

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJILAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DE SCIENCES
قسم البيولوجي
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME UNE STARTUP

DOMAINE : Science de la Nature et de la Vie (S.N.V)

FILIERE : Science Biologique

OPTION : Microbiologie Appliquée

THEME

Formulation d'un aliment à base de ver de farine et de la biomasse d'origine microbienne pour une alimentation durable des poulets de chair de fermier

Présenté par : Oumimou Aissa et Rezgallah Yamina

Jure de Soutenance :

Président	Benamar Ibrahim	MCB
Examineur	Becheur Mourad	MAA
Encadrant	Messaoudi Omar	MCA
Co-Encadrant	Rahmani Mokhtar Mohamed	MAA
Représentant de l'incubateur		
Représentant de secteur socio-économique	Choualhi Abdelrazzak	Inspecteur vétérinaire « Direction des services agricoles "Laghouat »

Soutenu publiquement le : 06/07/2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJILAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DE SCIENCES
قسم البيولوجي
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME UNE STARTUP

DOMAINE : Science de la Nature et de la Vie (S.N.V)

FILIERE : Science Biologique

OPTION : Microbiologie Appliquée

THEME

Formulation d'un aliment à base de ver de farine et de la biomasse
d'origine microbienne pour une alimentation durable des poulets de
chair de fermier

Présenté par : Oumimou Aissa et Rezgallah Yamina

Jure de Soutenance :

Président	Benamar Ibrahim	MCB
Examinateur	Becheur Mourad	MAA
Encadrant	Messaoudi Omar	MCA
Co-Encadrant	Rahmani Mokhtar Mohamed	MAA
Représentant de l'incubateur		
Représentant de secteur socio-économique	Choualhi Abdelrazzak	Inspecteur vétérinaire « Direction des services agricoles "Laghouat »

Soutenu publiquement le : 06/07/2023

DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À

-MON CHER PÈRE,

-MA CHÈRE MÈRE,

-MA FAMILLE, ET MES PROCHEs.

Remerciement

Nous tenons à remercier notre encadreur monsieur, Messaoudi Omar, Maitre de conférences à d'avoir accepté de nous encadrer, pour toute son aide, sa disponibilité, ainsi ses conseils judicieux et ses encouragements précieux nous ont donné la force de continuer et de terminer ce travail.

Mes remerciements les plus respectueux à notre Co encadreur Rahmani.M, qui a fait preuve d'une grande patience et a été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail, ses conseils, ses orientations, son soutien scientifique ainsi que l'intérêt porté pour notre sujet de recherche qui nous avons permis de mener à terme ce projet.

Je tiens à remercier Monsieur, Becheur Mourad, Docteur l'université Amar Teledji Laghouat, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de soutenance. Qu'il trouve ici mes sincères sentiments de gratitude et de respect.

Nos vifs remerciements s'adressent également à notre examinateur, monsieur Benamar Brahim, docteur chercheur à l'université de Laghouat, d'avoir honoré et accepté d'examiner ce travail.

Je remercie toutes les personnes du centre de l'unité de recherche des plantes médicinales de(Laghouat) en particulier le Directeur Dr.Benacer Farouk pour sa disponibilité, ses conseils avisés, son expérience pour réaliser ce travail.

Nos sentiments les plus profonds et remerciements infinis au chef département de biologie Pr Chaibi.R, et tous mes enseignants pour leurs patiences et servitudes surtout de département de microbiologie Appliquée. Et tous les ingénieurs de laboratoires de l'université Amar Teledji Laghouat.

Enfin, nos derniers remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Merci à tous

أدى ارتفاع أسعار فول الصويا ، وهو مصدر رئيسي للبروتين في أعلاف الدواجن في الجزائر ، إلى زيادة كبيرة في أسعار لحوم الدواجن ، الأمر الذي يستدعي البحث عن حلول مستدامة لاستبدال فول الصويا. كحل لهذه المشكلة ، يهدف اقتراحنا إلى استبدال فول الصويا في علف دجاج التسمين الحر بمصادر بروتينية مستدامة واقتصادية ، ممثلة بالكتلة الحيوية الميكروبية وديدان الوجبة. لهذا قمنا بتشكيل مجموعتين من 10 كتاكيت متشابهة من حيث السلالة والوزن. تم تغذية المجموعة الأولى بنظام غذائي تقليدي يتكون بشكل أساسي من الذرة (56٪) وفول الصويا (35٪) ونخالة القمح (5٪) ومركب الفيتامينات المعدني (2٪) وثاني فوسفات الكالسيوم (2٪). تم تغذية المجموعة الثانية بنظام غذائي متضمن الكتلة الحيوية الميكروبية (20٪) وديدان القبابي (15٪) كمصادر بروتين ، بالإضافة إلى المكونات الأخرى للمجموعة الأولى. تشير النتائج إلى أن المجموعة التي تغذت على نظام غذائي تقليدي أظهرت نموًا أبطأ مقارنة بالمجموعة التي تغذت على نظام غذائي يحتوي على الكتلة الحيوية الميكروبية وديدان الوجبة كمصدر للبروتين. من خلال استبدال فول الصويا بالكتلة الحيوية الميكروبية والديدان ، من الممكن تقليل تكاليف إنتاج الدواجن ، مما قد يساهم في خفض أسعار لحوم الدواجن في السوق.

الكلمات الرئيسية: دجاج التسمين الحر ، دواجن ، فول الصويا ، الكتلة الحيوية الميكروبية ، دودة القبابي.

The increase in the price of soybeans, a major source of protein in poultry feed in Algeria, has led to a significant increase in the price of poultry meat, which necessitates the search for sustainable solutions to replace soy. As a solution to this problem, our proposal aims to replace soy in free range broiler chicken feed with sustainable and economical protein sources, represented by microbial biomass and mealworms. To achieve this, we formed two groups of 10 similar chicks in terms of breed and weight. The first group was fed a conventional diet consisting mainly of corn (56%), soy (35%), wheat bran (5%), mineral vitamin compound (2%), and dicalcium phosphate (2%). The second group was fed a diet containing microbial biomass (20%) and mealworms (15%) as protein sources, in addition to the other ingredients in the first group. The results indicate that the group fed with the conventional diet showed slower growth compared to the group fed with a diet containing microbial biomass and mealworms as protein sources. By replacing soy with microbial biomass and mealworms, it is possible to reduce poultry production costs, which could contribute to a reduction in the price of poultry meat in the market.

Keywords: Poultry farming, free range broiler chicken, Soybean, Microbial biomass, Mealworm.

La hausse du prix du soja, une source majeure de protéines dans l'alimentation des volailles en Algérie, a entraîné une augmentation significative du prix de la viande de volaille, ce qui nécessite la recherche de solutions durables pour remplacer le soja. Comme solution de ce problème, notre proposition vise à remplacer le soja dans l'alimentation des poulets de chair de fermier par des sources de protéines durables et économiques, représenté par la biomasse microbienne, et les vers de farine. Pour cela, nous avons formé deux groupes de 10 poussins similaires en termes de race et de poids. Le premier groupe a été nourri avec un régime alimentaire conventionnel composé principalement de maïs (56%), de soja (35%), de son de blé (5%), de composé minéral vitaminé (2%) et de phosphate bicalcique (2%). Le deuxième groupe a été alimenté avec un régime comprenant de la biomasse microbienne (20%) et des vers de farine (15%) en tant que sources de protéines, en plus des autres ingrédients du premier group. Les résultats indiquent que le groupe alimenté avec un régime conventionnel montrant une croissance plus lente par rapport au groupe alimenté avec un régime contenant de la biomasse microbienne et des vers de farine en tant que source de protéines. En remplaçant le soja par la biomasse microbienne et des vers, il est possible de réduire les coûts de production avicole, ce qui pourrait contribuer à la réduction du prix de la viande de volaille sur le marché.

Mots-clés : Aviculture, poulet de chair de fermier, Soja, Biomasse microbienne, Ver de farine,

Tableau 1: L'origine des souches de levures isolé.....33

Tableau 2: Caractères biochimiques des souches S1 et S2.36

Tableau 3: Rendement de production de biomasse des souches de levure.....36

Figure 1: Morphologie des cellules de levure et des mycelium.....	12
Figure 2: Larve de Tenebrio molitor (Photo originale).....	14
Figure 3: Cycle de vie du ver de farine (Photo originale).	16
Figure 4: Les boîtes d'élevage des insectes « Tenebrio molitor » utilisées.	26
Figure 5: Les différents stades de l'élevage de l'insecte Tenebrio molitor.	26
Figure 6: Ébullition et séchage des vers de farine.....	28
Figure 7: Lieu de l'élevage et le début de l'éclosion des œufs.....	29
Figure 8: Le poids d'un œuf de poulet avant l'éclosion.....	30
Figure 9: Le poids de poussins « 1 jour » après l'éclosion	30
Figure 10: Schéma illustratif de l'élevage de poussins.	31
Figure 11: Observation microscopique et macroscopique des trois souches de levures S1, S2 et S3.....	34
Figure 12: L'évolution de la croissance des poussins suivie pendant 28 jours dans les deux lots d'élevage.....	38
Figure 13: La croissance en poids des poussins suivie pendant 28 jours dans les deux lots d'élevage.....	39
Figure 14: boîte a moustache relatif au test anova a1 facteur	40

Sommaire

Introduction	6
Revue Bibliographique	11
1. Généralité sur les levures	12
2. Habitats	13
3. Rôles des levures en alimentation Animale.	13
4. Généralité sur les Vers de farines « <i>Tenebrio molitor</i> ».	14
4.1. Morphologie	14
4.2. Cycle de vie :.....	15
5- ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR	16
5-1 ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE :	16
5-2. ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE :.....	17
5-3. ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION :	17
6- les besoins nutritionnels du poulet de chair :	17
6-1 Besoin en énergie :	17
6-2 Besoin en protéine-acide amines :	18
6-3 Besoin en minéraux et en vitamines :	18
6-4 Besoin en eau :	19
7-Les ingrédients qui composent l'aliment volaille :.....	19
7-1. Les céréales.....	19
7-2. Les issues de céréales :	20
7-3. Le manioc :.....	21
8. Les sources de protéines d'origine végétale :.....	21
8.2. Le tourteau d'arachide :.....	21
8.3. Le grain de soja :.....	21

9.1. La farine de poisson :.....	21
9.2. Les farine de viande et os :.....	22
10. Les matières premières minérales :.....	22
11. Les additifs :	22
Matériel et méthodes.....	23
1. Prélèvement des échantillons pour l'isolement des levures.....	24
2. Isolement et purification des levures.....	24
3. Sélection de la souche de levure utilisé pour produire la biomasse.....	24
4. Fermentation et purification de la biomasse microbienne.....	25
5. Elevage des vers de farine	25
5.1. Condition d'élevage	25
5.2. Séparation des zones d'élevage et la récolte des vers de farine.....	27
6. Formulation et essai de l'aliment destiné à nourrir les poulets de chair de fermier :	28
7. Elevage des poulets de chair de fermier :	29
7.1. Les condition d'élevage :	29
7.2 Echantillonnage et régime alimentaire	31
Résultats et Discussions	32
1. Résultats d'isolement des levures à partir de différents échantillons.	33
2. Etudes des caractéristiques culturales et biochimiques des souches de levures isolées.....	33
3. Fermentation et calcule de rendement de la biomasse microbienne produites :	36
4. Sélection de la levure pour la production de la biomasse microbienne riche en protéine	37
5. Pesée de poulet de chair de fermier et quantité d'aliments consommés	37
Conclusion générale et perspectives	41
Annexes	44
Référence.....	47

Introduction

La viande de poulet est largement consommée en Algérie en raison de son prix abordable par rapport à d'autres sources de protéines animales telles que la viande rouge et les poissons. Cependant, ces dernières années, notamment pendant et après la pandémie de COVID-19, le prix de la viande de poulet a été perturbé en raison de l'augmentation significative du prix du soja, qui est une source majeure de protéines dans l'alimentation des volailles. Actuellement, le prix du soja dépasse les 12000 DA par quintal. Cette augmentation des coûts de production avicole a entraîné une hausse des prix de la viande de poulet. Une enquête menée auprès des boucheries a révélé une augmentation de plus de 100 % du prix du kilogramme de viande de poulet au cours des deux dernières années. Face à cette problématique, il devient crucial de trouver des solutions pour remplacer le soja par d'autres ingrédients durables et disponibles dans l'alimentation des poulets de chair de fermier. L'objectif est de maintenir la viande de volaille accessible à un prix abordable pour les consommateurs.

Diverses approches alternatives peuvent ont été envisagées pour remplacer le soja par une source de protéines durable et moins coûteuses pour l'alimentation des poulets de chair de fermier. Dans ce contexte, notre proposition repose sur l'utilisation de la biomasse d'origine microbienne et des vers de farine comme sources de protéines alternatives au soja, ce qu'il peut avoir plusieurs avantages. Tout d'abord, la biomasse d'origine microbienne peut être produite localement de manière durable, en utilisant des substrats bons marchéés, telles que les sous-produits agricoles et agro-industriels ainsi que les déchets alimentaires (MONTCHO.M et al.,2017). En utilisant des techniques de fermentation et de culture appropriées, il est possible de produire une biomasse riche en protéines avec un rendement élevé. Cette approche permet de réduire la dépendance aux importations coûteuses de soja et d'utiliser efficacement les ressources locales. En ce qui concerne les vers de farine, ils constituent une source de protéines abondante et renouvelable (Zeitoun, R.2011). Les vers de farine peuvent être élevés en utilisant des substrats organiques, tels que les déchets alimentaires ou les résidus agricoles. Ils ont un profil nutritionnel intéressant, étant riches en protéines de haute qualité et en lipides (Normand, J., & Gruffat, D, 2022).

Notre proposition présente une solution économique et accessible pour répondre au défi actuel des coûts croissants du soja dans l'alimentation des poulets de chair de fermier, tout en assurant une source de protéines de qualité disponible pour les consommateurs. En alignement avec les objectifs économiques et stratégiques de l'Algérie, ce projet vise à développer des solutions nationales durables pour soutenir le secteur avicole et réduire la dépendance aux importations. En utilisant des ressources locales telles que la biomasse microbienne et les vers de farine, nous favorisons une approche écologique et économique qui répond aux besoins nutritionnels des volailles tout en contribuant à la stabilité économique du pays.

Pour arriver à ce but, notre projet a été divisé en plusieurs étapes :

Produire une biomasse d'origines microbienne (P.O.U) riche en protéine, par la culture en batch de la levure *Saccharomyces cerviciae*.

Elevage de ver de farines.

Introduction

Les poussins ont été élevés dans deux lots distincts, chacun recevant un régime alimentaire différent. Le premier lot a été nourri avec un régime conventionnel, comprenant du soja comme source de protéines. En revanche, le deuxième lot a été alimenté avec un régime riche en biomasse microbienne, où les vers de farine ont été utilisés comme source de protéines.

Revue Bibliographique

1. Généralité sur les levures

Les levures sont des micro-organismes eucaryotes (noyau délimité), non Photosynthétiques, chimio-hétérotrophes (puisent leur énergie dans la dégradation de Substances organiques variées), champignons à thalle unicellulaire immobiles. Le thalle de la levure est l'appareil végétatif le plus simple, sans racine ni tige, sans rameau feuillu et non chlorophyllien (LARPENT I-P, 1991).

Leur morphologie est d'une grande importance taxonomique. Les cellules sont Généralement ovoïdes ou sphériques, parfois cylindriques, allongées, apiculées ou de forme plus spécifiques : ogivales (genre *Dekkera*), en forme de bouteille (genre *Pityrosporium* (= *Malassezia*)), triangulaires *Trigonopsis*) ou en forme de citron *Hanseniaspora*} (BOURGEOIS CMet al., 1996).

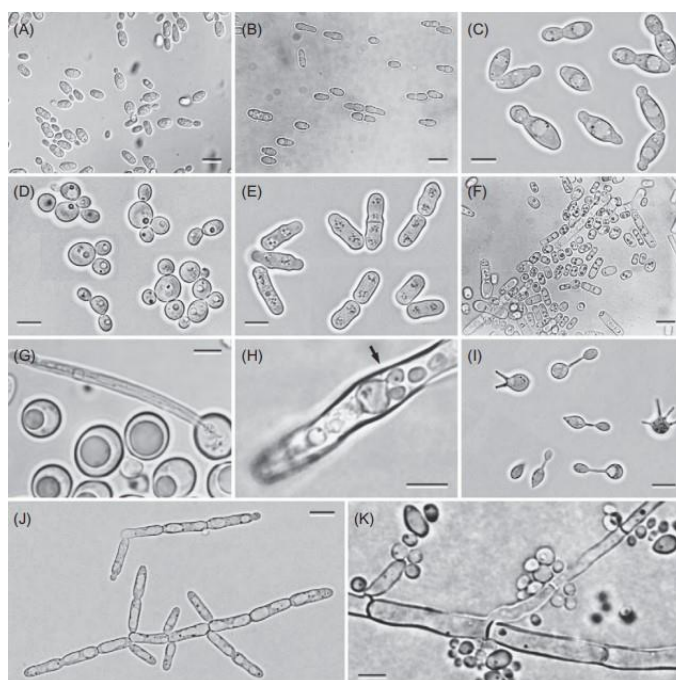


Figure 1: Morphologie des cellules de levure et des mycelium

Various forms of asexual reproduction. (A) Polar budding on a narrow base (*Cryptococcus mycelialis*), (B) Monopolar budding on a wide base (*Malassezia pachydermatis*), (C) Bipolar budding on a wide base (*Hanseniaspora osmophila*), (D) Multilateral budding (*Pichia nakasei*), (E) Fission (*Schizosaccharomyces pombe*), (F) Arthroconidia formed by fission (*Galactomyces geotrichum*), (G) Chlamydo spores, one of which has given rise to an ascus (*Metschnikowia fructicola*), (H) Endoconidia produced by budding (arrow) in a hyphal cell (*Candida ontarioensis*), (I) Blastoconidia formed on elongate conidiophores (*Fellomyces polyborus*), (J) Pseudohyphae (*Metschnikowia gruessii*), (K) True (septate) hypha with side branches bearing blastoconidia (*Candida ontarioensis*). (Fig. A, Fonseca et al., this book; Figs B, C, D, E, F, I, J, T. van Beest and T. Boekhout, CBS website; Figs G, H, K, C.P. Kurtzman).

Leur taille est d'environ 20 μm en longueur et de 1 à 10 μm en largeur (GOURNIER-CHATEAU N, 1994). Les levures sont de grande taille par rapport aux bactéries ce qui rend possible l'examen direct (GUIRAUD J.P, 1998).

La masse cellulaire des levures est 100 fois plus grande que celle des bactéries et elles se divisent 4 fois moins rapidement. De par leur croissance moins rapide, elles ne peuvent donc pas leur nuire en épuisant les réserves nutritives du milieu. Néanmoins, elles peuvent aisément supporter leur compétition (Annales du Symposium International, 1995). Par ailleurs, elles sont parfois utiles à d'autres microorganismes comme les bactéries lactiques à qui elles apportent les acides Aminés nécessaires (LARPENT I-P et al., 1997).

2. Habitats

Les levures sont des espèces ubiquitaires donc elles sont largement distribuées dans la nature. Elles se rencontrent surtout chez les végétaux riches en sucres directement assimilables (Leveau et Bouix, 1991). En effet, les milieux fortement concentrés en sucres représentent un de leur environnement préféré, comme les sirops, le miel, les fleurs et de nombreux fruits (les pommes, les raisins) (Leclerc, 1975 ; Oteng-Gyang, 1984). Des levures peuvent également vivre à la surface ou à l'intérieur d'autres êtres vivants et aussi dans les eaux, dans l'atmosphère et dans le sol (Leveau et Bouix, 1993 ; Pol, 1996). Par ailleurs, le sol constitue un large réservoir assurant leur survie dans des conditions défavorables (Leclerc, 1975).

3. Rôles des levures en alimentation Animale.

Les protéines d'organismes unicellulaires, tels que les levures, jouent un rôle important dans l'alimentation animale en tant que source de nutriments et d'additifs bénéfiques. Voici quelques exemples de leur rôle dans l'alimentation animale :

- Source de protéines : Les levures, telles que *Saccharomyces cerevisiae*, sont riches en protéines et peuvent être utilisées comme complément alimentaire pour augmenter la teneur en protéines dans l'alimentation animale. Elles fournissent des acides aminés essentiels nécessaires à la croissance et au développement des animaux. Cette source
- Amélioration de la digestibilité : Les levures contiennent des enzymes, notamment des amylases et des protéases, qui aident à décomposer les nutriments complexes présents dans les aliments et à améliorer leur digestibilité. Cela permet aux animaux de mieux absorber les nutriments et d'optimiser leur utilisation.
- Renforcement du système immunitaire : Certaines levures, comme *Saccharomyces cerevisiae*, sont connues pour stimuler le système immunitaire des animaux. Elles favorisent la production

d'anticorps et d'autres composants du système immunitaire, ce qui aide à protéger les animaux contre les infections et les maladies.

- Amélioration de la santé intestinale : Les levures probiotiques, telles que *Saccharomyces boulardii*, sont utilisées pour maintenir l'équilibre de la flore intestinale chez les animaux. Elles favorisent la croissance des bonnes bactéries intestinales, ce qui contribue à une meilleure digestion, une absorption optimale des nutriments et une réduction des problèmes digestifs.
- Réduction de l'utilisation d'antibiotiques : Les levures peuvent être utilisées comme alternative aux antibiotiques dans l'alimentation animale. Elles peuvent contribuer à prévenir les infections bactériennes et réduire la dépendance aux antibiotiques, ce qui est bénéfique pour la santé animale et la sécurité alimentaire.

4. Généralité sur les Vers de farines « *Tenebrio molitor* ».

Leur nom scientifique est *Tenebrio molitor*, communément appelé le ver de farine. C'est une espèce d'insecte cosmopolite que l'on trouve facilement dans des environnements domestiques tels que les maisons, les jardins et surtout les dépôts de céréales. Le ver de farine appartient à l'ordre des Coléoptères (*Coleoptera*) et à la famille des *Tenebrionidae*. Les vers de farine sont largement utilisés en alimentation animale en raison de leur teneur élevée en protéines et en lipides.

4.1. Morphologie

Le ver de farine (*Tenebrio molitor*) présente une structure corporelle typique des insectes. Son corps est composé de trois parties principales : la tête, le thorax et l'abdomen. . L'adulte est de couleur noire, mesure environ 1,5 cm de long et 0,5 cm de large. À un stade avancé du cycle de vie, le ver deviendra brun jaunâtre et grandira de 2,5 cm avec la forme dont nous avons besoin dans notre projet. (Figure2)



Figure 2: Larve de *Tenebrio molitor* (Photo originale).

4.2. Cycle de vie :

Le cycle de vie du *Tenebrio molitor*, également connu sous le nom de ver de farine, comprend plusieurs stades distincts : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte.

- Œuf : Le cycle de vie du *Tenebrio molitor* commence par la ponte des œufs par la femelle adulte. Les œufs sont généralement de couleur blanche et de forme ovale. Ils sont pondus dans des substrats tels que la farine, les grains ou d'autres matériaux organiques.
- Larve: Une fois éclos, les œufs donnent naissance à des larves de ver de farine. Les larves sont de forme allongée et possèdent une peau dure de couleur blanche à crème (Figure 3, A1, A2 et A3). Elles se nourrissent activement de la matière organique environnante, telle que la farine, les céréales, les légumes en décomposition, etc. Les larves passent par plusieurs stades de croissance, appelés instars, au cours desquels elles muent et augmentent de taille.
- Nymphe : À la fin du stade larvaire, la larve de ver de farine se transforme en nymphe (Figure 3, B). La nymphe est un stade de transition où le ver de farine subit des changements internes pour se développer en tant qu'adulte. Pendant cette période, la nymphe est relativement inactive et peut être de couleur blanche à jaune pâle.
- Adulte : Après une période de nymphose, la nymphe émerge en tant qu'adulte mature (Figure 3, C). Les adultes de *Tenebrio molitor* sont de couleur noire et ont une apparence distincte avec une forme allongée et divisée en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les adultes ne sont généralement pas volants et leur principale fonction est la reproduction. Ils ont une durée de vie relativement courte, de quelques semaines à quelques mois, selon les conditions environnementales

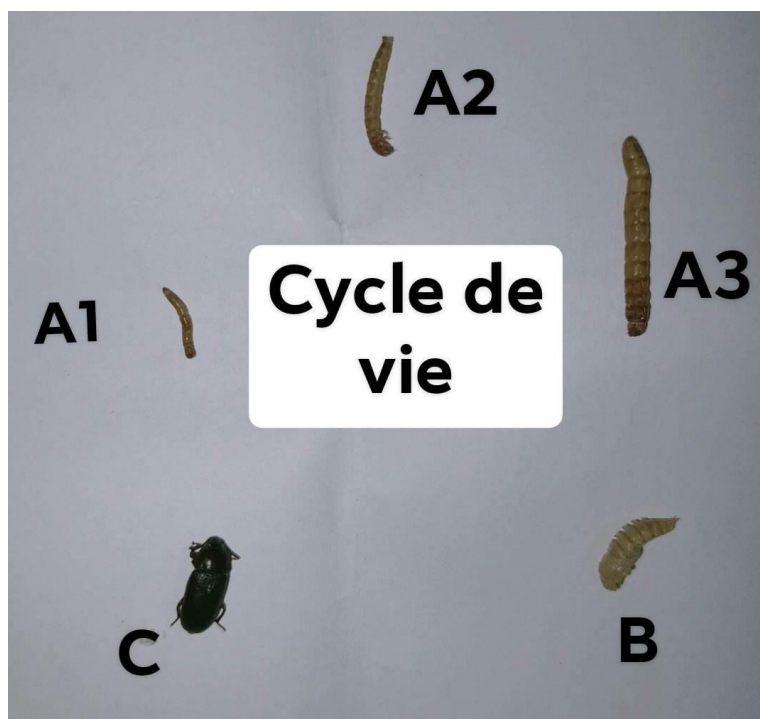


Figure 3: Cycle de vie du ver de farine (Photo originale).

5- ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

5-1 ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE :

La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet de chair, c'est à-dire d'un poulet à croissance rapide actuellement abattu vers 39-40 jours à un poids vif de 2kg environ. Durant cette période, le poids des poussins augmente considérablement, Le poulet présente une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes et ensuite en granulés. Cette amélioration de performances sous l'effet de la granulation s'atténue cependant à mesure que la teneur énergétique des aliments s'élève ; elle n'est guère perceptible au-delà de 3200Kcal EM/kg, (M. Labier et B.Leclercq, 1992).Le poids vif du poussin double au cours des cinq premiers jours de la vie. La vitesse de croissance des poussins exprimée proportionnellement au poids vif (g/j/100g de poids vif) atteint son maximum entre 3 et 5 jours d'âge, (Tesseraud.S et Temim.S, 1999) Leur consommation journalière augmente linéairement avec l'âge. A l'âge de deux jours, le poussin consomme quotidiennement environ 10g d'aliment contre 35g cinq jours plus tard, (Tesseraud.S et Temim.S, 1999) Le développement du tractus gastro-intestinal est un phénomène prioritaire dans le développement général du poussin. Ainsi durant les 4 premiers jours de vie, un quart des protéines absorbées est retenu par l'intestin, (Tesseraud.S et Temim.S, 1999). Il faut un apport d'azote maximum pendant les premiers jours de vie des poussins car une carence en azote se traduit par un arrêt de croissance et une perte d'appétit. Les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en

acides aminés indispensables, d'où la notion de besoins protéiques remplacée de plu/s en plus par la notion de besoins en acides aminés,

5-2. ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE :

Durant cette période d'élevage l'aliment démarrage sera remplacé par une ration moins riche en protéine, (Tesseraud.S et Temim.S, 1999). La hiérarchie des besoins en acides aminés durant la période de croissance s'établit ainsi, (Sanchez et al. 2000) : La croissance des plumes La croissance pondérale Le rendement en filet. L'engraissement. L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation. Son effet sur la croissance, variable selon les croisements, est perceptible jusqu'à 3000kcalEM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaine, en dessous de ces valeurs, la réduction du poids vif à 56 jours est voisine de 30g pour chaque diminution de 100kcalEM/kg du niveau énergétique de l'aliment, (M Labier et B Leclercq, 1992). Le besoin protéique est décomposé en entretien, croissance corporelle et croissance des plumes, ces dernières pouvant représenter jusqu'à 20% des besoins en protéines totales nécessaires au poulet, (Tesseraud.S et Temim.S, 1999).

5-3. ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION :

L'aliment de croissance sera remplacé durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique/protéique ; Il est à noter que toute déficience nutritionnelle en un ou plusieurs acides aminés durant les deux premières phases d'élevages se traduit par une diminution du rendement en filet à la fin de cette période, (Sanchez et al. 2000), Car des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un I.C. minimum sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages (M Labier et B Leclercq, 1992)

6- les besoins nutritionnels du poulet de chair :

6-1 Besoin en énergie :

L'énergie représente la portion de l'aliment dont dispose la volaille pour couvrir ses besoins d'entretien et de production (chair). L'unité de mesure de cette énergie contenue dans l'aliment s'exprime en unité d'énergie métabolisable par unité de poids d'aliment (kilojoule /gramme ou kilocalorie /kilogramme). L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (EM). Le rendement de l'énergie métabolisable chez le poulet de chair se situe entre 58 % et 85 % avec une valeur moyenne de 65 % (Larbier et Leclercq, 1992). L'énergie varie selon la température. Au plus il fait chaud, au moins l'ingestion d'aliment est importante (Alain.H et collaborateurs ,2004). La température critique à ne pas dépasser est de 30 °C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climats chauds.

Au-dessus de 28 °C, la température rectale augmente avec la température extérieure et avec la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie (Picard et 27 al., 1993).

6-2 Besoin en protéine-acide aminés :

Les protéines sont constituées d'acides aminés. On en dénombre 18, dont 11 indispensables (Lys, Met, Try, Thr, His, Val, leu, Ileu, Tyr, Phe, Arg), 4 semi-indispensables (Cys, Ser, pro, Gly) et 3 non indispensables (Ala, Asp, Glu). Les acides aminés indispensables ne peuvent pas être synthétisés par l'animal. Par conséquent, ce dernier doit les trouver dans son alimentation. Les acides aminés dits « semi indispensables » peuvent être synthétisés ou sont amenés comme précurseurs (Alain.H et collaborateurs ,2004). La ration des volailles (poulet de chair) doit donc contenir un certain pourcentage de chaque acide aminé essentiel ainsi qu'un apport suffisant en composés azotés, à partir desquels les acides aminés non essentiels peuvent être éventuellement synthétisés. Les acides aminés essentiels diffèrent selon le processus métabolique en cours, comme la croissance et la finition. La chair est produite pendant la croissance et la graisse durant la finition. (Coon, 1999). Il faudrait un taux azoté élevé dans la ration si on utilise des sources de protéines de mauvaises valeurs biologiques (tourteau d'arachide) que si les protéines sont de bonnes qualités (tourteau de soja, de colza, de tournesol) (ITAVI, 1980).

6-3 Besoin en minéraux et en vitamines :

Macro minéraux : L'administration des niveaux corrects des principaux minéraux est importante pour les poulets de chair d'haute performance. Ces macros minérales sont le calcium, phosphore, sodium, potassium et chlore.

Calcium et phosphore : le calcium influe dans la croissance, l'efficacité alimentaire, le développement osseux, la santé des pattes, le fonctionnement des nerfs et du système immunitaire. Il est nécessaire d'apporter le calcium en quantités adéquates. En plus du calcium, l'apport du phosphore en qualité et quantité correctes, est nécessaire pour la structure et l'accroissement optimums du squelette.

Sodium, Potassium et Chlore : Ces minéraux sont nécessaires pour les fonctions métaboliques générales. Leur déficience peut affecter la consommation de l'aliment, la croissance, et le pH sanguin. Des niveaux excessifs de ces minéraux ont pour effet d'augmenter la consommation d'eau, ce qui induit une mauvaise qualité de litière. (Guide d'élevage du poulet de chair ROSS, 2010). Concernant les oligo-éléments, la carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification. Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. (Austic, 1982). Les oligo-éléments jouent un rôle important dans le métabolisme des oiseaux, et la carence ou l'excès d'oligo-éléments essentiels sont cause de nombreuses maladies et anomalies (Scott et al 1976, Underwood 1997).

Les vitamines jouent un rôle dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Elles sont uniquement nécessaires en petites quantités, mais elles sont indispensables à la vie. Une carence en vitamines risque de provoquer des troubles graves. Les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A (Austic, 1982).

6-4 Besoin en eau :

Le corps de la poule est constitué de 70 % d'eau (Van.eekeren et al., 2006). La présence d'eau propre et fraîche est d'importance primordiale pour l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques. Les oiseaux régulent leur température corporelle par évaporation d'eau via le tractus respiratoire. Les besoins en eau pour la thermorégulation sont donc élevés en milieu tropical. Le manque d'eau provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Selon (Van.eekeren et al., 2006), une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de l'efficacité alimentaire des poulets de chair (quantité de nourriture nécessaire par kg de croissance). Une trop grande quantité de protéines et une déficience en certains 29 acides aminés entraînent une augmentation des besoins en eau. Cela est probablement dû à l'augmentation des besoins en eau liée à l'excrétion des dérivés azotés du métabolisme des protéines.

7-Les ingrédients qui composent l'aliment volaille :

L'alimentation joue un rôle déterminant dans la réussite et la rentabilité économique des productions avicoles. Lors de la formulation d'un aliment efficient, son coût et sa qualité nutritionnelle qui permet de couvrir tous les besoins nutritionnels essentiels des volailles doivent être considérés. (N. BRA et al, 2015).

7-1. Les céréales

A. Le maïs : Parmi toutes les céréales usuelles, le maïs est la plus énergétique du fait de ses teneurs élevées en amidon (72,5 % de MS) et en matière grasse (4,8 % de MS). Cette qualité est particulièrement sensible et appréciée chez les volailles. (SMITH, 1992), C'est la matière première la plus importante en volume en zones chaudes comme sous les autres climats et la principale source d'énergie en alimentation des volailles. Le maïs est riche en hydrates de carbone (amidon) donc en énergie et très appétant pour les volailles. Par rapport aux besoins nutritionnels, il est relativement carencé en protéines et en acides aminés comme la lysine et le tryptophane, raison pour laquelle il est naturellement associé à des matières riches en protéines (tourteaux oléagineux, farines animales). Il est bien complémenté par le tourteau de soja. En Afrique, il importe de prêter la plus grande attention à la qualité de conservation des grains. Selon les conditions de séchage et de stockage, une forte contamination en aflatoxines et autres toxines fongiques peut avoir lieu, rendant même parfois les céréales impropres à la consommation par des volailles. Pour diminuer ces contaminations fongiques, il faut conseiller aux producteurs des méthodes rationnelles de séchage et stockage du maïs et surtout éviter le contact prolongé des grains avec le sol. Ces remarques sont d'ailleurs

valables pour une part importante des matières premières que nous abordons par la suite. Il sera donc simplement mentionné leur susceptibilité à la contamination fongique. (Alain.H et collaborateurs ,2004).

B. Le Sorgho : Le sorgho a une forte teneur en amidon (70 % MS), une proportion non négligeable en matière grasse (environ 3,3 % MS) et est légèrement plus riche en protéines que le maïs (11,4 % MS) (FAO, 1990). En effet, le sorgho peut remplacer le maïs dans la ration alimentaire de base des poulets (NGA, 2009). Certaines variétés de sorgho comportent une teneur élevée en tanins. Ces tanins ont deux inconvénients : ils augmentent l'amertume de l'aliment, provoquant chez les volailles une diminution de la consommation, et ils diminuent la digestibilité des nutriments de l'aliment, en particulier des protéines. Il est possible de contrôler la teneur en tanins d'un sorgho. Pour être utilisable en alimentation animale, cette teneur ne doit pas dépasser 0,3%. Si le sorgho est faible en tanins, il peut remplacer une partie du maïs – jusqu'à 10 à 20% de la formule selon l'âge des oiseaux. (Alain.H et collaborateurs ,2004).

C. Les mils : Les mils sont des graminées et appartiennent à plusieurs espèces. Parmi les plus importantes, on peut citer : Pennisetum, Seteria, Eleusine, Paspalum, Digitaria. Les exigences des mils varient. En règle générale, les mils sont plus résistants à la sécheresse que le sorgho, qui lui-même peut se développer sur des terres plus sèches et plus arides que le maïs (FERRANDO, 1964).

7-2. Les issues de céréales :

A. Le son de blé : Il s'agit des sous-produits constitué de particules fines de pellicules de grains de blé, séparées au moment de la production de la farine panifiable. Il contient également des particules de germes de blé. C'est un produit volumineux, plus riche en protéines que le blé entier, riche en phosphore, en vitamines du complexe B et en manganèse. Cependant, sa teneur élevée en cellulose limite ses possibilités d'incorporation dans les aliments pour volailles à 10 % pour des oiseaux en croissance et à 15% maximum chez les adultes. (Alain.H et collaborateurs ,2004).

B. Le son de riz : C'est le sous-produit du polissage du riz. Il est disponible pratiquement dans tous les pays chauds. Il est essentiellement constitué du péricarpe du grain de riz. La balle préalablement enlevée et très riche en cellulose (40- 42%) et en silice, n'est pas utilisable en alimentation des volailles. Elle peut cependant entrer en faible proportion dans le son de riz industriel, et en plus grande proportion dans le son de riz issu de petites décortiqueries. La valeur énergétique (et donc économique) des sons les plus riches en balle est largement diminuée Le son de riz contient également de petites quantités de germes, ce qui a pour effet d'augmenter sa teneur en matière grasse. C'est donc une matière première riche en matière grasse très oxydable. L'oxydation est d'autant plus rapide que le produit est stocké en conditions chaudes et humides. On peut en revanche la ralentir en utilisant des antioxydants, si on a la possibilité de les mélanger intimement au son. Par ailleurs le son de riz est une matière équilibrée en protéines, riche en minéraux (phosphore) et en vitamines B1, PP et E. Cette matière première est une source d'énergie métabolisable bon

marché. Elle peut être incorporée jusqu'à 10-15% des formules selon les âges des oiseaux. (Alain.H et collaborateurs ,2004).

7-3. Le manioc :

D'une manière générale, le manioc reste une culture de subsistance, surtout en Afrique. Cependant, dans certaines régions, le manioc peut être beaucoup plus productif que le maïs ; il apparaît alors comme une importante source énergétique malgré ses inconvénients nutritionnels liés à la présence de composés cyanhydriques, à certains problèmes de conservations et à des teneurs variables en fibres et en cendres (GUERIN et al, 1990). Le manioc a une faible teneur en protéines qui peut être corrigé par le rationnement (GUERIN et al, 1990). L'amidon du manioc est très digestible chez l'oiseau (97%) (LARBIER et LECLERCQ, 1992).

8. Les sources de protéines d'origine végétale :

8-1. Le tourteau de soja : Le tourteau de soja est sans doute l'un des meilleurs en alimentation de volailles du fait de sa richesse en acide aminés indispensables. Il permet d'obtenir de bonnes 22 performances lorsqu'il est supplémenté dans la ration en lysine, méthionine et tryptophane. Sa limite demeure son accessibilité sur le marché, car il est produit essentiellement en Amérique. (FERRANDO, 1969), Le tourteau de soja doit subir avant son utilisation en alimentation des animaux un traitement thermique destiné à détruire certains facteurs anti-nutritionnels qu'il contient naturellement en grande quantité (facteurs antitrypsiques).

8.2. Le tourteau d'arachide :

Sous-produit de l'extraction de l'huile d'arachide, (Alain.H et collaborateurs ,2004). Elle peut être riche en aflatoxine. Il permet d'obtenir de bonnes 22 performances lorsqu'il est supplémenté dans la ration en lysine, méthionine et tryptophane. (FERRANDO, 1969), Le tourteau d'arachide peut parfois être contaminé par des aflatoxines. Pour être utilisable en volaille, le tourteau d'arachide ne devra pas contenir plus de 100 mg d'aflatoxines par tonne et encore dans ce cas on devra limiter son incorporation à 4-5% de la formule. La valeur du tourteau d'arachide dépend largement du process technologique employé : degré de décorticage et méthode d'extraction d'huile (pression ou solvant). (Alain.H et collaborateurs ,2004).

8.3. Le grain de soja :

Le grain de soja Excellente source de protéines, comme le tourteau de soja, les graines de soja contiennent l'huile et sont donc plus riches en énergie. Elles contiennent de grandes quantités de facteurs antinutritionnels (facteurs anti-trypsiques) qui doivent être détruits par un traitement thermique (toastage ou extrusion). (Alain.H et collaborateurs ,2004). 9. Les matières premières d'origine animale :

9.1. La farine de poisson :

La protéine de poisson présente l'avantage d'être très bien équilibrée en acides aminés, et d'être riche en lysine et méthionine en particulier. Mais celle-ci est de plus en plus sujette à un coût élevé et une faible disponibilité sur le marché local, elle est utilisée avec le tourteau d'arachide. Il faut cependant veiller à son

taux d'incorporation en aliment finition car si sa teneur est très importante elle communique son odeur à la viande. (FERRANDO, 1969).

9.2. Les farine de viande et os :

Elles ont des compositions très variables selon les producteurs et les process technologiques. Sources de protéines et de minéraux (calcium et phosphore), elles ont en général un prix d'intérêt qui leur permet une incorporation aisée dans les formules.

10. Les matières premières minérales :

Essentiellement sources de minéraux majeurs, calcium et phosphore, il s'agit du phosphate bicalcique (importé en Afrique) dont la composition est relativement stable d'un pays à l'autre et du carbonate de calcium (calcaire) plus variable dans sa teneur en calcium. Dans certains pays d'Afrique, ce dernier peut être remplacé par des coquillages broyés à composition comparable en calcium. Les phosphates naturels qui peuvent être parfois proposés ont une faible digestibilité du phosphore et contiennent de fortes teneurs en fluor. Ils ne sont donc pas préconisés en temps normal.

11. Les additifs :

On trouve dans la plupart des pays les principaux additifs nécessaires à la fabrication des aliments (vitamines oligo-éléments, antioxydants, pigments de synthèse ou naturels, anticoccidieuses, acides aminés...). Ils sont en général importés soit sous forme de prémix soit d'ingrédients destinés à la fabrication locale de prémix. Le paramètre essentiel à contrôler est la qualité des prémix : respect des dates de péremption, emballages fermés et conditions de stockage adéquates. (Alain.H et collaborateurs ,2004) .

Matériel et méthodes

1. Prélèvement des échantillons pour l'isolement des levures.

Afin d'isoler des levures en vue de leur utilisation comme source de protéines d'origine unicellulaire, différents échantillons comprenant du blé, de l'orge, du frik, du maïs, de l'avoine, de la semoule, du couscous, de la rechta et de la cellulose d'arbre de raisin ont été collectés dans des flacons stériles de 200 ml et transférés au laboratoire dans une glacière pour maintenir leur stérilité.

2. Isolement et purification des levures

Pour l'isolement des levures à partir des échantillons prélevés, des dilutions décimales ont été préparées. Pour cela, 10 g de chaque échantillon ont été ajoutés à 90 ml de solution physiologique stérile. À partir de cette suspension mère, des dilutions décimales ont été réalisées jusqu'à 10^{-3} . Ensuite, un volume de 0,1 ml de chaque dilution a étéensemencé à la surface du milieu YPGA (la composition donnée dans l'annexe). Les boîtes contenant les milieux ont été incubées à une température de 30 °C, et elles ont été régulièrement contrôlées pendant une semaine d'incubation.

Dans le milieu YPGA, les colonies de levures présentent généralement un aspect crémeux ou blanc cassé. Ces colonies ont été repérées et observées sous microscope optique. Les cellules de levure observées au microscope optique apparaissent généralement comme des cellules arrondies ou ovales, de taille nettement supérieure à celle des bactéries. Les colonies présentant des caractéristiques macroscopiques et microscopiques similaires aux levures ont ensuite été purifiées en utilisant la technique d'épuisement sur le milieu Sabouraud, afin d'obtenir des cultures pures. Les cultures pures ainsi obtenues ont ensuite été conservées dans le milieu Sabouraud additionné de chloramphénicol, puis stockées à une température de 4°C pour une utilisation ultérieure.

En plus des souches de levures isolées à partir de différents échantillons, nous avons également utilisé la souche de *Saccharomyces cerevisiae* pour produire une biomasse microbienne riche en protéines. Cette souche a été réactivée dans le milieu liquide YPGA et incubée sous agitation à une température de 30 °C avant d'être utilisée.

3. Sélection de la souche de levure utilisé pour produire la biomasse.

Une sélection a été effectuée parmi les souches de levures isolées à partir des différents échantillons, ainsi que la souche de *Saccharomyces cerevisiae*, en tenant compte des critères suivants :

La souche sélectionnée ne doit pas présenter de caractéristiques pathogènes.

La souche doit être capable de produire une quantité significative de protéines pour répondre aux objectifs de production de biomasse riche en protéines.

Une croissance rapide de la souche est souhaitable afin d'obtenir une production efficace de biomasse microbienne.

La souche choisie doit être facile à cultiver

La souche doit démontrer une bonne capacité d'adaptation et de résistance aux changements de température, de pH, et autres conditions environnementales qui peuvent survenir lors du processus de production.

En prenant en compte ces critères, la souche de levure la mieux adaptée a été sélectionnée pour la production de la biomasse microbienne riche en protéines

4. Fermentation et purification de la biomasse microbienne.

La souche de levure sélectionnée a été mise en culture à grande échelle afin de produire une quantité suffisante de biomasse microbienne qui peuvent être utilisées comme source de protéines pour remplacer le soja dans l'alimentation des volailles. En effet, la souche sélectionnée a étéensemencée dans un Erlenmeyer de 250 ml contenant le milieu liquide YGCA. L'Erlenmeyer a été incubé à une température de 30 °C sous agitation (150 rpm) pendant une durée de 3 jours. Cette culture a été utilisée pour inoculer à 10% deux Erlenmeyers de 1 litre contenant chacun 400 ml de milieu YGCA. Après incubation sous agitation, le contenu de ces deux Erlenmeyers a été utilisé pour ensemencer 10 litres de milieu YGCA liquide, répartis dans des Erlenmeyers de 1 litre, avec 400 ml de milieu de culture dans chaque Erlenmeyer. Les Erlenmeyers ont ensuite été incubés sous agitation (160 rpm) à une température de 30 °C.

Après 5 jours d'incubation, la biomasse microbienne a été récupérée par centrifugation à une vitesse de 6000 rpm. La biomasse obtenue a été lavée plusieurs fois avec de l'eau distillée stérile afin d'éliminer les traces de milieu de culture. Ensuite, la biomasse a été séchée à 50 °C pour inactiver les cellules vivantes, puis elle a été broyée et emballée. Le stockage de la biomasse a été réalisé à la température ambiante, à l'abri de l'humidité.

5. Elevage des vers de farine

Dans le cadre de cette étude, les larves de l'insecte *Tenebrio molitor*, communément appelées vers de farine, ont été obtenues auprès de la boutique "Small Garden" située à Alger (Baraki). Ces vers, de couleur marron-jaune, ont été élevés à partir d'insectes ténébrion.

5.1. Condition d'élevage

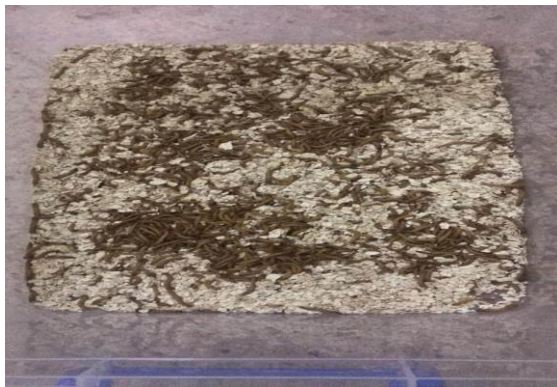
Les vers de farine ont été élevés dans trois différentes boîtes en plastique. Au fond de chaque récipient, une couche de substrat de 4 cm d'épaisseur, composée de 80% d'avoine et de 20% de son de blé, a été ajoutée (Figure 4).



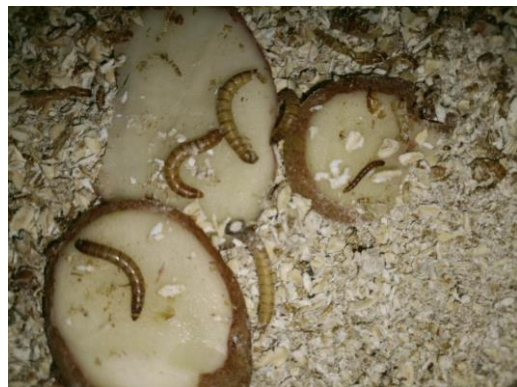
Figure 4: Les boîtes d'élevage des insectes « Tenebrio molitor » utilisées.

Les vers de farine ont ensuite été déposés au-dessus de cette couche de substrat (Figure 5 A). Des morceaux de pommes de terre ont été ajoutés par la suite pour nourrir et hydrater les vers de farine (Figure 5. B).

A



B



C



D



Figure 5: Les différents stades de l'élevage de l'insecte Tenebrio molitor.

Afin de maintenir la propreté de l'élevage, les restes de nourriture non consommés ont été régulièrement retirés. L'élevage a été maintenu à une température comprise entre 25 et 30 °C. Une surveillance régulière de la population de vers de farine a été effectuée, et des ajustements de la taille de l'élevage ont été réalisés en fonction de nos besoins.

5.2. Séparation des zones d'élevage et la récolte des vers de farine.

L'élevage commence dans la première boîte où nous avons placé les vers (Figure 5.A). Le cycle n'a pas été interrompu jusqu'à ce que les vers se transforment en nymphes puis en adultes. Les femelles adultes pondent de très petits œufs transparents, à partir desquels émergent de minuscules larves blanches mesurant 2 mm de long. Ces larves prennent progressivement de la couleur et peuvent atteindre environ 30 mm de longueur.

Afin d'éviter le cannibalisme entre les différents stades de vie des vers de farine, une séparation a été réalisée. Lorsque les nymphes sont sur le point de se transformer en adultes, une méthode a été utilisée pour faciliter la récupération des adultes. Une feuille a été placée au-dessus des adultes dans la première boîte, incitant aux adultes de grimper sur la feuille, cela facilite la séparation des adultes (Figure 5. D), des autres stades de vie des vers de farine. (Figure 5. C).

5.3. Préparation des vers en vue de leur utilisation pour nourrir les poulets de chair de fermier :

Lorsque les vers de farine ont atteint une taille importante et que leur couleur est devenue brun jaunâtre, ils sont soumis à un processus d'ébullition et de séchage pour les préparer à une utilisation ultérieure. Ce processus vise à désactiver les vers et à les conserver plus longtemps. Tout d'abord, les vers de farine sont laissés sans alimentation pendant 48 heures, pour vider leur intestin et obtenir des protéines de meilleure qualité. Pendant cette période de jeûne, les vers de farine éliminent les résidus alimentaires de leur système digestif, ce qui peut améliorer la qualité des protéines qu'ils contiennent. Ensuite, les vers de farine ont été placés dans une casserole d'eau bouillante. L'eau est portée à ébullition et les vers sont maintenus dans l'eau bouillante pendant 5 minutes. Cette étape permet de désactiver les vers de farine, en tuant les organismes vivants. Une fois l'ébullition terminée, les vers de farine sont retirés de l'eau puis égouttés, ensuite, ils sont étalés sur des surfaces propres et sèches. Une fois que les vers de farine sont complètement secs, ils peuvent être stockés dans des contenants hermétiques, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pour une utilisation ultérieure (Figure 6).



Figure 6: Ébullition et séchage des vers de farine

6. Formulation et essai de l'aliment destiné à nourrir les poulets de chair de fermier :

Afin de comparer le régime alimentaire conventionnel à base de soja comme source de protéines avec le régime alimentaire à base de biomasse microbienne et de vers de farine comme source de protéines, nous avons divisé des poussins similaires en termes de race et de poids en deux groupes distincts. Chaque groupe était constitué de 10 Poussins

- **Le premier groupe a été alimenté selon le régime alimentaire conventionnel, qui était composé de :**
 - ❖ 56 % maïs
 - ❖ 35 % soja,
 - ❖ 5 % son de blé,
 - ❖ 2 % composé minéral vitaminé
 - ❖ 2 % phosphate bicalcique
- **Le deuxième groupe a été alimenté selon le régime alimentaire constitué de la biomasse microbienne et des vers de farine comme source de protéines. Ce régime était composé de :**
 - ❖ 56 % maïs
 - ❖ 20 % de la biomasse microbienne,
 - ❖ 15 % de ver de farine,
 - ❖ 5 % son de blé,
 - ❖ 2 % composé minéral vitaminé
 - ❖ 2 % phosphate bicalcique

Les deux lots de poussins ont été surveillés tout au long de l'expérience, en enregistrant leur poids ainsi que leur état de santé général. L'expérience s'est déroulée sur une durée de 28 jours. Après la fin de l'expérience, les données collectées ont été analysées, et la comparaison de moyennes entre le poids des deux lots a été effectué sous le logiciel SAS ON DEMAND FOR ACADEMIC par le test ANOVA

a 1 facteur, un seuil risque α de 5% a été attribué. Les résultats obtenus permettront de tirer des conclusions sur l'efficacité de ce nouveau régime alimentaire en termes de gain de poids des poussins.

7. Elevage des poulets de chair de fermier :

7.1. Les condition d'élevage :

L'élevage a été réalisé en utilisant des poussins de la race "Fayoumi". Au début de l'élevage, les poussins ont été placés dans un couvoir où toutes les conditions de confort nécessaires ont été mises en place (Figure 8). Cela comprend le contrôle de la température pour maintenir une ambiance chaleureuse et adaptée aux besoins des poussins, l'utilisation d'une lumière rouge pour fournir un éclairage doux et adapté à leur cycle de croissance, ainsi qu'un sol approprié pour leur permettre de se déplacer et de se nourrir confortablement. Ces mesures ont été prises pour assurer le bien-être des poussins et favoriser leur croissance et leur développement sains.

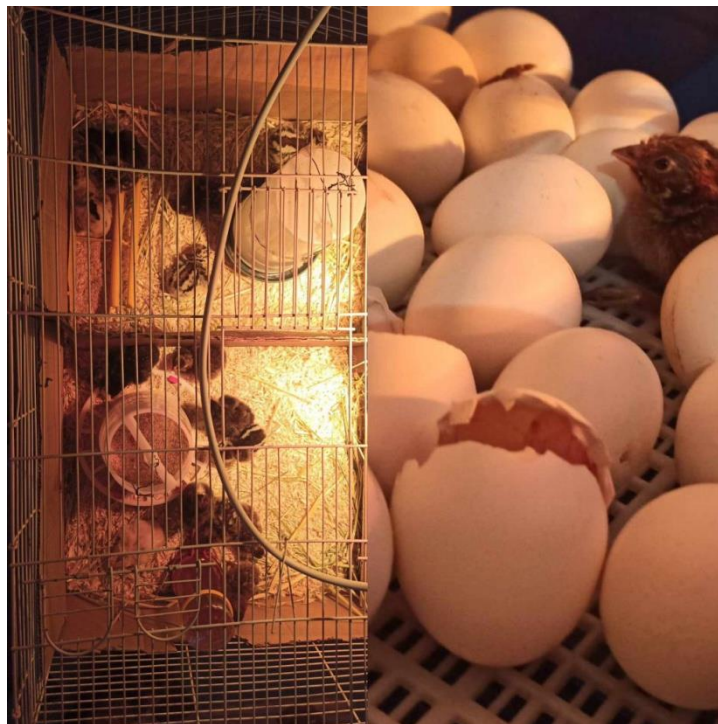


Figure 7: Lieu de l'élevage et le début de l'éclosion des œufs

La veille de l'expérience, les œufs pondus ont été pesés avant leur éclosion. Il a été constaté que les œufs présentait un poids presque similaire, variant de 43 g à 45 g (Figure 9). Cette homogénéité de poids des œufs permet d'assurer une base équitable pour l'expérience, en minimisant les variations initiales et en fournissant des conditions de départ similaires pour les poussins.



Figure 8: Le poids d'un œuf de poulet avant l'éclosion.

Après l'éclosion, le poids des poussins se situait entre 48g et 49g (Figure 10). Cette plage de poids est considérée comme normale et indique que les poussins ont connu une croissance régulière au cours de leur première journée de vie, de plus, les poussins ont été en bonne santé



Figure 9: Le poids de poussins « 1 jour » après l'éclosion

7.2 Echantillonnage et régime alimentaire

Nous avons établi un échantillon de notre étude dès le départ, composé de 20 poussins, répartis en deux groupes dans deux compartiments séparés. Tous les poussins sont soumis aux mêmes conditions de vie, à l'exception de leur régime alimentaire. Cette division permet de comparer l'effet du régime alimentaire sur les poussins, en maintenant les autres facteurs environnementaux constants. Cela nous permettra d'évaluer l'influence de l'alimentation sur la croissance, le développement et les performances des poussins (Figure 11).

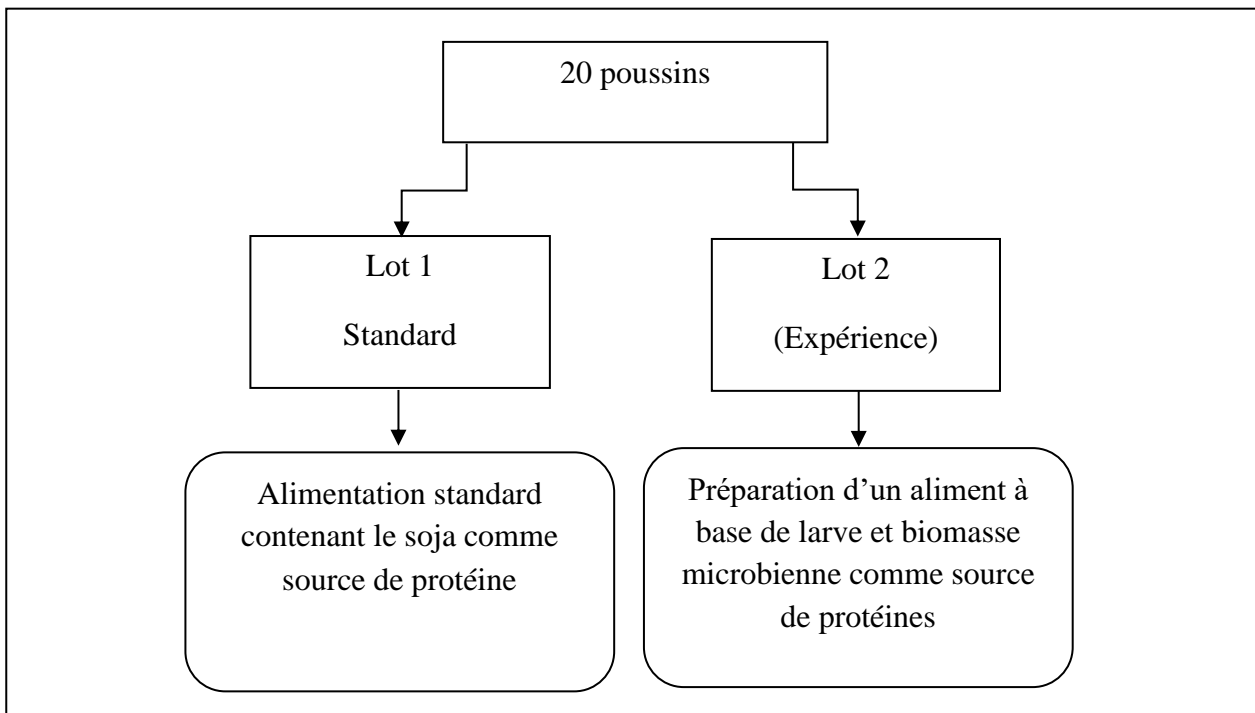


Figure 10: Schéma illustratif de l'élevage de poussins.

Résultats et Discussions

1. Résultats d'isolement des levures à partir de différents échantillons.

Après 2 à 5 jours d'incubation, les colonies de levures ont été observées sur les boîtes d'isolement. Elles ont été reconnues en se basant sur leur apparence macroscopique ainsi que leur aspect microscopique. Le tableau 1, présente les différentes souches de levures isolées, ainsi que leur origine respective.

Tableau 1: L'origine des souches de levures isolées.

Souche de levure	S1	S2	S3
Origine de la souche	Blé	Pollen	Cellulose

Selon les résultats de **Tableau 1**, les trois souches de levures ont été isolées, à savoir S1, S2 et S3, ces souches de levures ont été obtenues à partir de différentes sources, à savoir le blé, le pollen et la cellulose de l'arbre de raisin, respectivement.

Les levures, sont des champignons unicellulaires microscopiques qui ont un habitat très varié et peuvent être trouvées dans de nombreux environnements différents. Elles sont présentes naturellement dans les sols, les fruits, les plantes, les fleurs, les arbres, ainsi que dans les environnements aquatiques comme les lacs, les rivières et les océans. Les levures peuvent également être trouvées sur la peau des animaux, y compris les humains, et dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux.

2. Etudes des caractéristiques culturelles et biochimiques des souches de levures isolées

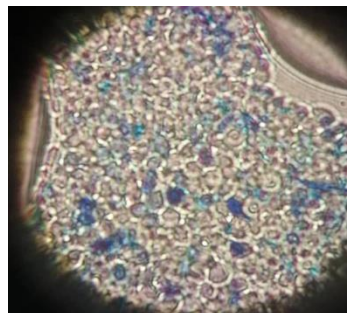
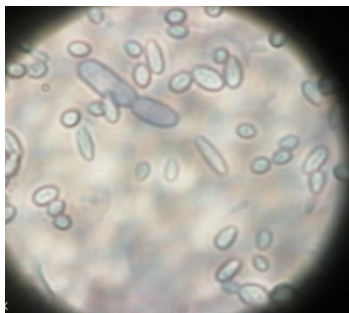
L'étude de la morphologie macroscopique et microscopique des colonies de trois souches de levures isolées à partir de différents échantillons utilisés, est très utile pour étudier la diversité morphologique et orienter l'identification des trois souches isolées de levures. Les résultats obtenus sont représentés dans la Figure 7.

Aspect macroscopique

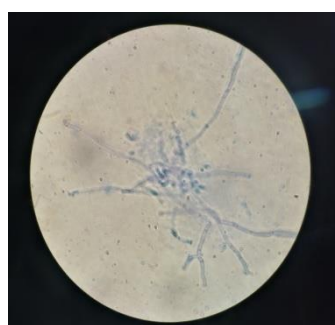
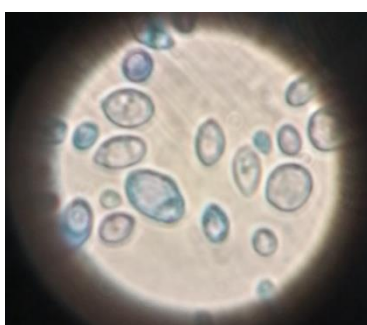


Souche S1

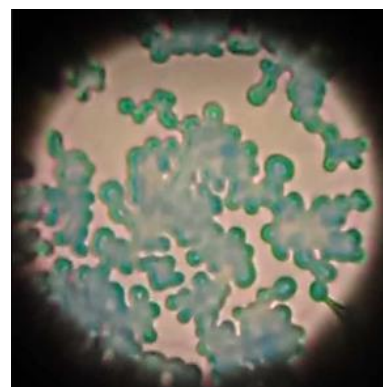
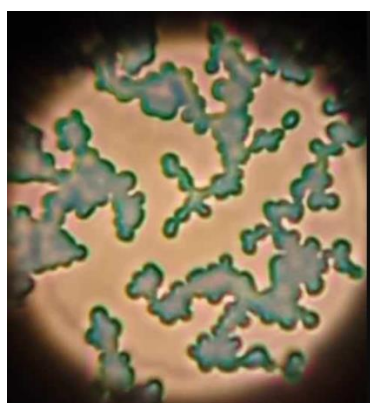
Aspect microscopique



Souche S2



7



Souche S3

Figure 11: Observation microscopique et macroscopique des trois souches de levures S1, S2 et S3.

Les levures sont classées d'après leur morphologie microscopique qui inclut le mode de reproduction et la morphologie des cellules végétative, en plus de la fermentation des sucres et l'assimilation des nitrates (**Carette, 2005**).

Selon les résultats présentés dans la Figure 7, la souche S1 donne des colonies de forme arrondie, crémeuses de couleur blanche opaque, de taille moyenne et de surface lisse. Son aspect microscopique est caractérisé par la formation des cellules végétatives ovoïdes avec une reproduction unipolaire par bourgeonnement. Cette souche ne forme pas un mycélium. Plusieurs genres peuvent avoir une morphologie pareille par rapport à la description donnée à la morphologie de la souche S1, on peut citer par exemple, *Saccharomyces*, *Candida* ou *Kluyveromyces*,

La deuxième souche, S2, isolée à partir de l'échantillon de pollen, présente des colonies crémeuses de couleur blanche opaque. Ces colonies sont de petite taille, ont une surface lisse et une forme arrondie. En ce qui concerne la morphologie microscopique, les cellules végétatives de la souche S2 sont ovoïdes. Le mode de reproduction de cette souche est unipolaire par bourgeonnement. De plus, cette souche se distingue par la formation d'un pseudo-mycélium qui est visible au microscope optique. Le pseudo-mycélium est un ensemble de cellules allongées sans cloisons, de structure similaire à un mycélium. En effet, les levures peuvent former un pseudo-mycélium lorsqu'elles se trouvent dans des conditions de stress, telles qu'un manque de nutriments ou des conditions environnementales défavorables. Dans ces conditions, les levures peuvent développer des pseudo-mycéliums qui leur permettent de former un réseau semblable à celui des champignons filamenteux.

D'après la description de la souche S2, beaucoup de genre peuvent avoir la même morphologie macroscopique et microscopique, comme par exemple le genre *Candida*. En effet, les espèces appartenant à ce genre sont connues pour présenter une morphologie similaire, notamment des colonies crémeuses, une forme végétative ovoïde et une reproduction unipolaire par bourgeonnement. Certaines espèces de *Candida* sont également capables de former un pseudo-mycélium en réponse à des conditions environnementales spécifiques.

La troisième souche S3 présente une morphologie atypique, avec formation de cellules de grande taille, disposées en surface sous forme d'un zigzag. De plus, ces cellules présentent des bourgeonnements multiples à leur surface.

L'étude de la fermentation des sucres est une méthode précieuse dans l'identification des levures. Les résultats de cette étude sont présentés dans le tableau 10, qui permet de

Tableau 2: Caractères biochimiques des souches S1 et S2.

Etude	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA
S1	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+
S2	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+

La fermentation des sucres est une méthode couramment utilisée pour différencier et identifier les souches de levure. Dans le cas de la souche S1, elle est capable de fermenter le glucose, le saccharose et l'arabinose, tandis que la souche S2 peut fermenter le glucose, l'arabinose et le mélibiose. Cependant, il est important de noter que de nombreuses espèces de levures peuvent présenter des morphologies similaires et des profils métaboliques similaires, ce qui rend parfois difficile leur identification précise. C'est pourquoi, en plus de la fermentation des sucres, il est recommandé d'utiliser des techniques moléculaires basées sur le séquençage de la région ITS (Internal Transcribed Spacer) des levures. Cette approche permet une identification plus précise en comparant les séquences d'ADN des souches de levure avec des séquences de référence dans les bases de données.

3. Fermentation et calcul de rendement de la biomasse microbienne produites :

Afin de sélectionner la meilleure souche pouvant être utilisée comme source de protéine d'origine microbienne, deux souches de levure, S1 et S2, ainsi que l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*, ont été soumises à une fermentation à petite échelle. Cette fermentation a été réalisée dans 100 ml de milieu de culture, et les échantillons ont été incubés à 30 °C avec une agitation à 160 rpm pendant une durée de 5 jours. À la fin de la fermentation, le rendement de production de biomasse a été calculé pour chaque souche, et les résultats sont présentés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3: Rendement de production de biomasse des souches de levure

Souche de levure	S1	S2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Poids de la biomasse (g)	24	2	50

La souche *Saccharomyces cerevisiae* a donné le rendement de production de biomasse le plus élevé avec 50 g/100 ml. La souche S1 donne un rendement de 24 g/ 100 ml, tandis que la souche S2 a donné un rendement le plus faible de 2 g/100 ml. Sur la base de ces résultats, la souche *Saccharomyces cerevisiae* semble être la meilleure option pour être utilisée comme source de protéine d'origine microbienne en raison de son rendement plus élevé de production de biomasse.

4. Sélection de la levure pour la production de la biomasse microbienne riche en protéine

Les critères établis pour choisir parmi les trois levures, **S1**, **S2** et *Saccharomyces cerevisiae*, afin de produire une biomasse microbienne riche en protéines sont les suivants :

- Absence de caractéristiques pathogènes : Il est important de sélectionner une souche qui ne présente pas de propriétés pathogènes, afin de garantir la sécurité de l'utilisation de la biomasse produite.
- La souche choisie doit avoir la capacité de produire une quantité significative de protéines. Cela permet d'obtenir une biomasse riche en protéines,
- Une croissance rapide de la souche est souhaitable, car cela permet d'obtenir une production efficace de biomasse microbienne dans un laps de temps plus court.

En comparant les trois souches de levures, **S1**, **S2** et *Saccharomyces cerevisiae*, seule l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* semble remplir tous ces critères. En effet, les deux levures **S1** et **S2** présentent un rendement de production de biomasse faible, ce qui ne permet pas d'obtenir une production efficace de biomasse microbienne dans un laps de temps court. Cela rend difficile une production à grande échelle pour répondre aux exigences de l'élevage des volailles. De plus, en raison de non disponibilité de matérielles et de réactifs nécessaires pour le dosage des protéines, nous ne connaissons pas précisément le taux de protéines pour les deux souches **S1** et **S2**. Cette lacune dans les données peut rendre difficile la comparaison directe de la teneur en protéines entre les souches **S1**, **S2** et *Saccharomyces cerevisiae*. Cependant, en tenant compte des critères préalablement mentionnés, nous avons choisi l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* pour produire la biomasse microbienne riche en protéines. Cette décision est basée sur sa réputation en tant que levure non pathogène, sa capacité présumée à produire une quantité significative de protéines, sa croissance rapide, sa culture facile et sa tolérance aux variations environnementales.

5. Pesée de poulet de chair de fermier et quantité d'aliments consommés

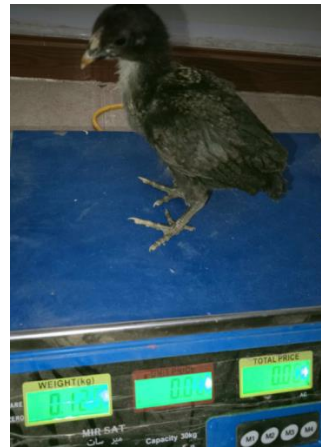
La surveillance de l'évolution du poids des poulets est cruciale pour assurer le bon déroulement de l'élevage. Ce paramètre nous permet de contrôler la croissance et le développement des poussins. Chaque semaine, nous procédions à la pesée des poussins afin de suivre leur progression en termes de poids. Cette approche nous permet de détecter d'éventuels problèmes de croissance ou de nutrition pour maintenir une croissance saine et régulière. Les résultats obtenus sont représentés dans le Figure 12 et la Figure 13.

7 jours

14 Jours

21 Jours

28 jours



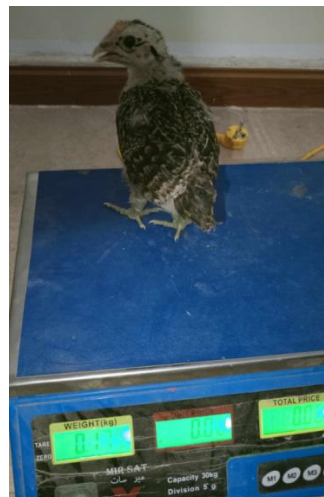
Lot 1 : 56 % maïs ; 35 % soja ; 5 % son de blé ; 2 % composé minéral vitaminé ; 2 % phosphate bicalcique

7 jours

14 Jours

21 Jours

28 jours



Lot 2 : 56 % maïs ; 20 % de la biomasse microbienne ; 15 % de ver de farine; 5 % son de blé ; 2 % composé minéral vitaminé ; 2 % phosphate bicalcique

Figure 12: L'évolution de la croissance des poussins suivie pendant 28 jours dans les deux lots d'élevage.

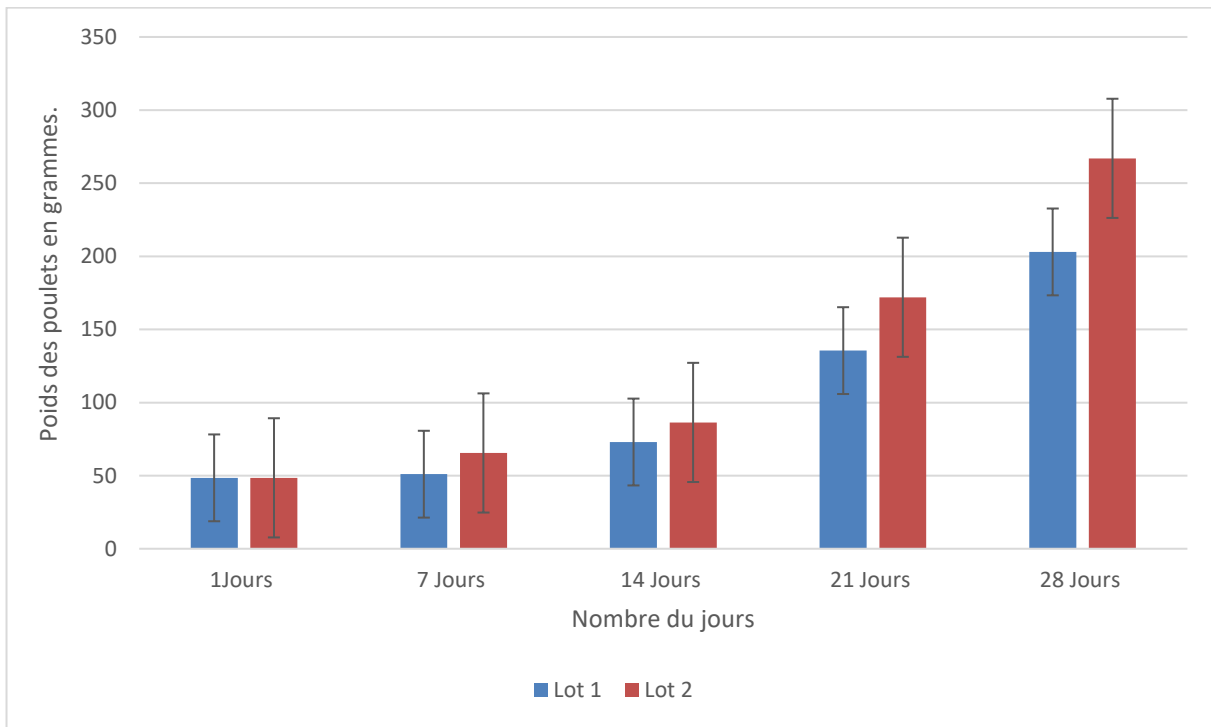
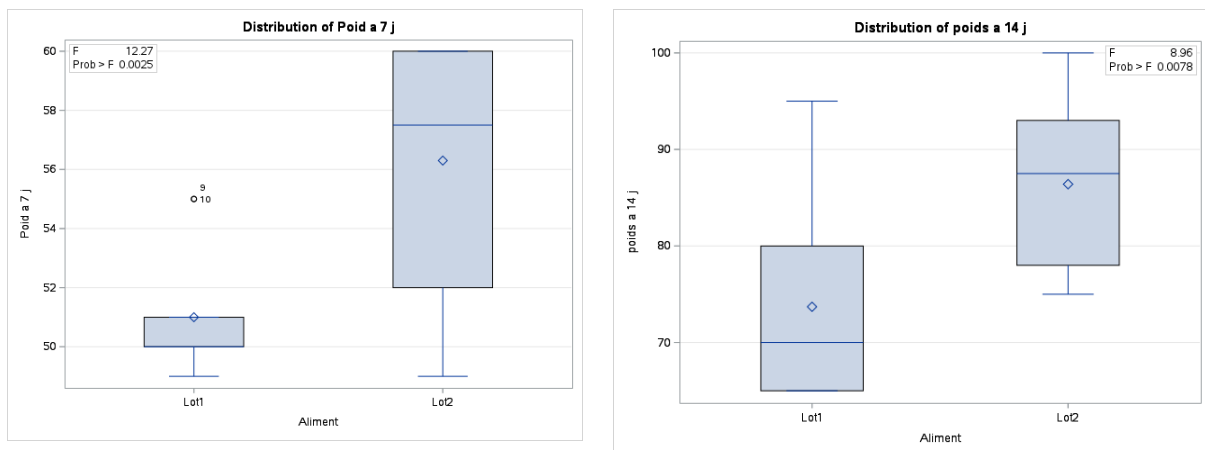


Figure 13: La croissance en poids des poussins suivie pendant 28 jours dans les deux lots d'élevage.

Les résultats obtenus montrent une différence significative dans le poids des poussins entre les deux lots alimentés avec des régimes différents (Figure 13). Le lot 1, qui a été alimenté selon le régime alimentaire conventionnel à base de maïs, soja, son de blé et des composés minéraux et vitaminés, a montré une croissance régulière mais plus lente par rapport au lot 2, qui a été alimenté avec un régime alimentaire contenant de la biomasse microbienne et des vers de farine en tant que source de protéines, ce deuxième lot, a montré une croissance plus rapide et un gain de poids plus important à chaque mesure.

Les résultats de la comparaison entre les moyennes de poids des deux lots sont représentés dans la Figure 14.



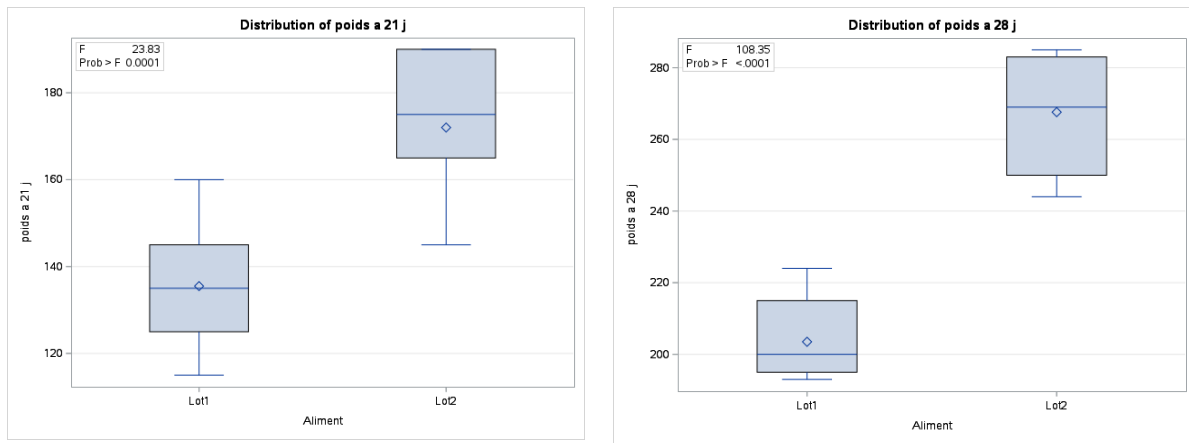


Fig .:

Figure 14: boîte a moustache relatif au test anova a1 facteur

Selon les résultats de la Figure 14, la différence de poids entre le lot 1 et le lot 2 est significative après sept jours ($F = 12,27$, $p < 0,05$) et à 14 jours ($F = 8,96$, $p < 0,05$), puis elle devient très significative à 21 jours ($F = 23,83$, $p < 0,001$) et également après 28 jours ($F = 108,35$, $p < 0,001$).

Selon notre étude, le poids moyen atteint par les poulets de la race Fayoumi après 28 jours d'élevage est de 267,3 grammes. Ce résultat est significativement supérieur à la moyenne générale de masse corporelle observée dans d'autres études utilisant la même race. En effet, généralement, cette race de poulet présente une moyenne de 200 grammes de poids corporel après 30 jours d'élevage (Senbeta, 2017).

La biomasse microbienne de levure est une source de protéines de haute qualité. Les levures, en particulier l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*, ont la capacité de synthétiser et d'accumuler une grande quantité de protéines lorsqu'elles sont cultivées dans des conditions favorables. La teneur moyenne en protéines dans *Saccharomyces cerevisiae* varie généralement entre 40 % et 50 % en poids sec (Nehme, 2008), qui est généralement plus élevée que celle du soja (36 à 40 % de protéine en poids sec), ce qui explique que la croissance dans le deuxième lot était importante par rapport au premier lot. Cependant, il est important de noter que la teneur en protéines de *Saccharomyces cerevisiae*, peut varier en fonction des conditions de culture et du type de milieu utilisé. Certains facteurs tels que la composition du milieu, les conditions de fermentation peuvent influencer la teneur en protéines de la biomasse microbienne produite (Mahmoudi A, 2014). En plus, les protéines présentes dans la biomasse de levure sont composées d'un large éventail d'acides aminés essentiels nécessaires à une alimentation équilibrée. Elles contiennent également des vitamines, des minéraux et des antioxydants bénéfiques pour la santé (Marfaing. H, 2017).

La biomasse microbienne seule ne peut pas fournir les besoins nutritionnels en lipides des volailles élevées, d'où l'ajout des vers de farine dans le régime alimentaire. En effet, les vers de farine sont une excellente source de lipides, avec une teneur moyenne d'environ 13 % à 18 % (HADRI.Z, 2022). Les lipides

sont essentiels pour les animaux, car ils fournissent une source d'énergie concentrée et sont impliqués dans de nombreux processus métaboliques. Il est important de noter que les vers de farine sont également riches en protéines, avec une teneur moyenne d'environ 15 % à 20 % (Feillet.P, 2000). Bien que nous ayons principalement utilisé les vers de farine pour leur teneur en lipides, la présence de protéines dans ces insectes a également contribué à l'apport nutritionnel global du régime alimentaire.

Les résultats obtenus, suggèrent que l'utilisation de la biomasse microbienne et des vers de farine comme source de protéines a favorisé une croissance plus rapide chez les poussins par rapport au régime conventionnel à base de maïs et de soja. La présence de protéines et de lipide de haute qualité dans le régime alimentaire du lot 2 a contribué à une meilleure croissance et à un gain de poids supérieur, par rapport au lot 1. Ces résultats démontrent donc l'efficacité de l'utilisation de la biomasse microbienne et des vers de farine comme source de protéines dans l'alimentation des volailles. Ils soutiennent l'idée que ces sources alternatives de protéines peuvent être bénéfiques pour la croissance et la santé des animaux d'élevage.

Conclusion générale et perspectives

La hausse du prix du soja, principale source de protéines dans l'alimentation des poulets, a entraîné une augmentation des coûts de production avicole, ce qui a eu un impact sur le prix de la viande de poulet. Face à ce défi, notre projet vise à trouver une alternative durable au soja pour maintenir la viande de poulet accessible à un prix abordable. Pour résoudre cette problématique, nous avons exploré la possibilité de substituer le soja par une biomasse microbienne riche en protéines et par l'utilisation de vers de farine

Les résultats de l'isolement des levures ont abouti à l'obtention de trois souches différentes, S1, S2 et S3, après une période d'incubation de 2 à 5 jours. Ces souches ont été isolées à partir de sources distinctes, à savoir le blé, le pollen et la cellulose de l'arbre de raisin, respectivement.

Dans le but de choisir la meilleure souche de levure pour une utilisation en tant que source de protéine d'origine microbienne, deux souches (S1 et S2) ainsi que l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* ont été soumises à une fermentation à petite échelle. Les résultats indiquent que la souche *Saccharomyces cerevisiae* a montré le rendement de production de biomasse le plus élevé avec 50 g/100 mL, tandis que les souches S1 et S2 ont donné des rendements inférieurs de 24 g/100 mL et 2 g/100 mL respectivement. Ces résultats suggèrent que la souche *Saccharomyces cerevisiae* est la meilleure option pour être utilisée comme source de protéine d'origine microbienne en raison de son rendement de production de biomasse plus élevé. En plus, l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* est préférée en raison de sa réputation de non-pathogénicité, sa capacité à produire des protéines en quantité significative, sa culture facile.

Les poussins de la race "Fayoumi" ont été élevés dans un environnement optimal, dès le départ, en mettant en place toutes les conditions de confort nécessaires. Dans notre étude, nous avons formé un échantillon de 20 poussins répartis en deux groupes distincts placés dans des compartiments séparés. Tous les poussins bénéficient des mêmes conditions de vie, à l'exception de leur régime alimentaire. Les résultats de l'étude révèlent une différence significative dans le poids des poussins entre les deux groupes alimentés avec des régimes différents. Le lot 1, nourri avec un régime conventionnel à base de maïs, soja, son de blé et composés minéraux et vitaminés, a montré une croissance régulière mais plus lente par rapport au lot 2, nourri avec un régime contenant de la biomasse microbienne et des vers de farine comme source de protéines.

Les résultats obtenus suggèrent que l'utilisation de la biomasse microbienne et des vers de farine comme source de protéines dans l'alimentation des poulets de chair de fermier favorise une croissance plus rapide et un gain de poids supérieur par rapport au régime conventionnel à base de maïs et de soja. Ces résultats démontrent l'efficacité de ces sources alternatives de protéines et soutiennent leur potentiel bénéfique pour la croissance et la santé des animaux d'élevage. Cette étude ouvre la voie à de nouvelles perspectives d'utilisation de ces sources de protéines dans l'industrie avicole, ce qui pourrait contribuer à la réduction des coûts de production et à la disponibilité d'une viande de poulet abordable pour les consommateurs.

Pour ce qui concerne nos perspectives, plusieurs axes peuvent être envisagés pour compléter et poursuivre ce travail :

Des analyses plus détaillées des paramètres physiologiques, métaboliques et génétiques des poussins pour identifier les facteurs spécifiques influençant la croissance et le développement.

Élargir l'échantillon d'étude en incluant un plus grand nombre de poussins pour renforcer la validité statistique des résultats et mieux représenter la population avicole.

Évaluer les effets à long terme des régimes alimentaires sur la santé, la qualité de la viande et d'autres aspects importants des poussins. Cela pourrait inclure des études sur la composition nutritionnelle de la viande,

Transférer les résultats de cette étude aux acteurs de l'industrie avicole et aux décideurs afin d'encourager l'adoption de régimes alimentaires alternatifs et durables pour les poussins, ce qui pourrait contribuer à la réduction des coûts de production et à la disponibilité d'une viande de poulet abordable pour les consommateurs.

Annexes

Stérilisation à **120 °C** pendant **20 min**.

- Composition des milieux de culture utilisé pour Repiquage et purification des souches de la levure Yeast Peptone Glucose Agar (YPGA) :

Glucose	20g
Peptone	20g
Extrait de levure	5 g
Agar	20 g
Eau distillée	1000 ml

Stérilisation à 120 °C pendant 20 min

- Milieu saccharomyces :

Ammonium sulfate(NH₄)SO₂	0,03gr
Iron sulfate(FeSO₄)	0,015gr
Glycine	0,1gr
Glucose	5gr

➤ Milieu Sabouraud au chloramphenicol :

FICHE TECHNIQUE

GÉLOSE DE SABOURAUD AU CHLORAMPHENICOL

DETECTION ET DENOMBREMENT DES LEVURES ET DES MOISSURES

1 DOMAINE D'UTILISATION

La gélose de Sabouraud au chloramphénicol est recommandée pour l'isolement des levures et des moisissures, surtout lorsque les prélèvements sont fortement contaminés par des bactéries.

2 PRINCIPES

La peptone pepsique de viande constitue la source azotée de croissance.

Le glucose est une source énergétique.

Le chloramphénicol, antibiotique thermostable à large spectre antibactérien, inhibe le développement de la microflore contaminante.

Le pH acide permet de favoriser la croissance des levures et moisissures.

3 FORMULE-TYPE

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone pepsique de viande	10,0 g
- Glucose	20,0 g
- Chloramphénicol	0,5 g
- Agar agar bactériologique	15,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 5,7 ± 0,2.

4 PREPARATION

- Mettre en suspension 45,5 g de milieu déshydraté (BK027) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution complète.
- Répartir en tubes ou en flacons.
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes.
- Refroidir et maintenir le milieu à 44-47 °C.

✓ **Reconstitution :**
45,5 g/L

✓ **Stérilisation :**
15 min à 121 °C

Note

Eviter un chauffage excessif du milieu qui conduirait à la dénaturation de l'agar en pH acide et par conséquent à l'obtention d'un milieu trop mou.

5 MODE D'EMPLOI

- Transférer 1 mL du produit à analyser et de ses dilutions décimales successives dans des boîtes de Petri stériles.
- Couler environ 15 mL de milieu, par boîte.
- Homogénéiser parfaitement.
- Laisser solidifier sur une surface froide.
- Incuber à 25-30 °C pendant 3 à 5 jours.

✓ **Ensemencement :**
1 mL en profondeur

✓ **Incubation :**
3 à 5 jours à 25-30 °C

Référence

- Alain Huart et collaborateurs ,2004. Les besoins du poulet de chair.
- Benayoun, B. A., Pollina, E. A., Ucar, D., Mahmoudi, S., Karra, K., Wong, E. D., & Brunet, A. (2014). H3K4me3 breadth is linked to cell identity and transcriptional consistency. *Cell*, 158(3), 673-688.
- FAO, 1990.
- FERRANDO R., 1964. Les bases de l'alimentation. -2ème éd.-Paris : Vigot et frères.- 388p.
- GUERIN H., RASAMBAINARIVO I.H., MAIGNAN G., 1990. L'alimentation du bétail à Madagascar. Rapport CRAD-EMVT. Volume2- annexes.
- Guide d'élevage du poulet de chair ROSS, 2010.108p
- Marfaing, H. (2017). Qualités nutritionnelles des algues, leur présent et futur sur la scène alimentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52(5), 257-268.
- N. BRA et al, 2015.
- Nehme, B., Létourneau, V., Forster, R. J., Veillette, M., & Duchaine, C. (2008). Culture-independent approach of the bacterial bioaerosol diversity in the standard swine confinement buildings, and assessment of the seasonal effect. *Environmental microbiology*, 10(3), 665-675.
- NGA.O.2009. Effet de la nature des céréales et de la taille particulaire sur les performances zootechniques des poulets de chair.Thèse : Méd .vet : Dakar ; 18.
- Picard M., Sauveur B., Ferrandji F., Angulo I., Mongin P., 1993. Ajustement technicoéconomique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. INRA, Prod. Anim, 6 (2) : 87-103.
- SCOTT M.D. et MCCANN M.E.E., 2005. Effect of wheat variety and enzyme addition on laying hen performance. World's Poultry Science Association UK Branch, York: 34-35. (Abstract).
- TAVI, (1989) : Journée nationale d'œuf de consommation, 26-10-1989.
- Tolessa, T., Senbeta, F. et Kidane, M. (2017). L'impact du changement d'utilisation des terres/de la couverture terrestre sur les services écosystémiques dans les hauts plateaux du centre de l'Éthiopie. *Services écosystémiques*, 23, 47-54.
- Van.eekeren N., Maas A., Saatkamp H.W., Verschuur M., 2006.L'élevage des poules à petite échelle.Wageningen: fondation Agromisa et CTA, 97p.
- « Probiotiques - prébiotiques - parabiologiques »
Alfort, 1995, 143-151.
- Annales du Symposium International (Mai 1995 ; Ecole Vétérinaire d'Alfort)

- Austic R.E., 1982. Feeding poultry in the tropics. *Animal Production in the Tropics*. M.K. Yousef, ed.-New York: Praeger Publishers. 277-288, 468p.
- Bouix .M. ET Leveau J-Y, 1991. Les levures. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires, édition 2 Lavoisier-Tec & Doc, Paris. 3. PP : 206-229.
- BOURGEOIS CM, LARPENT I-P.
Carnés)
Carnés)
- COON C., 1999. Les besoins et le profil idéal en acides aminés pour les poulets de chair, les poules pondeuses et les reproductrices. Manhattan: American soybean association. 46p.
Ed. APRIA, 1991.-242 p.
Ed. APRIA, 1991.-242 p.
Ed. Dunod, 1998.'652 p.
Ed. Tec & Doc, 1996.-523 p.
Ed. Tee & Doc - Lavoisier, 1994.-192 p.
- Feillet, P. (2000). *Le grain de blé: composition et utilisation*. Editions Quae.
- Gerard, A. (2016). Conception et évaluation de méthodes de détection d'insectes dans les matrices alimentaires.
- GOURNIER-CHATEAU N., LARPENT I.-P, CASTELLANOS M.-I., LARPENT I.-I.
-GUIRAUD J.P.
Hadri, Z., Benada, M. H., Djellouli, M., Boudalia, S., Rahali, A., & Araf, A. (2022). Prevalence of obesity and effect of sport activity on university students in Algeria. *Scientific African*, 17, e01319.
- Kimse, M. (2009). *Caractérisation de l'écosystème caecal et santé digestive du lapin: contrôle nutritionnel et interaction avec la levure probiotique Saccharomyces cerevisiae (Doctoral dissertation)*.
- Langlade, F. (2019). *Utilisation des insectes en alimentation humaine: situation actuelle, enjeux et perspectives (Doctoral dissertation)*.
- LARBIER M., et LECLERCQ B., (1992) : Nutrition et alimentation des volailles. Ed. INRA, tours Nouzilly, Paris. pp. 216-221.
- LARPENT I-P.
-LARPENT I-P.
-Leclerc. H, 1975. Microbiologie générale, Doin éditeurs, Paris. p : 28.

- Les ferments microbiens dans les industries agro-alimentaires (produits laitiers et
Les ferments microbiens dans les industries agro-alimentaires (produits laitiers et
Les probiotiques en alimentation animale et humaine
-Leveau. J-Y et Bouix. M, 1993. Microbiologie industrielle: les micro-organismes d'intérêt
industriel. Ed. Tec & Doc Lavoisier. PP : 612.
- Microbiologie alimentaire
Microbiologie alimentaire
-Oteng-Gyang K. 1984. Introduction à la microbiologie dans les pays chauds. Ed. Lavoisier.
Paris. PP: 43-51.
- Pol. D, 1996. Travaux pratiques de biologie des levures. Pellisepse, édition marketing. 158. PP :
21-151.
- Sanchez A., Plouzeau M., Rault P., Picard M., 2000. Croissance musculaire et fonction
cardiorespiratoire chez le poulet de chair. INRA Prod. Anim, 13: 37-45.
- Tesseraud.S et Temim.S, 1999 : « Projet de développement de l'aviculture au Zaïre. Matières
premières pour l'alimentation des volailles au Shaba ». P129.
Tome 2 : Aliments fermentés et fermentations alimentaires - 2ème édition.