

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRES DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :
CHIBANE Aniss
NAIB Brahim

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUE

Spécialité : Production animale

Thème

Évaluation de l'Impact de la Mouche Soldat Noire sur les Paramètres
Zootechniques et la Qualité nutritionnelle du Poulet de Chair

Soutenu publiquement le 12/10/2023

Devant le Jury

Président	Dr. GHELAMALLAH Amine	MCA	U.Mostaganem
Examineur	Dr SOLTANI Fatiha	MAA	U.Mostaganem
Encadreur	Dr. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U.Mostaganem
Co-encadreur	M. FODIL Mustapha Kamel	Doctorant	U.Mostaganem

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie animale appliquée Université - Mostaganem

Projet soutenu dans le cadre de l'arrêté 1275

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à M. BENEABDELMOUMENE Djilali, qui nous a offert l'opportunité d'effectuer ce stage dans les meilleures conditions. Sa grande expérience et sa contribution concrète ont grandement impressionné toute l'équipe et ont contribué de manière significative au bon déroulement de ce travail.

Nous souhaitons également exprimer nos profondes reconnaissances à M. MUSTAPHA KAMEL FODIL pour les conseils précieux qu'il nous a prodigués de manière constante.

Au nom de toute l'équipe, nous tenons à adresser nos plus sincères remerciements au Dr. GHELAMALLAH Amin, en sa qualité de Président du jury lors de notre évaluation récente. Son expertise, son engagement et son soutien ont joué un rôle essentiel dans la réussite de notre projet.

La contribution du Dr. Amin en tant que président du jury a été d'une importance capitale pour évaluer notre travail et nous orienter vers l'excellence. Son professionnalisme, sa rigueur et sa perspicacité ont été inestimables, et nous lui sommes extrêmement reconnaissants de l'avoir eu comme leader et évaluateur.

Nous tenons également à exprimer nos plus sincères remerciements au Dr. SOLTANI Fatiha, l'examineur qui a consacré du temps pour évaluer minutieusement notre projet. Son expertise approfondie et ses commentaires constructifs nous ont permis de mieux comprendre les forces et les faiblesses de notre travail, et nous avons grandement apprécié son implication.

Enfin, nous aimerions adresser nos chaleureux remerciements à Monsieur Medjahed Mostefa, le responsable de l'incubateur. Son soutien continu et ses conseils avisés ont joué un rôle crucial tout au long de notre parcours. Sa présence en tant que représentant de l'incubateur a renforcé notre confiance dans notre projet et nous a encouragés à poursuivre nos efforts avec détermination.

Nous remercions également tous les enseignants du département d'Agronomie pour leur dévouement envers notre formation. Leur expertise et leur encadrement ont joué un rôle essentiel dans notre préparation en vue de cette évaluation, et nous continuerons à bénéficier de leurs précieux enseignements pour notre avenir.

Dédicaces

A nos chères mères avez su porter pour nous les soins et consentir les efforts pour notre éducation. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout le respect et l'amour que nous vous portons, vous nous avez toujours fait confiance. Veuillez trouvez en ce travail la consolation et le témoin de la patience.

A nos chers pères les grandes responsabilités que vous assumez dans vos travaux ou autant que pères de familles, vous avez toujours été près de nous, pour nous écouter, nous soutenir, nous suivre et nous encourager. Puisse ce travail diminuer vos souffrances et vous porter bonheur.

A nos chers frères et sœur vous réservez la plus grande partie de ce travail. Vous avez toujours été pour nous d'une aide précieuse. Nous vous remercions pour tous les bienfaits que chacun a pu faire pour nous.

A tous nos enseignants qui nous ont étudiés jusqu'à présent.

A tous ceux qui ont eu et qui ont confiance en nous.

A tous nos amis et camarades de classe, puisse Dieu conserver notre amitié.

Résumé

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité des régimes alimentaires enrichis en larves de mouche soldat noire (BSF) sur les paramètres zootechniques des poulets de chair. Pour ce faire, plusieurs lots de poulets ont été soumis à des régimes contenant des concentrations de 5%, 10% et 15% de BSF, tandis qu'un lot témoin a été alimenté avec un régime standard. Les résultats ont montré des différences significatives dans le poids vif entre les groupes expérimentaux et le témoin. En particulier, le groupe recevant 15% de BSF a montré une augmentation notable du poids de la carcasse pleine et du poids de la carcasse plus la tête. Les viandes issues des régimes enrichis en BSF présentaient des teneurs supérieures en protéines et en lipides. Des variations dans le poids et la longueur des intestins ont été notées selon les concentrations de BSF. L'analyse des larves a indiqué une teneur moyenne en matière minérale de $7,99\% \pm 1,7\%$.

Mots-clés : Mouche soldat noire, poulets de chair, protéines, lipides, poids de carcasse, matière minérale.

Abstract

The objective of this study was to assess the efficacy of diets enriched with black soldier fly (BSF) larvae on the zootechnical parameters of broiler chickens. To do this, several batches of chickens were subjected to diets containing concentrations of 5%, 10%, and 15% BSF, while a control group was fed a standard diet. The results showed significant differences in live weight between the experimental groups and the control. In particular, the group receiving 15% BSF showed a notable increase in the full carcass weight and the weight of the carcass plus the head. Meats from diets enriched with BSF had higher protein and lipid contents. Variations in the weight and length of the intestines were noted based on BSF concentrations. The analysis of the larvae indicated an average mineral content of $7.99\% \pm 1.7\%$.

Keywords : Black soldier fly, broiler chickens, proteins, lipids, carcass weight, mineral matter.

Liste d'abréviation

MES : matière en suspension

ONA : office national d'assainissement

MADR : ministère d'agriculture et du développement rural.

Mm : matière minérale

MS : matière sèche.

MO : matière organique

FAO : Food of agriculture organisation.

TCA: l'acide trichloracétique

TBA: acide thiobarbiturique

MDA : malonaldéhyde

BSF : black soldier fly

LMSN : Larve de mouche soldat noir.

TBARS : Thiobarbituric acide réactive substances

OCDE : l'organisation de coopération et de développement économique.

L'USDA : département de l'agriculture des États-Unis.

L'UE : l'Union européenne.

M : mètre.

MS : matière sèche.

MSN : mouche soldat noir.

L : larves.

H : Hermetia.

EU : Européen Union.

ITAVI : Institue technique de l'aviculture.

O.N.A.B : l'Office Nationale de l'Aliment de bétail.

M.A.R.A : Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire.

CNIFA : Conseil national interprofessionnel de la filière avicole.

FVT : Farine de vers de terre.

FMSN : Farine des larves de la mouche soldat noir.

FMD : Farine de larves de mouches domestiques.

FTM : Farine de *Tenebrio molitor*.

L : litre.

Kg : kilogramme.

Mg : milligramme.

Mm : Matière minéral.

T : tonnes.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison de quelques paramètres entre les expériences de bioconversion avec les larves de MSN	16
Tableau 2 : Compositions chimiques moyennes (% , base sèche), minimales et maximales (entre parenthèses) des larves de mouche soldat noir	17
Tableau 3 : Composition minimale et maximale (entre parenthèses) en acide aminé des larves de MSN (% , base sèche)	18
Tableau 04 : Recommandations des limites des taux d'humidité relatif dans les bâtiments pour poulets de chair	25
Tableau 05 : Normes de la Densité dans l'élevage poulet de chair	26
Tableau 06 : Études et effets de l'ajout de farine de vers de terre à l'alimentation des volailles	31
Tableau 07 : Études et effets de l'ajout de farine de mouches domestiques aux aliments pour volailles	33
Tableau 08 : Études et effets de l'ajout de farine de larves de Tenebrio molitor à l'alimentation des volailles	36
Tableau 9 : Études et effets de l'ajout de farine de mouche soldat noire à l'alimentation des volailles	37
Tableau 10 : Quantité de nourriture donnée et mangée par le poulet chair a divers phase	55
Tableau 11 : Les formules des différentes concentrations d'alimentation	57
Tableau 12 : La composition de l'eau commerciale OVITALE	57
Tableau 13 : Température appropriée de poulet chair selon leur phase	58
Tableau 14 : Les vaccins utilisés pendant la période d'élevage pour le poulet chair	58
Tableau 15 : Les Antistress utilisées dans la période d'élevage	59
Tableau 16 : Les traitements utilisés dans la période d'élevage	60

Tableau 17 : La teneur en matière sèche de LMSN	59
Tableau 18 : La teneur en matière minérale de LMSN	81
Tableau 19 : La teneur en matière organique de LMSN	81
Tableau 20 : La teneur en eau de LMSN	82
Tableau 21 : La teneur en protéines de LMSN	82
Tableau 22 : La teneur en lipides de LMSN	83

Liste de figures

Figure 01: systématique de mouche soldat noire	3
Figure 02: Description des différentes parties d'une mouche soldat noir adulte	5
Figure 03: Dimorphismes sexuels chez mouche soldat noir	5
Figure 04 : Reproduction chez mouche soldat noir	7
Figure 05 : Œufs de mouche soldat noir	7
Figure 06 : Description des différentes parties d'une larve de mouche soldat noir	8
Figure 07 : Évolution des larves de mouche soldat noir Visualisation des 6 instars	8
Figure08 : Vue ventrale d'une pupa de mouche soldat noir échelle 5 mm	9
Figure 09 : Avantages de la mouche soldat noire	12
Figure 10 : Évolutions de la production des volailles et de poulet de chair en Algérie	19
Figure 11 : Les paramètres qui définissent l'ambiance dans un bâtiment d'élevage de poulet de chair	23
Figure 12: Situation géographique de l'université INES –Mostaganem (Google map)	41
Figure 13 : Les larves de mouche soldat noire	42
Figure 14 : Poids des larves	43
Figure 15 : Mettez-les dans une grande boîte en plastique	43
Figure 16 : Les larves de Stade Pré-pupa	44
Figure 17 : La membrane des larves mouche soldat noir	44
Figure 18 : un endroit sec pour les larves	45
Figure 19 : Matériels élevage mouche soldat noir	45
Figure 20 : La mouche sortir du cocon et volée à l'intérieur de la cage	46
Figure 21 : La mouche soldat noir	46
Figure 22 : des feuilles en carton pour y pondre des œufs	47
Figure 23 : Larves de mouches soldats noires après l'éclosion	47

Figure 24 : Récolte des larves	48
Figure 25 : La mort des larves	48
Figure 26 : Les larves après séchage	49
Figure 27 : Farine de larves de mouches soldats noires	49
Figure 28 : Les poussins de souche Arbor Acres	52
Figure 29 : Antistress (eau + sucre)	52
Figure 30 : Déplacement des poussins	53
Figure 31 : Aliment de poulet chair a différérent concentration de larve de MSN	54
Figure 32 : Organigramme de séparation de locaux	54
Figure 33 : La distribution de l'aliment	55
Figure 34 : Déroulement de fabrication de l'alimentation bétail « THAGHDIA COMPANY »	56
Figure 35 : Les vaccins de poulet de chair	59
Figure 36 : Antistress	60
Figure 37 : Les traitements utilisés durant la période d'élevage	60
Figure 38 : Poulet de 48 jours	62
Figure 39 : Evolution de poids vifs de poulet de chair phase (croissance, finition)	68
Figure 40 : Variations de poids vif de poule de chair avant l'abattage	69
Figure 41 : Variance du poids de carcasse pleine chez la poule de chair	70
Figure 42 : Variance du poids de carcasse plus Tête chez la poule de chair	71
Figure 43 : Variation du poids tissu adipeux chez la poule de chair	72
Figure 44 : Variation du poids de la cuisse chez la poule de chair	73
Figure 45 : Variance du poids de filet chez la poule de chair	74
Figure 46 : Variation du poids du foie chez la poule de chair	75
Figure 47 : Variation du poids du cœur chez la poule de chair	76
Figure 48 : Variation du poids du gésier chez la poule de chair	77
Figure 49 : variation du poids viscère chez la poule de chair	77
Figure 50 : Variance du poids de carcasse vide chez la poule	77
Figure 51 : Variance du Poids d'intestin	78
Figure 52 : Variance du Longueur d'intestin	79
Figure 53 : Taux en Matière sèche d'aliment de poulet	80
Figure 54 : Taux en Matière minérale d'aliment de poulet de chair	83
Figure 55 : Taux en eau d'aliment de poulet de chair	84

Figure 56 : Taux en matière organique d'aliment de poulet de chair	85
Figure 57 : Taux de protéine d'aliment de poulet de chair	86
Figure 58 : Taux de lipide d'aliment de poulet de chair	87
Figure 59 : Taux de matière sèche de cuisse et filet	88
Figure 60 : Taux de matière minérale de cuisse et filet	89
Figure 61 : Taux d'eau de cuisse et filet	90
Figure 62 : Taux de matière organique de cuisse et filet	91
Figure 63 : Taux de protéine de cuisse et filet	92
Figure 64 : Taux de lipide de cuisse et filet	93
Figure 65 : Taux d'oxydation lipide de cuisse et filet	94

Sommaire :

Page de garde	
Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1
I. Partie bibliographique	
Chapitre 1 : Mouche soldat noir	
1. Définition de mouche soldat noir	3
2. Systématique de mouche soldat noir	3
3. Morphologie de mouche soldat noir	4
4. Historique	6
5. Reproduction	6
6. Cycle de vie	7
7. Régime alimentaire	9
8. Conditions environnementales de mouche soldat noir	9
9. Condition dans le substrat des larves	10
10. Avantages de la mouche soldat noir	11
11. comparaison de quelques paramètres entre l'expérience de bioconversion des larves de mouche soldat noir	14

12. Valeur nutritionnelle des larves de mouche soldat noir	17
Chapitre2 : poulet de chair	
1. Filière avicole en Algérie	19
2. Consommation de la viande de volaille en Algérie	20
3. élevage poulet chair	20
4. Conduite d'élevage du poulet de chair	22
5. Vide sanitaire et désinfection	26
6. Propriétés nutritionnelles de la viande de poulet	27
Chapitre 3 : Les insectes dans alimentation de volaille	
Introduction	28
1. Farine d'insectes dans l'alimentation des volailles	29
II. Matériels et méthodes	
Objectif du travail	41
Première expérience	41
1. Lieu et durée des expérience	41
2. Élevage des mouches soldates noir	42
3. Récolte des larve	47
4. Séchage de larves	48
Deuxième expérience	49
1. Zone et durée de l'expérience	49
2. présentation du lieu de l'expérience	49
3. Préparation de bâtiment	49
4. L'arrivée des poussins	51

5. Déplacement de la poussinière vers le bâtiment d'élevage	52
6. Constitution des lots expérimentaux	53
7. Déroulement de l'élevage	54
8. Paramètres zootechnique	61
9. Méthodes d'analyse physico-chimiques	62
10. Etude statistique	66
III. Résultats et discussion	
1. Paramètres zootechniques	68
2. Paramètres pondéraux	69
3. Analyse physico-chimique	80
Conclusion	97

Introduction générale

Chaque jour, la pression démographique mondiale s'intensifie. Selon la **FAO** (2019), la population mondiale devrait atteindre 9,74 milliards d'individus d'ici 2050. Cette croissance démographique s'accompagne d'une hausse de la demande alimentaire, en particulier en protéines (**FAO**, 2017). La demande en protéines animales est ainsi prévue pour doubler en 2050. Cependant, face à des contraintes telles que la rareté des terres arables, les pénuries d'eau et le changement climatique, la production alimentaire peine à suivre cette croissance. D'où la nécessité de trouver des sources alimentaires plus respectueuses de l'environnement pour répondre à ce besoin croissant en protéines (**Food Security Information Network**, 2019).

La viande de volaille est une source importante de protéines, faible en lipides et riche en acides gras insaturés. Sa digestibilité est élevée en raison de sa faible teneur en collagène (**Harkati**, 2021). L'Algérie produit en moyenne 537 240 tonnes de viande blanche par an et 6,335 milliards d'œufs (**MADR**, 2021). La consommation mensuelle avoisine les 50 000 tonnes, soit une consommation annuelle par personne de 18 kg de viande blanche et de 15 kg de volaille (**Betraoui**, 2021).

Cependant, la pandémie de coronavirus a impacté les prix du fourrage, essentiellement composé de maïs et de soja, augmentant considérablement leur coût en moins de six mois (**Betraoui**, 2021). De plus, la production de soja entraîne des problèmes environnementaux tels que la déforestation et une forte consommation d'eau. Une alternative durable est nécessaire pour répondre aux besoins futurs de l'industrie animale (**DZEPE**, 2021).

La **FAO** (2013) a suggéré la consommation d'insectes comestibles comme une alternative. Leur élevage est respectueux de l'environnement, requiert peu d'espace et d'eau, et émet moins de gaz à effet de serre. Les insectes peuvent être consommés par l'homme ou servir d'aliment pour le bétail (**Purshke et al.**, 2017). En particulier, les larves de mouches soldates noires (*Hermetia illucens*) sont riches en protéines et en graisses. Elles représentent une alternative prometteuse à la farine de soja dans l'alimentation animale (**Tanga et al.**, 2017).

Ces larves sont très productives et se nourrissent de déchets organiques, contribuant au recyclage des composés azotés et des glucides, tout en produisant une biomasse utilisable en agriculture (**DZEPE**, 2021).

Notre étude poursuit plusieurs visées. D'abord, elle aspire à intégrer des insectes, plus précisément les larves de mouche soldat noire, dans l'alimentation des volailles. L'objectif sous-jacent est d'enrichir et d'optimiser la teneur nutritionnelle de leur régime. Ensuite, nous

Introduction générale

envisageons de remplacer la farine de soja par ces larves. Cette démarche a pour but non seulement de réduire les importations de soja, mais aussi de progresser vers l'autosuffisance alimentaire de l'Algérie. Enfin, notre ambition est de présenter une alternative protéinique pour la volaille à partir de larves. Ces dernières, élevées de manière simple, économique et n'exigeant que peu d'espace, offrent l'avantage de produire en grande quantité et à un rythme soutenu. Notre étude poursuit plusieurs visées. D'abord, elle aspire à intégrer des insectes, plus précisément les larves de mouche soldat noire, dans l'alimentation des volailles. L'objectif sous-jacent est d'enrichir et d'optimiser la teneur nutritionnelle de leur régime. Ensuite, nous envisageons de remplacer la farine de soja par ces larves. Cette démarche a pour but non seulement de réduire les importations de soja, mais aussi de progresser vers l'autosuffisance alimentaire de l'Algérie. Enfin, notre ambition est de présenter une alternative protéinique pour la volaille à partir de larves. Ces dernières, élevées de manière simple, économique et n'exigeant que peu d'espace, offrent l'avantage de produire en grande quantité et à un rythme soutenu.

Partie Bibliographique

Chapitre 1 : Mouche

soldat noir

1. Définition de la mouche soldat noire

Les mouches soldats noires sont des insectes saprophages capables de recycler les déchets organiques. Ces insectes produisent, d'un côté, des larves riches en protéines pour l'alimentation des animaux d'élevage (poissons, poules, porcs...) et d'un autre côté, des biomasses riches en nutriments pouvant être utilisées comme fertilisants organiques (Fanilo, 2022). En effet, selon les substrats utilisés, la teneur en protéines des larves varie de 42,1 à 50 % (Tanga *et al.*, 2017).

2. Systématique de la mouche soldat noir

La mouche-soldat noire (MSN) communément appelée, en anglais, "*Black Soldier Fly*" (BSF) doit son nom à la couleur noire des adultes. Elle serait dite "Soldate", car la mouche a tendance à s'aligner en ordre de bataille dans la même direction que ses congénères lorsqu'elle sort bande. La classification taxonomique de l'espèce est présentée à la (figure 1) (Philip, 2016). *Hermetia illucens* est une espèce d'insecte appartenant à la famille des Stratiomyidae et à l'ordre des Diptères. Cet ordre regroupe des insectes possédant une paire d'ailes fonctionnelles sur le mésothorax et une paire d'auroles, les haltères, sur le métathorax qui contribuent à l'équilibre pendant le vol (Mahounan, 2020)

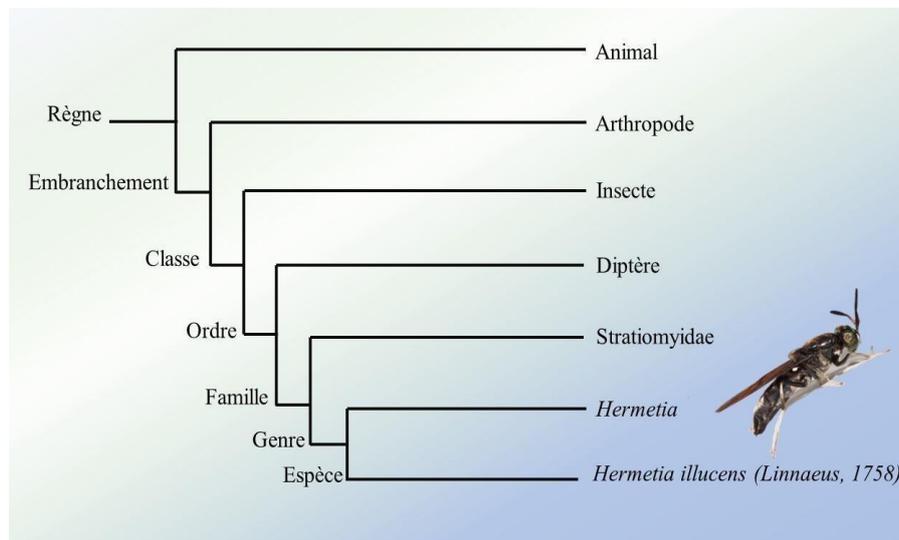


Figure 1: systématique de mouche soldat noire (Mahounan, 2020).

3. Morphologie Mouche Soldat Noir

Comme tous les insectes, elle possède un corps en trois parties : tête, Thorax et Abdomen.

➤ **Tête**

Porte des antennes, qui sont composées de trois segments et qui font environ deux fois la taille de la tête. Pour la vision, la mouche soldat possède trois ocelles et deux grands yeux composés (**Ooninx et al.**, 2016), légèrement plus écartés chez le mâle que chez la femelle. Chez l'adulte, les pièces buccales sont atrophiées, ce qui ne change rien au succès reproducteur, mais il a été supposé que cela l'empêchait de se nourrir (**Olivera et al.**, 2016).

D'autres études au contraire, montrent que, bien que ces pièces buccales soient atrophiées, l'adulte reste capable de se nourrir, et possède un tractus digestif entièrement fonctionnel (**Lupi et al.**, 2019, **Bruno et al.** 2019). Différents essais de nourriture ont été réalisés, menant à la conclusion que l'adulte survivait plus longtemps avec de la nourriture sous forme liquide (ou juste de l'eau), mais que cela n'augmentait pas le nombre d'œufs pondus (**Bertinetti et al.**, 2019). Par ailleurs, l'adulte est capable, à l'instar d'autres espèces du genre *Musca*, de régurgiter de la salive, pour faciliter l'absorption d'aliments solides (**Bruno et al.**, 2019). Un dimorphisme sexuel a d'ailleurs été trouvé au niveau des pièces buccales (**Pezzi et al.**, 2021).

➤ **Thorax**

La partie du corps, qui, comme chez tous les ptérygotes, porte les ailes, deux paires d'ailes. Cependant, chez les diptères, la paire d'ailes postérieures est atrophiée et est dite en haltère. *Hermetia illucens* n'échappe pas à la règle. Son thorax est en trois parties, le premier segment, le prothorax, porte la première paire de pattes, le mésothorax, porte la deuxième paire de pattes ainsi que les ailes (celles responsables du vol à proprement parler) et enfin le métathorax, troisième et dernier segment, porte la troisième paire de pattes ainsi que les ailes en haltère (figure 2) (**Joseph**, 2022).

Les pattes sont en trois parties, et ont un segment blanc. Les ailes antérieures sont membraneuses et possèdent des nervures, caractéristiques de la famille des *Stratiomyidae* (**Joseph**, 2022).

Sur la face dorsale, entre le thorax et l'abdomen, il y a le *scutellum*, qui chez la plupart des *stratiomyidae*, possède deux épines, qui donnèrent le nom aux mouches soldat. Les épines sont absentes du *scutellum* chez *Hermetia illucens* (**Oliveira et al.**, 2015).

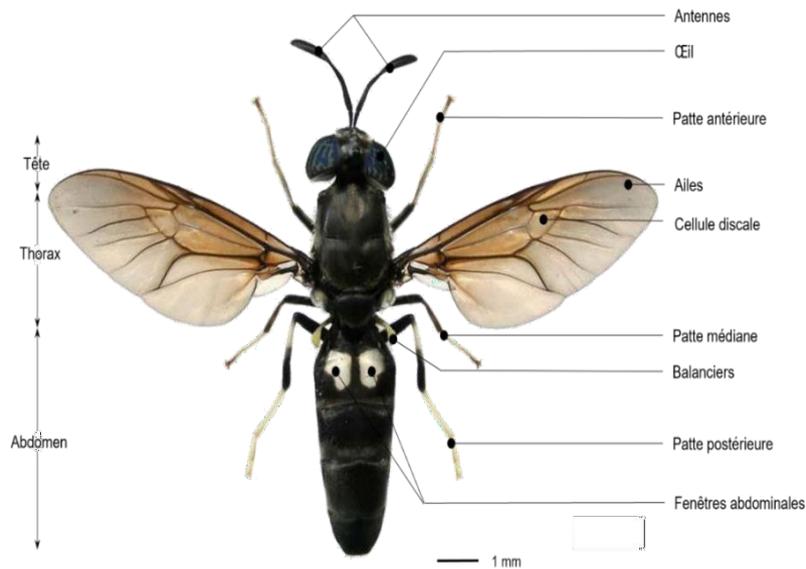
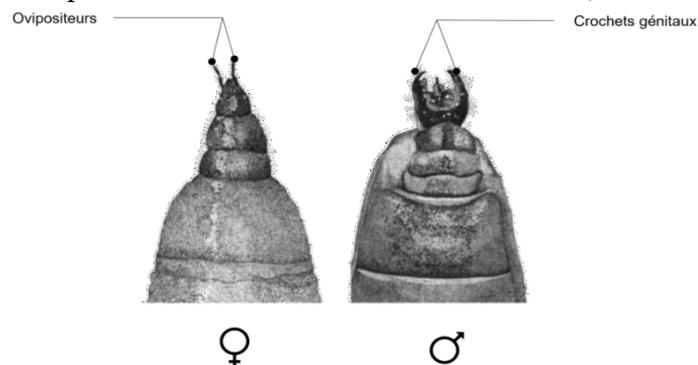


Figure 2 : Description des différentes parties d'une mouche soldat noire adulte (Joseph, 2022).

➤ **Abdomen**

La troisième partie du corps des insectes. Chez *Hermetia illucens*, il est composé de 8 segments, le premier est celui qui porte une partie translucide, ajoutant encore à son apparence élancée, lui donnant un aspect de “taille de guêpe”. C’est de cette fenêtre que le nom latin “*illucens*” tire son origine. Le dernier segment qui porte les organes reproducteurs est d’ailleurs la principale partie où s’exerce le dimorphisme sexuel (figure 3) (Oliveira et al., 2016).

Figure 3 : Dimorphismes sexuels chez *Hermetia illucens*. (Caruso et al., 2014).



4. Historique

Un faisceau de données pointe une origine sud-américaine de l’espèce (nord de l’Amérique du

Sud et Amérique centrale) (**Hauser et Woodley, 2015 ; Kaya et al., 2021**) retenons né au moins qu'une hypothèse possible est que, profitant des voyages humains, elle s'est propagée sur l'ensemble du globe, s'acclimatant à quasiment toutes les conditions climatiques, elle est retrouvée aujourd'hui sur tous les continents à l'exception de l'antarctique (**Joseph, 2022**).

Cependant, plusieurs observations contredisent le scénario de « l'auto-stop ». Par exemple, on a retrouvé dans le sarcophage d'Isabelle de Naples (1470 - 1524) une larve de mouche soldat noire. Or, il a été proposé que son arrivée en Europe, à Malte, n'est eu lieu qu'en 1926, alternativement, elle pourrait s'être immiscée lors des premiers voyages transatlantiques en bateau, dès 1493 avec Christophe Colomb. Ces données anecdotiques montrent que le timing et le scénario de dispersion sont encore très mal connus (**Joseph, 2022**).

Plus récemment, de nouvelles localités ont été détectées sur une grande partie de l'Europe occidentale, portant le nombre de pays européens où elle est présente à 25, ainsi que dans la quasi-totalité des pays du bassin méditerranéen (**Demetriou et al., 2022**).

5. Reproduction

Chez les BSF, la reproduction est un processus assez complexe, où les mâles vont avoir un comportement de lek afin de se reproduire avec les femelles. Ce comportement se caractérise par une lutte entre les mâles pour un territoire donné, puis les femelles volent au-dessus des mâles posés au sol ou sur des feuilles. Un mâle va venir se “proposer” à la femelle en vol, si ce partenaire lui convient, alors la reproduction s'engage, pendant 20 minutes environ, temps pendant lequel le mâle va déposer ses spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle (Figure 4) (**Joseph, 2022**).

Les BSF sont polyandres, ce qui signifie que plusieurs mâles vont pouvoir féconder une même femelle (**Hoffmann, 2021**). La femelle possède trois *spermathèques*, mais nous ne savons pas encore s'il y a un choix qui est opéré par la femelle pour le placement des spermatozoïdes et le choix des œufs qui seront fécondés. Une fois la reproduction achevée, la femelle va chercher un site de ponte. Les odeurs de matières organiques en décomposition vont l'attirer et elle va pouvoir pondre. Par ailleurs, la lumière joue un rôle important dans le mécanisme de la reproduction avec des longueurs d'onde optimales dans les élevages (**Awal Rabiul et al., 2022**).



Figure 4 : Reproduction chez *Hermetia illucens*(**Joseph, 2022**).

6. Cycle de vie

6.1 Œufs

Les femelles BSF pondent entre 200 et 600 œufs selon les différentes études. L'une d'entre elles (**Jones et Tomberlin, 2020**) montre que les femelles plus grosses pondent plus d'œufs. Les œufs sont de petite taille, environ 1 mm, de forme légèrement oblongue, un poids de 25 µg environ et de couleur blanc crème (figure 5) (**Joseph, 2022**).



Figure 5 : Œufs de *Hermetia illucens* (**Joseph, 2022**).

6.2. Larves

Les larves de BSF possèdent 12 segments (figure 6) en incluant la capsule céphalique et vont passer par 6 stades larvaires (figure 7 A – F), ayant à chaque fois une mue (**Barros et al 2019**). Selon les conditions environnementales (température, humidité, accessibilité à la nourriture), les différents stades 0 larvaires s'enchaînent plus ou moins vite. Il faut environ 14 jours pour passer du premier instar au sixième, et la taille va passer de 1.8 mm à 20 mm. Les larves commencent à se nourrir immédiatement après l'éclosion avec une consommation de plus en plus importante, surtout après le troisième stade larvaire. Le poids des larves en 14 jours augmente d'un facteur 10000 (**Liu et al., 2019**).

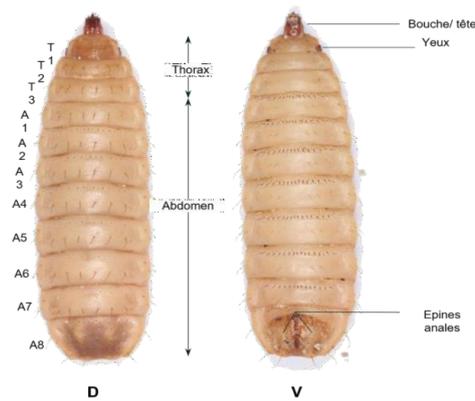


Figure 6 : Description des différentes parties d'une larve de *Hermetia illucens* (Joseph, 2022).

Lors du dernier stade larvaire a lieu la pupaison (figure 7 – G), il s'agit d'une étape où les larves cessent de se nourrir, vont changer de milieu, pour rechercher un endroit sec, et vont "durcir" leur exosquelette, qui va de fait, s'assombrir (Joseph, 2022).

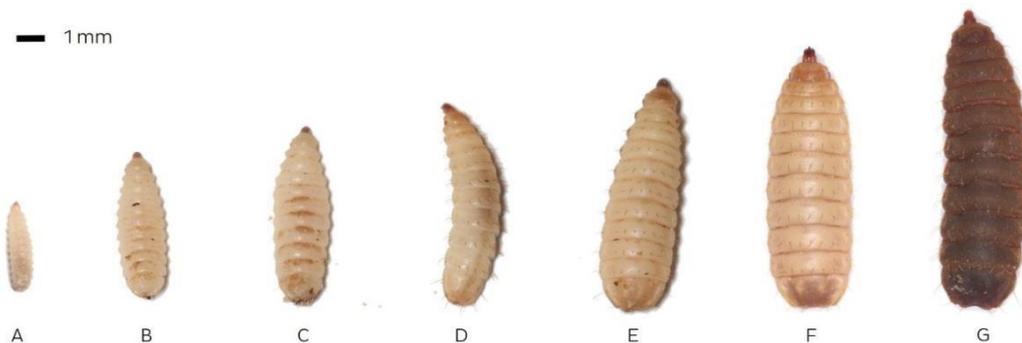


Figure 7 : Évolution des larves de *Hermetia illucens* Visualisation des 6 instars (A-F) et de la pupa (G) (Joseph, 2022).

6.3 Pupés

La pupaison requiert environ 2 semaines (figure 8) comme chez la plupart des holométaboles, la pupa est immobile, et c'est la prochaine mue, qualifiée de mue imaginale, qui permettra l'émergence de l'adulte. De façon générale, les mâles émergent avant les femelles, ce qui peut permettre d'éviter la consanguinité, les mâles s'éloignant alors des sites d'émergences. Les

femelles, qui émergent légèrement plus tard, sont en général plus grosses que les mâles (Joseph,

2022).



Figure 8 : Vue ventrale d'une pupa de *H. illucens*, échelle 5 mm (**Barros et al.**, 2019).

7. Régime alimentaire

Régime alimentaire les larves de la mouche-soldat noir sont des polyphagies voraces qui se développent sur un large éventail de matières organiques en décomposition composées de fruits et légumes, de résidus de cuisine, de restes d'animaux ou de déjections animales cependant, le taux de consommation de déchets dépend de la taille de l'asticot et du type d'aliment consommé par ailleurs, la teneur en eau de l'aliment doit se situer entre 60% et 90% pour une meilleure digestion bien qu'elles aient un régime alimentaire diversifié, les larves de la mouche-soldat noir ont une préférence pour les ressources alimentaires végétales le caractère humide des substrats de développement favorise l'ingestion alimentaire et réduit fortement la déshydratation des larves L'activité alimentaire induite généralement une réduction du volume des substrats de l'ordre de 42 à 68 %) et une augmentation du pH des substrats qui vire de l'acide à l'alcalin L'augmentation du pH serait due à l'accumulation de composés azotés produits par les larves (**Mahounan**, 2020).

Ainsi, le milieu neutre ou alcalin à la fin du développement larvaire refléterait une importante production d'ions hydroxyle (OH-) par ammonification et minéralisation des composés azotés organiques (**Bloukounon Goubalan et al.**, 2020).

8. Conditions environnementales de mouche soldat noire

8.1. Température

Les insectes sont des organismes dits « poïkilothermes ». Ainsi, plus la température de leur milieu est élevée, plus les insectes ont tendance à se développer rapidement avant d'atteindre un palier à partir duquel la température devient alors un facteur limitant. Par exemple, ont démontré un meilleur taux de survie des larves et un développement plus rapide à 30 degrés Celsius (°C) qu'à 27°C ainsi qu'une mortalité importante à partir de 36°C. Cependant, les

larves élevées à 30°C donnaient des adultes plus petits avec une durée de vie plus courte (Florent, 2020).

8.2 Humidité

H. illucens peut tolérer des conditions d'humidité relative (HR) très élevées, jusqu'à 99%. Toutefois, l'optimum de développement se situe dans une gamme de 60 à 70% HR (Barragan *et al.*, 2017). Dans ces conditions, la reproduction, l'oviposition ainsi que l'incubation des œufs sont favorisées. Si l'humidité relative descend sous les 30%, les œufs se dessèchent, ce qui a pour effets directs une plus grande mortalité et une espérance de vie des larves réduites (Singh, 2019).

De manière générale, on admettra donc communément que *H. illucens* se développe de manière optimale entre 25 et 27°C, et à 60% d'Humidité relative (Florent, 2020; Barragan *et al.*, 2017).

8.3 Lumière

Les larves de *H. illucens* sont lucifuges (Dortmans *et al.*, 2017) tandis que les adultes sont dépendants de lumière pour réaliser leur reproduction. La lumière peut être d'origine naturelle (Park, 2016) ou artificielle. L'intensité lumineuse optimale se situe entre 135 et 200 $\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ (Florent, 2020), mais le spectre lumineux semble avoir un rôle plus important que l'intensité sur la fertilité des œufs (Barragan *et al.*, 2017 ; Singh, 2019).

9. Conditions dans le substrat des larves

9.1 Humidité du substrat

Le développement des larves et leur survie sont directement influencés par la teneur en humidité du substrat dans lequel elles évoluent. (Yu *et al.*, 2014) ont démontré que les substrats avec un taux d'humidité de 30% entraînaient une forte mortalité des larves, et qu'un taux à 50% d'humidité menait à des larves plus petites et à une croissance plus lente par rapport à 70% d'humidité. Cette tendance est confirmée par l'étude de (Barragan *et al.*, 2017) qui renseigne des optimums d'humidité du substrat entre 52 et 70%. Une tendance divergente a cependant été démontrée par (Banks *et al.*, 2014) dans le cas de larves élevées sur des boues d'épuration avec des poids de pré-pupes supérieurs à 85% d'humidité par rapport à 65 et 75%. (Lalander *et al.*, 2020) montre qu'il est possible d'utiliser des larves de *H. illucens* pour le traitement de déchets à très hautes teneurs en humidité (entre 80 et 90% d'humidité), mais qu'un impact négatif croissant sur les larves est observé avec l'augmentation de l'humidité. En effet, à 76% d'humidité, les larves achevaient une conversion de la biomasse totale de 33.4% et avaient un taux de survie de 97.2% contre une

conversion de la biomasse de 17.5% et un taux de survie de 19.3% pour les larves élevées sur un substrat à 97.5% d'humidité (**Florent**, 2020).

9.2. Acidité du substrat

Des valeurs de pH du substrat des larves comprises entre 6 et 10 induisent une meilleure croissance des larves et des poids plus élevés. Les larves tolèrent cependant les milieux acides et sont capables d'augmenter le pH de leur substrat, cette capacité étant dépendante de la densité des larves. Plus ces dernières sont nombreuses, plus cette modification sera rapide (**Meneguz et Tomberlin**, 2018).

10. Avantages de la mouche soldat noire

Parmi les espèces d'insectes les plus intéressantes pour une transition du système de production de protéines actuel vers une production plus durable, *Hermetia illucens* présente un certain nombre d'autres avantages comme sa capacité naturelle pour le traitement des déchets organiques, la possible valorisation des lipides produits par ses larves afin de produire des biocarburants ou encore la réduction des pathogènes présents dans les effluents d'élevages humains (**Singh**, 2019).

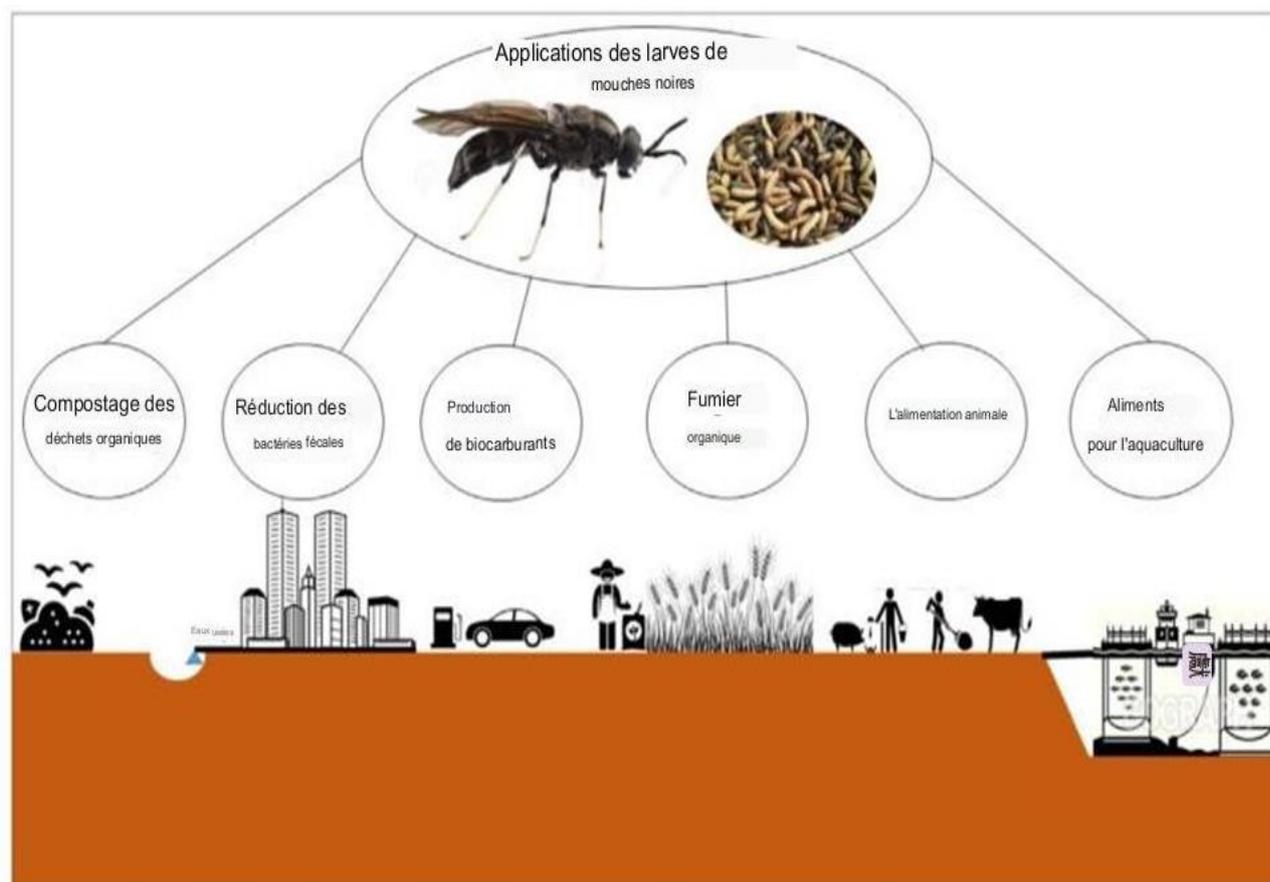


Figure 9 : Avantages de la mouche soldat noire (Singh, 2019).

➤ Traitement des déchets

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1,3 milliard de tonnes de nourriture sont gaspillées par an. Ces déchets alimentaires entraînent une augmentation des émissions nocives dans les décharges (méthane, dioxyde de carbone). En plus des déchets alimentaires, la décomposition du fumier dans les structures d'élevage est un contributeur majeur à la production de substances telles que l'ammoniac. L'ensemble de ces substances représente une menace potentielle pour la santé humaine (Florent, 2020).

Au vu de ses performances en matière de dégradation et de bioconversion, les larves de *H. illucens* sont saprophytes et peuvent se nourrir d'une grande variété de déchets organiques. Dans leur revue littéraire (Gold *et al.*, 2018) rapportent l'usage de *H. illucens* dans le traitement des matières fécales d'origine animale (effluents d'élevages porcin, aviaire, bovin) et humaine (boues d'épuration), des déchets végétaux (issus du gaspillage alimentaire des entreprises

productrices de fruits et légumes et des marchés), des déchets ménagers organiques (ménages, restaurateurs) et des coproduits de brasserie. Leur capacité à dégrader les déchets organiques est reconnue comme l'une des meilleures en comparaison d'autres espèces d'insectes d'élevage (**Oonincx**, 2015 ; **Wang et Shelomi**, 2017) en effet les larves de *H. illucens* sont capables de réduire de 65,5 à 78,9% la masse totale de déchets ménagers organiques (**Florent**, 2020).

➤ **Réduction des pathogènes**

Les larves de *H. illucens* transforment le substrat nutritif dans lequel elles vivent notamment en réduisant la quantité de bactéries pathogènes (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*) présentes dans leur milieu. Elles régulent également les populations d'autres diptères pouvant être vecteurs de pathogènes (comme la mouche domestique *Musca domestica*) en perturbant l'oviposition de celle-ci (**Singh**, 2019).

➤ **Alimentation animale**

Les réserves en protéines et en lipides de l'insecte sont réalisées durant les stades larvaires décrits en section. La teneur en protéines brutes et en lipides des larves de *H. illucens* représente respectivement 40% et 30% du poids sec des larves. Ces valeurs peuvent cependant varier en fonction du substrat proposé aux larves. En effet, les substrats riches en matières azotées comme les effluents d'élevages donnent des teneurs en protéines brutes de 42 à 44% et des teneurs en lipides de 31 à 35% pour les substrats plus pauvres en matières azotées comme les déchets végétaux les teneurs en protéines des larves sont de 39.9% et les teneurs en lipides de 37.8% (**Wang et Shelomi**, 2017).

Ce sont ces teneurs élevées en protéines et en lipides qui font de *H. illucens* un bon candidat pour entrer dans la composition des rations d'élevage. Pour la truite arc-en-ciel, les rations à base de larves de *H. illucens* élevées dans des substrats enrichis en Oméga-3 donnent des résultats comparables en termes de développement des poissons par rapport aux rations classiques à base de farine de poisson. (**Wang et Shelomi**, 2017).

Le remplacement des sources protéiques des rations des élevages de volailles (**Gallus domesticus Linnaeus, 1758**) par des farines de *H. illucens* n'a pas montré de différence en termes de rendement et de poids dans le total de viande produite. Le seul effet défavorable constaté est l'augmentation d'acides gras saturés et mono saturés indésirables dans la viande de poulet produite, ce problème pouvant être résolu en utilisant des farines de *H. illucens* dégraissées (**Wang et Shelomi.**, 2017).

➤ **Production de bio carburant**

Les lipides produits par les larves de *H. illucens* sont de bons candidats pour la production de biocarburants et de biolubrifiants. (Van Huis, 2020). En effet, les études étudiant le profil en acide gras des larves de *H. illucens* confirment que les graisses produites conviennent à la production de biocarburants (Surendra *et al.*, 2016) et (Wang *et al.*, 2017).

➤ **Production de fertilisants organiques**

En dehors du secteur animal où elle a été testée sur les poissons, les porcs et les volailles, la mouche-soldat noire trouve son utilité dans d'autres domaines où les défis sont aussi vivaces. Elle intervient principalement dans le traitement et dans la gestion des rejets organiques industriels, mais également dans le compostage et la fertilisation en agriculture biologique. Les larves de la mouche-soldat noire se développent aisément sur les déjections animales (fumiers, lisiers, fientes, etc.) en absorbant les matières nutritives. Une diminution significative de la teneur en matière organique a Introduction générale 41 été observée dans le résidu final d'une mixture de fumier de porc et de fèces humaines décomposées par les larves de la mouche-soldat noire. Ce processus mécanique d'alimentation favorise l'aération du substrat et améliore la texture grâce à une action combinée avec la microflore existante (Mahounan, 2020). Lors de la biodégradation, la température des substrats augmente progressivement et la matière s'assèche, le pH augmente en passant de neutre à alcalin et le dégagement d'ammoniac augmente considérablement. À la fin de la dégradation, les substrats présentent généralement des teneurs élevées en azote (N), phosphore (P) et Potassium (K). Les valeurs moyennes enregistrées dans les études étaient de 3,4%, 2,9% et 3,5% respectivement pour N, P, K (Gärtling *et al.*, 2019). Ces substrats résiduels riches en N, P et K et chitine constituent d'excellents engrais organiques en agriculture (Quilliam *et al.*, 2020b).

11. Comparaison de quelques paramètres entre les expériences de bioconversion des

larves de mouche soldat noire

Les résultats comparatifs des paramètres de différentes études de bioconversion sont présentés au tableau 1. Cependant, les différents paramètres (taux de survie, poids moyen, morphologie, taux de conversion alimentaire et bilan de bioconversion varient et dépendent du type et de la teneur en humidité du régime alimentaire, de l'humidité et de la température ambiante ainsi que du temps (jours) de développement larvaire (**Banks et al.**, 2014; **Oonin cx et al.**, 2015; **ur Rehman et al.**, 2017).

Tableau 1: Comparaison de quelques paramètres entre les expériences de bioconversion avec les larves de MSN (ND : non disponible) (**Ma et al.**,2018 ; **Rehman et al.**, 2017 ; **Jucker Costanza et al.**, 2017 ; **Cheng et al.**, 2017 ; **Tinder et al.**, 2017 ; **Manurung et al.**, 2016 ; **Ooninx et al.**, 2015).

Chapitre 1**Mouche soldat noire**

Régime alimentaire	Humidité des régimes (%)	Température ambiante (°C)	Humidité ambiante(%)	Taux de survie (%)	Temps de développement larvaire (Jours)	Poids moyen des larves sur base humide (mg)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Taux de conversion alimentaire	Bioconversion (%) sur base sèche
Mélange de son et farine de maïs	76	27	60 – 70	88 – 99	20 -29	160 - 210	ND	ND	ND	ND
Fumier de bovins laitiers et résidus de soja	78 – 82	27	60 – 70	91 – 99	19 – 23	63 – 123	ND	ND	4,2 – 6,2	6,3 – 15,2
Fruits et légumes	86 – 92	25	60	89 – 96	37 – 52	154 – 184	14,8 – 16,0	ND	ND	ND
Déchets alimentaires pré et post-Consommation	70 – 80	35	ND	95 – 99	12 – 19	119 - 161	ND	ND	ND	ND
Mélange de sorgho et de Niébé	70	28	70	59 – 75	25 - 39	92 – 157	15,2 – 18,0	ND	ND	ND
La paille de riz	60	28	65 – 75	51 – 98	38 – 54	ND	ND	ND	ND	ND
Sous-produits alimentaires	ND	28	70	72 – 86	21 – 37	ND	ND	ND	1,4 – 2,6	ND

12. Valeur nutritionnelle des larves de mouche soldat noire

Les larves de MSN constituent une source alimentaire de grande valeur nutritive, très riche en protéines et en lipides (Tableau 2). Cependant, la teneur en lipides et en protéines est variable et dépend du type de régime alimentaire. La teneur en cendre est relativement élevée, mais variable de 6 à 18%, base sèche (Tableau 2). Elles sont également riches en calcium et phosphore (Arango Gutiérrez *et al.*, 2004; St-Hilaire *et al.*, 2007; Yu *et al.*, 2009). Les larves de MSN contiennent différents acides aminés, et celle-là plus importante proportion est la lysine avec 6 à 8% (Tableau3). Son profil nutritionnel riche et varié fait de *Hermetia illucens* (MSN) un insecte prometteur pour l'alimentation animale (Barragán-Fonseca *et al.*, 2018b; Gold *et al.*, 2018).

Tableau 2 : Compositions chimiques moyennes (% , base sèche), minimales et maximales des larves de *Hermetia illucens* (St-Hilaire *et al.*,2007; Makkar *et al.*, 2014; Cheng *et al.*,2017; Barragan Fonseca *et al.*,2017–2018a ; Gold *et al.*, 2018.)

Protéine brute <i>n</i> =5	Fibres alimentaires <i>n</i> =1	Lipides <i>n</i> =5	Cendres <i>n</i> =5	Énergie brute (MJ/kg MS)
42,1 ± 1,0	8,0 ± 4,0	26,0 ± 8,3	10,6 ± 6,0	22,1 ± 3,1
(32,1-58,6)	(7,1-14,3)	(15,0-39,8)	(6,4-18,4)	(20,1-30,4)

Tableau 3 : Composition minimale et maximale (entre parenthèses) en acide aminé des larves de MSN (% , base sèche) (St-Hilaire *et al.*, 2007 ; Sealey *et al.*, 2011 ; Makkar *et al.*, 2014; +- Cheng *et al.*, 2017).

Acide amine essentiel	g/100g d'azote
Alanine (n=4)	7,7 ± 0,8 (6,9– 8,8)
Arginine (n=4)	5,6 ± 0,3 (5,3– 6,1)
Acide aspartique (n=4)	11,0 ± 1,8 (8,5– 12,5)
Cystine (n=1)	0,1
Histidine (n=4)	3,0 ± 1,0 (2,3– 4,5)
Isoleucine (n=4)	5,1 ± 0,5 (4,7– 5,6)
Leucine (n=4)	7,9 ± 0,6 (7,1– 8,4)
Lysine (n=4)	6,6 ± 0,9 (6,0– 8,0)
Méthionine (n=4)	2,1 ± 0,3 (1,7– 2,4)
Phénylalanine (n=4)	5,2 ± 0,4 (4,6– 5,6)
Thréonine (n=4)	3,7 ± 1,7 (1,3– 4,8)
Tryptophane (n=1)	0,5
Acide glutamique (n=4)	10,9 ± 2,4 (8,7– 13,5)
Valine (n=4)	8,2 ± 1,4 (6,4– 9,1)
Proline (n=4)	6,6 (5,5 – 7,7)
Serine (n=4)	3,1 ± 1,9 (0,3– 4,2)
Tyrosine (n=4)	6,9 ± 0,7 (6,0– 7,7)

Chapitre 2: Poulet de chair

1. Filière avicole en Algérie

➤ Aspect économique

En Algérie, l'aviculture est le seul secteur stratégique qui peut subvenir aux besoins nutritionnels en protéines d'origine animale de notre population en réduisant le coût de la facture d'importation des viandes. Durant les trois dernières décennies, cette filière a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales. La consommation des algériens pour les viandes blanches est passée de 95 000 à 300 000 tonnes, soit une progression de + 212% (MADR, 2011). Selon la (FAO, 2018), cette filière est constituée par 99,86% de poulet dont la production reste en croissance constante depuis l'année 2009 et arrive à 137 075 mille têtes en 2016 (Figure 10).

Cependant la filière avicole reste fragile et accuse un retard technologique considérable par rapport aux pays industrialisés. (Belaid, 2015), précise que pour assurer un développement durable dans la filière avicole il y a une nécessité de la protection des marges des aviculteurs en encourageant la mise en place de groupements de producteurs et par ailleurs le renforcement des capacités de production locale de substituts de maïs et soja (l'orge, les triticales, la fève, le tournesol et le colza).

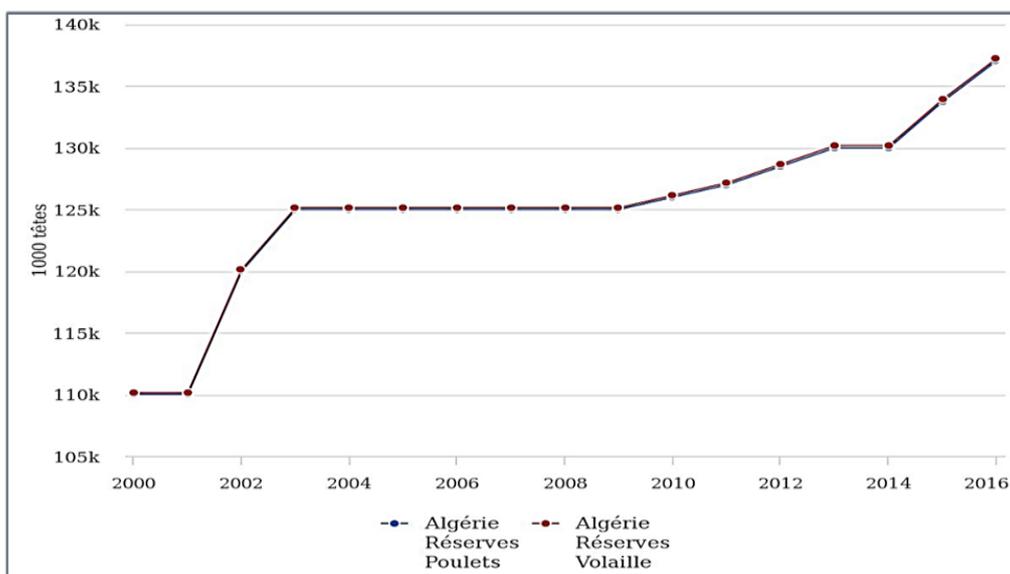


Figure 10 : Évolutions de la production des volailles et de poulet de chair en Algérie (Harkati, 2021).

2. Consommation de la viande de volaille en Algérie

Le régime alimentaire des algériens a de tout temps accusé un déficit en protéines animales, du fait du prix exorbitant des produits carnés. Cependant, l'amélioration du revenu des citoyens et les changements opérés dans leurs habitudes alimentaires plaident pour une augmentation de la demande de ces produits. Mais vu le prix trop élevé des viandes rouges, le consommateur algérien se rabat sur les viandes blanches, plus accessibles, particulièrement le poulet de chair (**Benatmane**, 2012).

La consommation moyenne de la viande d'un Algérien était de l'ordre de 29,54 kg/hab/an en 1990 et elle a d'ailleurs stagné jusqu'en 2005. Ainsi, la consommation nationale des viandes du mouton et du bœuf est de 10,5 kg/hab/an. Tandis que la consommation de viande blanche est en moyenne 15 kg/hab/an. Malgré la progression de la consommation de viande (particulièrement blanche et bovine), l'Algérien reste l'un des plus faibles consommateurs de viandes du Maghreb, en partie en raison de la faiblesse de la production (**Chikhi et Bencharif**, 2016).

3. Élevage poulet de chair

3.1. Modes d'élevage

L'élevage de la volaille est intensif, mis à part quelques élevages traditionnels de faibles effectifs. Il existe deux types de productions : poulet de chair, poules pondeuses en vue de la production d'œufs de consommation.

L'élevage de la volaille peut se faire de trois manières : en batterie, au sol ou mixte : sol-batterie (**Djerou**, 2006).

➤ Élevage au sol

Ce mode d'élevage peut être intensif ou extensif :

➤ Élevage intensif

Il se fait pour le poulet de chair de grand effectif. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures de Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (**M.A.R.A.**) qui a créé l'Office Nationale de l'Aliment de bétail (**O.N.A.B**) et groupe Avicole l'O.R.AVI (**O.R.AVI**, 2004).

Depuis les années 80, l'État a adopté une stratégie basée sur l'artificialisation du secteur avicole. Ce dernier devient le plus intensif de toutes les productions animales, que soit pour la viande ou pour l'œuf de consommation, il est basé sur l'exploitation des souches exotiques importées (**Feliachi**, 2003).

➤ Élevage extensif

Il s'agit d'un système d'élevage à l'air libre, dirigé par des méthodes traditionnelles, représenté essentiellement par l'élevage familial (de basse-cour) et aussi par celui des fermes. Le cheptel à faibles effectifs est constitué par des poulets locaux (Njue *et al.*, 2002).

Cet élevage sa pratiquée pour les poules pondeuses, il s'agit surtout des élevages familiaux de faibles effectifs et il s'opère en zone rurale. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains de femmes, l'effectif moyenne de chaque élevage fermier est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine et des restes de cuisine. Elles sont élevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs (Belala, 2019).

➤ Élevage en batterie

L'élevage intensif des volailles en batterie est depuis longtemps au cœur d'un débat concernant le bien-être et la qualité des animaux ainsi élevés. De fortes densités de population et/ou des espaces de vie parfois extrêmement réduits entraînent des risques sanitaires indéniables, débouchant sur l'utilisation d'antibiotiques en quantités non négligeables (Gent, 2009).

Les conditions de vie des poulets et poules pondeuses de batterie ne répondent pas à chacun des cinq principes fondamentaux définis en matière de bien-être animal, à savoir l'absence de douleur, de lésion ou de maladie ; l'absence de stress (climatique ou physique) ; l'absence de faim, de soif ou de malnutrition ; l'absence de peur et la possibilité pour l'espèce d'exprimer ses comportements naturels (Gent, 2009).

3.2 Bâtiment avicole

Le bâtiment est le local où les animaux s'abritent contre toute source de d'étrangement, c'est le local où l'animal trouve toutes les conditions de confort. Pour cette raison, il doit prendre en considération tous les facteurs internes et externes du bâtiment.

La conception et la réalisation d'un élevage de poulets de chair doivent être réfléchies, car sa réussite est subordonnée à un bon habitat, une bonne alimentation, un abreuvement correct, une bonne protection sanitaire avec l'approche bio-ingénierie (Katunda, 2006).

3.3. Matériels d'élevage

➤ **Abreuvoirs**

On distingue trois types principaux : les abreuvoirs siphoniques, sont obligatoirement utilisés au stade poussins, les abreuvoirs ronds suspendus, de plus en plus utilisés actuellement, et les abreuvoirs linéaires, sont les plus fréquemment utilisés (**Alloui, 2006**).

➤ **Mangeoires**

Le matériel doit être adapté à l'âge et à l'espèce. Aux premiers jours du démarrage, pour permettre aux poussins de trouver rapidement la nourriture, on utilise des bandes de papier ou des plateaux pour mettre l'aliment à disposition des poussins (**Jacquet, 2007**).

Il existe plusieurs types de mangeoires :

- Les nourrisseurs cylindriques alimentés par convoyeur aérien et tube de descente.
- Les nourrisseurs à chaînes plates.
- Les nourrisseurs à assiettes avec petite réserve ou non.

➤ **Éleveuses**

Ils sont indispensables pour garantir les conditions d'ambiance pour l'élevage des poussins poulets de chair ou poulettes. Deux techniques sont employées le chauffage par éveuses le chauffage par air pulsé (**Mokdad, 2019**).

➤ **Matériel de ventilation**

La ventilation a pour but essentiel le renouvellement de l'air vicié et l'apport d'oxygène, elle également l'évacuation des chaleurs dégagées par animaux et un bon assainissement du bâtiment d'élevage, en éliminant la vapeur d'eau et les gaz (**Mokdad, 2019**).

➤ **Matériel d'éclairage**

Il est indispensable pour obtenir de bonnes performances. Les ampoules doivent être nombreuses et bien réparties sur toute la surface d'élevage :

- 4 watts/m² en poulailler obscur.
- 2 watts/m² en poulailler clair.

Il faut penser à enlever la poussière sur les ampoules de temps à autre et à changer immédiatement toute ampoule devenue hors d'usage.

Un variateur d'intensité permet le réglage de l'intensité pour un meilleur confort des oiseaux (**Mokdad, 2019**).

4. Conduite de l'élevage du poulet de chair

4.1. Facteurs d'ambiance

Les cinq variables qui ont le plus d'importance pour la santé et le rendement zootechnique des oiseaux sont : la température, l'humidité, la ventilation, la litière et la densité (Figure 11) (Itavi, 2001).

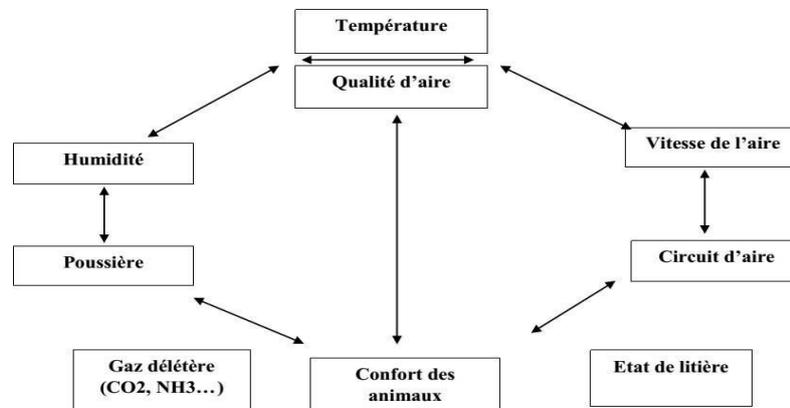


Figure 11 : Les paramètres qui définissent l'ambiance dans un bâtiment d'élevage de poulet de chair (Itavi, 2001).

4.2. Température

Les oiseaux ont développé des systèmes et un centre de régulation thermique ; ce dernier assure, par voie nerveuse et humorale, leur adaptation à la température ambiante. La température doit être maîtrisée, particulièrement durant les premiers jours du poussin. En effet, ces jeunes animaux ne règlent eux-mêmes la température de leur corps qu'à l'âge de 5 jours et ils ne s'adaptent véritablement aux variations de température qu'à partir de deux semaines (Itavi, 2001). La température a une influence importante sur la consommation de moules. S'il fait trop chaud, les poussins ne mangeront pas suffisamment et prendront ainsi du retard dans leur croissance. Par contre, s'il fait trop froid, les poussins mangeront plus, mais ne prendront pas plus de poids pour autant. Ce qui représente une dépense additionnelle en nourriture (Socodévi, 2013).

4.3. Litière

La litière peut être définie comme un « lit de paille ou d'autres matières végétales, souple, isolant et absorbant, qu'on étend dans les bâtiments d'élevage pour servir de couche aux animaux », Pour les volailles de chair, l'élevage se fait au sol sur litière. La litière doit toujours être propre, sèche et souple : cela va conditionner la qualité du plumage des volailles, éviter les ampoules au bréchet et les altérations des coussinets plantaires. La litière peut être de la paille. La paille

hachée ou les copeaux ont une capacité d'absorption de l'eau plus importante et sont préférables. Il faut 10 à 15 cm d'épaisseur de litière au démarrage (**Itavi**, 2009).

4.4. Ventilation

La ventilation compte parmi les facteurs les plus délicats à maîtriser pendant les premiers jours d'âge. L'objectif est d'approvisionner les animaux en oxygène et d'évacuer l'excès de chaleur et d'humidité, ainsi que les gaz nocifs. Toutefois, en raison des exigences de température pendant le démarrage, il convient de garder une ambiance chaude dans le bâtiment. ainsi, une ventilation minimale est requise (**Adjou et Kaboudi**, 2013). Les poulets sont sensibles aux courants d'air pour 4 raisons : apporter l'oxygène nécessaire à la vie des animaux, évacuer les gaz provenant de la fermentation de la litière, éliminer les poussières et réguler l'ambiance du bâtiment au niveau de la température et de l'humidité La capacité de ventilation est déterminée par les besoins de renouvellement d'air, exprimés en m^3/kg vif/h. Ces besoins peuvent varier de 0,1 à 6 m^3/kg vif/h. Ils sont fonction des critères physico-chimiques qui composent l'ambiance (la chaleur, l'humidité, l'ammoniac, le gaz carbonique et l'oxygène). Pour ce qui est de la vitesse d'air, notons que par manque de thermorégulation, les oiseaux non emplumés sont très sensibles aux vitesses d'air élevées. Aussi, la vitesse d'air maximale au démarrage doit être maintenue entre 0,1 à 0,2 m/sec (**Jacquet**, 2007).

4.5. Éclairage

L'intensité lumineuse doit être élevée le premier jour afin de faciliter l'accès à l'aliment et à l'eau. La lumière permet en effet aux poussins de repérer les points d'alimentation et d'abreuvement. Toute coupure ou toute baisse de l'intensité lumineuse peut provoquer l'entassement des animaux. C'est pourquoi, dès le premier jour d'âge, un éclairage continu est requis, 24 heures sur 24 heures, avec une intensité lumineuse de 30 à 50 lux/m^2 , afin de stimuler le dynamisme des oiseaux, Le niveau d'éclairement peut être obtenu par l'utilisation de la lumière naturelle et/ou par un éclairage artificiel, ce dernier sera utilisé en complément de la lumière naturel lorsque l'éclairement sera insuffisant à l'intérieur du bâtiment durant la nuit ou par temps sombre (**Adjou et Kaboudi**, 2013).

4.6. Humidité

L'humidité est une donnée importante qui influe sur la zone de neutralité thermique, donc participe ou non au confort des animaux. En climat chaud, une hygrométrie élevée diminue les possibilités d'évaporation pulmonaire et par conséquent l'élimination de chaleur.

Les performances zootechniques des animaux seront alors inférieures à celles observées en milieu chaud et hygrométrie modérée. En plus de son influence sur le confort thermique des animaux, l'hygrométrie conditionne l'humidité des litières et par conséquent le temps de survie des microbes. Lorsqu'elle est élevée (supérieure à 70%), les particules de poussière libérées par l'étable sont moins nombreuses et d'un diamètre plus important, car elles sont hydratées : leur pouvoir pathogène est alors moindre. En revanche, en atmosphère sèche (hygrométrie inférieure à 55%), les litières peuvent devenir très pulvérulentes et libérer de nombreuses particules irritantes de petite taille (**Alloui, 2006**).

Tableau 4 : Recommandations des limites des taux d'humidité relatif dans les bâtiments pour poulets de chair (**Ita, 1973**).

Saison	Humidité (%)
Hiver	50-65
Automne_ printemps	45-65
Eté	40-60

4.7. Densité d'élevage

La densité d'élevage est déterminée par un certain nombre de paramètres qui peuvent être des facteurs limitants : les normes d'équipement, la qualité du bâtiment et les facteurs climatiques. Par exemple, l'hiver, en période froide, une isolation insuffisante ne permettra pas d'obtenir une température et une ambiance correcte. Dans ce cas, la litière ne pourra pas sécher, elle croûtera. Par contre, en période chaude, les facteurs limitants seront l'isolation, la puissance de ventilation, la vitesse de l'air et la capacité de refroidissement de l'air ambiant. Il est parfois nécessaire de réduire la densité pour maintenir soit une litière correcte, soit une température acceptable (**Hubbard, 2015 ; Mahma et Berghouti, 2016**).

Tableau 5 : Normes de la Densité dans l'élevage poulet de chair (**Hubbard**, 2015).

Poids vif (kg)	Densité (sujets/m ²)	Charge (Kg/m ²)
1.0	26.3	26.3
1.2	23.3	27.9
1.4	21	29.4
1.6	19.2	30.8
1.8	17.8	32.0
2.0	16.6	33.1
2.2	15.6	34.2
2.4	14.7	35.2
2.7	13.5	36.5
3.0	12.6	37.8

Les normes sont respectées les poids vifs 2, 7 (kg) et la densité 8-10 (sujet/m²).

5. Vide sanitaire et désinfection

Le vide sanitaire consiste à laisser le bâtiment vide après la désinfection sans humain et sans oiseau pour une période minimum de 7 jours et au mieux de 10 jours (**Socodevi**, 2013). L'exploitation plus ou moins intensive des volailles favorise les infections virales, bactériennes, parasitaires, qui entraînent morbidité, pertes économiques. Il y a au mieux, baisse des performances, au pire, maladies cliniques graves.

La seule façon de briser le cercle infernal de l'infection est d'appliquer à chaque fin de bande un nettoyage méticuleux suivi d'une première désinfection avant vide sanitaire, puis d'une deuxième désinfection (souvent par voie aérienne) après la remise en place du matériel, lui-même nettoyé et désinfecté, et de la litière (**Jean-luc et al.**, 2011).

En élevage de poulet de chair, la pratique de la bande unique (un seul âge et une seule souche par ferme) de façon à respecter le système « tout plein – tout vide » constitue

La règle d'or de l'élevage. Les équipements doivent être lavés et désinfectés et laisser le bâtiment vide pendant au moins 15 jours (repos sanitaire) (**Itavi**, 2009).

6. Propriétés nutritionnelles de la viande de poulets

➤ Protéines

La concentration corporelle en protéines, pour des poulets standards âgés de 33 à 44 jours, est en moyenne de 18,5 % ($\pm 0,73$) et varie de 16,9 à 19,8 % Par contre, (**Corpen** , 1996) rapporte un taux de protéine de 20 gpar 100 g de viande, soit un écart de 1,5 point par rapportà la valeur moyenne recensée (**Boucherit,2020**).

La teneur corporelle en protéines des poulets standards croît avec l'âge. Chez le poulet standard mâle Ross, une relation linéaire est observée entre la teneur en protéines corporelles et l'âge des animaux (**Boucherit,2020**).

➤ Lipides

Chez les oiseaux, la synthèse des lipides est essentiellement hépatique (**Boucherit,2020**). Ainsi, l'état d'engraissement du poulet résulte en grande partie du métabolisme des lipides dansle foie, les tissus adipeux étant surtout des tissus de stockage. Chez des poulets âgés de 41 à 60jours, 42 % des lipides corporels totaux se retrouvent associés à la peau, 24 % au squelette, 22 % aux viscères dont 15 % sont dans la masse de gras abdominal et 8 % sont présents dans les muscles (**Bouherit,2020**).

La quantité de lipides varie également selon les tissus : les muscles pectoraux blancs et le filet du poulet sont moins riches en lipides (0,9 %) que les muscles rouges de la cuisse (2.8%) ; par contre, la peau est nettement plus grasse (26,9 %) (**Boucherit,2020**).

➤ Vitamines et minéraux

La viande de poulets est une source importante de vitamine B3 (niacine). Celle-ci permet, entre-autres, de conserver une peau saine. Elle apporte également de la vitamine B6(pyridoxine), qui entre dans le processus de régulation et de construction des tissus, à partir des protéines. La chair du poulet est riche en vitamine B5 (acide pantothénique). Celle-ci est notamment utile pour le renouvellement de la peau et des cheveux et pour le fonctionnement du système immunitaire. Elle est aussi riche en substances minérales, telles que le calcium, le potassium, etc. (**Techniques avicoles, 2018**).

Chapitre 3: Les insectes dans l'alimentation de volaille

Introduction

L'utilisation de la farine d'insectes comme ingrédient protéique alternatif ouvre de nouvelles perspectives pour l'alimentation animale, suscitant un débat sur la durabilité et la qualité des produits non conventionnels (**Reis & Dias**, 2020). Une utilisation efficace des insectes peut fermer le cycle dans une économie circulaire durable (**Veldkamp et al.**, 2012), constituant également une source alimentaire hautement nutritive et saine, avec une teneur élevée en protéines, lipides, vitamines, fibres et minéraux (Food and Agriculture Organisation (**FAO**, 2013), qui sont considérés comme une source de protéines possible pour la nutrition animale (**Agazzi, Invernizzi, & Savoie**, 2016), ayant un profil d'acides aminés et des indices d'acides aminés essentiels similaires à ceux du tourteau de soja (**Veldkamp et al.**, 2012).

La forte demande et l'augmentation conséquente des prix du poisson et de la farine de soja ont stimulé le développement de la recherche sur les sources de protéines provenant des insectes (**FAO**, 2013). La plupart des espèces d'insectes ont des valeurs nutritionnelles élevées avec de bons profils d'acides aminés, et l'utilisation de pupes et de larves d'insectes dans l'alimentation des volailles n'affectent pas la qualité de la viande et les performances des animaux en croissance (**Zegeye**, 2020). L'inclusion d'insectes dans l'alimentation animale permet généralement d'obtenir de bonnes valeurs de coefficient de digestibilité. Cependant, la présence de chitine dans certaines espèces d'insectes pourrait entraîner une diminution de la digestibilité des nutriments, interférant avec les performances des animaux (**Gasco, Biasato, Dabbou, Schiavone, & Gai**, 2019).

En général, les insectes ont un grand potentiel en tant que ressource alimentaire durable pour la nutrition des volailles, et leur utilisation est techniquement possible (**Khan**, 2018). Cependant, l'absence de lois spécifiques entrave leur utilisation. Les réglementations de l'Union européenne sur les aliments pour animaux contenant des protéines animales transformées rendent difficile l'utilisation d'insectes comme sources de protéines pour l'alimentation animale (**Babatunde, Park, & Adeola**, 2021). Au Brésil, l'instruction normative n° 110 a été publiée en novembre 2020 ; entre autres spécifications, elle autorise l'utilisation de certaines espèces d'insectes dans l'alimentation animale, en imposant des niveaux d'assurance et d'éventuelles restrictions.

Dans le pays, les règles et les lois pertinentes fournissent des instructions sur ladite gestion conformément à Le NBR 16389, 2015 (Associação Brasileira De Normas Técnicas [ABNT], 2015), spécifie les exigences relatives à la production primaire de poulets de chair élevés en plein air. Entre autres spécifications, la NBR 16389/2015 impose l'utilisation de souches à croissance lente et prévoit que les animaux élevés dans des installations doivent avoir accès à un espace extérieur avec pâturage (minimum de 0,5 m² par oiseau hébergé). L'accès aux enclos de pâturage permet aux animaux d'entrer en contact avec d'innombrables insectes, termites, larves, œufs, limaces, vers de terre et une infinité de petites bêtes.

En outre, la consommation de ces insectes, très appréciés par les oiseaux, fait partie de leurs habitudes alimentaires naturelles, contribuant d'une certaine manière à la part quotidienne de protéines dans leur régime alimentaire (Sales, 2005).

Par conséquent, cette étude portera sur l'utilisation potentielle de la farine d'insectes comme source de protéines alternative dans l'alimentation des volailles pour remplacer les sources à base de plantes, en particulier pour l'élevage de poulets en liberté, un marché prometteur dans le scénario national. La recherche de sources alimentaires alternatives, principalement des aliments énergétiques et protéiques, est très importante pour le développement durable des animaux d'élevage, car les fluctuations de la valeur marchande de la farine de soja rendent l'utilisation des sources alimentaires alternatives de plus en plus indispensable.

1. Farine d'insectes dans l'alimentation des volailles

Le tourteau de soja est la source de protéines traditionnellement la plus utilisée pour formuler les régimes alimentaires des poulets de chair. Cependant, la recherche de sources alimentaires alternatives a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs dans le monde pour l'utilisation d'insectes comme matière première protéique alternative durable, en particulier lorsque les insectes sont cultivés sur des substrats de déchets et de sous-produits organiques (Veldkamp *et al.*, 2012).

Dans l'optique d'une meilleure durabilité de la production de viande, les insectes sont rapidement apparus comme un ingrédient alimentaire innovant pour certaines espèces animales, y compris la volaille (Cullere *et al.*, 2018). Les espèces d'insectes les plus prometteuses pour la production industrielle d'aliments pour animaux comprennent les larves de mouches domestiques, les larves de *Tenebrio molitor* et les larves de mouches noires (Khan *et al.*, 2016).

1.1. Farine de vers de terre (*Eisenia foetida*)

Les vers de terre (*Eisenia foetida*), couramment cultivés pour recycler différentes sources de déchets organiques, sont également une excellente source de protéines alternatives à faible coût (**Vielma-Rondón, Ovalles- Duran, León-Leal, & Medina, 2003**). La composition nutritionnelle de la farine de vers de terre montre son potentiel en tant que source de protéines alternatives dans les régimes alimentaires des volailles, contenant des niveaux élevés de protéines brutes (environ 60%), en plus des minéraux et d'une quantité d'acides aminés essentiels adéquate pour l'élevage de volailles, des valeurs qui se comparent favorablement à celles de la farine de poisson (**Moreki & Tiroesele, 2012**) et sont supérieures à celles de la farine de soja (**Cancian et al., 2020**). Les études indiquent un meilleur coefficient de digestibilité des protéines, ainsi que de meilleurs indices de performance lorsque les protéines de la farine de vers de terre sont utilisées en remplacement de la farine de soja (**Rezaeipour, Nejad, & Miri, 2014**). L'inclusion de la farine de vers de terre dans l'alimentation des poulets de chair peut permettre un gain de poids plus important (**Bahadori et al., 2017 ; Gunya et al., 2019**) et une réduction de la conversion alimentaire (**Rezaeipour et al., 2014 ; Bahadori et al., 2017**). Lorsqu'elles sont utilisées dans l'alimentation des volailles, des études ont montré de bons résultats en termes de performances zootechniques et de paramètres de qualité de la viande et des œufs (tableau 6).

Tableau 06: Études et effets de l'ajout de farine de vers de terre à l'alimentation des volailles (**Rezaeipour et al.**,2014 ; **Bahadori et al.**,2017 ; **Gunya et al.**,2019; **Cancian et al.**,2020).

Pays	Espèce/phase évaluée	Niveaux d'inclusion	Principaux résultats
Iran	Poulet de chair(Ross)- jusqu'à 42 jours	0 à 10	Il améliore la prise de poids, l'indice de consommation et l'alimentation. La digestibilité.
Iran	Poulet de chair(Ross308)-1à42jors	0 à 3	Il améliore l'indice de consommation et n'affecte pas la carcasse. Caractéristiques.
Afrique du sud	Poulet de chair (cobb)-01à35 jours	0 à 10	Utilisé dans l'alimentation des poulets de chair sans effet délère sur la santé des animaux. Caractéristique de la carcasse et attributs de la qualité de la viande.
Brésil	Poule pondeuse- 50 semaines	0à 4	En conséquence, le remplacement proposé a permis améliorer la qualité d'information. Indices du poids de l'œuf, de la couleur du jaune, du poids du jaune, de l'épaisseur et de la solidité de la coquille.

L'inclusion de FVT dans l'alimentation des oiseaux n'affecte pas la composition de la carcasse ; dans les analyses biochimiques plasmatiques du sang des poulets de chair, les niveaux totaux de protéines, d'albumine, de Ca et de P ont augmenté chez les poulets nourris à FVT (**Bahadori et al.**, 2017). En outre, les traitements ont montré une influence positive sur le cholestérol sérique et sur l'acide urique chez les poulets de chair par rapport au traitement de contrôle. (**Gunya et al.**,2019), à leur tour, ont identifié qu'une inclusion de 5% FVT dans l'alimentation des oiseaux a influencé de manière bénéfique les caractéristiques de la carcasse et de la poitrine, tandis que les organes viscéraux ont montré de meilleurs résultats dans les régimes contenant 10% d'inclusion. Ainsi, les auteurs ont suggéré que la farine de vers de terre peut être utilisée dans l'alimentation des poulets de chair sans effets négatifs sur les caractéristiques de la carcasse et la qualité de la viande.

Chez les poules pondeuses, l'inclusion de farine de vers de terre a permis d'obtenir de meilleurs indices pour les variables suivantes : poids de l'œuf, couleur du jaune, poids du jaune, épaisseur et solidité de la coquille (**Cancian et al.**, 2020). Ces changements sont liés à la qualité nutritionnelle de la farine de vers de terre ; les auteurs expliquent que la taille de l'œuf et la couleur du jaune peuvent être liées à la teneur plus élevée en tryptophane présent dans le régime avec la farine de vers de terre, et que le poids plus élevé du jaune est dû à la plus grande disponibilité des acides aminés qui se phosphorylent avec la phosphovitine, qui correspond à la fraction granulaire du jaune, tandis que l'épaisseur et la solidité plus importantes de la coquille peuvent être dues à la solubilité du calcium (Ca) présent dans la farine de versde terre.

1.2. Farine de larves de mouches domestiques (*Musca domestica*)

La mouche domestique (*Musca domestica*) est considérée comme une espèce d'insecte cosmopolite (**Ortiz et al.**, 2011), ayant une grande capacité d'adaptation aux changements environnementaux causés par l'homme (**Britto et al.**, 2008). Les larves de mouches domestiques, en plus d'avoir une teneur élevée en protéines brutes et en extrait d'éther, présentent également l'avantage de réduire la matière organique utilisée dans leur élevage (de l'ordre de 40-50%), ce qui facilite et potentialise leur utilisation comme fertilisants agricoles (**Uushona, Simasiku, & Petrus**, 2019).

La farine de mouche domestique (FMD) à un grand potentiel en tant que source de protéines durable et alternative dans les régimes alimentaires pour l'élevage de volailles, fournissant aux animaux une grande quantité d'énergie et de protéines, ayant un profil d'acides aminés essentiels qui répond aux besoins nutritionnels des oiseaux (**Pieterse & Pretorius**, 2014), en particulier, des quantités plus élevées de lysine, par rapport aux sources à base de plantes (**Khan et al.**, 2016 ; **Gadzama & Ndudim**, 2019). En général, lorsqu'il est utilisé dans l'alimentation des volailles en remplacement des sources de protéines d'origine végétale, le FMD a montré de bons résultats productifs (tableau 7).

Tableau 07: Études et effets de l'ajout de farine de mouches domestiques aux aliments pour volailles (**Adeniji**, 2007 ; **Pieterse et Pretorius**, 2014 ; **Khan et al.**, 2016 ; **Khan et al.**, 2018).

Pays	Espèce/phase évaluée	Niveaux d'inclusion dans le Régime alimentaire	Principaux résultats
Nigeria	Poulet de chair- 01à42 Jours	De 0à 22%	Il peut être utilisé pour remplacer jusqu'à 100% de la tarte aux arachides (22% d'inclusion) sans interférer avec le gain de poids, l'ingestion d'aliments. Et la conversion des aliments pour animaux.
Afrique du Sud	Poulet de chair (Cobb500)-20 jours	Évaluation nutritionnelle	Coefficient de digestibilité totale, composition Nutritionnelle (profil des acides aminés), composition en acides gras.
Pakistan	Poulet de chair (Ross308)- 01 à 28 jours	0 à 3	Il peut être utilisé à tous les niveaux d'inclusion, sans interférer avec les performances et la qualité de la carcasse.

Pakistan	Poulet de chair (Ross308)- 01 à 28 jours	0 à 3	Il a amélioré la prise de poids et l'indice de consommation, en donnant de bons résultats en termes de coefficient, sans interférer avec les caractéristiques sensorielles. La qualité de la viande.
----------	---	-------	--

L'inclusion de FMD dans l'alimentation des poulets de chair en remplacement des sources de protéines d'origine végétale permet d'augmenter le coefficient de digestibilité de la matière sèche, des protéines brutes, des fibres brutes et de l'extrait d'éther. De même, l'énergie métabolisable apparente est plus élevée pour les oiseaux nourris avec des régimes contenant du FMD. Ces facteurs ont un impact direct sur les indices de performance zootechniques des animaux, aucun changement n'étant observé au niveau du gain de poids, de la prise alimentaire et de la conversion alimentaire avec l'inclusion de FMD dans l'alimentation, ou même de meilleurs résultats, avec des impacts positifs sur ces indices. Un autre facteur positif concerne la qualité de la viande, aucune différence n'ayant été observée en ce qui concerne la saveur, la tendreté, la jutosité, la couleur et l'arôme de la viande des volailles nourries avec des régimes contenant du FMD à des niveaux d'inclusion totaux allant jusqu'à 6 % (**Khan et al.**, 2016 ; **Khan et al.**, 2018)

1.3. Farine de *Tenebrio molitor*

Le ver de farine (*Tenebrio molitor*) est originaire d'Europe et largement répandu dans le monde (**Ramos- Elorduy**, 2008). L'élevage des larves de *Tenebrio molitor* ne nécessite pas beaucoup d'espace, ni une gestion et un équipement spécial, et peut-être réalisé à la maison (**Costa-Neto**, 2003). Ses larves ont une teneur élevée en protéines brutes et en extrait d'éther, constituant également une riche source d'énergie métabolisable et d'acides aminés digestibles dans l'alimentation des poulets de chair (**De Marco et al.**, 2015).

La farine de larves de *Tenebrio molitor* (FTM) présente un grand potentiel en tant que source de protéines alternative dans l'alimentation des volailles. les différents auteurs s'accordent sur la faisabilité de son utilisation, comme le montre le tableau 8. (**Biasato et al.**, 2018) ont évalué les effets de l'inclusion de FTM (0, 5, 10 et 15 %) comme source de protéines alternative dans l'alimentation des poulets de chair (Ross 708). Selon les auteurs, il s'agit de la première étude dans laquelle des poulets de chair

ont été nourris avec des régimes contenant du FTM pendant toute la phase d'élevage, du logement à l'abattage, qui a eu lieu à 53 jours d'âge. Quel que soit le niveau d'inclusion, il n'y a pas eu de changement dans les paramètres biochimiques, hématologiques et sériques des oiseaux, ce qui confirme l'innocuité du régime alimentaire des animaux. Les auteurs ont conclu que l'augmentation des niveaux d'inclusion de FTM dans l'alimentation des poulets de chair peut améliorer la prise de poids et l'ingestion, mais qu'elle a un effet négatif sur l'indice de consommation. Ainsi, les auteurs suggèrent que des niveaux inférieurs à 5 % d'inclusion seraient plus adéquats. Ces résultats sont en accord avec (**Elahi et al.**, 2020), qui ont obtenu les meilleures performances chez les poulets de chair (ROSS 308) avec une inclusion de 4 % de FTM. (**Pietras et al.**, 2021), à leur tour, en incluant 17% de FTM et 20% de farine de lupin en remplacement du tourteau de soja, ont identifié une réduction de l'indice de consommation, sans influencer la qualité sensorielle de la viande.

(**Biasato et al.**, 2016) ont inclus 7,5 % de FTM dans l'alimentation de poulets de chair à croissance lente (Label Hud-bard - souche JA57) entre 43 et 97 jours d'âge. Selon les auteurs, le FTM peut être utilisé en toute sécurité pour nourrir les oiseaux, sans interférer avec leurs performances zootechniques et leurs caractéristiques sanguines et sériques. Utilisant également une souche à croissance lente (**Bovera et al.**, 2016) ont remplacé 100 % du tourteau de soja par du FTM (29,65 % de l'alimentation). Les auteurs ont observé un coefficient de digestibilité inférieur à celui du tourteau de soja, mais cette réduction de la digestibilité des nutriments n'a pas eu d'effet sur les résultats de performance des poulets, n'influençant pas le gain de poids et apportant une réduction de la conversion alimentaire, sans modifier les caractéristiques de la carcasse et la qualité physicochimique de la viande.

Tableau 08: Études et effets de l'ajout de farine de larves de *Tenebrio molitor* à l'alimentation des volailles (**Marco et al.**, 2015 ; **Biasato et al.**, 2016 ; **Bovera et al.**, 2016 ; **Biasato et al.**, 2018 ; **Cufadar et Sabirli**, 2019 ; **Elahi et al.**, 2020).

Pays	Phase animale/évaluée	Niveau d'inclusion	Résultat
Italie	Poulet de chair(Ross308) -26 jour	Digestibilité Coefficient	Données sur la digestibilité des nutriments avec des teneurs en les acides aminés digestibles et l'énergie métabolisable.
Italie	Poulet de chair (Label Hubbard)43à97 Jours	7.5%	Elle n'a pas influencé les performances des oiseaux, et le sang Et la graisse des oiseaux sont restés stables. Caractéristiques du sérum.
Italie	Poulet de chair(ShaverBrown)-30à62 Jours	29,65% (100% des Farine de soja)	Il améliore l'indice de consommation des oiseaux et n'interfère pas avec leur alimentation. avec le gain de poids, les caractéristiques de la carcasse et la qualité physicochimique de la viande.
Italie	Poulet de chair(Ross708)-01à53jours	5 %,10 %et15%.	Ila amélioré le gain de poids et la consommation d'aliments, en affectant négativement l'indice de consommation, sans modifier les caractéristiques de la carcasse ni la qualité de l'alimentation. Les paramètres hématologiques et sériques des oiseaux.
Turquie	Caille-7à35jours	0 à 6	Les niveaux d'inclusion supérieurs à2% peuvent avoir un effet négatif sur les animaux. Les indices de performance.
Chine	Poulet de chair(Ross308)-01à42jours	0 à 8	L'inclusion au niveau de 4% a montré de meilleurs indices de performance, n'affectant pas la qualité de la carcasse et les paramètres hématologiques. caractéristiques.

En évaluant les performances de croissance et les caractéristiques des carcasses, des cailles (âgées de 7 à 35 jours), (**Cufadar et Sabirli**, 2019) ont inclus des niveaux croissants (0, 2, 4 et 6%) de FTM en remplacement du tourteau de soja pour les cailles. Les auteurs ont observé que la prise alimentaire ne différait pas entre les traitements, mais qu'il y avait une augmentation de la conversion alimentaire dans les régimes contenant 4 et 6% d'inclusion de farine d'insectes. D'autre part, avec une inclusion de 2%, les oiseaux avaient un gain de poids plus important que dans

les autres traitements, mais le gain de poids était plus faible avec les inclusions de 4 et 6%. Ils ont donc conclu qu'il est possible d'utiliser jusqu'à 2 % d'inclusion de FTM dans l'alimentation des cailles, et que des niveaux plus élevés peuvent affecter les performances des oiseaux, entraînant une réduction du gain de poids et une augmentation de l'indice de consommation, sans interférer avec l'ingestion d'aliments.

1.4. Farine des larves de la mouche soldat noire (*Hermetia illucens*)

La mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) a une distribution presque cosmopolite (sauf dans les régions froides), sans impact négatif sur l'environnement (Syromyatnikov, Lopatin, Danshina, & Popov, 2021). Les larves de la mouche soldat noire contiennent une quantité relativement élevée de protéines et de lipides, ce qui en fait une source appropriée pour l'alimentation animale, contenant 42,9 % de protéines brutes, 26,9 % d'extrait d'éther et 10,9 % de cendres.

Dans l'alimentation des volailles, l'inclusion de la farine de mouche noire a été utilisée pour remplacer des sources végétales, telles que la farine et l'huile de soja, et a donné de bons résultats en termes de performances zootechniques, sans interférer avec les caractéristiques de qualité de la viande et des œufs, comme le montre le tableau 9.

Tableau 09: Études et effets de l'ajout de farine de mouche soldat noire à l'alimentation des volailles (Cullere *et al.*, 2018 ; Altmann, Neumann, Velten *et Liebert*, 2018 ; Dabbou *et al.*, 2018 ; Kareen *et al.*, 2018 ; Mwanik *et al.*, 2018; Pieterse *et al.*, 2019 ; Schiavone *et al.*, 2019 ; Altmann, Wigger, Ciulu *et Mörlein* 2020).

Pays	Espèce/ phase évaluée	Niveaux d'inclusion dans le régime alimentaire	Principaux résultats
Italie	Caille – 10 à 28 jours	0 à 15%	Il peut représenter jusqu'à 15 % du régime alimentaire et fournir une viande de qualité.
Allemagne	Poulet de chair (Ross 308) – 01 à 35 jours.	50 % des farines de soja	Meilleure prise de poids par rapport au groupe témoin, sans interférence avec les paramètres physicochimiques de la viande.
Italie	Poulet de chair (Ross308)- 1 à 35 jours.	0 à 15%	Un niveau de 10 % a influencé positivement la croissance et la

			performance des oiseaux dans la phase initiale.
Malaisie	Poulet de chair (cobb 500) -1 à 21et 22 à 42jours.	0 à 10%	L'inclusion a entraine une amélioration des indices de performance zootechnique, sans modifier les caractéristique de la carcasse.
Canada	Poulettes (Leghom blanc)- 19 à 27 semaines.	0 à 7.5%	Il na pas modifier la production journalière et le poids des œufs. Avec une augmentation de l'épaisseur de la coquille, mais il ya eu une augmentation de l'indice de consommation.
Afrique du sud	Poulet de chair (Cobb 500) -1 à 35 jours d'age.	0 à 15%	Aucune modification n'a été constatée en ce qui concerne le poids de la carcasse, l'analyse sensorielle et les caractéristique de la qualité de la viande.
Italie	Poulet de chair (1 à 35 jours).	0 à 15%	Il peut être utilisé jusqu'à 10 % dans le régime alimentaire sans entrainer de modification du poids de la carcasse et de la qualité de la viande.
Allemagne	Poulet de chair (Ross 308) -1 à 35 jours.	50 %et75 % de farine de soja	Il a eu un effet positif sur le gain de poids, ainsi qu'un effet significatif sur la proportion d'acide gras saturés dans la viande de cuisse des oiseaux, sans modification de la valeur sensorielle de la viande qualité

En ce qui concerne le gain de poids, à l'exception de (**Pieterse, Erasmus, Uushona et Hoffman**, 2019) et de (**Schiavone et al.**, 2019), qui n'ont observé aucun changement par rapport au traitement de contrôle, les études ont montré un effet positif avec l'inclusion de FMSN dans le régime alimentaire des oiseaux (**Altmann et al.**, 2018 ; **Dabbou et al.**, 2018 ; **Kareem et al.**, 2018 ; **Altmann et al.**, 2020). D'autre part, des niveaux d'inclusion de BSFM

allant jusqu'à 10 % de l'alimentation peuvent améliorer leur (conversion alimentaire) (**Dabbou et al.**, 2018 ; **Kareem et al.**, 2018), mais des niveaux plus élevés peuvent conduire à une augmentation de la FC (**Dabbou et al.**, 2018). Cependant, ce changement peut être lié à la présence de niveaux élevés de chitine dans les larves de la mouche soldat noire, qui fait partie de son exosquelette et n'est pas digestible par les animaux monogastriques, ce qui affecte la digestibilité des protéines (**Dabbou et al.**, 2018 ; **Altmann et al.**, 2020).

La qualité de la viande est l'un des facteurs les plus importants à analyser lors de l'inclusion d'un aliment alternatif dans l'alimentation des animaux ; plusieurs chercheurs s'accordent à dire que l'inclusion de FMSN ne modifie pas les caractéristiques de la carcasse (**Kareem et al.**, 2018), les paramètres physicochimiques de la viande (**Altmann et al.**, 2018 ; **Schiavone et al.**, 2019) et sa qualité sensorielle (**Pieterse et al.**, 2019 ; **Altmann et al.**, 2020). Cependant (**Altmann et al.** 2018) ont identifié une saveur légèrement plus prononcée dans la viande des oiseaux nourris au FMSN, concluant qu'il s'agit d'un facteur positif, car les consommateurs peuvent apprécier cette caractéristique de la viande. Bien qu'ils n'aient pas identifié de changements dans la qualité sensorielle de la viande de volaille (**Altmann et al.**, 2020) ont constaté une augmentation des acides gras de la cuisse, un résultat similaire à celui rapporté par (**Cullere et al.**, 2018), qui ont identifié des changements dans le profil des acides gras de la viande de caille.

Chez les poules pondeuses âgées de 19 à 27 semaines, une inclusion de 7,5 % de FMSN dégraissé (6 % d'extrait d'éther) dans un régime alimentaire à base de maïs et de farine de soja peut entraîner une augmentation de la consommation alimentaire et de la conversion alimentaire, sans interférer avec la production quotidienne d'œufs et le poids des œufs ; par conséquent, l'inclusion de FMSN permet d'obtenir une plus grande épaisseur de la coquille d'œuf et une augmentation de l'intensité de la couleur du jaune (**Mwaniki, Neijat, & Kiarie**, 2018). Ces facteurs peuvent générer des impacts positifs sur la production d'œufs, comme l'ont montré (**Secci et al.**, 2018), qui ont rapporté que les poules nourries avec des régimes contenant 17 % d'inclusion de FMSN produisaient des œufs avec une plus grande proportion de jaune et une couleur rouge plus intense ; en outre, les jaunes contenaient 11 % de cholestérol en moins que ceux du groupe témoin.

(**Cullere et al.**, 2018) a mené une étude pour évaluer l'effet du remplacement partiel de la farine et de l'huile de soja. Avec du FMSN dégraissé (*Hermetia illucens*) dans le régime alimentaire de cailles de chair en croissance (*Coturnix japonica*) (10 à 28

jours d'âge) en évaluant la composition proximale de la viande, le cholestérol, la teneur en acides aminés et en minéraux, le profil des acides gras, l'état oxydatif et les caractéristiques sensorielles. Les auteurs ont constaté que, quel que soit le niveau d'inclusion, il n'y avait pas de changement dans la composition chimique et l'état oxydatif de la viande, mais qu'il y avait une augmentation linéaire de la teneur en calcium et une réduction de la teneur en potassium Proportionnellement à l'augmentation du niveau d'inclusion. Il s'agit de la première étude à évaluer les attributs sensoriels de la viande de caille nourrie au FMSN, aucun changement n'ayant été identifié en ce qui concerne les attributs d'odeur, de saveur et de texture (Cullere *et al.*, 2018). Ainsi, les auteurs ont conclu que l'inclusion d'un maximum de 15 % de FMSN dans l'alimentation est techniquement possible, produisant une viande de qualité similaire à celle des cailles nourries avec des régimes conventionnels.

Matériels et Méthodes

Objectif du travail :

Le but de cette étude était de découvrir l'effet de l'incorporation des larves de mouches soldates noires dans le régime alimentaire des poulets de chair. Nous avons étudié son effetsur le poids des poulets, ainsi que sur les normes nutritionnelles et animales, la santé et la productivité des poulets, par rapport à l'alimentation des poulets avec des aliments ordinaires. Le deuxième aspect est l'objectif le plus important de notre étude, et nous avons évalué la possibilité de compenser le tourteau de soja inclus dans les ingrédients alimentaires du poulet avec des larves de mouches soldates noires.

Première expérience :

1. Lieu et durée des expériences :

L'expérimentation a été menée au sein du laboratoire de recherche en physiologie animale appliquée de l'Université INES Mostaganem (cf. figure 12). Cette étude s'est déroulée entre début mars et fin mai. Le laboratoire, équipé des installations et des technologies de pointe, offrait un environnement propice pour mener à bien cette expérimentation rigoureuse. L'objectif principal de ce travail était d'élever des mouches soldat noires (*Hermetia illucens*) et d'évaluer leur croissance et leur développement en fonction de différents régimes alimentaires. Ces régimes ont été soigneusement élaborés et variés pour étudier l'impact de la composition alimentaire sur la biologie et la physiologie des larves.



Figure 12 : Situation géographique de l'université INES –Mostaganem (Google map).

2. Élevage des mouches soldates noires :

2.1. Étapes d'élevage des mouches soldates noires :

➤ **Choix des larves, nutrition et croissance des larves :**

Les larves de mouches soldates noires sont obtenues d'Oued Rhiou (figure 13). Nous veillons à nourrir les larves avec des aliments humides pour volaille et à maintenir le substrat nutritif constamment humidifié. Il est essentiel de s'assurer que les larves disposent toujours de suffisamment de nourriture pour leur développement



Figure 13 : Les larves de mouche soldat noire (photo originale).

➤ **Préparation de l'habitat :**

Il est nécessaire d'utiliser un boîtier en plastique approprié comme récipient pour l'élevage. Disposez le substrat primaire ou la nourriture dans le récipient de manière à créer un environnement favorable à la croissance des larves.

➤ **Conditions environnementales optimales :**

Le maintien d'une température ambiante entre 25°C et 30°C est crucial, car elle favorise le développement des mouches soldates noires. Le contrôle régulier de l'humidité du substrat en le pulvérisant d'eau, tout en évitant de le rendre détrempé, est également nécessaire.

2.2 Cycles de développement :

Les larves passeront par plusieurs stades d'évolution (stades larvaires) avant de devenir une mouche adulte. Les quatre phases sont les suivantes :

➤ **Stade larvaire :**

Les 330 grammes de larves de mouches soldates noires, pesées comme indiqué dans la figure, ont été introduits à l'âge de 8 jours.



Figure 14: Poids des larves (photo originale).

Les larves, introduites à l'âge de 8 jours, sont placées dans une boîte en plastique avec substrat et hydratées avec de l'eau. Cela permet de maintenir l'humidité entre 50 % et 70 %, ainsi qu'une température idéale de 27 à 36 °C pour favoriser leur croissance. Les conditions optimales sont cruciales pour accélérer leur développement. Les larves se dirigent vers le fond de la boîte pour éviter la lumière, car elles préfèrent vivre dans l'obscurité, ce qui constitue une autre condition favorable à leur croissance. Pour créer un environnement propice, nous plaçons cette boîte dans une autre plus grande en plastique, en veillant à ce qu'elles disposent de toutes les conditions nécessaires pour achever leur croissance (figure 15).



Figure 15 : Mettez-les dans une grande boîte en plastique (photo originale).

➤ **Stade Pré-pupa :**

À la fin des 20 derniers jours du stade larvaire, dans des conditions idéales, les larves arrêtent de se nourrir et entrent dans le stade pré-nymphal. Les larves recherchent un endroit sec et sombre pour hiberner (figure 16). Nous les avons donc trouvées sous la boîte en plastique et perdent également leurs membranes (figure 17), indiquant leur transition vers un autre stade. Cette étape dure de 7 à 10 jours



Figure 16 : les larves de Stade Pré-pupa (photo originale).



Figure 17 : la membrane des larves mouche soldat noire (photo originale).

➤ **Stade Pupa :**

Durant le stade du pupa, la larve subit une transformation complète, se transformant en une forme immobile et en un cocon. Ce stade dure environ 4 à 6 jours, durant lequel la mouche soldat noire se prépare à émerger en tant qu'adulte.

Pendant cette étape, nous fournissons aux larves un environnement sec. Cette phase dure 10 jours. Les larves sont placées dans une autre boîte en plastique, et de la sciure sèche est ajoutée (figure18) il est nécessaire de s'assurer que la profondeur de la sciure de bois ne dépasse pas 4 centimètres. Cela permet d'éviter d'étouffer les mouches avec la sciure de bois lorsqu'elles émergent du pupa, car dans certains cas, la chenille peut s'enfoncer profondément dans la sciure de bois.



Figure 18 : un endroit sec pour les larves (photo originale).

➤ **Stade Mouche adulte :**

Après cela, une boîte contenant des larves pupa a été placée dans une cage en bois avec une moustiquaire pour empêcher l'insecte de sortir et de courir quand il est sorti de son cocon. Par conséquent, toutes les conditions idéales sont prévues pour cette étape, de la lumière et du dispositif pour fournir de l'humidité et de l'eau en raison du fait que les mouches à ce stade durent de 5 à 12 jours, ne buvant que de l'eau et ne mangeant pas, sachant qu'il a besoin d'une température de 27 à 30 °C et d'une humidité de 60 à 70 % (figure 19-20).



Figure 19 : Matériels élevage mouche soldat noire (photo originale).

À la fin de la phase cocon, la mouche du soldat noir apparaît comme un adulte et vole à l'intérieur de la cage pour renforcer ses ailes et se préparer à la reproduction (figures 20).



Figure 20 : la mouche sortir du cocon et volée à l'intérieur de la cage (photo originale).

➤ Œufs :

Une fois l'adulte complètement formé, il est prêt à se reproduire. Les mouches adultes, de couleur noire à brun foncé et mesurant environ 1 à 1,5 cm de long (figure 21), ont une durée de vie relativement courte (environ 1 à 2 semaines). Elles consacrent cette période à la recherche de partenaires pour la reproduction. Les morceaux de carton ont été placés à côté des mouches pour pondre des œufs (figure 22). Ces œufs ont été ensuite mis dans une boîte avec des œufs de poule durs, car la femelle pond ses œufs près d'endroits présentant une forte odeur. Ainsi, les larves se nourrissent des œufs de poule dès leur éclosion.



Figure 21 : La mouche soldat noire (photo originale).



Figure 22 : des feuilles en carton pour y pondre des œufs (photo originale).

Après l'incubation pendant une période de 3 à 5 jours, l'éclosion a eu lieu et les larves, également appelées asticots, sortent des œufs (figure 23). Ce processus déclenche un nouveau cycle de vie en 45 jours dans des conditions idéales.



Figure 23 : Larves de mouches soldats noires après l'éclosion (photo originale).

3. Récolte des larves :

La récolte a eu lieu du jour 20 au jour 30. Lorsque les larves, généralement au stade de pré-pupa, sont suffisamment développées et prêtes à être récoltées, je les retire du substrat par séparation, on récupère également les larves que l'on trouve sous une boîte en plastique. Ensuite, je rince doucement les larves récoltées à l'eau propre pour éliminer tout résidu de substrat (figure 24). Je collecte les larves dans une boîte pour les préparer à une étape de séchage.



Figure 24 : Récolte des larves (photo originale).

4. Séchage de larves :

Les larves subissent un traitement initial en étant immergées dans de l'eau chaude à une température de 84 °C pendant 8 à 10 minutes garantissant ainsi leur la mort des larves (figure 25). Ensuite, elles sont soumises à un processus de séchage au four à une température de 120 degrés pendant deux heures et demie, jusqu'à ce qu'elles atteignent un état de complète déshydratation. Après refroidissement (figure 26), elles sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique (figure 27). Les larves broyées sont stockées dans une boîte, dans un endroit préservé de la lumière et de l'air, en vue d'un mélange ultérieur avec la nourriture des poulets.



Figure 25 : la mort des larves (photo originale).



Figure 26 : les larves après séchage (photo originale).



Figure 27 : Farine de larves de mouches soldats noires (photo originale).

Deuxième expérience :

1. Zone et durée de l'expérience :

L'expérience a eu lieu dans l'un des bâtiments dédiés à l'élevage, situés dans une ferme expérimentale de recherche de l'Institut de technologie agricole de Mostaganem, où l'expérience a été appliquée, depuis le nettoyage du bâtiment jusqu'au dernier jour du 15 mai jusqu'au jour de l'abattage du 2 juillet.

2. présentation du lieu de l'expérience :

Cette ferme expérimentale de l'Institut de Technologie agricole Mostaganem est située dans la commune de Mazagran , où cette ferme est disponible sur l'élevage de divers types de production animale du bétail, la volaille et les abeilles, ainsi que sur des terres dédiées à la production de cultures de légumes, de fruits et de céréales.

3. Préparation de bâtiment :

Le poulailler, mesurant 6 mètres de long, 3 mètres de large et environ 2,5 mètres de hauteur, est équipé d'un système de ventilation naturelle. Celui-ci comporte une porte située à l'avant, devant laquelle se trouve un pédiluve. De plus, il comporte quatre fenêtres, deux de chaque côté.

3.1. Nettoyage et désinfection du bâtiment

Initialement, le poulet chair de la race Arbor Acres a été élevé dans un bâtiment de ferme existant, avec une attention particulière aux détails et en tenant compte des conditions d'élevage du poulet à chair, par une série de mesures préventives et sanitaires dans le bâtiment de poulet qui étaient dans les étapes suivantes :

➤ **Nettoyage de l'endroit autour de bâtiment :**

Le nettoyage de l'endroit autour du bâtiment a commencé par déraciner les mauvaises herbes du sol et nettoyer le sol des ordures.

➤ **Nettoyage à sec:**

Après la purification à l'extérieur du bâtiment, on se déplace à l'intérieur en nettoyant la poussière de plafond, les murs, les fenêtres, et les portes avec des brosses flexibles. Ensuite, les résidus sont nettoyés sur le sol et grattés à l'aide de brosses solides.

➤ **Nettoyage par l'eau :**

Après avoir enlevé les ordures, le nettoyage, le frottement et l'essuyage du sol, des murs et du plafond sont effectués. Les entrées et sorties d'air sont nettoyées à l'eau.

➤ **Nettoyage par les détergents :**

Après le nettoyage à l'eau, le nettoyage est complété en utilisant des détergents d'efficacité différente pour éliminer la saleté, les germes et les résidus qui causent des maladies.

➤ **Chaulage :**

La chaux est utile pour désinfecter les microbes qui sont effectués sur trois couches, sur les murs, les portes et les fenêtres, ainsi que les murs de l'extérieur, puis le bâtiment doit être fermé pour le séchage.

➤ **Séparation des locaux :**

Une bâche est placée sur le toit du bâtiment et une toile sur les fenêtres, le bâtiment de la ferme est divisé en quatre sections par une clôture en fer.

➤ **Désinfecter le local :**

C'est un désinfectant qui est utilisé pour désinfecter le bâtiment des germes, des champignons et des virus pathogènes.

➤ **Vide sanitaire :**

C'est le confort biologique d'un bâtiment d'élevage qui commence lorsque la désinfection est terminée, en d'autres termes, le temps entre la fin du processus de dédouanement et l'arrivée

des poussins.

➤ **Pédiluve :**

Après opération de désinfection des bâtiments, l'accès est interdit à l'intérieur des bâtiments. Bâtiment d'élevage est doté d'une barrière sanitaire dite pédiluve pour la désinfection des bottes à l'entrée la préparation des locaux avant la réception des poussins du bâtiment.

3.2. La préparation de local avant la réception des poussins

Préparation du matériel d'élevage :

➤ **Lavage et désinfection de matériels :**

Une fois le vide sanitaire terminé, tout le matériel d'élevage est lavé et désinfecté pour utilisation sans risque.

➤ **Préparation de la litière :**

Cela se fait en apportant du foin personnalisé pour le bétail, en le purifiant des impuretés, en le désinfectant avec du désinfectant, en le laissant sécher, puis en répandant la litière sur le sol du bâtiment avant de placer les poussins.

➤ **Installation des abreuvoirs et des mangeoires :**

Les éléments doivent être positionnés avant l'arrivée des poussins et être nettoyés quotidiennement.

➤ **installation chauffage :**

Le chauffage du bâtiment est actionné par un appareil de chauffage au gaz, qui a été initialement utilisé à partir du 15 mai et enlevé le 20 juin pour haute température.

➤ **Thermomètres :**

Le contrôle de la température se fait à l'aide de thermomètres établis 1 m du sol du bâtiment afin de mesurer la température dans l'atmosphère de la vie des poussins.

➤ **L'éclairage :**

L'éclairage est assuré par une lampe de 24 heures.

➤ **La balance**

Balance pour mesurer le poids du poulet et de l'alimentation du poulet.

4. À l'arrivée des poussins :

Le 15 mai, vers 11 heures, un lot de 200 poussins (figure 28) a été introduit pour l'élevage

collectif. Ces poussins proviennent du Groupe Avicole Ouest (GAO), situé dans la région d'Ain Noissi, dans la wilaya de Mostaganem.



Figure 28 : les poussins de souche Arbor Acres (photo originale).

À la réception, plusieurs vérifications cruciales ont été réalisées :

- Les poussins ont été répartis de manière uniforme dans le bâtiment.
- Des échantillons représentatifs de poussins ont été pesés afin de déterminer le poids initial moyen, permettant ainsi de suivre leur croissance de manière précise.
- Pour minimiser le stress lié au transport et au changement de lieu, une distribution d'eau sucrée a été effectuée (figure 29).



Figure 29 : antistress (photo originale).

Environ une heure après la réception, la distribution d'aliments a été initiée à partir de cartons d'œufs commerciaux temporaires, utilisés provisoirement comme mangeoires. Ces cartons d'œufs commerciaux étaient changés chaque matin pour prévenir tout risque de contamination.

5. Déplacement de la poussinière vers le bâtiment d'élevage

Le déplacement des jeunes poussins de la poussinière vers les bâtiments d'élevage intervient après le 16e jour (figure 30). Ce processus est réalisé avec une grande précision. Les 68 poussins sélectionnés pour l'expérimentation sont soigneusement pesés et individualisés à

l'aide de tickets numérotés fixés à leurs pattes. Cette méthode d'identification garantit un suivi méticuleux de chaque poussin tout au long de la période d'expérimentation



Figure 30 : Déplacement des poussins (photo originale).

Il est important de noter qu'avant et après le déplacement des poussins, un traitement antistress est administré. De plus, des mesures sont prises pour s'assurer que les cartons utilisés lors du déplacement sont soigneusement désinfectés et bien fermés afin de prévenir tout courant d'air potentiellement nocif pour les poussins.

6. Constitution des lots expérimentaux :

Ce bâtiment est divisé en quatre et les poussins sont répartis uniformément dans le bâtiment comme le montre la (figure 31).

La constitution des lots expérimentaux a débuté après une période de 16 jours de démarrage collectif. Un groupe de 68 poussins de la souche ARBOR ACRES a été sélectionné pour la création de 4 lots expérimentaux distincts, chacun composé de 15 sujets, sur une période de 52 jours.

À partir du 18^e jour, les mesures ont été entreprises selon le dispositif expérimental suivant:

Du 1^{er} au 16^e jour (phase de démarrage) : Les poussins ont été nourris avec un aliment de type démarrage pour poulets de chair.

Du 19^e jour au 36^e jour (phase de croissance) : Trois premiers lots, A, B et C, ont reçu un régime alimentaire spécifique caractérisé par la substitution partielle du tourteau de soja par différents pourcentages de larves de mouche soldat noire (figures 31). En revanche, le lot T, composé de 23 poussins servant de témoin, a été alimenté avec un aliment standard de type croissance pour poulets de chair pendant toute la durée de l'expérimentation.



Figure 31 : Aliment de poulet chair a diffèrent concentration de larve de MSN (photo originale).

Du 37e au 48e jour (phase de finition) : Tous les animaux ont été nourris avec un aliment de type finition pour poulets de chair.

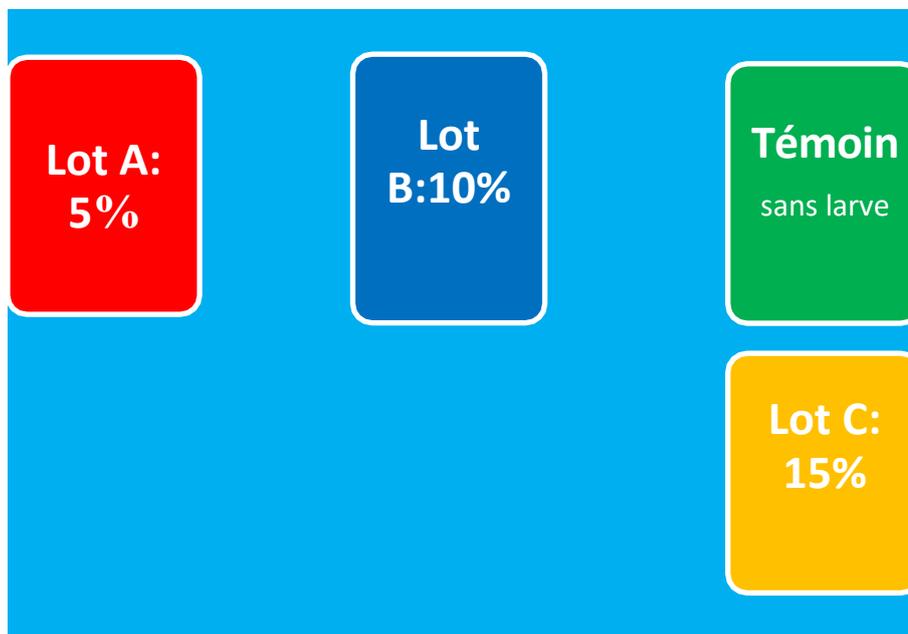


Figure 32 : Organigramme de séparation de locaux.

7. Déroulement de l'élevage :

7.1. Système d'alimentation :

Après avoir regroupé les poussins en lots, une période d'adaptation à leur nouveau régime

Matériels et méthodes

alimentaire expérimental a été initiée, d'une durée de deux à trois jours. Chaque type d'aliment a été introduit progressivement en quantités limitées.

Une fois cette période d'adaptation terminée, la quantité d'aliments distribuée a été déterminée conformément au manuel d'élevage de la race Arbor (Aviagen). Pour ce faire, un tableau 10 spécifiant la quantité de nourriture à fournir selon les différents âges et stades a été utilisé.

Concernant la distribution de l'aliment, elle s'effectue une fois par jour durant la période de démarrage, puis deux fois par jour (matin et soir) pendant les phases de croissance et de finition. Des mangeoires d'une capacité de 1,5 kg sont utilisées pour cette distribution (figure).



Figure 33 : la distribution de l'aliment (photo originale).

Tableau 10 : Quantité de nourriture donnée et mangée par le poulet chair à divers âges.

Type d'aliment	Le sujet	Durée (jour)	Quantité d'aliments distribués à chaque poussin par jour.
Démarrage (sans larve de mouche soldat noire)	68 poussins.	1 jour_18 jour.	14_876g.
Croissance	5%	19 jour_36jour.	975_224g.
	10%		
	15%		
	Témoin		

Matériels et méthodes

Finition	5%_10%_15%_Témoin (même aliment de type finition pour poulets de chair)	37jour_48jour.	226_230g.
----------	--	----------------	-----------

7.2. Construction de l'alimentation :

Dans le cadre de notre expérimentation, la préparation de l'aliment de croissance revêt une étape cruciale. Les larves de mouches soldat noires séchées subissent un processus de broyage facilitant leur incorporation dans l'alimentation. Une étape essentielle suivante consiste à déterminer les quantités à utiliser en respectant les pourcentages prévus dans notre formule alimentaire. Cela assure un équilibre nutritionnel adéquat dans l'alimentation finale.

Notre source d'alimentation pour les trois phases (démarrage, croissance et finition) provient de la THAGHDIA COMPANY(figure34), une unité de fabrication d'alimentation pour bétail située dans la région de Sayda, wilaya de Mostaganem.



Figure 34 : déroulement de fabrication de l'alimentation bétail « **THAGHDIA COMPANY** » (Photo originale)

7.3. Formule alimentaire

La composition du régime expérimental est conçue à ces niveaux les niveaux d'énergie et de protéines sont aussi proches que possible du régime alimentaire utilisé dans l'alimentation commerciale avec le remplacement et la diminution de certaines proportions de soja et l'ajout de proportions variables de larves de mouches soldats noires, et les régimes ont été développés en respectant les besoins du poulet pour les étapes de croissance et de fin. La formule alimentaire utiliser pour notre expérimentation est illustré dans tableau 11.

Tableau 11: Les formules des différentes concentrations d'alimentation.

Ingrédients	Concentration			
	Témoin	Lot 1	Lot2	Lot3
Mais	62%	62%	62%	62%
tourteau de soja	30%	25%	20%	15%
Son de blé	5%	5%	5%	5%
BSF	0%	5%	10%	15%
CMV	1%	1%	1%	1%
Calcium/ phosphore	2%	2%	2%	2%
Totale	100%	100%	100%	100%

7.4. La consommation de l'eau :

Durant toute la période d'élevage, nous avons maintenu une qualité d'eau constante en utilisant de l'eau commerciale **OVITALE**, dont la composition est bien connue éliminant ainsi toute variable non souhaitée liée à la qualité de l'eau.

Le (tableau 12) suivant représente la composition de l'eau commerciale **OVITALE** utilisée dans notre expérience :

Tableaux 12 : la composition de l'eau commerciale **OVITALE**

Composition	Teneur en (mg/l)
Calcium	80
Magnésium	14
Potassium	1.00
Sodium	30
Chlorure	50

Matériels et méthodes

Sulfate	75
Bicarbonates	214
Nitrite	0.00
Nitrate	5.10
Résidu sec à 180°	360
pH 6.92	

7.5. Système de température :

Au cours de notre élevage, une surveillance minutieuse de la température a été maintenue tout au long des trois phases : le démarrage, la croissance et la finition.

Tableau 13 : température appropriée de poulet chair selon leur phase.

Phase de démarrage

Phase de croissance

phase de finition

Jours	Température
1-2-3-4	35°C
5-6-7	33°C
8-9	31°C
10-11	30°C
12-13-14	29°C
15-16-17	28°C

Jours	Température
18-19	29°C
20	28°C
21-22	27°C
23-24	26°C
25-26-27	25°C
28-29-30	26°C
31-32-33	27°C
34-35	28°C

Jours	Température
36-37	30°C
38-39	31°C
40-41-42	32
43	33°C
44	34°C
45	35°C
46-47-48	33°C
49	32°C
50-51	33°C

7.6 Plan prophylaxie :

Le programme vaccinal réalisé durant la période d'élevage est présenté dans les (figures 35) et le tableau suivant:

Tableau 14 : Les vaccins utilisés pendant la période d'élevage pour le poulet chair.

Age en semaines	Type de vaccin
-----------------	----------------

Matériels et méthodes

J11	Bronchite
J15	Gumboro
J22	Newcastle

Afin d'assurer une bonne utilisation des médicaments et des vaccins, les animaux ont été soumis à une privation temporaire d'eau d'abreuvement. Ceci engendre une certaine soif chez les animaux, avec l'utilisation de l'anti-stressant avant et après la distribution du vaccin.



Figure 35 : les vaccins de poulet de chair

Le programme des antistress et traitement la période d'élevage est présentée dans les (figures 36_37) et le tableau suivant :

Tableau 15 : les Antistress utilisées dans la période d'élevage.

Âgé des poussins	Les antistress
j1_j5	Érythromycine (vigal X2)
j11	Érythromycine (vigal X2) (avant et après le vaccin)
J15	Érythromycine (vigal X2) (avant et après le vaccin)
J22	Érythromycine (vigal X2) (avant et après le vaccin)



Figure 36 : Antistress (photo originale).

Tableau 16 : les traitements utilisés dans la période d'élevage.

Âge des poussins	Les traitements
j17_ j21	AL-COX
J37_ j41	SUCOTYTR AL -4
J42_ j48	VITAMINE C 25 %/ CARNITOL



Figure 37 : Les traitements utilisés durant la période d'élevage (Photo originale).

8. Paramètres zootechniques :

Les paramètres zootechniques qui ont été mesurés dans cet élevage sont :

Poids vifs :

Pendant la phase de croissance de notre expérimentation, qui s'étend du 17^e au 35^e jour, des pesés ont été effectués chaque jour sur tous les sujets des lots (15 sujets), à une heure fixe en utilisant une balance électronique d'une capacité de (0-5kg).

Consommation alimentaire :

La quantité moyenne d'aliments consommée est comptabilisée chaque semaine par la formule suivante :

Quantité moyenne = Quantité d'aliment consommé par semaine / Nombre des sujets en vie

Détermination de l'indice de consommation (IC) :

L'indice de consommation a été déterminé selon la formule suivante :

Indice de consommation = Quantité d'aliment consommé par semaine / Gain de poids par sujet sur cette semaine.

Gain moyen quotidien :

Les gains moyens ont été calculés chaque semaine.

Taux de mortalité :

Le taux de mortalité est égal au nombre des poussins ou poulets morts par phase par rapport à l'effectif au début de la phase.

$T.M(\%) = \frac{\text{le nombre des sujets morts}}{\text{le nombre des sujets mises en place}} \times 100$.

Paramètres pondéraux :

À la fin de l'élevage qui a duré 49 jours, six sujets de chaque lot ont été abattus (figure 38). L'objectif était de surveiller les paramètres de poids et d'effectuer des analyses spécifiques sur certains organes. Et le poids précis des organes tels que les gésiers, le foie, le cœur ainsi que le tissu adipeux. De plus, les cuisses et le filet ont été pesés pour chaque sujet.

Dans chaque lot, nous avons gardé un membre de fil (cœur, gésier) afin de faire des coupes histologiques. Cette étape nous a permis d'analyser en détail la structure et la composition des tissus.



Figure 38 : Poulet de 48 jours (photo originale).

Les résultats obtenus à partir de ces analyses ont contribué à une meilleure compréhension des changements physiologiques et des caractéristiques spécifiques de chaque sujet.

Grâce à cette approche, nous avons pu obtenir des données détaillées sur la répartition du poids des organes et des tissus, ce qui a enrichi notre compréhension des caractéristiques individuelles de chaque sujet. Ces informations ont été essentielles pour évaluer l'impact de l'alimentation et du développement sur la croissance et la composition corporelle du poulet chair.

Les paramètres pondéraux qui ont été mesurés dans cet élevage sont :

- Poids de la carcasse.
- Rendement de la carcasse.

9. Méthodes d'analyse physico-chimiques

9.1. Mesure de la matière sèche : (AFNOR, 1994)

- On prend 5 g d'échantillon les placer dans une capsule métallique d'un poids bien déterminé.
- L'introduire dans l'étuve réglée à une température de 105 °C pendant 24 heures.
- Placer la capsule dans un dessiccateur.
- La pesée est introduite de nouveau dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

$$\% \text{ MS} = \frac{M_s}{M_1} \times 100.$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 - \% \text{ MS}.$$

$$M_2 = M_1 - M_0.$$

M0 : masse de la capsule vide (g).

M1 : masse de la capsule contenant la prise d'essais (g).

M2 : masse de la capsule après évaporation (g).

9.2. Mesure de la matière minérale : (AFNOR, 1994)

On pèse l'échantillon, on le sèche puis on le pèse de nouveau si la teneur en cendres doit être déclarée sur une base sèche. On incinère l'échantillon à haute température 550 °C pendant 2 heures dans un four à moufle, puis on pèse le résidu (cendre de couleur grise, claire ou blanchâtre). Le pourcentage des cendres totales est calculé le plus souvent sur une base sèche pour plus de reproductibilité dans les résultats.

1. M0 % : matières organiques.
2. M1 : masse des capsules + prise d'essai.
3. M2 : masse des capsules + cendres.
4. P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (cd) est calculée comme suite :

$$Cd = 100 - MO\% \text{ Cendres totales } (\%) = M (\text{cendres}) \times 100 / M (\text{base sèche}) \times M (\text{éch. Sec}).$$

9.3. Dosage des protéines brutes:(Méthode de Lowry , 1951)

• Principe

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et tryptophane.

L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 600nm avec le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs à l'exception des protéines.

Mode opératoire

1) Gamme étalon

La gamme étalon a été faite avec la solution albumine bovine préparée à 25 mg par 100 ml d'eau

distillée. On utilise la même solution que pour doser les échantillons.

Solution A est constitué de 1g de la soude (NaOH) mélange à 5 g de carbonate de sodium (Na_2CO_3) dans 250 ml d'eau distillée.

Solution B est un mélange de 0.125g sulfate de cuivre (CuSO_4) et de 0.25g de tartrate double Sodium Potassium dans 25ml de l'eau distillée.

Le réactif de Lowry est composé de

Solution C (50ml de solution A + ml de solution B) à mélanger au moment de la manipulation.

9.4. Dosage des lipides totaux (Soxhlet, 1879)

Principe

Un ensemble Soxhlet est constitué d'un ballon monocol, d'un condenseur et d'un extracteur. Ce dernier présente un système de tubes permettant la vidange du corps en verre. À l'intérieur de la cartouche de cellulose, on y insère le solide dont on veut extraire les lipides. Le produit dont on souhaite extraire les matières grasses est placé dans la cartouche de cellulose, puis dans le réservoir Soxhlet. Dans le ballon, on introduit quelques billes à ébullition, afin d'empêcher le solvant de monter dans le corps du Soxhlet. Il est nécessaire de peser le ballon avec les billes pour avoir la masse initiale. Ensuite, le ballon est rempli de 100 ml d'hexane. À l'aide d'une chauffe ballon, le solvant est porté à ébullition (Meunier, 2011). Le but de cette méthode est d'atteindre la température d'ébullition du solvant c'est-à-dire celle de l'hexane qui est de 68°C afin que les vapeurs montent dans le tube de retour de distillation et se condensent. L'hexane retombe alors dans le réservoir contenant la cartouche de cellulose et solubilise la substance à extraire. Le réservoir se remplit, et que le niveau du solvant est à la hauteur du haut du siphon, (numéro 6 sur le schéma ci-dessus) le réservoir se vidange automatiquement (c'est un cycle). Le solvant et les lipides sont entraînés dans le ballon. Pour réaliser une extraction correcte, il faut régler le chauffe-ballon de manière à obtenir 20 cycles par heure pendant 5 heures. À la fin de l'extraction, l'hexane est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif. On pèse alors le ballon et la différence avec la masse initiale donne la masse de lipides (Meunier, 2011).

1/ Billes à ébullition.

2/ Ballon en pyrex de 250 ml rempli de 100 ml de solvant.

3/ Retour de distillation.

4/ Corps en verre.

5/ Cartouche de cellulose.

6/ Haut du siphon.

7/ Sortie du siphon.

8/ Adaptateur d'expansion (inutile ici, car toute la verrerie est en 24/40).

9/ Condenseur.

10/ Entrée de l'eau de refroidissement.

11/ Sortie de l'eau de refroidissement.

Mode opératoire

Peser 5g de l'échantillon broyé et les introduire dans fiole conique de 250ml (JORA, 2006).

Placer, dans l'appareil à extraction la cartouche contenant la prise d'essai broyée verser dans le ballon la quantité nécessaire (200 ml) de solvant (Hexane, éther de pétrole ou chloroforme).

Adapter le ballon à l'appareil à extraction sur le bain à chauffage électrique.

Après une extraction d'une durée de 8 h, 6h ou 4h, éteindre l'appareil et laisser refroidir.

Éliminer le solvant par évaporation dans un rota vapeur (Hamsi, 2013).

9.5. Estimation du degré d'oxydation des lipides

Principe de la méthode :

L'indice TBA ou TBARS est une méthode spectrophotométrie qui dose le Malon aldéhyde (MDA), ce dernier étant le produit secondaire de l'oxydation des acides gras polyinsaturés, l'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le Malon aldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 530 nm (Pegg, 1993).

Mode opératoire

Pour mesurer l'indice « TBA » nous avons utilisé la méthode adaptée par (Genot, 1996). Un échantillon de 2 gr est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloracétique à 5% (p/v) et éventuellement 100 µl de vitamine C. Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (Ultra-Turrax) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2ml d'acide thiobarbiturique. Les tubes fermés vont être plongés dans au bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain d'eau froide. La dernière étape consiste à lire à l'aide d'un Spectrophotomètre.

L'absorbance du mélange réactionnel à 530 nm et les résultats sont exprimés en mg 9équivalent MDA (Malon aldéhyde) / Kg. c) Expression des résultats les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenus par la formule suivante :

Mg équivalent MDA /Kg = $(0,72/ 1,56) \times (A532 \text{ cor} \times V \text{ solvant} \times V_f) / PE$ avec :A530 cor : l'absorbance.

V solvant : volume de solution de dilution TCA en ml.PE : prise d'essai en gramme.

Vf : volume du filtrat prélevé.

0,72/1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : $1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ (Buedge *et al.*, 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

10. Etude statistique

L'étude statistique menée récemment a adopté une approche bifactorielle, organisée en blocs. Cette méthode est particulièrement pertinente lorsqu'il s'agit d'analyser l'interaction entre deux facteurs principaux tout en contrôlant les variations dues à d'autres sources potentielles de variabilité. En organisant l'étude en blocs, nous avons pu minimiser les effets de la variabilité intra-bloc et maximiser la capacité à détecter les différences entre les niveaux des facteurs principaux. Suite à cette organisation bifactorielle, une comparaison des moyennes a été effectuée pour déterminer si les différences observées étaient statistiquement significatives. Pour ce faire, le test de Newman et Keuls a été utilisé. Ce test est particulièrement utile pour comparer les moyennes de plusieurs groupes sans présumer d'une distribution spécifique des données. Il offre une flexibilité dans la comparaison des groupes et est souvent utilisé lorsque l'on souhaite effectuer des comparaisons multiples sans augmenter de manière significative le risque d'erreurs de type.

Conclusion

Conclusion générale

L'agriculture moderne, avec ses défis croissants en matière de durabilité et d'efficacité, nécessite des innovations constantes pour répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale en croissance. Dans ce contexte, l'intégration de la mouche soldat noire (BSF) dans l'alimentation des poulets de chair est apparue comme une solution prometteuse, offrant une alternative durable aux sources traditionnelles de protéines.

Les résultats de cette étude ont clairement démontré les avantages de l'utilisation de BSF dans l'alimentation des poulets de chair. L'augmentation significative du poids vif des poulets est un indicateur clé de leur santé et de leurs croissances optimales. Cette amélioration des performances zootechniques, en particulier le poids vif et le poids de la carcasse éviscérée, suggère que les poulets alimentés avec BSF ont une meilleure conversion alimentaire, se traduisant par une production de viande plus efficace.

La qualité nutritionnelle de la viande de poulet s'est également avérée supérieure avec l'incorporation de BSF. Une teneur accrue en protéines et en lipides dans la viande est bénéfique pour les consommateurs, offrant une source de protéines de haute qualité. De plus, les améliorations organoleptiques, notamment en termes de goût et de texture, renforcent l'attrait de la viande de poulet pour les consommateurs.

Au-delà des avantages immédiats, l'utilisation de BSF présente des implications écologiques positives. Contrairement aux sources traditionnelles de protéines, comme le soja, qui nécessitent de vastes étendues de terres et sont associées à la déforestation, la production de BSF a une empreinte écologique réduite. Cela pourrait potentiellement réduire la pression sur les écosystèmes fragiles et contribuer à une agriculture plus durable.

Cependant, comme toute innovation, l'introduction de BSF dans l'alimentation des poulets de chair nécessite une adoption prudente. Il est essentiel de surveiller étroitement les effets à long terme sur la santé des poulets et de s'assurer que les avantages observés sont durables. De plus, la perception du public vis-à-vis de la consommation de viande provenant de poulets alimentés avec BSF doit être prise en compte. Bien que les avantages nutritionnels et organoleptiques soient clairs, il est crucial de sensibiliser le public à ces avantages pour garantir une adoption réussie.

Conclusion générale

Les perspectives pour l'avenir sont vastes. Avec la croissance constante de la population mondiale et la demande accrue de sources de protéines durables, l'utilisation de BSF comme complément alimentaire pour les poulets de chair pourrait offrir une solution viable à long terme. Cela pourrait également ouvrir la voie à l'exploration de l'utilisation de BSF dans l'alimentation d'autres animaux d'élevage.

En outre, l'industrie avicole pourrait bénéficier d'avantages économiques. La réduction de la dépendance à l'égard des sources traditionnelles de protéines pourrait entraîner une baisse des coûts de production, tout en offrant un produit de meilleure qualité.

Références bibliographique

A

- Adeniji, A. A. (2007). Effect of Replacing Groundnut Cake with Maggot Meal in the Diet of Broilers. *International Journal of Poultry Science*, 6(11), 822-825.
- Adjou K., Kaboudi K. 2013. Démarrage du poulet chair : une étape clé pour la conduite de la bande. *La semaine vétérinaire*, 20 septembre, n° 1552.
- Agazzi, A., Invernizzi, G., & Savoini, G. (2016). New Perspectives for a Sustainable Nutrition of Poultry and Pigs. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 3(3), 97-99.
- Alloui N, 2006 : Polycopie de zootechnie aviaire, université - Elhadj Lakhdar- Batna, département de vétérinaire, « Effet de la ventilation sur les paramètres de l'ambiance des poulaillers et les résultats zootechniques 60 p.
- Altmann, B., Neumann, C., Velten, S., Liebert, F., & Mörlein, D. (2018). Meat Quality Derived from High Inclusion of a Micro-Alga or Insect Meal as an Alternative Protein Source in Poultry Diets: A Pilot Study. *Foods*, 7(3), 34
- Altmann, B. A., Wigger, R., Ciulu, M., & Mörlein, D. (2020). The effect of insect or microalga alternative protein feeds on broiler meat quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(11), 4292-4302.
- Arango Gutiérrez, G. P., Vergara Ruiz, R. A., & Mejía Vélez, H. (2004). Compositional, microbiological and protein digestibility analysis of the larva meal of *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) at Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 57(2), 2491–2500.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas [ABNT]. ABNT NBR 16389:2015. (2015). *Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira*
- Awal Rabiul, Rahman Masudur, Choudhury, A.R., Hasan Mehedi, Rahman Towfiqu, Mondal Fuad, 2022. Influences of artificial light on mating of black soldier fly (*Hermetia illucens*) - a review. *International Journal of Tropical Insect Science*.

B

- Babatunde, O. O., Park, C. S., & Adeola, O. (2021). Nutritional Potentials of Atypical Feed Ingredients for Broiler Chickens and Pigs. *Animals*, 11(5), 1196.
- Bahadori, Z., Esmailzadeh, L., Karimi-Torshizi, M. A., Seidavi, A., Olivares, J., Rojas, S., ... López, S. (2017). The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermicompost on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science*, 202, 74-81.

Références bibliographique

- Banks, I. J., Gibson, W. T., & Cameron, M. M. (2014). Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical medicine & international health*, 19(1), 14–22
- Banks, I. J. (2014) 'To assess the impact of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae on faecal reduction in pit latrines', *Dissertations and Theses*, (2014), pp. 1–231. doi: 10.17037/PUBS.01917781.
- Barragan-Fonseca, K.B.; Dicke, M.;van Loon J.J.A., 2017. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. *J. Insects as Food Feed* 3(2), 105–120
- Barragan-Fonseca, Karol B., Dicke, M., & van Loon, J. J. (2018b). Influence of larval density and dietary nutrient concentration on performance, body protein, and fat contents of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*.
- Barros, L.M., Gutjahr, A.L.N., Ferreira- Keppler, R.L., Martins, R.T., 2019. Morphological description of the immature stages of *Hermetia illucens* (Linnaeus,1758) (Diptera: Stratiomyidae). *Microsc. Res. Tech.* 82, 178–189.
- Benatmane F. 2012. Impacte des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes : Cas du lapin et du poulet de chair Doctoral dissertation. Université Mouloud Mammeri. 7- 16p
- BELALA,R.TALA,A.(2018). Suivi d'élevage de poulet de chair au niveau de la Daïra deKhemisMiliana. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire.Université SaadDahleb-Blida 1-.Algérie.7_8_11.
- Bertinetti, C., Samayoa, A.C., Hwang, S.-Y., 2019. Effects of Feeding Adults of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on Longevity, Oviposition, and Egg Hatchability: Insights Into Optimizing Egg Production. *Journal of Insect Science* 19.
- Betraoui, M. (2021). « L'Algérie consomme 50.000 tonnes de viande blanche Belaid D. 2015. L'élevage avicole en Algérie. Édition. 66p. par mois ». Algeri Eco.
- Biasato, I., De Marco, M., Rotolo, L., Renna, M., Lussiana, C., Dabbou, S., ... Schiavone, A. (2016). Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(6), 1104-1112.
- Biasato, I., Gasco, L., De Marco, M., Renna, M., Rotolo, L., Dabbou, S.; ... Schiavone, A. (2018). Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. *Poultry Science*, 97(2), 540-548.
- Bloukounon-Goubalan A.Y., Saïdou A., Chrysostome C.A.A.M., Kenis M., Amadji G.L., Igué A.M. & Mensah G.A., 2020. Physical and Chemical Properties of the

Références bibliographique

Agroprocessing By-products Decomposed by Larvae of *Musca domestica* and *Hermetia illucens*. *Waste and Biomass Valorization* 11(6), 2735–2743.

- Britto, L. G., Oliveira, M. C. de S., Giglioti, R., Barbieri, F. da S., Netto, F. G. da S., Chagas, A. C. de S., & Celestino, O. de O. (2008). Manual de identificação, importância e manutenção de colônias estoque de dípteras de interesse veterinário em laboratório. Embrapa Documentos, 125.
- Bruno, D., Bonelli, M., Cadamuro, A.G., Reguzzoni, M., Grimaldi, A., Casartelli, M., Tettamanti, G., 2019a. The digestive system of the adult *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): morphological features and functional properties. *Cell Tissue Res* 378, 221–238. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03025-7>
- Bruno, D., Bonelli, M., De Filippis, F., Di Lelio, I., Tettamanti, G., Casartelli, M., Ercolini, D., Caccia, S., 2019b. The Intestinal Microbiota of *Hermetia illucens* Larvae Is Affected by Diet and Shows a Diverse Composition in the Different Midgut Regions. *Appl Environ Microbiol* 85, e01864-18.
- BOUCHERIT.,T. HOUAS.,F-Z.(2020). Impact de l'incorporation des ressources alimentaires locales sur les performances zootechniques de poulets de chair. Bilan de quelques essais. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master. Université SAAD DAHLEB-BLIDA 1.Algérie.p4-5.
- Bovera, F., Loponte, R., Marono, S., Piccolo, G., Parisi, G., Iaconisi, V., ... Nizza, A. (2016). Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *Journal of Animal Science*, 94(2), 639-647.

C

- Cancian, H., Maganhe, B. L., Ferreira, L. B., Baveloni, M. F. G., Silva, N. M., Oliveira, R. Í. G. de, ... Barbalho, C. B. (2020). Efeito dos níveis de inclusão de farinha de minhoca em substituição parcial ao farelo de soja na alimentação de poedeiras sobre a qualidade do ovo. In E. Poisson (Ed.), *Elementos de Zootecnia (Vol.1)*. Belo Horizonte, MG: Editora Poisson.
- Caruso, D., Devic, E., Talamond, P., Subamia, I., Baras, E., 2020. 2014 Caruso et al., pdf technical+handbook BSF
- Cheng, J. Y., Chiu, S. L., & Lo, I. M. (2017). Effects of moisture content of food waste on residue separation, larval growth and larval survival in black soldier fly bioconversion. *Waste Management*, 67, 315-323
- Cheng, V., A.K. Shoveller, L.A. Huber, et E.G. Kiarie. 2023. Comparative protein quality in black soldier fly larvae meal vs. soybean meal and fish meal using classical protein efficiency ratio (PER) chick growth assay model [Comparaison de la qualité

Références bibliographique

des protéines dans la farine de larves de mouche soldat noire par rapport à la farine de soja et à la farine de poisson à l'aide d'un modèle classique d'essai de croissance de poussins à coefficient d'efficacité protéique (CEP)]. *Poultry Science*, Vol. 102 (1)102255.

- Corpen, 1996 - Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles, 9p.
- Costa-Neto, E. M. (2003). Insetos como fontes de alimentos para o homem: Valoração de recursos considerados repugnantes. *Interciencia*, 28(3), 136-140.
- Cufadar, Y., & Sabırlı, H. (2019). The Effects of Addition to Different Levels of Mealworm (*Tenebrio molitor*) to Quail Diets on Performance and Carcass Traits. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 33(3), 248-251.
- Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Acuti, G., Marangon, A., & Dalle Zotte, A. (2018). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. *Animal*, 12(3), 640-647.

D

- Dabbou, S., Gai, F., Biasato, I., Capucchio, M. T., Biasibetti, E., Dezzutto, D., ... Schiavone, A. (2018). Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9, 49.
- Demetriou, J., Kalaentzis, K., Kazilas, C., Kunz, G., Mostovski, M.B., Koutsoukos, E., 2022. An "alien" species on the loose: new records and updated distribution of the black soldier fly *Hermetia illucens* in the Western Palearctic 6.
- De Marco, M., Martínez, S., Hernandez, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L., ... Schiavone, A. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 211-218.
- de Souza Vilela, J., N.M. Andronicos, M. Kolakshyapati, M. Hilliar, T.Z. Sibanda, N.R. Andrew, R.A. Swick, S. Wilkinson, et I. Ruhnke. 2021. Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system [Les larves de mouches soldats noires dans les régimes de poulets de chair améliorent les performances des poulets de chair et modulent le système immunitaire]. *Animal Nutrition*. 7(3):695-706.
- Djerou Z. 2006. Influence des conditions d'élevage sur les performances chez le poulet de chair. Mémoire de magister. Médecine vétérinaire. Université Mentouri de

Références bibliographique

Constantine. 112p.

- Dortmundans, B. et al. (2017) Black Soldier Fly Biowaste Processing. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013) Edible insects. Future prospects for food and feed security, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- DZEPE., T-D-R. (2021). Production et valorisation des larves de mouche soldat noire, *Hermetia illucens* (Diptera : Stratiomyidae). Thèse soutenue publiquement en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat/PhD en Biologie Animale. UNIVERSITY OF DSCHANG. CAMEROON. P2.

E

- Elahi, U., Wang, J., Ma, Y., Wu, S., Wu, J., Qi, G., & Zhang, H. (2020). Evaluation of Yellow Mealworm Meal as a Protein Feedstuff in the Diet of Broiler Chicks. *Animals*, 10(2), 224

F

- FAO, 2017. The future of food and agriculture: trends and challenges.
- FAO stat (2018). Données statistiques de la FAO, domaine de la production agricole : Division de la statistique, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- FAO, 2019. World Population Prospects 2019.
- Fanilo., A. (2022). Elaboration de business plan : cas de l'élevage de mouches soldats noires (*Hermetia illucens*) au sein de l'unité de recherche sur les insectes comestibles, à l'Université d'Antananarivo. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade de Master II. UNIVERSITE D'ANTANANARIV -ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES. Madagascar. p3.
- Feliachi. 2003. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. Commission nationale AnGR. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 46p.
- Florent, L. (2020). OPTIMISATION DU MAINTIEN DES CONDITIONS ABIOTIQUES DANS LES ELEVAGES D'HERMETIA ILLUCENS PAR UN SYSTEME DE BRASSAGE ET DE SUIVI AUTOMATISE FLORENT LOWET. MASTER BIOINGENIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT. Université de Liège, Liège. Belgique. P8_9.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2013). Edible insects. Future prospects for

Références bibliographique

food and feed security. In Food and Agriculture Organization of the United Nations 171.

G

- Gadzama, I. U., & Ndudim, R. K. (2019). Nutritional Composition of Housefly Larvae Meal: A Sustainable Protein Source for Animal Production - A Review. *Acta Scientific Agriculture*, 3(4), 74-77
- Gärttling D. & Schulz H., 2019. Compilation of black soldier fly frass analyses. In: INSECTA 2019 International Conference. Germany, 126.
- Gasco, L., Biasato, I., Dabbou, S., Schiavone, A., & Gai, F. (2019). Animals Fed Insect-Based Diets: State-of-the-Art on Digestibility, Performance and Product Quality. *Animals*, 9(4), 170.
- Gent.2009.side maxisciences.com/poulet/l-elevage-de-volailles-en-batterie-un-sujet-polemique_art620.html.
- Gold, M. et al. (2018) 'Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review', *Waste Management*. The Authors, 82, pp. 302–318. doi: 10.1016/j.wasman.2018.10.022.
- Gold, M., Tomberlin, J. K., Diener, S., Zurbrügg, C., & Mathys, A. (2018). Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review. *Waste Management*, 82, 302–318
- Gunya, B., Muchenje, V., & Masika, P. J. (2019). The Effect of Earthworm *Eisenia foetida* Meal as a Protein Source on Carcass characteristics and Physico-Chemical Attributes of Broilers. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(7), 657-664.

H

- Harkati.,A.(2021). Etude de l'effet des conditions pré-abattage et niveau de stress sur la qualité de la viande de poulet de chair : cas de l'Est algérien. Thèse de Doctorat en Sciences alimentaire. UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE1 INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION ET DESTECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES (I.N.A.T.A.A.). Algérie.p1-5.
- Hauser, M., Woodley, M., 2015. The historical spread of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera, Stratiomyidae, Hermetiinae), and its establishment in Canada. *Journal of the Kansas Entomological Society* 146, 51–54.
- Hoffmann, L., 2021. Genetic diversity and mating systems in a mass-reared black soldier fly (*Hermetia illucens*) population (Thesis). Stellenbosch : Stellenbosch University.

Références bibliographique

- Hoffmann, L., Hull, K.L., Bierman, A., Badenhorst, R., Bester-van der Merwe, A.E., Rhode, C., 2021a. Patterns of Genetic Diversity and Mating Systems in a Mass-Reared Black Soldier Fly Colony. *Insects* 12, 480.
- Hubbard. 2015. Bibliothèque technique. Guide d'élevage poulet de chair (PDF en ligne).<http://www.hubbardbreeders.com/fr/technique/bibliothequetechnique/> Consulté le 31/01/2016. 62 P.

I

- I.T.A., 1973. Institut de Technologie Agricole. Aviculture 3, conditions d'ambiance et d'habitat moyens technique de leur maîtrise équipements d'une unité avicole, p44.
- ITAVI. 2001. Elevage des volailles. Paris. Décembre.
- ITAVI 2009. Guide d'élevage aviculture fermière. Paris. 1^{er} édition.
- ITELV, 2002 : Les Facteur Ambiance Dans Les Bâtiments D'élevage Avicole, DFRV, P 14.

J

- Jacquet. 2007. Guide pour l'installation en production avicole. 31: 12-13.
- Jacquet M, 2007 .guide pour l'installation en production avicole :la production depoulet de qualité différenciée 2éme partie.
- Jean-luc G. et *al.* 2011. Maladies des volailles. Editions Frances Agricole. 3^{ème} édition. 539p.
- Joseph,G. (2022).Génétique, génomique et histoire évolutive d'*Hermetia illucens*.Thèse de doctorat.Université Paris-Saclay.france.P 46-50.
- Jones, B.M., Tomberlin, J.K., 2020. Validation of Acrylic Paint as a Marking Technique for Examining Mating Success of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Economic Entomology* 113, 2128– 2133. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa129>
- Jucker, Costanza, Erba, D., Leonardi, M. G., Lupi, D., & Savoldelli, S. (2017). Assessment of Vegetable and Fruit Substrates as Potential Rearing Media for *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Environmental entomology*, 46(6), 1415–1423.

K

- Kareem, K. Y., Abdulla, N. R., Foo, H. L., Zamri, A. N. M., Shazali, N., Loh, T. C., & Alshelmani, M. I. (2018). Effect of feeding larvae meal in the diets on growth performance, nutrient digestibility and meat quality in broiler chicken. *Indian Journal*

Références bibliographique

of Animal Sciences, 88(10), 1180-1185.

- Katunda. L, 2006. Cours de zootechnie Faculté des sciences agronomiques université de Bandundu
- Kaya, C., Generalovic, T.N., Ståhls, G., Hauser, M., Samayoa, A.C., Nunes-Silva, C.G., Roxburgh, H., Wohlfahrt, J., Ewusie, E.A., Kenis, M., Hanboonsong, Y., Orozco, J., Carrejo, N., Nakamura, S., Gasco, L., Rojo, S., Tanga, C.M., Meier, R., Rhode, C., Picard, C.J., Jiggins, C.D., Leiber, F., Tomberlin, J.K., Hasselmann, M., Blanckenhorn, W.U., Kapun, M., Sandrock, C., 2021. Global population genetic structure and demographic trajectories of the black soldier fly, *Hermetia illucens*. BMC Biology 19, 94.
- Khan, S. H. (2018). Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. Journal of Applied Animal Research, 46(1), 1144-1157.
- Khan, M., Chand, N., Khan, S., Khan, R. U., & Sultan, A. (2018). Utilizing the house fly (*Musca domestica*) larva as an alternative to soybean meal in broiler ration during the starter phase. Revista Brasileira de Ciencia Avicola, 20, 9-14
- Khan, S., Khan, R. U., Sultan, A., Khan, M., Hayat, S. U., & Shahid, M. S. (2016). Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100(4), 649- 656.

L

- Lalander, C. et al. (2020) 'Process efficiency and ventilation requirement in black soldier fly larvae composting of substrates with high water content', Science of the Total Environment. The Authors, 729, p. 138968. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138968.
- Liu, C., Wang, C., Yao, H., 2019. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). Animals 9, 349.
- Lupi, D., Savoldelli, S., Leonardi, M.G., Jucker, C., 2019. Feeding in the adult of *Hermetia illucens* (Diptera Stratiomyidae): reality or fiction? J Entomol Acarol Res 51.

M

- Ma, J., Lei, Y., Rehman, K. ur, Yu, Z., Zhang, J., Li, W., Li, Q., Tomberlin, J. K., & Zheng, L. (2018). Dynamic Effects of Initial pH of Substrate on Biological Growth and Metamorphosis of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). Environmental entomology, 47(1), 159–165.
- MADR, M. d. (2021). Statistiques agricoles séries A et B . Alger,Algérie.

Références bibliographique

- Mahounan,U-A-G.(2020).Valorisation de coproduits agricoles pour l'élevage de la mouche-soldat noire, *Hermetia illucens* (L. 1758) visant l'alimentation du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L. 1758) au Bénin. These doctorat En sciences agronomiques et ingénierie biologique. UNIVERSITÉ DE LIÈGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH. Belgique.P 33-37-40_41.
- Mahma .A ; Berghouti. F ,2016La filière avicole (poulet chair)dans la wilaya de Ouargla :autopsie de dysfonctionnement cas de la région des Ouargla .Mémoire Master .parcours et élevage en zones arides pp 28-35.
- Manurung, R., Supriatna, A., Esyanthi, R. R., & Putra, R. E. (2016). Bioconversion of rice straw waste by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.): optimal feed rate for biomass production. *Journal Entomol Zool Stud*, 4(4), 1036–1041.
- Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33
- Meneguz, M., Gasco, L. and Tomberlin, J. K. (2018) '4A Impact of pH and feeding system on BSF larval development', *PLoS ONE*, 13(8), pp. 1–15.
- Mokdad,F-A.Kamiri,A.(2019). ETUDE DES FACTEURS INFLUENÇANT LA REUSSITE D'UN ELEVAGE DE POULET DE CHAIR. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire. Université Saad Dahlab-Blida 1-.Algerie.2_3_4_5.
- Moreki, J., & Tiroesele, B. (2012). Termites and earthworms as potential alternative sources of protein for poultry. *International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences*, 6(5), 368.
- Mwaniki, Z., Neijat, M., & Kiarie, E. (2018). Egg production and quality responses of adding up to 7.5% defatted black soldier fly larvae meal in a corn-soybean meal diet fed to Shaver White Leghorns from wk 19 to 27 of age. *Poultry Science*, 97(8), 2829- 2835.

N

- 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 : survey results from Kenya. In El-Yuguda I.S., Ngulde M.B., Aboubakar Baba S.S (2007).Indices de santé, de conduite et de production des poulets villageois dans des communautés rurales sélectionnées de l'Etat de Borno (Nigeria). *Aviculture Familiale* Vol. 17, No. 1-2.

O

Références bibliographique

- Oliveira, F., Doelle, K., List, R., O'Reilly, J.R., 2015. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6.
- Oliveira, F., Doelle, K., Smith, R., 2016. External Morphology of *Hermetia illucens* Stratiomyidae: Diptera (L.1758) Based on Electron Microscopy. *ARRB* 9, 1–10.
- Oonincx, D. G. A. B. et al. (2015) 'Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products', *PLoS ONE*, 10(12), pp. 1–20. doi: 10.1371/journal.pone.0144601.
- Oonincx, D. G., Van Broekhoven, S., Van Huis, A., & van Loon, J. J. (2015a). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10(12), e0144601
- Oonincx, D.G.A.B., Volk, N., Diehl, J.J.E., van Loon, J.J.A., Belušič, G., 2016. Photoreceptor spectral sensitivity of the compound eyes of black soldier fly (*Hermetia illucens*) informing the design of LED-based illumination to enhance indoor reproduction. *Journal of Insect Physiology* 95, 133–139.
- O.R.AVI.E. (Office Régional d'Aviculture de l'Est). Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004. 25 p.
- Ortiz, J. A., Infante, F., Quilantán, J., Gehrke, M., Castillo, A., de la Rosa, J., & Esquinca, H. (2011). Cría de la Mosca Doméstica para Utilizarla como Polinizador de las Flores de Mango Ataulfo. *Manual Técnico. ECOSUR-CONACYT*, 1-14.

P

- Park, et al. (2016), *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699. Vo, V. (2020) 'Development of insect production automation: Automated processes for the production of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)'.
- Pezzi, M., Scapoli, C., Bharti, M., Faucheux, M.J., Chicca, M., Leis, M., Marchetti, M.G., Mamolini, E., Salvia, R., Falabella, P., Bonacci, T., 2021. Fine Structure of Maxillary Palps in Adults of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Medical Entomology* 58, 658–665.
- Pieterse, E., & Pretorius, Q. (2014). Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical- and broiler-based biological assays. *Animal Production Science*, 54(3), 347.
- Pieterse, E., Erasmus, S. W., Uushona, T., & Hoffman, L. C. (2019). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae meal as a dietary protein source for broiler production ensures a tasty chicken with standard meat quality for every pot. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 893-903.

Références bibliographique

- Pietras, M., Orczewska-Dudek, S., Szczurek, W., & Pieszka, M. (2021). Effect of dietary lupine seeds (*Lupinus luteus* L.) and different insect larvae meals as protein sources in broiler chicken diet on growth performance, carcass, and meat quality. *Livestock Science*, 250, 104537.
- PHARMAVET, 2000. Normes techniques et zootechniques en aviculture : poulet de chair. Septembre 2000.
- Purschke B, Scheibelberger R, Axmann S, Adler A., Jäger H, 2017. Impact of substrate contamination with mycotoxins, heavy metals and pesticides on the growth performance and composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for use in the feed and food value chain. *Food Additives and Contaminants Part A*. 34 :1410- 1420.
- Philip B., 2016. En Malaisie , une ferme de mouches pour nourrir l ' aquaculture 11–14.

Q

- Quilliam R.S., Nuku-Adeku C., Maquart P., Little D., Newton R. & Murray F., 2020. Integrating insect frass biofertilisers into sustainable peri-urban agro-food systems. *J. Insects as Food Feed* 6(3), 315–322.
- Quelles perspectives pour l'Algérie. In : Napoléone M., Ben Salem H., Boutonnet J.P., López-Francos A., Gabiña D. The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. Zaragoza : CIHEAM, 2016. 435-440 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 115).

R

- Ramos-Elorduy, J. (2008). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*, 47(3), 280- 297.
- Reis, T. L., & Dias, A. C. C. (2020). Farinha de insetos na nutrição de monogástricos. *Veterinária e Zootecnia*, 27, 1-16.
- Rezaeipour, V., Nejad, O. A., & Miri, H. Y. (2014). Growth Performance, Blood Metabolites and Jejunum Morphology of Broiler Chickens Fed Diets Containing Earthworm (*Eisenia foetida*) Meal as a Source of Protein. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(8), 2483-2494.

S

- Sales, M. N. G. (2005). Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória, ES:

Références bibliographique

Incaper.

- Sealey, W. M., Gaylord, T. G., Barrows, F. T., Tomberlin, J. K., McGuire, M. A., Ross, C., & StHilaire, S. (2011). Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed enriched black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(1), 34–45.
- Secci, G., Bovera, F., Nizza, S., Baronti, N., Gasco, L., Conte, G., ... Parisi, G. (2018). Quality of eggs from Lohmann Brown Classic laying hens fed black soldier fly meal as substitute for soya bean. *Animal*, 12(10), 2191-2197.
- Schiavone, A., Dabbou, S., Petracci, M., Zampiga, M., Sirri, F., Biasato, I., ... Gasco, L. (2019). Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: effects on carcass traits, breast meat quality and safety. *Animal*, 13(10), 2397-2405.
- Singh, A. and Kumari, K. (2019) 'An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review', *Journal of Environmental Management*. Elsevier, 251(September), p. 109569.
- Socodevi. 2013. Guide d'élevage semi intensif.
- St-Hilaire, S., Sheppard, C., Tomberlin, J. K., Irving, S., Newton, L., McGuire, M. A., Mosley, E. E., Hardy, R. W., & Sealey, W. (2007). Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(1), 59–67.
- Surendra, K. C. et al. (2016) 'Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming', *Renewable Energy*. Elsevier Ltd, 98, pp. 197–202. doi: 10.1016/j.renene.2016.03.022

T

- Tanga C. M, Fiaboe K. K. M, Niassy S, van Loon J. J. A, Ekésiand S, Dicke M, 2017. A field guide to commercially produce low-cost, high-quality novel protein source to supplement feeds for poultry, pig and fish industries and the valorization of organic byproducts. A handbook for extension staff and trainers. ICIPE, Nairobi, Kenya. 31 p.
- Techniques avicoles, 2018. Propriétés diététiques de la viande de poulet.
- Tinder, A. C., Puckett, R. T., Turner, N. D., Cammack, J. A., & Tomberlin, J. K. (2017). Bioconversion of sorghum and cowpea by black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) larvae for alternative protein production. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 121–130.

U

Références bibliographique

- Uushona, T., Simasiku, A., & Petrus, N. P. (2019). Evaluation of *Musca domestica* (House fly) larvae production from organic waste. *Welwitschia International Journal of Agricultural Sciences*, 1, 35-40.
- Ur Rehman, K., Rehman, A., Cai, M., Zheng, L., Xiao, X., Somroo, A. A., Wang, H., Li, W., Yu, Z., & Zhang, J. (2017a). Conversion of mixtures of dairy manure and soybean curd residue by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.). *Journal of cleaner production*, 154, 366– 373.

V

- Van Huis, A. (2020) ‘Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review’, *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), pp. 27–44. doi: 10.3920/JIFF2019.0017.
Veldkamp, T., Van Duinkerken, G., Van Huis, A., Lakemond, C. M. M., Ottevanger, E., Bosch, G., & Van Boekel, M. A. J. S. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. Wageningen UR Livestock Research, Report 638,
- Vielma-Rondón, R., Ovalles-Duran, J., León-Leal, A., & Medina, A. (2003). Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44, 43-58.
- Villate D, 2001 : maladie des volailles. édition France agricole.

W

- Wang, Y.-S. and Shelomi, M. (2017) ‘Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food’, *Foods*, 6(10), p. 91. doi: 10.3390/foods6100091.

Y

- Yu, G. et al. (2014) ‘Effects of the artificial diet with low water content on the growth and development of the black soldier fly’, *Acta Entomologica Sinica*, 57, pp. 943–950.
- Yu, G., Chen, Y., Yu, Z., & Cheng, P. (2009). Research progress on the larvae and prepupae of black soldier fly *Hermetia illucens* used as animal feedstuff. *Chinese bulletin of entomology*, 46(1), 41–45.

Z

- Zamri, M. Z. A., Ramiah, S. K., Jamein, E. S., Zulkifli, I., Lokman, I. H., Amirul, F. M. A., Fadzlin, S. A. A., Mohd Zamri, S., Jayanegara, A., & Hassim, H. A. (2023).

Références bibliographique

Potential use of black soldier fly, *Hermetia illucens* larvae in chicken feed as a protein replacer: a review. *Journal of Animal and Feed Sciences*.p10.

- Zegeye, D. (2020). Nutritional Evaluation of Insect's Pupae-Larvae and its Utilization in Poultry. *The Open Agriculture Journal*, 14, 1-8.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministère de l'éducation et de la recherche scientifique Université
Abdelhamid Ibn badiss Mostaganem
Incubateur de Mostaganem



BMC

*Annexe sur le modèle
économique*

Fiche technique du projet

Nom et prénom : Naib Brahim et Chibane Aniss

Nom commercial de projet : incorporation mouche soldat noir dans l'alimentation des volailles.

Numéro de téléphone:

1-0790047887

2-0663516474

E-mail : bsfbsf588@gmail.com

Commune d'activité : ACHAACHA _ Mostaganem

Nature de projet: Vente de marchandises

Ce projet est supervisé par DJILALIBENABDELMOUMENE maître de conférences au département d'agronomie de l'université de Mostaganem.

Numéro de téléphone:0555523518

E-mail: benabdelmoumenedjilali@hotmail.com

1. Problématique



Bmc est un projet innovant qui tire parti des propriétés uniques L'élevage de mouches soldat noir offre plusieurs avantages, notamment la gestion des déchets organiques, la production de protéines animales, des applications en médecine légale, la production d'huiles et de graisses, la durabilité, la réduction des nuisances et le recyclage des éléments nutritifs. tout en fournissant aux éleveurs des aliments de haute qualité pour leurs animaux d'élevage. Par le biais de partenariats stratégiques, d'une production à grande échelle et d'une sensibilisation ciblée, BMC aspire à contribuer à la durabilité environnementale tout en améliorant la rentabilité des élevages locaux





2. Proposition de valeur

- **Gestion des déchets organiques** : Les larves de Black Soldier Fly sont d'excellents décomposeurs. Elles peuvent être utilisées pour le recyclage des déchets organiques, y compris les déchets alimentaires, réduisant ainsi la quantité de déchets envoyée en décharge.
- **Production de protéines animales** : Les larves sont riches en protéines, ce qui les rend idéales pour l'alimentation animale, contribuant à la production de protéines pour le bétail, la volaille, les poissons, et même les animaux de compagnie.
- **Production d'huiles et de graisses** : Les larves contiennent des huiles et des graisses utiles pour la production d'huiles, de biodiesel et d'autres produits chimiques.
- **Médecine légale** : Le Black Soldier Fly joue un rôle important en médecine légale, car sa présence sur des cadavres en décomposition aide les enquêteurs à estimer l'heure de la mort, ce qui est essentiel pour résoudre des affaires criminelles.
- **Enrichissement du sol** : Les larves décomposent la matière organique, améliorant la qualité du sol et contribuant au recyclage des éléments nutritifs.
- **Durabilité** : L'utilisation du Black Soldier Fly pour recycler les déchets organiques réduit la pression sur les décharges et les ressources naturelles, contribuant ainsi à une approche plus durable de la gestion des déchets.
- **Réduction des nuisances** : En éliminant les déchets organiques, le Black Soldier Fly contribue à réduire les odeurs désagréables et les nuisances liées à la décomposition des matières organiques.
- **Applications en aquaculture** : Les larves de Black Soldier Fly sont une source de nourriture précieuse pour l'aquaculture, ce qui réduit la dépendance aux poissons sauvages pour l'alimentation des poissons d'élevage.



3. Les segments de clientèle

- **Agriculteurs et éleveurs** : Les agriculteurs et les éleveurs pourraient constituer un segment de clientèle majeur. Ils peuvent acheter des larves de mouches soldat noir pour les utiliser comme aliment pour leur bétail, leur volaille, leurs poissons ou d'autres animaux d'élevage.
- **Entreprises de gestion des déchets** : Les entreprises spécialisées dans la gestion des déchets organiques pourraient être intéressées par l'utilisation des mouches soldat noir pour le recyclage de ces déchets, ce qui contribue à réduire la quantité de déchets envoyée en décharge.
- **Industries agroalimentaires** : Les industries agroalimentaires pourraient utiliser les larves de mouches soldat noir pour le traitement de déchets organiques et pour la production d'huiles et de graisses.
- **Laboratoires de recherche et de médecine légale** : Les laboratoires de recherche et les professionnels de la médecine légale pourraient être des clients potentiels pour l'achat de mouches soldat noir dans le cadre de leurs études et de leurs enquêtes sur la décomposition et la médecine légale.
- **Aquaculteurs** : Les producteurs d'animaux aquatiques en aquaculture pourraient acheter des larves de mouches soldat noir comme source d'alimentation pour leurs poissons, ce qui contribue à une approche durable de l'alimentation pour l'aquaculture.
- **Fabricants de produits chimiques et d'huiles** : Les fabricants peuvent utiliser les larves de mouches soldat noir pour extraire des huiles et des graisses, qui peuvent être utilisées dans diverses applications industrielles.
- **Services de gestion de l'environnement** : Les entreprises de gestion de l'environnement et les gouvernements locaux peuvent être intéressés par l'utilisation des mouches soldat noir pour la gestion des déchets organiques dans le cadre de leurs politiques de durabilité.

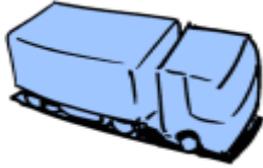


4. Relations client

- **Assistance clientèle personnalisée** : Établissez des canaux de communication pour offrir une assistance personnalisée aux clients, qu'il s'agisse d'agriculteurs, d'entreprises de gestion des déchets, de laboratoires de recherche ou d'autres segments. Répondez rapidement aux questions, aux préoccupations et aux besoins des clients.
- **Formation et support technique**: Fournissez une formation et un support technique aux clients pour les aider à utiliser efficacement les larves de mouches soldat noir. Cela peut inclure des conseils sur l'élevage, la gestion des populations d'insectes et la manipulation des larves.
- **Gestion de la qualité** : Assurez-vous que les larves de mouches soldat noir fournies aux clients répondent à des normes de qualité élevées. Établissez des procédures de contrôle de la qualité pour garantir la satisfaction du client.
- **Suivi des performances** : Surveillez l'efficacité des larves de mouches soldat noir dans les applications spécifiques de chaque client, tels que l'alimentation animale ou la gestion des déchets. Recueillez des commentaires pour apporter des améliorations si nécessaire.
- **Personnalisation de l'offre** : Adaptez votre offre en fonction des besoins spécifiques de chaque client. Par exemple, fournissez des quantités et des formes d'emballage adaptées à leurs besoins.
- **Service après-vente**: Offrez un service après-vente pour résoudre les problèmes éventuels, répondre aux questions ultérieures et maintenir une relation à long terme avec les clients.
- **Communication régulière** : Restez en contact régulièrement avec les clients pour les informer des nouvelles offres, des mises à jour de produits et des avancées dans l'élevage des mouches soldat noir.
- **Gestion des retours** : Établissez une politique de gestion des retours pour gérer efficacement les

problèmes ou les insatisfactions des clients et pour garantir leur satisfaction.

Soyez à l'écoute des commentaires des clients et utilisez-les pour améliorer continuellement votre offre et votre service client.



5. canaux de distribution

Les canaux de distribution pour l'élevage de mouches soldat noir peuvent varier en fonction de votre modèle d'entreprise, de vos segments de clientèle et de vos objectifs. Voici quelques canaux de distribution potentiels à considérer dans le cadre du Business Model Canvas (BMC) pour l'élevage de mouches soldat noir :

- **Vente directe aux clients** : Vous pouvez vendre directement vos produits (larves de mouches soldat noir) aux clients, notamment aux agriculteurs, aux éleveurs, aux entreprises de gestion des déchets, aux laboratoires de recherche, etc. Les ventes directes peuvent se faire en personne, par téléphone, par e-mail ou par le biais d'une boutique en ligne.
- **Revendeurs et distributeurs** : Établissez des partenariats avec des revendeurs ou des distributeurs spécialisés dans l'alimentation animale, les produits agricoles ou les produits de gestion des déchets. Ils peuvent vendre vos produits aux clients finaux, élargissant ainsi votre portée sur le marché.
- **Plateforme de commerce électronique** : Mettez en place un site web ou une plateforme de commerce électronique où les clients peuvent commander en ligne vos larves de mouches soldat noir. Offrez des options de paiement en ligne et de livraison pour faciliter les transactions.
- **Ventes en gros**: Proposez des tarifs de gros pour les clients qui souhaitent acheter de grandes quantités de larves de mouches soldat noir. Cela peut intéresser les clients de grande envergure comme les exploitations agricoles ou les entreprises de gestion des déchets.
- **Partenariats stratégiques** : Établissez des partenariats avec des entreprises liées à l'agriculture, à la recherche ou à la gestion des déchets. Intégrez votre offre dans leurs services ou produits existants.
- **Marchés locaux et foires agricoles** : Participez à des marchés locaux, des foires agricoles ou d'autres événements liés à l'agriculture pour exposer vos produits et établir des contacts directs avec les clients.
- **Exportation** : Si votre entreprise cible des marchés internationaux, collaborez avec des

exportateurs ou des partenaires de distribution dans d'autres pays pour étendre votre portée à l'échelle mondiale.

- **Vente aux gouvernements et aux institutions** : Recherchez des opportunités pour vendre vos produits aux gouvernements, aux établissements de recherche ou aux institutions qui ont besoin de larves de mouches soldat noir pour des applications spécifiques.
- **Programmes de fidélisation et de recommandation** : Mettez en place des programmes de fidélisation pour encourager les clients existants à recommander vos produits à d'autres. Offrez des récompenses ou des remises pour les recommandations réussies.
- **Service clientèle et support technique** : Proposez un support clientèle efficace pour répondre aux questions, fournir des informations techniques et résoudre les problèmes des clients.

Le choix des canaux de distribution dépendra de votre marché cible, de votre modèle économique et de vos ressources. Vous pouvez également envisager une combinaison de ces canaux pour atteindre efficacement vos clients et maximiser la distribution de vos larves de mouches soldat noir.



6. Les partenaires clés

Les partenaires clés pour l'élevage de mouches soldat noir incluent les fournisseurs de larves, les clients potentiels (comme l'industrie de l'alimentation animale et de l'aquaculture), les partenaires de recherche pour la R&D, les fournisseurs d'équipement spécialisé, les organismes de réglementation et de conformité, les partenaires de distribution, les investisseurs ou les organismes de financement, les associations professionnelles pour les réseaux et l'information, les fermes ou producteurs locaux pour les déchets organiques, les organismes de recherche et développement agricole intéressés par la durabilité, les conseillers juridiques pour la conformité, et les transporteurs et logisticiens pour la distribution des produits.



7. Activités clé

- **Gestion des déchets organiques :** Si l'élevage de mouches soldat noir est utilisé pour gérer des déchets organiques, la collecte et la transformation de ces déchets en une source d'alimentation pour les mouches sont essentielles.
- **Recherche et développement :** L'innovation est importante pour améliorer l'efficacité de l'élevage, la qualité nutritionnelle des larves, et le développement de produits dérivés.
- **Gestion de la chaîne d'approvisionnement :** Assurer un approvisionnement continu en matières premières, en équipement et en larves est essentiel pour maintenir la production.
- **Gestion financière:** La gestion financière est essentielle pour surveiller les coûts, les revenus, le budget et la rentabilité.
- **Gestion des partenariats :** La gestion des relations avec les partenaires clés, tels que les fournisseurs de larves, les investisseurs et les partenaires de distribution, est une activité importante.
- **Gestion de la qualité et de l'hygiène :** Maintenir des normes de qualité élevées pour les produits dérivés et garantir la salubrité des produits est essentiel.
- **Gestion environnementale:** Les pratiques durables et la gestion des questions environnementales sont importantes, en particulier si l'élevage de mouches est lié à la gestion des déchets organiques.



8. Ressources clés

Ressources	Sources (locale/importation)	Fournisseurs
DECHET MENAGER	Locale	Les stations de recyclage des déchets organique
LARVE BSF	Locale	Unité de production de BSF.
Matière première	Locale	Unité de fabrication d'aliment de bétail.

- **Ressource humaine:**

Classe ressources humaines	Nombre
Directeur général	01
Directeur des finance ressource humaine	01
Directeur finance	01
Commercial	01
Responsable technique (veto, zoot)	01
Agent de saisie	01
Ouvrier	03
Gardien	01
Chauffeur	01
Technicien technique	01

● **Ressources financiers**

Ressources financiers	Besoin
Eau/électricité/gaz	1000000,00
Location	3500000,00
Bureautique	1500000,00
Camion citerne	4500000,00
KIT D'ELEVAGE	2000000,00
Camion livreur	4500000,00
Emballage	2500000,00



9. Structure des coûts

- **Coûts variée**

Frais d'établissement	25 000,00
Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....)	100000,00
Formations	100000,00
Dépôt marque, brevet, modèle	10 000,00
Droits d'entrée	50000,00
Achat fonds de commerce ou parts	/
Droit au bail	10000,00
Caution ou dépôt de garantie	150000,00
Frais de dossier	50000,00
Frais de notaire ou d'avocat	80000,00
Enseigne et éléments de communication	50 000,00
Achat immobilier	/
Travaux et aménagements	500000,00
Matériel	100000,00
Matériel de bureau	/
Stock de matières et produit	/
Trésorerie de départ	2000000,00
Total	3360000.00

● **Coûts fixes**

Assurance	200000,00
Téléphone/internet	40 000,00
Transport	100000,00
Entretien matériel et vêtement	70 000,00
Budget et publicité et Communication	350000,00
TOTAL	670000,00

● **Salaire des employeurs et des agents de l'entreprise**

Salaires des employés	10536 000,00
Rémunération nette dirigeant	4 800000,00



10. Structure des revenus

- **Recettes totales**

Bilan	Valeur
Le nombre d'unités produites	5Qx/Jour
Prix de vente	8000.00
Total des revenue=Le nombre d'unités produites Prix de vente	40000.00DA/Jour