, *C.unelinii*, *C.rugosa*, *C.ceylanoides*, *C.magnoiac*, *C.versatilis*, *Leucosporidium scottii*, *Trichosporon pullulans*, *Cryptococcus albidus*, *Hansenula subpelliculosa* (Hencke, 2000).

6.1.5 Milieux de culture des levures

En ce qui concerne les milieux de culture des levures, il est relativement facile de les cultiver en laboratoire en utilisant une variété de milieux complexes et synthétiques (Walker, 2009). Les milieux généralement recommandés pour la culture des levures comprennent l'extrait de malt ou l'extrait de levure auxquels on ajoute de la peptone et du glucose (comme dans le YEPG). La base azotée de levure (YNB) est un milieu chimiquement défini disponible dans le commerce, contenant du sulfate d'ammonium et de l'asparagine comme sources d'azote, ainsi que des sels minéraux, des vitamines et des oligo-éléments. Une source de carbone, comme le glucose, est généralement ajoutée à une concentration finale de 1% (p/v). Pour la culture continue des levures en chimiostat, des milieux sont conçus de manière à ce que tous les nutriments nécessaires à la croissance soient présents en excès, à l'exception d'un seul nutriment qui limite la croissance. Cela permet d'étudier l'influence d'un seul nutriment (par exemple, le glucose dans le cas des chimiostats à limitation de carbone) sur la physiologie des cellules de levure, tous les autres facteurs étant maintenus constants. Dans l'industrie, les levures sont cultivées dans une variété de matières premières de fermentation, telles que le moût de malt, la mélasse, le jus de raisin, le lactosérum de fromage, les sirops de glucose et la liqueur de sulfite (Walker, 2019). Les milieux de culture, qu'ils soient liquides ou solides, peuvent être utilisés pour étudier les caractéristiques morphologiques et culturelles des espèces de levures (Prescott, 1975).

6.2 Conditions physico-chimiques

6.2.1 Température

En règle générale, les levures sont adaptées à des environnements qui sont moins favorables aux bactéries et présentent des besoins nutritionnels distincts (Toumi, 2018). Les températures optimales d'incubation des levures se situent généralement entre 20°C et 30°C, bien que pour certaines espèces, elle puisse atteindre 37°C (Kherraz et Lorbi, 2015). Tout comme d'autres microorganismes, les levures peuvent être classées en levures psychrophiles (adaptées aux basses températures), mésophiles (adaptées aux températures modérées) et

thermophiles (adaptées aux températures élevées). En général, les levures ne tolèrent pas les températures élevées aussi bien que les bactéries, mais certaines levures peuvent supporter des températures allant jusqu'à 50°C (Walker, 2009).

6.2.2 pH

Le maintien de pH est indispensable à la survie de la levure et les limites de pH rapportées dans la littérature se situent entre 2,4 et 8,6 avec un pH optimal entre 4,4 et 6,5. La nature des acides (forme dissociée ou non) a une grande importance (Rezki- Bekki, 2014).

Les milieux acidifiés fournissent une isolation sélective ; les acides chlorhydrique et phosphorique sont préférés. Les acides organiques, tels que l'acide acétique, ne sont pas recommandés à des fins d'isolement général, car ils ne sont légèrement dissociés à pH (3,5 - 5,0) et les concentrations élevées des acides non dissociés ont un effet inhibiteur sur de nombreuses levures (Cletus et al., 2011).

6.2.3 Oxygène

Toutes les levures sont capables de se développer en présence d'oxygène, ce qui signifie qu'il n'y a pas de levures strictement anaérobies. Cependant, certaines levures sont des aérobies strictes, telles que les genres *Rhodotorula*, *Lipomyces* et *Cryptococcus*. D'autres levures sont des aéro-anaérobies facultatives, ce qui signifie qu'elles peuvent fonctionner soit par fermentation, comme c'est le cas pour *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* et *Brettanomyces*, soit par respiration, comme pour *Candida*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Hansenula* et *Torulopsis* (Belmaziz et Djalal, 2017).

6.2.4. Pression osmotique et activité de l'eau

L'effet de la pression osmotique varie d'une souche de levure à l'autre. La plupart des souches ne peuvent pas se développer lorsque l'activité de l'eau est inférieure à 0,90. Cependant, certaines souches sont capables de tolérer des pressions osmotiques plus élevées correspondant à une activité de l'eau d'environ 0,60, mais leur métabolisme est ralenti (Randrianantoandro, 2014). Ces levures sont appelées "xérotolérantes" ou "osmotolérantes". La levure la plus xérotolérante est *Saccharomyces rouxii*, mais d'autres espèces appartiennent également à cette catégorie, notamment *Candida krusei*, *C. sake*, *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *Kluyveromyces thermotolerans*, *Pichia pastoris*, *Torulopsis candida*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. pombe*, *Torulaspora delbrueckii* et *Debaryomyces hansenii* (Hencké, 2000).

L'activité de l'eau, notée "aw", représente le rapport entre la pression osmotique de vapeur d'eau du milieu et la pression de l'eau distillée à la même température. C'est un indicateur de l'équilibre qui s'établit entre l'atmosphère et le produit (Hencké, 2000).

7. Métabolisme

7.1 Métabolisme oxydatif

Ce type de métabolisme nécessite la présence d'oxygène et une concentration en substrat limitée afin d'éviter un changement métabolique vers la production d'éthanol et d'autres co-métabolites. Dans ces conditions, le glucose est oxydé via les voies métaboliques de la glycolyse, du cycle de Krebs et de la phosphorylation oxydative (Rose et Harrison, 1971 et Van Dijken et Scheffers, 1986).

Ce métabolisme qui conduit à la formation du CO₂ et H₂O est très énergétique et permet aux levures de se maintenir en vie, de synthétiser de la matière organique et de produire de la biomasse (X) avec un rendement cellulaire élevé (Lai, 2010). Dans ce cas l'oxydation du sucre est complète et le bilan énergétique théorique de cette voie métabolique est décrit par l'équation suivante :



7.2 Métabolisme fermentaire

En anaérobiose, les levures sont capables de fermenter le glucose en éthanol, en dioxyde de carbone, avec coproduction de glycérol, de certains acides et esters, Leyral et al (2010). Le rendement de conversion de biomasse à partir du glucose est divisé par 5 par rapport aux conditions aérobies et 18 fois moins d'ATP est produit (Hencké, 2000).

L'équation globale de la fermentation est la suivante :



8. Classification de la levure

Les levures sont regroupées en 2 ou 3 grandes classes selon leur capacité ou non à élaborer des organes de reproduction sexuée. L'ensemble de ces 3 groupes constitue **les Eumycètes** :

Les Ascomycotina ou « levures vraies » ou « levures ascosporegènes » : il y a formation d'endospores ou « ascospores » contenues dans un asque, par reproduction sexuée, après transformation d'une cellule par Meios.

Cette classe regroupe de nombreuses levures de fermentation ainsi que des levures d'altération (Hencké, 2000).

Les Basidiomycotina ou « levures fausses » sont parfois classées parmi les Deuteromycota. A l'issue d'une reproduction sexuée, sont formées des exospores ou « basidiospores » portées par une baside. Ce groupe comporte peu de levures capables de fermenter (Hencké, 2000).

Les Deuteromycota ou « levures imparfaites » (« fungi imperfecti ») ou « levures asporogènes » sont des espèces ayant des affinités avec les Ascomycotina ou les Basidiomycotina, mais chez lesquelles le stade sexué (= stade parfait) n'est pas connu avant leur mise en culture sur un milieu adéquat permettant de les classer. La multiplication est donc exclusivement asexuée. Ce groupe comprend des levures de fermentation et des levures pathogènes pour l'homme. Ex : *Candida*. (Hencké, 2000).

Revue Bibliographique

Tableau 3 : Classification simplifiée des levures (Alphonse et *al.*, 2004)

Classes	Ordres	Familles	Sous-familles	Genres
Ascomycètes	Endomycétales	Spermophthoraceae Saccharomycetaceae	Shizosaccharomycetoideae Nadsoniideae Lipomycetoideae Saccharomycetoideae	<i>Shizosacchromyces</i> <i>Hanseniapora</i> <i>Lipomyces</i> <i>Debaryomyces</i> <i>Hansenula</i> <i>Kluyveromyces</i> <i>Pichia</i> <i>Saccharomyces</i> <i>Coccidiascus</i>
Basidiomycètes (reproduction sexuée avec basidiospores)	Ustilaginales Tremellales	Filobasidiaceae Levures à téliosporos Sirobasidiaceae Tremellaceae		<i>Filobasidium</i> <i>Leucosporidium</i> <i>Sirobasidium</i> <i>Tremella</i>
Deuteromycètes	Blastomycetales	Cryptococcaceae Sporobolomycetaceae	Cryptococcoideae Rhodotoruloideae Trichosporoideae	<i>Brettanomyces</i> <i>Candida</i> <i>Cryptococcus</i> <i>Torulopsis</i> <i>Rhodotrula</i> <i>Trichosporon</i> <i>Sporobolomyces</i>

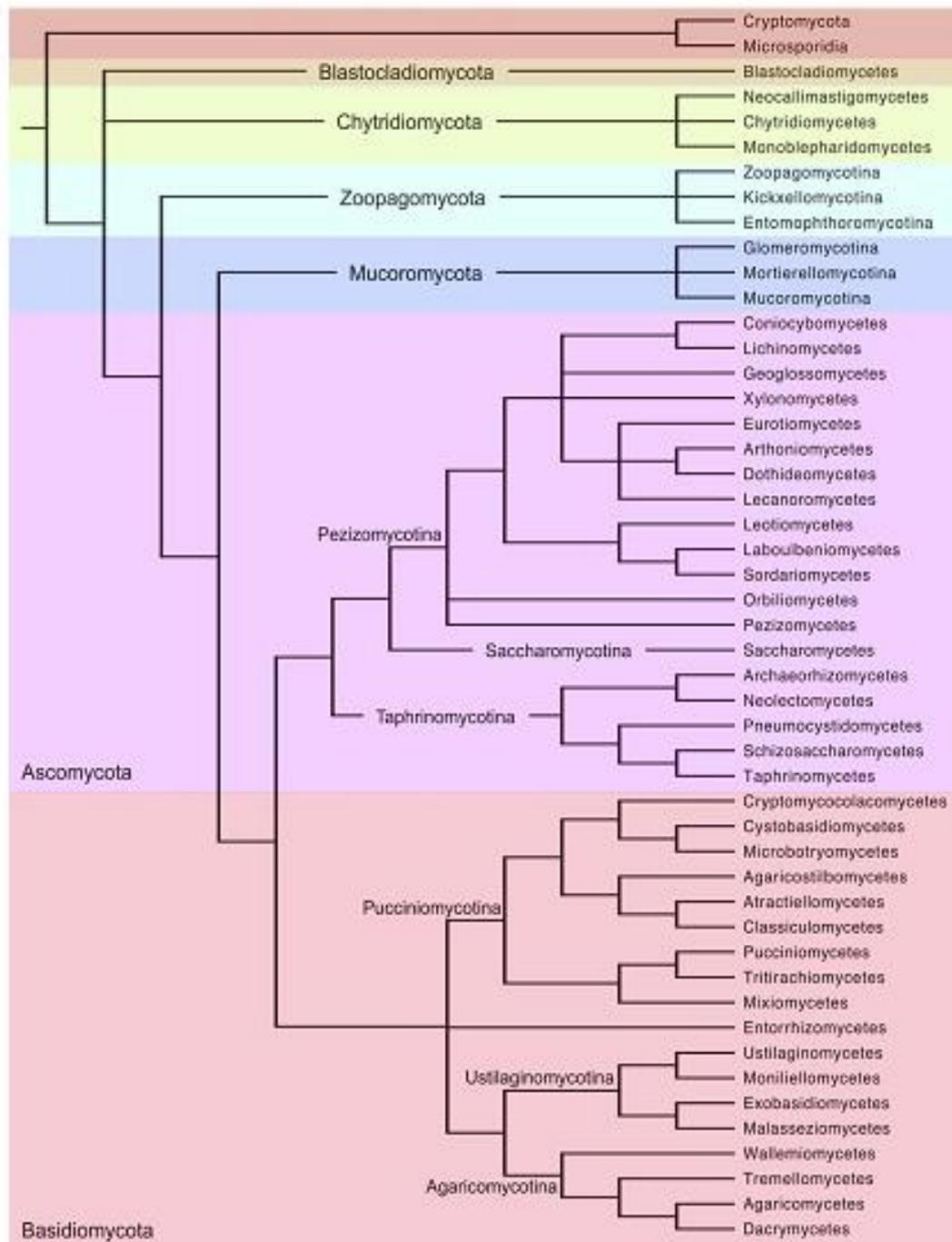


Figure 13 : La phylogénie fongique basée sur 42 génomes complets. Ascomycota, Basidiomycota et Zygomycota constituent trois des quatre phylums fongiques et sont présents comme des clades monophylétiques (Fitzpatrick et *al.*, 2011).

9. Les méthodes d'identification des levures

Les méthodes d'identification des levures peuvent être regroupées en deux catégories principales : les méthodes phénotypiques et les méthodes génotypiques. Voici une description de ces deux approches :

9.1 Méthodes phénotypiques :

- **Morphologie** : L'observation des caractéristiques morphologiques des levures, telles que la taille, la forme, la présence de bourgeonnement, la formation de colonies, peut être utilisée pour l'identification préliminaire des espèces de levures (Kurtzman *et al.*, 2011).
- **Tests biochimiques** : Des tests biochimiques sont utilisés pour évaluer les caractéristiques métaboliques des levures. Cela peut inclure des tests de fermentation de différents sucres, de production d'enzymes spécifiques, de métabolisme de substrats spécifiques, etc...
- **Profilage métabolique** : Cette méthode implique l'analyse des profils métaboliques des levures à l'aide de techniques telles que la spectrométrie de masse (MS) ou la chromatographie en phase liquide (HPLC). Les profils métaboliques sont comparés à des bases de données de référence pour l'identification des espèces (Kurtzman *et al.*, 2011).
- **Tests de sensibilité aux antifongiques** : Les tests de sensibilité aux antifongiques peuvent être utilisés pour déterminer la sensibilité des levures à différents agents antifongiques. Cela peut fournir des informations supplémentaires pour l'identification des espèces (Kurtzman *et al.*, 2011).

9.2 Méthodes génotypiques :

Le protocole d'identification génotypique contient **Amplification de l'ADN** : Les techniques de PCR (réaction de polymérisation en chaîne) peuvent être utilisées pour amplifier des régions spécifiques de l'ADN des levures. Cela peut inclure l'amplification de séquences génétiques spécifiques ou de régions d'identification, telles que l'ITS (Internal Transcribed Spacer) de l'ADN ribosomal. Puis **Séquençage de l'ADN** : Une fois que l'ADN a été amplifié, il peut être séquençé pour déterminer la séquence nucléotidique. La comparaison des séquences obtenues avec des bases de données de référence permet d'identifier les espèces de levures. Puis **Techniques d'hybridation moléculaire** : Des sondes spécifiques de l'ADN

peuvent être utilisées pour détecter la présence de séquences génétiques spécifiques chez les levures. Cela peut être fait à l'aide de techniques d'hybridation moléculaire, telles que la fluorescence in situ hybride (FISH) ou les puces à ADN (Bennamoun, 2017).

10. Les levures en tant que probiotiques

Selon la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), les probiotiques sont des microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés, ont un effet bénéfique sur la santé de l'hôte. Ces micro-organismes peuvent être soit autochtones, c'est-à-dire présents naturellement dans le microbiote de la mère et transmis au nourrisson à la naissance, soit allochtones, c'est-à-dire introduits dans le système digestif par le biais de l'alimentation (Lara-Hidalgo et al., 2017). Différents organismes sont utilisés comme probiotiques, parmi lesquels les levures sont les plus couramment utilisées dans les produits probiotiques. Par exemple, *Saccharomyces boulardii* et *Saccharomyces cerevisiae* sont des levures commercialisées en tant que produits probiotiques (Azhar et Munaim, 2019). *S. boulardii*, une levure non pathogène, a été isolée pour la première fois à partir de litchis en Indochine dans les années 1950 et est depuis lors utilisée à la fois comme agent préventif et thérapeutique pour le traitement de diverses maladies diarrhéiques (Lourens-Hattinghey et Viljoen, 2001). Pour être considérée comme une levure probiotique efficace, certaines caractéristiques sont requises, telles que la sécurité, la viabilité et la capacité de survivre dans le tractus gastro-intestinal. De plus, une activité antimicrobienne contre les agents pathogènes et la capacité de se fixer aux cellules épithéliales intestinales sont d'autres critères importants pour chaque souche probiotique isolée (Azhar et Munaim, 2019).

- Les levures probiotiques non- *Saccharomyces*

Il existe également certaines souches de levure qui ont la propriété de probiotiques parmi eux *Debaryomyces hansenii* et *Geotrichum candidum* (Ider et Belguesmia, 2019)

11. Mécanismes d'action des probiotiques

Plusieurs mécanismes ont été suggérés pour expliquer comment les probiotiques pourraient améliorer la santé intestinale. Ces mécanismes incluent la compétition pour des nutriments limités, l'inhibition de l'adhérence et de la colonisation des pathogènes à l'épithélium et à la muqueuse intestinale, la prévention de l'invasion des pathogènes dans les cellules épithéliales, la production de substances antimicrobiennes, ainsi que la stimulation de l'immunité de la muqueuse intestinale (Servin et Coconnier, 2003).

A. Production de substances antimicrobiennes

Les probiotiques incluent la formation de composés capable de réduire le nombre de pathogène en modifiant leurs capacités métaboliques ou leur aptitude à produire des toxines.

Les acides organiques, en particulier l'acide acétique et l'acide lactique, ont un fort effet inhibiteur contre les bactéries à Gram-négatif, et ils ont été considérés comme les principaux composés antimicrobiens responsables de l'activité inhibitrice des probiotiques contre les agents pathogènes. (Bermudez-Brito et *al.*, 2012) L'acide organique pénètre dans la cellule bactérienne et se dissocie à l'intérieur de son cytoplasme. L'éventuelle baisse le pH intracellulaire ou l'accumulation intracellulaire de la forme ionisée de l'acide organique peut entraîner la mort de l'agent pathogène. De nombreux LAB produisent des peptides antibactériens, notamment bactériocines et petits AMP. Les bactériocines produit par bactéries à Gram positif, ont une activité de spectre d'action étroite et agir uniquement contre les bactéries étroitement apparentées, mais certaines bactériocines sont également actives contre les agents pathogènes. La bactériocine agisse au niveau la membrane cellulaire par un mécanisme commun qui comprend la destruction de la cellule cible par formation de pores et/ou inhibition de la synthèse de la paroi cellulaire. (Bermudez-Brito et *al.*, 2012).

B. Modulation du système immunitaire :

Les probiotiques stimulent le système immunitaire intestinal, ce qui entraîne une augmentation de la production d'IgA sécrétoire, une amélioration de l'activité des cellules tueuses naturelles (natural killer) et une production accrue de cytokines grâce à l'activation du facteur de transcription NFκB. De plus, ils activent les cellules T qui se différencient en cellules T auxiliaires (Th), induisant ainsi la production de cytokines pro-inflammatoires par Th1 et de cytokines anti-inflammatoires par Th2. Des effets spécifiques ont été observés selon les souches probiotiques. Par exemple, *Lactobacillus rhamnosus* GG régule négativement la production d'IL-8 stimulée par *E. coli*. *Lactobacillus casei* et *L. reuteri* induisent une réponse de type Th2 et une production accrue d'IL-10. En général, la plupart des souches probiotiques favorisent une réponse anti-inflammatoire (LOROT, 2016). La figure 07 résume les mécanismes d'action des probiotiques (Bermudez-Brito et *al.*, 2012).

C. Renforcement de la barrière épithéliale

Ce mécanisme de défense majeur impliqué dans le maintien de l'intégrité épithéliale et dans la protection de l'organisme contre les agressions de l'environnement. Les constituants

des défenses de la barrière intestinale sont : la couche muqueuse, les peptides antimicrobiens, IgA sécrétoires et la complexe d'adhérence de jonction épithéliale.

Les probiotiques ont été largement étudiées pour leur implication dans le maintien de cette barrière. Cependant, les mécanismes par lesquels les probiotiques améliorent la fonction de la barrière intestinale ne sont pas complètement comprises.

L'incubation des cellules intestinales avec les *Lactobacillus* influe de façon différentielle la phosphorylation des protéines de jonction d'adhérence et l'abondance de la protéine kinase C (PKC), modulant ainsi positivement la fonction de barrière épithéliale.

L'utilisation des probiotiques, prévient l'altération de l'épithélium induite par les cytokines qui caractérise les maladies inflammatoires de l'intestin, peut également contribuer au renforcement de la barrière muqueuse. Les mucines (Glycoprotéines) sont les principaux constituants macromoléculaires de mucus épithéliaux. Les probiotiques peuvent favoriser la sécrétion de mucus comme un mécanisme pour améliorer la fonction de la barrière et l'exclusion des agents pathogènes (Belhamra, 2017).

Matériel
et
Méthodes

1. Objectif :

Le but de ce travail est de déterminer l'isolement et l'identification de la levure interne du tube digestif (Le gros intestin) chez les poulets intensif et les poulets bios ; et l'étude de leurs propriétés probiotiques.

2. Échantillonnage :

Les poulets ayant fait l'objet de notre étude, ont été achetés au niveau de trois fermes pratiquent l'aviculture traditionnelle. Ces fermes sont situées dans Sebseb, Mansoura et Ben Isguen la wilaya de Ghardaïa.

Nous avons procéder également à un échantillonnage de poulets de élevage intensif appartenant (Gamgouma, metlili, Sebseb).

L'échantillonnage est aléatoire car aucun paramètre (état général, âge et sexe des sujets) n'a pas été pris en compte.

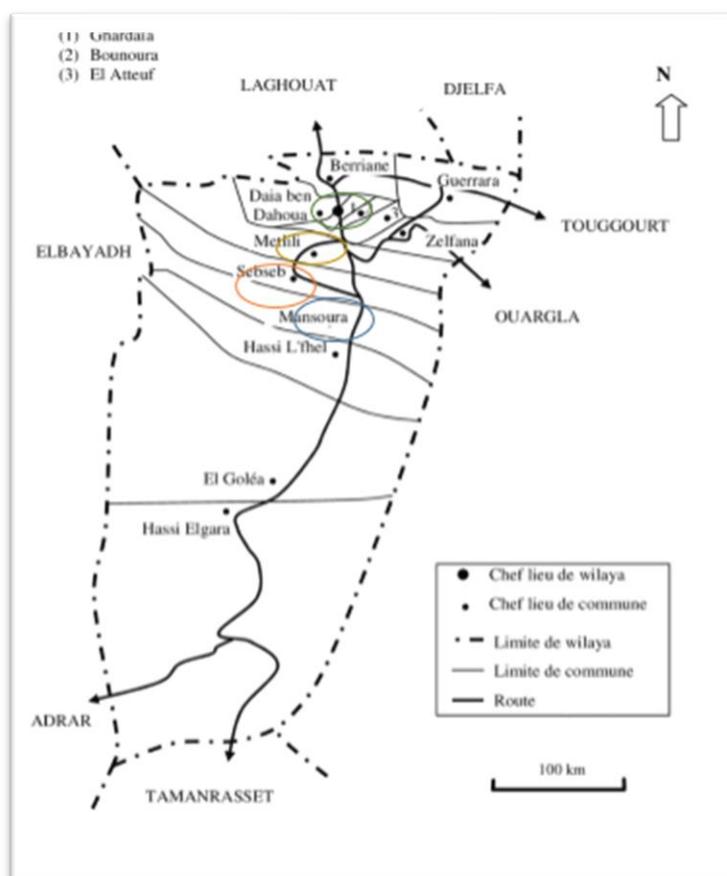


Figure 14: Les régions choisies pour l'échantillonnage des poulets.

2.1 Techniques de prélèvements :

Pour isoler les levures de l'intestin des poulets nous avons utilisé trois poulets de chaque type provenant de différentes régions de Ghardaïa. Avant tout prélèvement, certaines règles d'asepsie ont été respectées pour éviter toute contamination possible de la flore.

Abattage du poulet et prélèvement de ses organes internes puis couper un morceau du gros intestin ; six échantillons de gros intestin chaque échantillon dans des pots stériles ; Les échantillons ont été correctement identifiés par des codes contenant : le numéro, le site.



Figure 15: un morceau du gros intestin.



Figure 16 : les pots des échantillons.

Tableau 3: Nombres et code et région des échantillons.

Commune	Espèces	Nombres de Poulet	Le code
Sebseb	Poulet bio	1	R
	poulet intensif	1	F
Mansoura	poulet intensif	1	B
Metlili	Poulet bio	1	N
	poulet intensif	1	K
Ben Isguen	Poulet bio	1	I

2.2 Transport des échantillons

Les échantillons collectés sont transportés par la suite dans une glacière contenant sachets réfrigérants dans une période ne dépasse pas les quatre heures à fin d'être traités au laboratoire le même jour.

3. Analyses microbiologiques

3.1. Dénombrement des levures

La recherche de la concentration de la flore levurienne présente dans l'intestin du poulet se fait par l'ensemencement de trois échantillons de chaque type de poulet (poulet biologique et poulet d'élevage intensif). Un 1g de matière fécale de chaque échantillon est introduit dans 9ml d'eau physiologique peptone stérile. À l'aide d'un agitateur vortex, les solutions sont ensuite agitées pendant 5min. À partir de ces solutions mères nous avons préparé une série de dilutions décimales de 10^1 jusqu'à 10^{-7} . La même opération est effectuée pour tous les échantillons.

Dans l'ensemencement nous avons procédé comme suit :

- On coule un volume de 20ml du milieu YEPGC agar (Annexe1) dans des boîtes de pétri stériles. La solidification des boîtes et le séchage a été réalisé à la température ambiante.
- On étale en surface à l'aide d'un râtelier 100 µl de l'inoculum prélevé de la dilution voulue sur deux boîtes du milieu YEPGC agar.
- Finalement, on incube les boîtes inversées dans l'incubateur à 30°C pendant 3 à 7 jours. La même opération est effectuée pour tous les échantillons.

Après l'incubation, on compte les colonies ayant poussé, le dénombrement a été effectué à l'aide d'un compteur de colonies (Bio Cote®) pour pouvoir identifier le nombre des colonies dans chaque boîte de Pétri, en tenant compte uniquement des boîtes contenant entre 30 et 300 colonies. La concentration levurienne est exprimée

Unité Formant Colonie (UFC) par ml à l'aide de la formule mathématique suivante :

$$[N] = \frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2)d.V}$$

$\sum C$: La somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.

V : le volume inoculum appliqué à chaque boîte.

Matériels et Méthodes

n1 : Le nombre de boîtes retenues à la première dilution.

n2 : Le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution.

d : le taux de dilution de la première dilution retenue pour les comptages sur boîte.

Les colonies isolées sont observées sous microscope optique au grossissement x40. Certaines levures sont relativement petites, donc le passage au grossissement x100 avec l'huile à immersion, pour vérifier la morphologie et l'homogénéité des cellules.

3.2. Isolement des levures

L'isolement des levures a été effectué à partir des boîtes de dénombrement des levures.

Les propriétés du milieu YEPG agar au chloramphénicol, nous permet d'obtenir des boîtes contenant des colonies de levures plus au moins pures car :

- ✓ Le chloramphénicol est un antibiotique de la famille des phénicoles à large spectre, qui nous permet d'inhiber la croissance bactérienne.
- ✓ Le pH acide du milieu $5,4 \pm 0,2$ faisant prédominer les levures et ne favorise pas la croissance des bactéries.

Après une constatation visuelle des aspects culturels sur le milieu de culture solide, on a sélectionné les colonies bien isolées. Les isolats des levures sont repiqués dans des tubes contenant le bouillon liquide (YEPG) qui a servi comme une pré-culture pour la purification.

3.3. Purification des levures isolées

La purification des isolats est faite par stries d'épuisement sur milieu YEPG agar. L'incubation est réalisée à 30°C pendant 72 h. Les aspects macroscopiques et microscopiques sont ensuite examinés afin de vérifier la pureté de la souche.

3.4. La conservation des isolats

Afin de conserver nos souches pour les prochaines tests nous avons préparé des pré-cultures de chaque isolat dans le bouillon liquide (YEPG), une fois les levures sont bien poussées on les ensemence dans des tubes à essais contenant le milieu YEPG solide incliné, ce milieu contient le glucose comme seule source de carbone, cela peut réduire le risque de modification de mode de la croissance (Scheda et al., 1966). Les tubes sont ensuite stockés à une température de 4°C. Les cultures restent en vie dans un intervalle d'environ 4 mois.

4. Identification des levures selon les méthodes conventionnelles

L'identification des levures selon les méthodes conventionnelles est basée sur l'étude des caractères cultureux et morphologiques (macroscopiques et microscopiques) et biochimiques (Kurtzman et *al.*, 2011).

4.1. Étude des caractères cultureux (macroscopiques)

L'aspect des cultures ou des colonies des levures a été étudié sur les milieux gélosé YEPG. Après l'incubation pendant 3 jours à 30°C, une observation macroscopique permet de décrire l'aspect des colonies (taille, pigmentation, contour, viscosité).

4.2. Étude des caractères morphologiques (microscopiques)

Cette étude a pour le but d'examiner la morphologie cellulaire telle que la forme et la taille des levures, et leur mode de reproduction végétative. L'examen est réalisé à l'état frais sous microscope optique au grossissement x 40 et x 100 avec l'huile à immersion, les frottis ont été préparés à partir de colonies fraîches bien isolées sur milieu YEPG agar.

5. Les caractéristiques probiotiques

5.1. Activité hémolytique

L'activité hémolytique de levures a été déterminée par une strie de colonie sur plaque de gélose au sang TSA. Consistant en gélose tryptone soja complétée par 5% de sang humain. La plaque a été incubée à 30 C pendant 48 h. La présence d'un halo translucide distinct autour de colonie indique une activité hémolytique positive.

5.2. Activité antimicrobienne des levures

Les propriétés inhibitrices des surnageants de culture des levures ont été évaluée vis-à-vis une variété de bactéries Gram négatives telque *Salmonella spp* et *Escherichia coli* (E52) et Gram positives telque *Bacillus subtilis* (ATCC6633) et *Listeria monocytogenes* (ATCC13932). Les levures ont été cultivées dans le bouillon YEPG pendant 48 h à 37 °C avec agitation (160 tours/minute). Le surnageant de culture (SC) est obtenu par centrifugation à 4000 g pendant 10 minutes à 4 °C, et stocké à cette même température pendant une au maximum 2 jours avant l'utilisation. Un ml de suspension de la souche cible dans Bouillon Mueller Hinton (MH) (Annexe 1), a été inondé sur des plaques de gélose MH (Annexe 1). Après avoir séché les plaques à température ambiante pendant < 20 min, des

puits de ~6 mm ont été réalisés avec des embouts de pipette stériles dans chaque plaque, et rempli de 50 µl de SC ; et pour un contrôle positif on a utilisé. Le chloramphénicol. Après 2 h d'incubation à 4 °C, permettant la diffusion de SC, les plaques ont été incubées à 37 °C pendant 48 h. Dans toutes ces expériences, la présence ou l'absence de zones d'inhibition était visuellement déterminée (Ider *et al.*, 2020).

5.3. Activité antioxydant des levures

5.3.1 .Micro-organismes et conditions de croissance

Les expériences ont été réalisées avec des cultures levuriennes pures. Ces dernières ont été cultivées dans le bouillon YEPG pendant 48 h à 37 °C avec agitation (160 tours/minute). Les surnageants de culture (SC) ont été obtenus par centrifugation à 4 000 g pendant 10 minutes à 4 °C, et stocké à cette même température pour le prochain test antioxydant.

Les culots restants ont été lavés deux fois avec de l'eau distillée afin de les utilisés pour tester l'effet antioxydant de la paroi cellulaire et le contenu intra-cellulaire.

5.3.2. Traitement d'autolyse

La rupture de la paroi cellulaire a été réalisée selon la procédure de Huang *et al.* (2010) avec quelques modifications.

Le culot de levure a été remis en suspension dans de l'eau distillée et utiliser le vortex pour obtenir une solution homogène et incubé à 52 °C, pH 5 (ajusté en ajoutant du NaOH 0,1 M) avec agitation à 120 rpm pendant 96 h (Běchalová et Beran, 1986). La rupture de la paroi cellulaire a été réalisée selon la procédure de Huang *et al.* (2010) avec quelques modifications ; l'acétate d'éthyle a été ajouté à une concentration finale de 1,5 % (v/v) comme inducteur d'autolyse (Conway *et al.*, 2001). Après 96 h, les échantillons ont été chauffés à 85 °C pendant 15 min pour mettre fin à l'activité enzymatique de la cellule de levure (Tangler et Erten, 2008). Puis une centrifugation à 4000 × g pendant 10 min a été réalisé pour récupérer les débris cellulaires et le surnageant qui font l'objet de test antioxydant.

5.3.3. ABTS + dosage

Selon Lavová *et al.* (2013) l'ABTS a été dissous dans H₂O à une concentration de 7 mM. Le cation radicalaire de l'ABTS a été obtenu par réaction avec 2,45 mM de persulfate de potassium et en laissant la solution stockée dans l'obscurité à température ambiante pendant au moins 12 heures. Avant utilisation, la solution d'ABTS⁺ a été diluée avec de l'éthanol

Matériels et Méthodes

jusqu'à une absorbance de $0,7 \pm 0,02$ à 734 nm à 30 °C. Ensuite, 1 ml de cette solution ABTS+ a été ajouté à 0,01 ml d'échantillon et la diminution de l'absorbance a été enregistrée pendant 10 minutes.

Une courbe d'étalonnage pour l'activité antioxydant équivalente au Trolox a été construite en traçant différentes concentrations de Trolox (mmol.L-1) en fonction de son activité antioxydant équivalente totale. L'activité antioxydant a été calculée en tant que capacité antioxydant équivalente au Trolox (TEAC) et exprimée en pourcentage.

5.4 Les tests d'auto-agrégation

Selon Seddik (2016) tests d'auto-agrégation ont été réalisés. La levure a été cultivée pendant 24 h à 37 ° C dans un bouillon YEPG. Les cellules ont été récoltées par centrifugation (5000g, 10 min à 4°C), lavées deux fois avec du PBS (pH 7,2) et remises en suspension dans du PBS (Annexe1). Les suspensions cellulaires ont été mélangées au vortex pendant 30s et l'auto-agrégation a été déterminée après 2 et 4 h d'incubation à 37 ° C. Une aliquote (1 ml) de ces suspensions a été soigneusement prélevée de la zone supérieure, et l'absorbance à 600 nm a été lue sur un spectrophotomètre. Le pourcentage d'auto-agrégation a été exprimé comme suit :

$$1 - (A_t / A_0) \times 100$$

Où A_t représentait l'absorbance au temps $t = 2$ ou 4 h et A_0 l'absorbance à $t = 0$ h.

5.5 Les tests de la Co-agrégation

Pour la Co-agrégation avec des agents pathogènes, *Escherichia coli* (E52) et *salmonella* spp ont été cultivés dans un bouillon nutritif à 37 ° C pendant 18 h. Des suspensions de cellules de levure et d'agents pathogènes provenant de cultures d'une nuit ont été préparées comme décrit ci-dessus dans du PBS (Annexe1). Des volumes égaux (2 ml) de suspensions de levures et d'agents pathogènes ont été mélangés au vortex pendant 30 s dans des tubes à essai en verre. Les tubes témoins contenaient 4 ml de suspension de chacune des souches bactériennes et de levure. L'absorbance a été mesurée immédiatement et après 2 h d'incubation à 37°C. Le pourcentage de Co-agrégation a été calculé à l'aide de l'équation:

$$\% \text{ Co-aggregation} = \frac{(A_x + A_y)/2 - A(x + y)}{(A_x + A_y)/2} \times 100$$

Matériels et Méthodes

où A représenté l'absorbance, x et y représentent chacune des deux souches dans les tubes témoins, et $(x + y)$ leur mélange (Seddik, 2016).

Résultats et discussion

Résultats et Discussions

1. Dénombrement et isolement des levures

L'isolement des levures fait par une partie de 6 échantillons de intestine de poulet (3 poulets bio et 3 poulet intensif) récolté par une partie de 6 fermes différentes dans la région de Ghardaïa (Mansoura, Metlili, Ben Isguen et Sabsabe). L'ensemencement d'échantillons se fait sur le milieu de culture YEPGA additionné de chloramphénicol à 0,1 g/l est utilisé pour le dénombrement des levures. Après incubation à 30°C pendant 72 jours. Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Table 4: Résultats de l'isolement des levures à partir des échantillons intestin de poulet bio.

type d'échantillons		Dilution	Présence ou absence des souches	[N]
Poulet bio	R	10^{-1} à 10^{-4}	+	$2,57 \times 10^5$ UFC.ml ⁻¹
	N	10^{-1} à 10^{-4}	+	1.76×10^5 UFC.ml ⁻¹
	I	10^{-1} à 10^{-4}	+	0.8×10^5 UFC.ml ⁻¹

(+) : Préséance des souches et (-) : absence des souches.

Tableau 5: Résultats de l'isolement des levures à partir des échantillons intestin de poulet intensif.

type d'échantillons		Dilution	Présence ou absence des souches	
Poulet intensif	F	10^{-1} à 10^{-4}	-	-
	K	10^{-1} à 10^{-4}	-	-
	E	10^{-1} à 10^{-4}	-	-

(+) : Préséance des souches et (-) : absence des souches.

D'après notre résultat on a trouvé que la présence des levures dans le gros intestin de poulet bio par contre sont totalement absentes dans l'intestin de poulet intensif.

Résultats et Discussions

L'intestin grêle et le gros intestin sont normalement peuplés d'organismes bénéfiques (bactéries, levures, etc.), appelée microflore. Cette microflore aide à la digestion.

Lorsque les poussins de poulet bio éclosent, leur tube digestif est pratiquement stérile. S'il est élevé par une mère poule, un poussin obtient la microflore bénéfique en consommant une partie des matières fécales de sa mère. Par contre les poussins de poulet intensif en n'ont pas cette option (Jacob *et al.*, 2011). Comme dans le cas des nourissants qui allaitent du lait maternel et ceux qui consomment du lait infantile.

Ce taux de population levurienne peut être justifié par la diversité des conditions géographiques de l'environnement, ainsi que les types d'élevage (intensif, bio) aussi l'état sanitaire du poulet elle-même (Boussouar, 2017).

On a obtenu les résultats de dénombrement de la flore fongique dans les poulets bio $2,57 \times 10^7$ UFC.ml⁻¹, $1,76 \times 10^5$ UFC.ml⁻¹, $0,8 \times 10^5$ UFC.ml⁻¹ des levures.

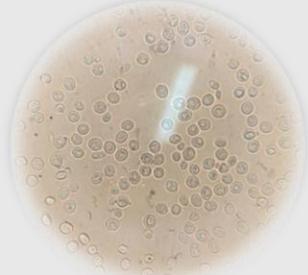
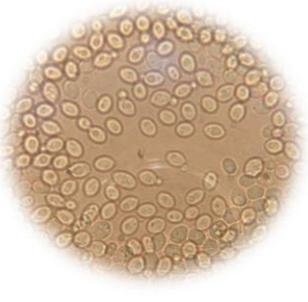
2. Étude des caractères cultureux

2.1 Caractères cultureux sur milieu solide (macroscopique) et caractères morphologiques (microscopique)

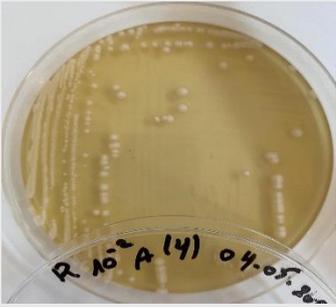
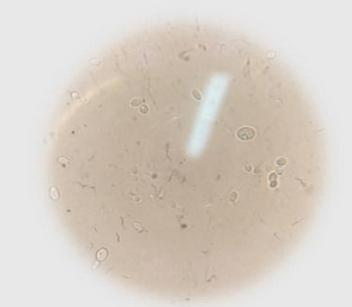
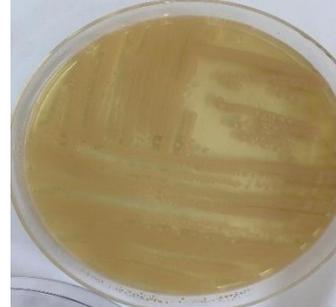
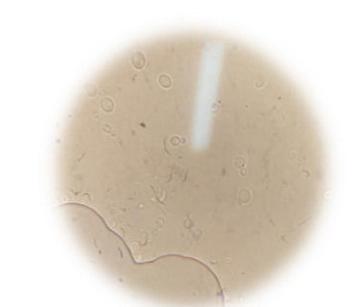
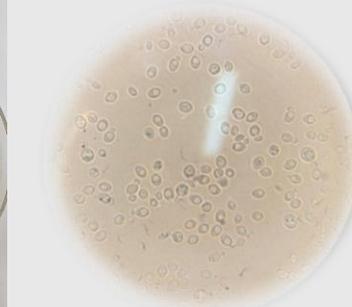
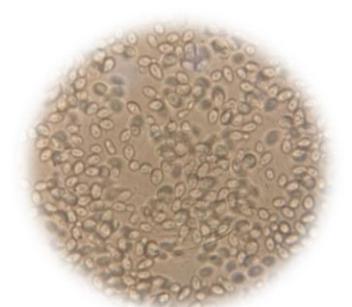
L'étude d'aspect macroscopique et microscopique d'isolat est faite après la purification des colonies isolée sur milieu YEPG agar incubé à 30°C pendant 72 h. Nous avons isolé 13 souches levurienne. L'observation macroscopique des cultures montre la présence des différents caractères et l'observation microscopique à l'état frais (grossissement x 100) a été réalisée permettant de confirmer la morphologie des souches purifiées (tableau 6).

Résultats et Discussions

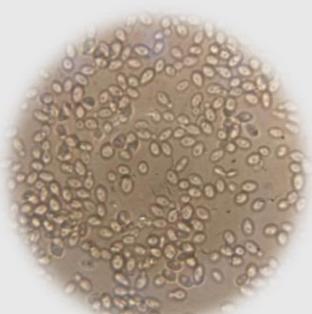
Tableau 06 : les caractères cultureux macroscopique et microscopique des levures sur milieu YEPG.

Code de la Souche	Caractères cultureux sur milieu solide	Vue d'ensemble de la boîte	Photographie microscopique (G x 100)
NB1	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profile : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 a 2mm</p>		
IA2	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profile : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 a 2mm</p>		
RB3	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profile : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 a 2mm</p>		
RB8	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : blanche Contour : régulier Profile : élevé Texture : butyreuse La taille : 0.5 a 2 mm</p>		

Résultats et Discussions

RA4	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : blanche Contour : régulier Profilé : élevé Texture : butyreuse La taille : 0.5 a 1 mm</p>		
NB2	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : rose Contour : régulier Profilé : élevé Texture : butyreuse La taille : 2 mm:</p>		
RB7	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profilé : élevé Texture : butyreuse La taille : 1 mm</p>		
IB2	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profilé : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 a 2mm</p>		
RB2	<p>Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profilé : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 a 2mm</p>		

Résultats et Discussions

RA1	Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profil : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 à 2mm		
IA	Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : blanche Contour : régulier Profil : élevé Texture : butyreuse La taille : 0,5 à 2mm		
RA6	Forme : circulaire Surface : lisse Couleur : crème Contour : régulier Profil : élevé Texture : butyreuse La taille : 1 mm		

3. Les propriétés probiotiques :

3.1 Activité hémolytique

Dans cette étude nos souches de levures ne présentent pas aucune activité hémolytique, car aucune hémolyse sanguine n'a été observée autour de colonie cultivée après 48 h de croissance à 30 °C sur une plaque de gélose au sang TSA.

Selon Atanassova et *al.*, (2015), généralement les levures ne présentent pas d'activité hémolytique sur de la gélose au sang préparée avec des milieux basaux sans glucides (gélose nutritive ou gélose trypticase au soja).

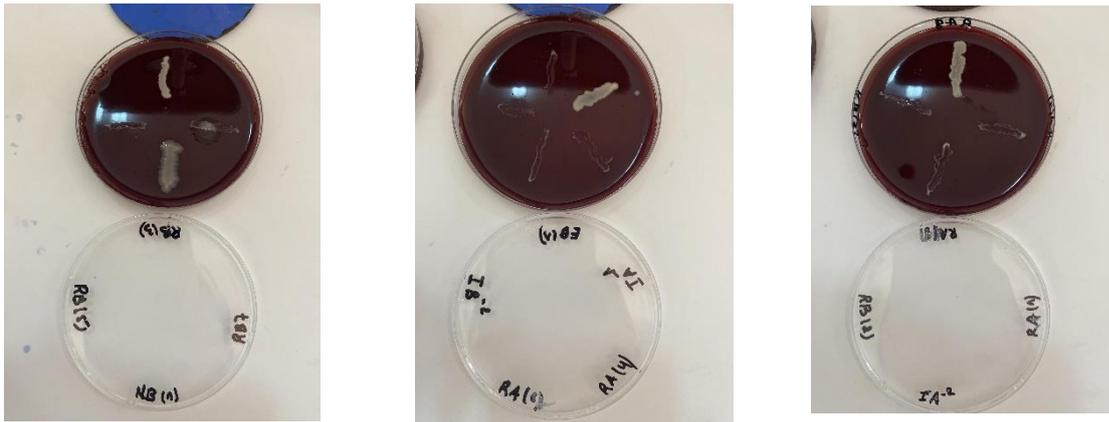


Figure 17 : résultat de test hémolytique des souches levuriennes. L'absence de l'hémolyse.

3.2 Activité antimicrobienne des levures

Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne des souches levuriennes *vis-à-vis* les quatre souches bactériennes *Escherichia coli* (E52), *Salmonella Spp*, *Bacillus subtilis* (ATCC6633); *Listeria monocytogenes* (ATCC13932) ont été négative, aucune zone d'inhibition n'a pas été observé sauf pour le contrôle positif (Chloramphénicol).

Par contre selon Rima et *al.* (2012), sept souches de levures non-scharomyces présentaient une activité antimicrobienne *Listeria ivanovii*. De plus, *S. boulardii* a également été étudiés *in vitro* et dans des modèles animaux comme les rats gnotobiotiques, les dindes (Bradley et *al.*, 1994). Czerucka et Rampal (2002) ont lié les effets antimicrobiens de *S. boulardii* à la production d'une protéase de 54-KDa. Son mécanisme semble dégrader les toxines de *C. difficile*, et pourrait faire de même pour les récepteurs de surface des cellules coliques de *C. difficile* (Pothoulakis et *al.*, 1993 ; Castagliuolo et *al.*, 1996 ; Pothoulakis, 2009 ; Castagliuolo et *al.*, 1999), ou inhibent autrement la fixation de *C. difficile* aux cellules intestinales (Buts et Bernasconi, 2005 ; Buts, 2009 ; Tasteyre et *al.*, 2002). *S. boulardii* semble également augmenter la réponse immunitaire aux toxines A et B de *C. difficile* (Buts, 2009). Il a été démontré que *S. boulardii* stimule une augmentation de la sécrétion intestinale d'immunoglobine A lors d'une provocation par la toxine A de *C. difficile* chez la souris (Qamar et *al.*, 2001).



Figure 18: Résultat de test antimicrobien des souches levuriennes

3.3 Activité antioxydant des levures

Les résultats obtenus expriment l'activité antioxydante totale de nos isolats, c'est-à-dire celle de la paroi cellulaire et le contenu intra-cellulaire (tableau 7).

Tableau 07: résultat de test antioxydant de surnageant et culot.

Le code	Teste antioxydant	
	surnageant	culot
NB1	58 % >10 µg/ml	16% <5 µg/ml
IA2	56% >10 µg/ml	17% <5 µg/ml
RB3	56% >10 µg/ml	16% <5 µg/ml
RB8	41% 10 >µg/ml	29% 7,5 µg/ml
RA4	35% 8,5 µg/ml	22% <5 µg/ml
NB2	58% >10 µg/ml	19% 4,9µg/ml
AB7	60% >10 µg/ml	15% <5 µg/ml
IB2	57% >10 µg/ml	17% <5 µg/ml
RB2	54% 10 µg/ml <	10% <5 µg/ml
RA1	58% 10 µg/ml <	24% 5,3 µg/ml
IA	60% 10 µg/ml <	20% 5,1 µg/ml
RA6	28% 7,4 µg/ml	20% 5,2 µg/ml

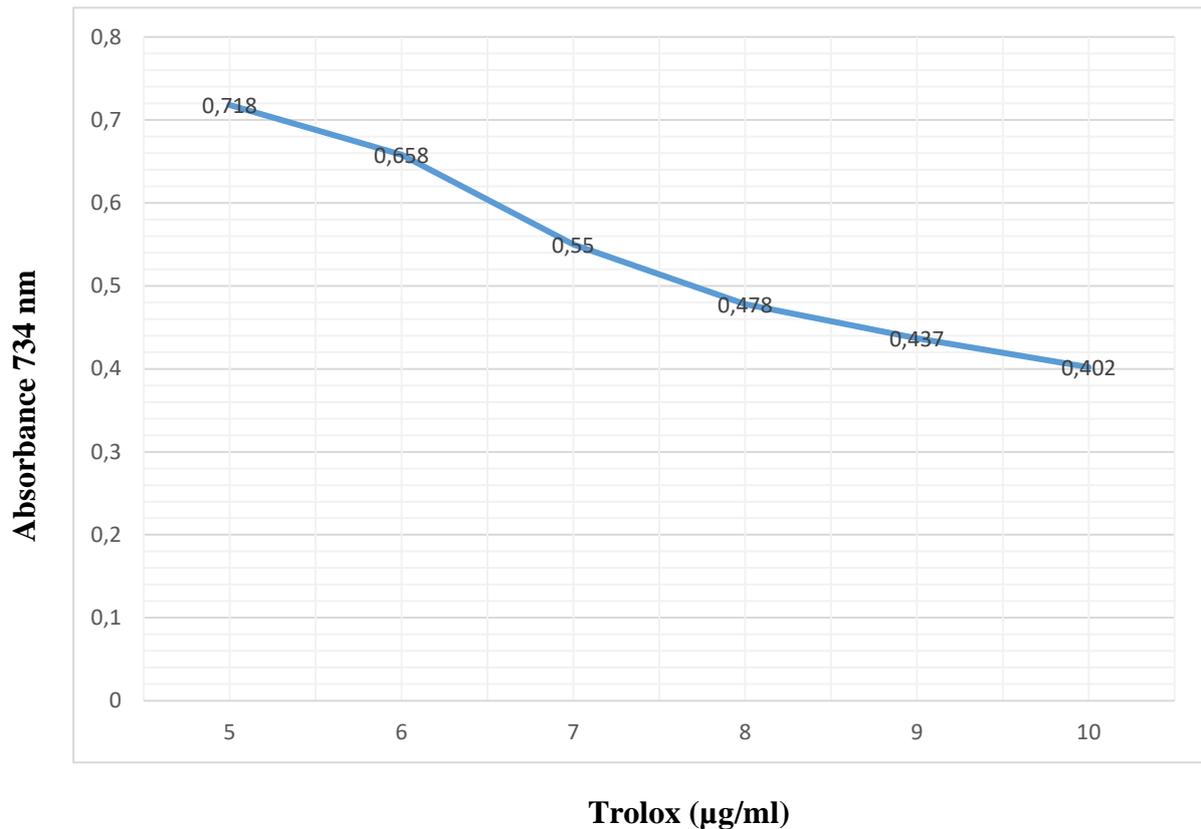


Figure 19 : Courbe standard de dosage trolox

En testant l'activité antioxydante du surnageant de culture, nous avons obtenu de bons résultats indiquant que ces levures ont une activité, mais lorsque nous avons testé le contrôle négatif (milieu de culture sans levure), nous avons obtenu une activité antioxydante similaire. Ceci indique que l'activité observée dans le surnageant de culture est un faux positif.

Par contre ; selon Datta, S., Timson, D. J., & Annapure, U. S. (2017)., le surnageant de la culture de *Sacharomyces boulardi* a exprimé une activité antioxydante, mais il faut bien savoir qu'ils n'ont pas utilisé un contrôle négatif dans leur expérience.

Nos résultats ont montré que chez le contenu intra-cellulaire, il y avait quelques différences entre l'activité antioxydante des souches de levure. L'activité antioxydante la plus élevée a été trouvée dans la souche RB7 avec un pourcentage de 60% qui correspond à (>10 $\mu\text{g/ml}$ TEAC) or l'activité la plus basse est observée chez la souche RA6 avec un pourcentage 28% qui correspond à (7,4 $\mu\text{g/ml}$ TEAC) (tableau 7) et (Figure 19). De même Jaehrig, et *al.* (2008), ont trouvé que le cytoplasme de *S. cerevisiae* avait l'activité anti-oxydante la plus élevée (0,275 mM/L TEAC), par rapport aux autres fractions telles que celle de la paroi

Résultats et Discussions

cellulaire ou du surnageant avec traitement que enzymes (lipase ou protéase). D'autre part, notre étude confirme ce resultat, que la paroi cellulaire des levures a une activité anti-oxydante modérée. Dont l'activité antioxydante la plus élevée a été trouvée dans la souche RB8 (7,5 µg/mg TE) de pourcentage 29%. Et le plus bas (<5 µg/mg TE) de pourcentage 10% sous la souche RB2 (tableau 7).

Cela peut être expliqué par le fait que le cytoplasme contient plusieurs substances antioxydantes endogènes, par exemple le superoxyde dismutase et l'ubiquinone (Santiago et Mori, 1993).

3.4 Les tests d'auto-agrégation et co-agrégation :

Tableau 5: résultat de d'auto-agrégation et co-agrégation

Le code	Auto-agrégation (%)		Co-	
	2h <i>salmonella</i>	4h	<i>Escherichia coli</i> (E52)	
NB1	32.1	64	—	—
IA1	25	28,3	—	—
RB3	29.9	44.8	—	—
RB8	48.1	56.9	—	—
RA4	68	71.3	—	—
NB2	47.7	58.3	6.11	4.77
RB7	50.6	57	—	—
IB2	27.2	43.3	—	—
RB2	23.2	25	—	—
RA1	40.6	41.5	—	—
IA1	30.1	49	2.07	1.90
RA6	47.5	61.1	—	—

L'auto-agrégation et la co-agrégation deux phénomènes qui se produisent dans les communautés microbiennes, où les cellules microbiennes s'agrègent pour former des agglomérats.

Résultats et Discussions

L'auto-agrégation se produit lorsque des cellules de la même espèce ou de la même souche s'agglutinent. Dans ce test, nous avons obtenu de bons résultats, les souches de levures ont produit une auto-agrégation parfaite (tableau 8). La souche RA4 a exprimé la vitesse de sédimentation la plus élevée avec une valeur de 68% après 2 h et 71,3% après 4 h, et la souche RB2 est la plus faible avec une valeur de 23,2 % après 2 h et une valeur de 25 % après 4 h d'incubation. Dans ce contexte, nos résultats ont été plus prometteuses que celles d'Ait seddik et *al.* (2015), dont ils ont obtenu 45,9 % d'auto-agrégation après 4h d'incubation d'une souche de *S. cerevisiae* P9L1. Malgré que *S. cerevisiae* est bien connu par ses propriétés probiotique. De plus l'auto-agrégation favorise l'adhésion, la formation de biofilms, la stabilité de la communauté et la résistance au stress, dans l'écosystème intestinal.

La co-agrégation se produit lorsque des cellules microbiennes de différentes espèces ou souches s'agglutinent les unes aux autres. Cette propriété confère aux levures la capacité de former une barrière contre les agents pathogènes, donc elle considérée comme une propriété importante pour les souches probiotiques selon Mobili et *al.* (2010).

Dans ce test nous avons obtenu de très faibles résultats pour toutes les souches sauf NB2 avec *Escherichia coli* (E52) 6,11 % et avec *Salmonella* 4,77 %. La souche IA2 avec *Escherichia coli* (E52) 2.07 % et avec *Salmonella* spp 1.90 % (tableau 8). Nos résultats sont en accord avec celles d'Ait seddik et *al.* (2015) ou ils ont trouvé que la majorité de leurs souches n'expriment pas une co-agrégation ni avec *Escherichia coli* ATCC 25922, ni avec *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Par contre, Yaneisy Hernandez et *al.* (2011), ont eue des résultats positifs pour la levure *Wickerhamomyces anomalus* LV-6 et *Pichia kudriavzevii* LV-8 avec *Escherichia coli* et *Salmonella* spp.

CONCLUSION

ET

PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

Les différences entre la flore intestinale des poulets élevés en système à grande échelle et en système intensif peuvent être importantes en raison des conditions d'élevage particulières. En particulier la diversité microbienne et la composition bactérienne, les poulets élevés dans un grand système, et ayant accès à un environnement plus diversifié, peuvent présenter une plus grande diversité de micro-organismes dans leur flore intestinale. Ils sont plus susceptibles d'être exposés à une variété de bactéries provenant du sol, des plantes, des insectes et d'autres animaux dans leur environnement extérieur. En revanche, les poulets élevés dans un système intensif, avec un environnement plus contrôlé, peuvent présenter une diversité microbienne plus faible.

Les conditions de reproduction et le régime alimentaire peuvent affecter les types et les proportions de bactéries dans leur intestin. Par exemple, les poulets élevés dans un système extensif peuvent avoir une présence plus élevée de bactéries bénéfiques que leur régime alimentaire et leur environnement naturels sont moins dépendants des antibiotiques, ce qui peut permettre une composition bactérienne plus naturelle, tandis que les poulets vivent dans un système intensif peuvent avoir une composition bactérienne différente en raison des aliments composés et d'autres pratiques d'élevage ainsi que de la réponse relative et utilisation fréquente d'antibiotiques à titre préventif ou pour favoriser la croissance. Cela peut affecter la composition du microbiote intestinal en favorisant certaines souches bactériennes résistantes aux antibiotiques et en réduisant la diversité globale.

Dans notre étude nous avons partiellement atteint notre objectif principal de cette étude qui était d'isoler des levures à partir d'échantillons fécaux d'intestin de poulet, puis d'étudier leurs potentiel et propriétés probiotiques.

Notre étude a montré que 6 échantillons ont été isolés des intestins de deux types de poulets, le premier issu d'élevage traditionnel (extensif ou biologique) et le second d'élevage intensif prélevé dans la région de Ghardaïa (Metlili, Sabseb, Jamjouma, Ben izguen).

Concernant le résultat de l'analyse microbiologique, nos échantillons ont révélé une charge concédérable de levures dans la microflore intestinal chez le poulet bio, ce consortium contient probablement de différents espèces de levures, selon la détermination des caractéristiques culturelles macroscopiques et microscopiques de 13 isolats purifiées. De plus, la plupart de ces souches s'auto-agrège parfaitement, et deux d'entre eux ont le pouvoir de co-agrégé avec des bactéries pathogènes tel que *Escherichia coli* (E52) et *Salmonella*.

Conclusion et perspectives

Comme perspectives, nous espérons compléter notre étude par :

- Une identification précise des isolats à l'échelle de l'espèce, soit par des galeries Api 20 C AUX ou par la méthode protéomique MALDI-TOF ou par les méthodes moléculaires.
- Approfondir nos tests d'antagonisme
- Entamer d'autres tests de propriétés probiotiques sur les souches performantes tel que la cytotoxicité et l'adhésion cellulaire.
- Tester les souches performantes in vivo sur des poussins.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

- Abbas K (1996). Eléments de situations de productions animales et du secteur avicole en Algérie INRA. Algerie.15P.
- Afssa, (2003). Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique.
- Alamargot J (1982). Appareil digestif et ses annexes, appareil respiratoire, appareil urinaire, nécropsie d'un oiseau, principales lésions des volailles Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires. Ed. Le point vétérinaire, 15- 129.
- Algérie. p 117. SAUVEUR. B., (1988): Reproduction des volailles et production d'oeufs.
- Apajalahti J., Kettunen A., Bedford M., Holben W., 2001. Le profilage du pourcentage G+C révèle avec précision différences liées à l'alimentation dans le système gastro-intestinal communauté microbienne des poulets de chair. Appl.Environ. Microbiol., 67, 5656-5667.
- Apajalahti, J., and Bedford, M., (2000) Impact of dietary and environmental factors.
- Atanassova, V. (2015, June). Interpretation in the intuitionistic fuzzy triangle of the results, obtained by the intercriteria analysis. In 2015 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology (IFSA-EUSFLAT (15 -pp. 1369-1374). Atlantis Press.
- Azhar M., Munaim M. S. (2019). Identification and Evaluation of Probiotic Potential in Yeast Strains Found in Kefir Drink Samples from Malaysia. International Journal of Food Engineering, 15(7).<https://doi.org/10.1515/ijfe-2018-0347>.
- Belmaziz M., Djalal F.(2017). Analyses microbiologiques, biochimiques et biotechnologiques des levures issues du cépage Cinsault cultivé dans la commune Ben Abdelmalek Ramdane (Wilaya de Mostaganem). Diplôme de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.pp :40-50.
- Bennamoun L .(2017). Isolement, sélection de souches levuriennes de sols arides Sahariens (El-M'gheir) productrices de polygalacturonase : Purification et caractérisation enzymatique. Thèse de Doctorat. Université Frères Mentouri Constantine 1.p:4-6.
- Bonou G. A (2006). Diversité génétique des populations locales de volailles de l'espèce Gallus gallus au Sud et au Nord du Bénin. Mémoire de fin d'études : Université d'Abomey-Calavi (UAC) : Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC)
- Bouix M ; Leveau J.Y ; (1991).Les levures. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires Edition 2 Lavoisier-Tec et Doc. p : 206-229.
- Bourgeois C.M ; et Larpent .I.P ; (1996). Microbiologie alimentaire Tome 2 : Aliments fermentés et fermentations alimentaires - 2ème édition Ed. Tec et Doc. P : 523.
- Bourgeois C.M ; Mescle J.F ; et Zucca .J ;(1996). Microbiologie alimentaire Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. 2ème Edition Ed. Tec et Doc. p: 672.
- Boussouar, I., Chen, Q., Chen, X., Zhang, Y., Zhang, F., Tian, D., ... & Li, H. (2017). Single
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of behavior therapy and experimental psychiatry, 25(1), 49-59.

Références bibliographiques

- Buldgen A., Detimmerman F., Sall B., COMPERE R. Etude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale dans le bassin arachidier sénégalais. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1992, 45, 341-647
- Buts, J. P. (2009). Twenty-five years of research on *Saccharomyces boulardii* trophic effects: updates and perspectives. *Digestive diseases and sciences*, 54(1), 15-18.
- Cai J ; Roberts I.N ; et Collins M.D ; (1996). Phylogenetic relationships among members of the ascomycetous yeast genera *Brettanomyces*, *Debaryomyces*, *Dekkera*, and *Kluyveromyces* deduced by small-subunit rRNA gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 46:542–549. .
- Castan C ; (2016). La levure de bière : un champignon aux multiples bienfaits pour la santé et la beauté .Thèse de doctorat, Université De Montpellier. PP: 12-14.
- Ceugniz, A., Coucheney, F., Jacques, P., Daube, G., Delcenserie, V., & Drider, D. (2017). Anti-Salmonella activity and probiotic trends of *Kluyveromyces marxianus* S-2-05 and *Kluyveromyces lactis* S-3-05 isolated from a French cheese, Tomme d'Orchies. *Research in Microbiology*, 168(6), 575-582
- Chambre D'agriculture de Bretagne (octobre 2007). Avenir des exploitations avicoles de chair bretonnes à l'horizon 2015, [en ligne], <http://www.bretagne.synagri.com>
- Czerucka, D., & Rampal, P. (2002). Experimental effects of *Saccharomyces boulardii* on diarrheal pathogens. *Microbes and infection*, 4(7), 733-739.
- Diop A (1982). Le poulet de chair au Sénégal production-commercialisation perspectives de développement. Thèse. Doctorat. Sciences Vétérinaires. Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires. Université de Dakar.
- ELgroud R ;(2009). Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques en élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine : Caractérisations
- FAO (2018).Données de l'alimentation et de l'agriculture ; (2005-2018), www.fao.org.
- Farner D. S.,(1942). La concentration en ions hydrogène dans le tube digestif aviaire. *Poule. Sci.*, 21,445-45
- Feliachi (2003). Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. Commission nationale AnGR Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 46p.
- Ferrah (1993). Bases économiques et techniques de l'industrie d'accoupage « chair » et « pont », en Algérie. ITPE. .
- Fleet G. H; (2007). Yeasts in foods and beverages: impact on product quality and safety. *Current opinion in biotechnology*. 18(2):170-175.
- Fuller, Lybbey, (2000). Fermentation of lactose in broiler chicks by cecal anaerobes.
- Gabriel, I., Mallet, S., Sibille, P.,(2005). La microflore digestive des volailles
- Gong J., Forster R.J., Yu H., Chambers J.R.,Wheatcroft R., Sabour PM, Chen S., 2002.Analyse moléculaire des populations bactériennes dans l'iléon des poulets de chair et comparaison avec des bactéries dans le caecum. *FEMS Microbiol. Écol.*, 41, 171-179.
- Guinet R ; et Godon B ; (1994). La panification française. Cachan : Tec et Doc Lavoisier. p : 521.

Références bibliographiques

- Guiraud J.P ; (1998).Microbiologie alimentaire Ed. Dunod. p : 320-652.
- Hatoum, R., Labrie, S., & Fliss, I. (2013). Identification and partial characterization of antilisterial compound produced by dairy yeasts. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 5, 8- 17
- Hencke S ; (2000). Utilisation alimentaire des levures .Doctoral dissertation. UHP Université Henri Poincaré.Nancy 1.PP :9-33.
- Hernández, Y., Rodríguez, Z., Brandão, L. R., Rosa, C. A., Nicoli, J. R., Iglesias, A. E., & Halaihel, N. (2011). Identification and in vitro screening of avian yeasts for use as probiotic. *Research in veterinary science*, 93(2), 798-802.
- Huang, H., et al. (2017). *The Journal of Poultry Science*, 54(3), 155-166.
- Ider S ; Belguesmia Y ; Cazals G ; Boukherroub R ; Coucheney F ; Kihal M ; et Drider D ; (2020). The antimicrobial peptide oranicin P16 isolated from *Trichosporon asahii* ICVY021, found in camel milk's, inhibits *Kocuria rhizophila*. *Food Bioscience*. 100670.<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100670>
- Ider S ; Belguesmia Y ; CoucheneyF ; Kihal M ; et Drider D ; (2019). Impact of seasonality and environmental conditions on yeast diversity from camel's milk collected in Algeria. *Archives of Microbiology*. 201: 399–407. <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01626-y>.
- INRA Prod. Anim., (2003), 18 (5), 309-322
- INRA, (2005). La microflore digestive des volailles: facteurs de variation et conséquences pour issues, by A.J. Kitalyi.
- ITAVI, (2016) : Structures et organisation des filières volailles de chair en Europe.
- ITAVI. Maisonneuve et Larose, 1992, 183p.
- Jacob, J., Pescatore, T., & Cantor, A. (2011). Avian digestive system. Lexington: University of Kentucky.
- Jaehrig, S. C., Rohn, S., Kroh, L. W., Wildenauer, F. X., Lisdat, F., Fleischer, L. G., & Kurz, T. (2008). Antioxidative activity of (1→ 3),(1→ 6)-β-d-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* grown on different media. *LWT-Food Science and Technology*, 41(5), 868-877.
- Jean., B., (2002). Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair .
- Joffin C., Joffin JN ;(2010).Microbiologie alimentaire.6éd, biologie technique, CNDPCRDP, bordeaux, p247,257,261
- Kasiiti J.L., Macharia J.M., Garcheru S.G., Mbugua H.C.W. (2002). Health management improvements of family poultry production in Africa
- Kherraz Z; et Lorbi S; (2015). Contribution à l'étude de l'influence des paramètres physico-chimiques sur l'activité amylolytiques des levures. Diplôme de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued.
- Kurtzman, C. P., Fell, J. W., Boekhout, T., & Robert, V. (2011). Methods for isolation l'animal.
- Labbani F.Z.K ; (2015).Activité « killer » chez des levures isolées des sols du nord-est algérien : purification, caractérisation et effet sur les souches de levures indésirables. Thèse de doctorat. Université Des Frères Mentouri Constantine. p : 03.

Références bibliographiques

- Labbani, F. Z. K., Turchetti, B., Bennamoun, L., Dakhmouche, S., Roberti, R., Corazzi, L., ... & Lam and A.K. Zubair, (2008). Digestion in Poultry II, Carbohydrates, Vitamins and Minerals
- Labrecque M .H ; (2003). Etude de la capacité de deux souches de levures à dégrader le xylène. Diplôme de Magistère. Université Laval. p : 19-24.
- Lan P.T., Hayashi H, Sakamoto, M., Benno Y, 2002. Analyse phylogénétique du microbiote caecal chez le poulet grâce à l'utilisation de bibliothèques de clones d'ADNr 16S. Microbiol. Immunol., 46, 371-382
- Lara-Hidalgo C ; Hernández-Sánchez H ; Hernández-Rodríguez C .et DorantesÁlvarez L ; (2017). Yeasts in fermented foods and their probiotic potential. Austin Journal of Nutrition and Metabolism. 4(1):1043-1045.
- Larbier M and Leclercq B (1992). Nutrition et alimentation des volailles. Ed. INRA. Paris.
- Larpent J.P ; (1992). La microbiologie de la fermentation panaière. Ed. APRIAJCIDIUPA. PP : 65.
- Lourens-Hattingh A ; et Viljoen B. C ; (2001). Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. Food Research International. 34(9): 791-796.
- Luo G ; Samaranyake L. P ; et Yau J. Y ; (2001). Candida species exhibit differential in vitro hemolytic activities. Journal of Clinical Microbiology. 39(8): 2971-2974.
- Ma, K., Chen, W., Lin, X. Q., Liu, Z. Z., Wang, T., Zhang, J. B., ... & Yang, Y. J. (2023). Culturing the Chicken Intestinal Microbiota and Potential Application as Probiotics Development. International Journal of Molecular Sciences, 24(3), 3045.
- MADR (2018) Recensement général de l'agriculture, rapport général des résultats définitifs Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information, Algérie
 - Mallet S., Bouvarel I., Lessire M., (2001). Facteurs de variation de la microflore intestinale des oiseaux domestiques : impact de l'alimentation. 4e Jour. Rech. Avicoles. Nantes, France, 27-29 mars, 159-164.
 - Merabti R ; (2006). Isolement et caractérisation de souches levuriennes amylolytiques à partir de sol saharien algérien .Diplôme de : le manuel vétérinaire, tome II, p 2001.
 - Nana G. S., (2000) . Les points à risque de la contamination microbiologique de la viande de poulet de chair dans la région de Dakar. Thèse de sciences vétérinaires, université Cheikh Anta Diop, Dakar.
 - Nedjar L ; et Zamouche K ; (2018). Contribution à l'étude de la microflore levure du lait de chamelle d'Algérie, Diplôme de Master, Université des Frères Mentouri Constantine. pp :1-33.
 - Njue S.W, Kasiiti J.L., Macharia J.M., Garcheru S.G., Mbugua H.C.W. (2002). Health management improvements of family poultry production in Africa
 - Phaff, H. J. (1968). Exo- β -glucanases in yeast. Biochemical Journal, 109(3), 347-360.
 - Pol D ; (1996). Travaux pratiques de biologie des levures. Guide de laboratoire ellipses. Édition marketing S.A, Paris, p : 15: 20-38, 42-57.
 - Pothoulakis, C. (2012). Efficacy and safety of the probiotic *Saccharomyces boulardii* for the prevention and therapy of gastrointestinal disorders. Therapeutic advances in gastroenterology, 5(2), 111-125.

Références bibliographiques

- Qamar, A., Aboudola, S., Warny, M., Michetti, P., Pothoulakis, C., LaMont, J. T., & Kelly, C. P. (2001). *Saccharomyces boulardii* stimulates intestinal immunoglobulin A immune response to *Clostridium difficile* toxin A in mice. *Infection and immunity*, 69(4), 2762-2765.
- Rezki, MA, & Bekki, A. (2022). L'impact de l'inoculation de levures indigènes du sol sur la croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris*). *Archives de microbiologie*, 204(3), 170.
- Rezki-Bekki M.A ; (2014). Production de métabolites par les levures : caractérisation et identification des arômes et des alcools. Thèse de doctorat, Université d'Oran. Algérie.pp : 13-19.
- Rima H; Steve L; et Ismail F. (2012). Antimicrobial and probiotic properties of yeasts: from fundamental to novel applications. *Frontiers in microbiology*. 3: 421. Roostita L. B; Fleet G.
- Roostita L. B; Fleet G. H; Wendry S. P; Apon Z. M ; et Gemilang L. U; (2011). Determination of yeasts antimicrobial activity in milk and meat products. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 3(6): 442-445.
- Santiago, L. A., & Mori, A. (1993). Antioxidant defenses of baker's yeast against free radicals and lipid peroxides in rat brain. *Archives of biochemistry and biophysics*, 306(1), 16-21.
- Satyanarayana, T., & Kunze, G. (Eds.). (2009). *Yeast biotechnology: diversity and*
- Schrezenmeir, J and DE VRESE, m., *Am. J. Clin. Nutr.* (2001). Probiotics, prebiotics,
- Seddik, H. A., Ceugniez, A., Bendali, F., Cudenneq, B., & Drider, D. (2016). Yeasts isolated from Algerian infants's feces revealed a burden of *Candida albicans* species, non-*albicans Candida* species and *Saccharomyces cerevisiae*. *Archives of Microbiology*, 198, 71-81.
- Silar P, Malagnac F. (2013). *Les champignons redécouverts*. Paris : Belin, p : 232.
- Smith H.W., 1965. Observations sur la flore du tube digestif des animaux et des facteurs affectant sa composition. *J. Pathol. Bactériol.*,89, 95-122.
- Smith J.C., Soares J.H., 1984. Minéraux. Dans: *L'animal sans germes dans la recherche biomédicale*. (Eds) ME Coates, B. Gustafsson. Laboratoire Manuels sur les animaux, Londres, Royaume-Uni, 275-284.
- Tall F .,(2003). Qualité bactériologique de la viande de poulet de chair –au Sénégal: incidence des conditions d'élevage et d'abattage des volailles, Mémoire de magister en Productions Animales, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV), 37p.
- Tchadre W.K (1998). Contribution a l'étude de l'effet de quelques facteurs environnementaux sur le parasitisme externe et la parasitémie du poulet traditionnel (*Gallus gallus domesticus*) en Gambie.
- Toumi S ; (2018). Isolement et caractérisation des souches levuriennes productrices d'amylase à partir de sol saharien Algérien et cultivée sur un milieu à base de lactosérum. Diplôme de Doctorat. Université djillali liabes de Sidi Bel Abbes
- Van Eekeren, N., Maas, A., Saatkamp, H. W., & Verschuur, M. (2006). L'élevage des poules à petite échelle. *Série Agrodok*, 4, 6-19.
- Villate, D (2001). L'appareil digestif, In: *Les maladies des volailles*. Edition: INRA.

Références bibliographiques

- Walker G M. (2009). Yeasts. University of Abertay Dundee, Dundee, Scotland. Elsevier Inc, p: 1174-1187.
- Walker G. M; Mcleod A. H; et Hodgson V. J; (1995). Interactions between killer yeasts and pathogenic fungi. FEMS Microbiology Letters. 127(3): 213-222. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1995.tb07476.x>.
- Wang, Y. (1981). Chinese Poultry Culture: Origins and Development. World's Poultry Science Journal, 37(3), 175-180. DOI: 10.1079/WPS19810011.
- Younis G; Awad A; DawodR. E; et Yousef N. E; (2017). Antimicrobial activity of yeasts against some pathogenic bacteria. Veterinary world.10(8) : 979.

Sites internet :

- <http://www.chouday.fr/actualites/etablissement-soumis-a-declaration-elevage-de-poulets-de-chair/>
- <http://www.domainefenniri.com/filieres/production-animale/avicole/poulet-fermier-bio/>
- <http://www.gallinette.net/index.php?page=oeuf&newsj5age=^>
- http://www.itavi.asso.fr/economie/eco-filiere/volailles/prod_monde.gif
- <http://www.thepoultrysite.com/diseaseinfo/20/caecal-worm> •
- <http://www.wilaya-mostaganem.dz/fr/collectivites-locales>
- <https://www.gallinette.net/index.php?page=oeuf&newsj5age=^>
- https://www.itavi.asso.fr/economie/eco-filiere/volailles/prod_monde.gif

ANNEXES

Annexe 01 : Les milieux de cultures.

1. Solution d'eau physiologique

Composition par liter :

- Chlorure de sodium (NaCl) :9 g
- peptone : 1 g

pH 7 à 25°C.

Préparation de solution

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante.

2. Milieu YEPGC Agar

Composition par liter :

- Glucose : 20 g
- Peptone : 20 g
- Extrait de levure : 5 g
- Chloramphénicol : 0,10 g - Agar : 20 g

pH 5.4±0.2 à 25°C.

Préparation du milieu

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Chauffer doucement et porter à ébullition. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante.

3. Milieu YEPG Agar

Composition par liter :

- Glucose : 20 g
- Peptone : 20 g
- Extrait de levure : 5 g
- Agar : 20 g

pH 5.4 ± 0.2 à 25°C.

Préparation du milieu

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Chauffer doucement et porter à ébullition. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante.

4. Milieu YEPG liquide

Composition par liter :

- Extrait de levure 5 g
- Peptone 20 g
- Glucose 20 g

pH 5.4 ± 0.2 à 25 °C.

Préparation du milieu

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Chauffer doucement et porter à ébullition. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante.

5. Milieu MH-Agar

Composition par liter :

- Peptone : 17,50 g
- Extrait de viande : 2,00 g
- Amidon : 1,50 g - Agar : 17,00 g

pH $7,3 \pm 0.1$ à 25°C.

Annexes

Préparation du milieu

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Chauffer doucement et porter à ébullition. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante.

6. Milieu MH liquide

Composition par liter :

- Peptone : 17,50 g
- Extrait de viande : 2,00 g -
- Amidon : 1,50 g

pH 7,3± 0.1à 25°C.

Préparation du milieu

Ajouter les composants à l'eau distillée (1000ml). Bien mélanger. Chauffer doucement et porter à ébullition. Puis autoclaver à 120°C pendant 20 minutes et conserver à la température ambiante

7. Solution de PBS (Le tampon phosphate salin)

Composition au litre :

Résolution A500.0mL

Résolution B500.0mL

Solution A :

Composition pour 500,0 mL :

Na₂HPO₄ 2.84g

KH₂PO₄..... 2.72g

Préparation de la solution A : Ajouter les composants à la solution distillée/désionisée;eau et porter le volume à 500,0 ml. Bien mélanger. Autoclave pour 20min à une pression de 15 psi–121°C. Refroidir à 25°C.

Résolution B :

Composition pour 500,0 mL :

NaCl 0.24g

CaCl₂•2H₂O..... 8,0 mg

MgSO₄•7H₂O..... 8,0 mg

Préparation de la solution B : Ajouter les composants à la solution distillée/désionisée

; eau et porter le volume à 500,0 ml. Bien mélanger. Autoclave pour 20min à une pression de 15 psi–121°C. Refroidir à 25°C.

Préparation du milieu : combiner aseptiquement les solutions de composants.

Annexes

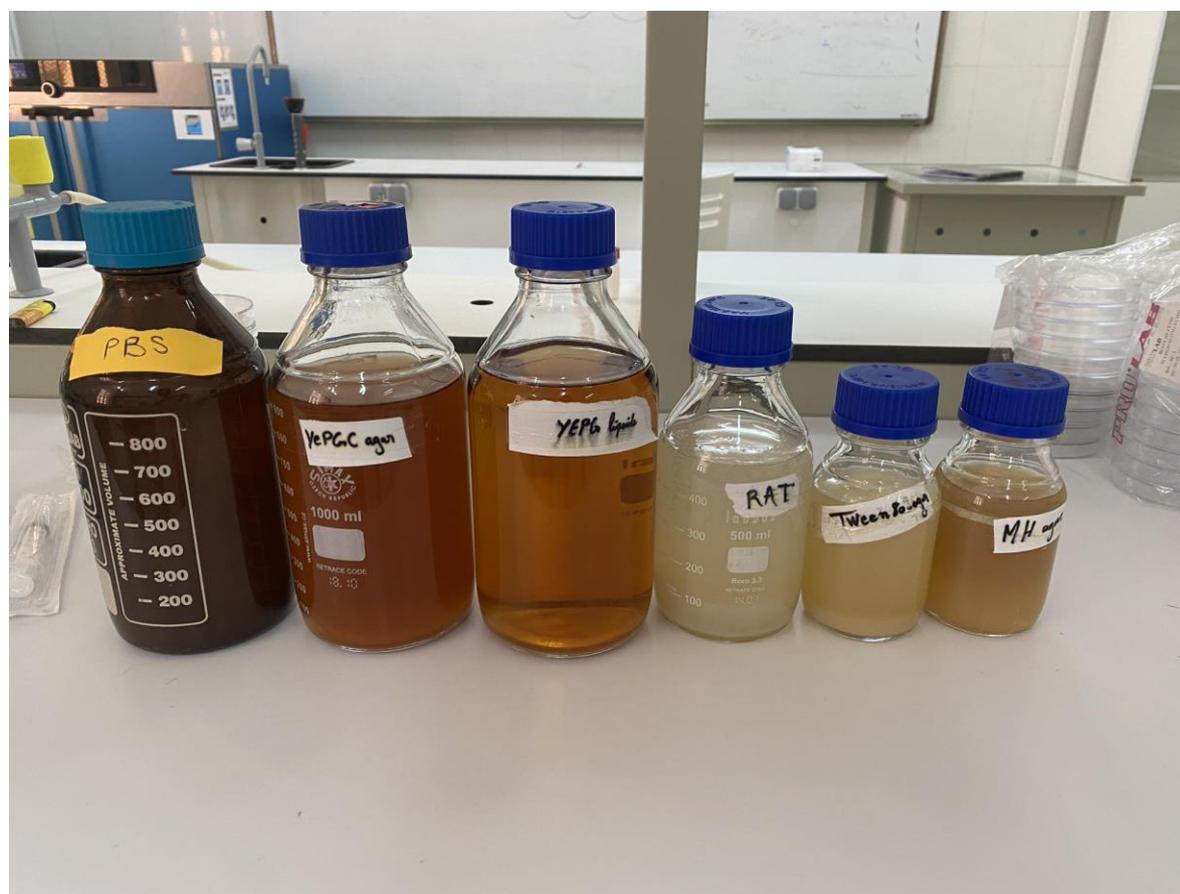
Bien mélanger. Répartir aseptiquement dans des tubes ou flacons stériles.

Utilisation : Pour la culture de *Tokoprya lemnae*

8. TSA

Gélose trypticase soja composition

Ingrédients	gram/litre
Digestion pancréatique de caséine	15g
Peptone de soja	5g
Chlorure de sodium	5g
Gélose	15g



Annexes

Annexe 02 : Les poulets.



Annexes

Annexe 03 : les matériels utilisés dans l'étude expérimentale



Spectrophotometre



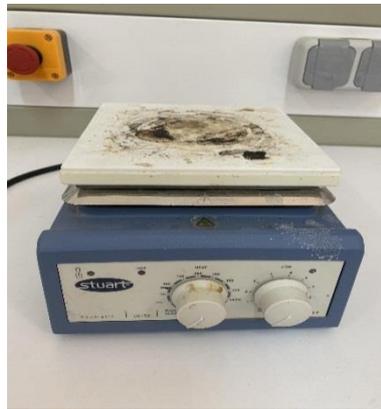
Centrifigieuse



Hottes microbiologique



Microscope optique



Plaque chefant et agitateur



vortex



le compteur des colonies



Etuve



Etuve et agitateur

Annexes



Balance analytique

Annexe 04 : la gamme de la dilution décimales (10^{-1} jusqu'à 10^{-7}).



Annexe 05 : les résultats du dénombrement des levures sur le milieu YEPGCA.



Annexes

Annexe 06 : la conservation d'isolat dans le milieu YEPG solide incliné .



Annexe 07 : La pré-culture d'isolat de la levure dans le bouillon YEPG.

