



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie

## MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques  
Spécialité : Microbiologie appliquée

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**BADI Afef et SAADALLAH Boutheina**

Le : mercredi 10 juillet 2019

### Thème

**Étude d'un nouvel aliment à base d'insecte dans  
l'engraissement des poules de chair.**

---

#### Jury :

Mme. GHITI Hassina	MCB	Université de Biskra	Président
M. MOUSSI Abdelhamid	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
M. DEBACHE Karim	Dr	Université de Berne	Co-rapporteur
Mme. GUALLATI Cherifa	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

# Clarification

Ce mémoire est le résultat d'un travail expérimental collectif suivi d'un protocole unifié effectué par les efforts des étudiantes : Rayane BOUZID, Afef BADI, Boutheina SAADALLAH et Kahina BOUBAKER.

Sous la supervision de :

M. Abdelhamid MOUSSI.

M. Karim DEBACHE.

## Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur **Dr. Abdelhamid MOUSSI**, pour sa disponibilité et ses inestimables conseils.*

*Nous tenons à remercier tout particulièrement **Dr. Karim DEBACHE**, le propriétaire intellectuel du projet pour ses précieuses explications et surtout d'être une source d'inspiration et de motivation depuis le tout début du travail jusqu'à la fin. Sa contribution à non seulement nous a éclairé mais nous a surtout donné goût à la recherche.*

*Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.*

*Nos vifs remerciements vont pareillement aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à madame **Djamila MOKRANI** chef de département des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Mohamed Khider – Biskra-, ainsi que tous le personnel du laboratoire de biologie, en particulier **Oussama ZOZOU**, **Walid DRIDI** et **Alima SOLTANI** pour leurs innombrables services durant la réalisation de la partie expérimentale.*

*À monsieur **Toufik AMAIRI** pour son aide précieuse ainsi que ses encouragements.*

*À monsieur **Badreddine ATTIR** pour sa générosité scientifique.*

*À monsieur **Yacine TITAOUINE** pour son aide.*

*À madame **GUALLATI Cherifa**.*

*Aux personnels du laboratoire El Hayate.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

## **Dédicaces**

*À nos familles en témoignage de leur amour et soutien durant nos longues études et pour leurs patiences.*

*Hommage à l'âme de mon père chéri **Abdelkader BADI** que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*Que nos amis nombreux pour les citer, trouvent ici l'expression de nos chaleureux remerciements pour leurs aides et encouragements lors de la préparation de ce mémoire.*

*À notre promotion de master 2018/2019 pour leur sympathie ...*

*Afef et Boutheina.*

# SOMMAIRE

**Clarification**

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Table des matières**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction ..... 1**

## **Première partie : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre 1. Biologie d'insecte**

1.1. Ver de farine *Tenebrio molitor* ..... 3

1.2. Systématique ..... 3

1.3. Morphologie ..... 4

1.4. Cycle de vie ..... 5

1.5. Reproduction ..... 6

1.6. Valeur nutritionnelle ..... 6

### **Chapitre 2. Volailles**

2.1. *Gallus gallus domesticus* ..... 9

2.2. Classification ..... 9

### **Chapitre 3. Palmiers dattiers**

3.1. Les dattes dans la région de Biskra ..... 11

3.2. Taxonomie du palmier dattier ..... 11

3.3. La classification du palmier dattier ..... 11

## **Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE**

### **Chapitre 4. Matériels et méthodes**

4.1. Elevage d'insectes ..... 12

4.1.1. Déroulement d'élevage ..... 12

4.1.1.1. Zone d'élevage, éclairage et température ..... 12

4.1.1.2. Nourriture et Apport en eau ..... 13

4.1.1.3. Méthode de sélection ..... 14

4.1.1.4. Soins et entretien de la zone d'élevage ..... 15

4.1.2. Contrôle de qualité de l'élevage d'insecte ..... 15

4.1.2.1. Estimations de la vitesse de croissance entre les différents stades du cycle de vie d'insecte ..... 16

4.1.2.2. Etablir le moment optimal pour l'arrêt de la culture des larves ..... 16

4.1.2.3. Etablir le ratio entre nombre de nymphe et nombre de descendants ..... 16

---

4.1.2.4. Changement de la nourriture : .....	16
4.2. Elevage des volailles .....	17
4.2.1. Description de lieu de travail .....	17
4.2.2. Echantillonnage et régime alimentaire.....	18
4.2.3. Système d'élevage .....	19
4.2.3.1. Approvisionnement en eau potable et en nourriture .....	19
4.2.3.2. Pesée de volailles et quantité d'aliments consommés.....	20
4.2.3.3. Hygiène de la zone d'élevage.....	20
4.2.3.4. Besoin en vitamines .....	21
4.3. Les bio-analyses et contrôles .....	22
4.3.1. Analyses biochimiques .....	22
4.3.2. Examen bactériologique.....	23
4.3.3. Examen organoleptique .....	24
4.3.4. Coproscopie .....	26
4.4. Analyses statistiques.....	27
4.4.1. Traitement et analyse des données.....	27
4.4.1.1. Effet de l'aliment sur l'évolution journalière du poids des poussins .....	27
4.4.1.2. Similarités des groupes.....	27
4.4.1.3. Evolution du poids en fonction des jours .....	27
4.5. Contrôle des Salmonelles .....	29
4.5.1. Echantillonnage.....	29
4.5.2. Techniques de la recherche des <i>Salmonella</i> .....	30
4.5.2.1. Pré-enrichissement en milieu liquide non sélectif.....	30
4.5.2.2. Enrichissement en milieu liquide sélectif.....	30
4.5.2.3. Isolement .....	30
4.5.2.4. Étude macroscopique .....	31
4.5.2.5. Étude microscopique .....	31
4.5.2.6. Étude biochimique.....	32
<b>Chapitre 5. Résultats et Discussion</b>	
5.1. Analyses statistiques.....	34
5.1.1. Effet de l'aliment sur l'évolution du poids des poussins (AFC-CAH).....	34
5.1.2. Similarités des groupes des assemblages .....	35
5.1.3. Variations journalières du poids dans les différents trois groupes .....	36
5.2. Élevage d'insecte .....	38
5.2.1. Contrôle de qualité de l'élevage d'insecte .....	38
5.2.1.1. Estimation de la vitesse de croissance entre les différents stades du cycle de vie d'insecte.....	38

5.2.1.2. Etablir le moment optimal pour l'arrêt de la culture des larves .....	38
5.2.1.3. Etablir le ratio entre nombre de nymphe et nombre de descendants.....	39
5.2.1.4. Changement de la nourriture .....	39
5.3. Bio-Analyses et Contrôles .....	40
5.3.1. Tests biochimiques.....	40
5.3.2. Examens cyto-bactériologique.....	42
5.3.3. Examen organoleptique .....	44
5.4. Coproscopie : .....	45
5.5. Contrôle de Salmonelle .....	46
5.5.1. Isolement : .....	46
5.5.2. Identification des souches isolées : .....	46
<b>Conclusion.....</b>	<b>51</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>55</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumés</b>	

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Comparaison par ANOSIM des groupes par rapport entre eux dans les 2 lots. ..	36
L'appel de cette fonction aboutit à une fenêtre (Tableau 2) : .....	37
<b>Tableau 2:</b> One-way ANOVA .....	37
<b>Tableau 3 :</b> Résultats des tests hématologie et biochimie des deux groupes des poussins. (Jean-Luc, 2018).....	41
<b>Tableau 4 :</b> Examen cyto bactériologique des différents organes des individus de deux lots. 43 (Tableau 5). .....	47
<b>Tableau 5:</b> Résumé des résultats obtenus au cours de l'identification Salmonella Spp. (Harzallah 2011 ; Amel, 2015).....	48

## Liste des figures

Figure 1: Larves du Ténébrion meunier produites à notre laboratoire 20 au campus d' El-hadjeb, Biskra.....	4
Figure 2: Différents stades de <i>Tenebrio molitor</i> . .....	5
Figure 3: Croissance et développement de <i>Tenebrio molitor</i> . (Photo J.-F. Rodes) .....	6
Figure 4: Valeurs nutritionnelles et durabilité des vers de farine et des denrées alimentaires / aliments pour animaux conventionnels. (Grau <i>et al.</i> , 2017) .....	7
Figure 5: Dattes commercialement indésirables. ....	10
Figure 6: Bacs spéciaux pour l'élevage des insectes « <i>Tenebrio molitor</i> » .....	12
Figure 7: Organisation des insectes dans les bacs. Les bacs sont exposés ainsi, à la lumière, juste pour l'illustration photographique. ....	13
Figure 8: L'ajout de quelques légumes à l'alimentation de base (des dattes) pour les insectes	14
Figure 9: Sélection des insectes. . ....	15
Figure 10: Poulailier situé à El-Outaya (wilaya de Biskra). ....	17
Figure 11: Logement des poussins. ....	18
Figure 12: Schéma illustratif de l'élevage de poussins. ....	18
Figure 13 : Larves sèches et farine des larves utilisées comme aliment pour les volailles.....	19
Figure 14: Pesage manuel de poussin. . ....	20
Figure 15: Prélèvements sanguin in-situ.. ....	22
Figure 16 : Autopsie des volailles au niveau du laboratoire. . ....	23
Figure 17 : Prélèvements réalisés par des écouvillons à partir les deux lots d'élevages. . ....	24
Figure 18 : Test organoleptique et la texture du blanc des poulets. ....	25
Figure 19: Echantillons dilués dans l'eau saturée.. ....	26
Figure 20: Dissection d'une <i>Tenebrio molitor</i> dans le laboratoire au campus d' El-Hadjeb, Biskra. ....	29
Figure 21: Isolement sur milieu sélectif SS.. ....	31
Figure 23: Coloration de Gram. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 24: Repiquage des colonies bactériennes sur GN et BN.. ....	32
Figure 25: Analyse des individus des poussins en fonction des poids par AFC dans les 2 lots étudiés.....	34
Figure 26: Classification ascendante hiérarchique sur les 2 premiers axes de l'AFC. ....	35
Figure 27: Variations journalières du poids dans les différents trois groupes. ....	37
Figure 28: Analyse de nombre de vers en fonction de nombre de bacs.....	39
Figure 29: L'ajout des dattes commercialement indésirables à la farine de la maison. ....	39
Figure 30: Observation microscopique de cloaque d'individu 07 standard. ....	45
Figure 31: Observation microscopique de jabot d'individu 08 d'expérience. ....	46
Figure 32: Observations macroscopiques des colonies isolées.....	47

## Liste des abréviations

**BN** : Bouillon nutritif.

**EDTA** : Éthylène diaminetétraacétique.

**EXP** : Expérience.

**EAA** : Acides aminés essentiels.

**GN** : Gélose nutritive.

**ISO**: International Organization for Standardization.

**MEVAG** : Milieu d'Etude de la Voie d'Attaque des Glucides.

**PRP** : Potentiel de réchauffement planétaire.

**RM** : Rouge de méthylène.

**SS** : *Salmonella Shigella*.

**ST**: Standard.

**TDA**: Tryptophane.

**TSI**: Triple sugar iron.

**VP** : Voges-Proskauer (réactif)

**VP** : Formation d'acétoïne à partir du pyruvate de sodium (réaction).

# **Introduction**

## Introduction

Face aux besoins nutritifs qui ne cessent d'augmenter, les insectes représentent une alternative communément proposé à cette fin. Ils sont actuellement considérés comme une nouvelle source de protéines pour l'alimentation animale. La farine d'insectes présente un grand potentiel pour devenir un ingrédient standard dans l'alimentation animale, en raison de la qualité et de la quantité élevée de protéines. En outre, la réduction de l'impact environnemental en termes de coût énergétique, d'utilisation des terres et d'empreintes font les insectes des prometteuses dans une vision écologique (Biasato *et al.*, 2016).

Dans les pays occidentaux, l'utilisation d'insectes dans les aliments pour animaux attire de plus en plus l'attention.

En Europe et dans quelques pays africains, de nouvelles installations d'élevage des insectes sont en cours d'installation ou les installations existantes sont en cours d'automatisation afin d'améliorer l'accessibilité à cette source de protéines (Debode *et al.*, 2017).

En Algérie, l'élevage traditionnel a recours à l'importation de marchandises coûteuses tandis que les produits et les déchets naturels n'attendent qu'à être exploités et valorisés en tant qu'aliments pour animaux riches en protéines.

Parmi les espèces d'insectes les plus prometteuses pour la production d'alimentation animale sont les vers de farine : *Tenebrio molitor*, grâce à leur cycle de vie qui est court, en plus ils sont gros que les autres insectes et peut être facilement manipulé. En outre, ces insectes ont l'avantage d'être faciles à élever c'est pour ça nous les avons choisis pour l'élevage au cours de notre étude (Han *et al.*, 2014).

La production avicole, œufs et viande se développe dans le monde entier et elle a une grande importance économique. Les sources de protéines représentent les principaux coûts de cette production. Cette crise nous incite à rechercher une autre solution substitutive aux sources protéiques actuelles et considérant que les insectes soit en formes adulte, larvaire ou nymphale sont consommés naturellement par les volailles en liberté. Cela nous suppose d'utiliser ces insectes comme un nouvel aliment d'engraissement (Biasato *et al.*, 2016).

Des études ont évalué la possibilité d'utiliser les insectes comme source alternative d'alimentation pour la volaille. Certains n'ont observé aucune distinction durant la croissance des poulets de chair nourris avec un régime de contrôle et un régime à base d'insectes. D'autres études ont rapporté que l'inclusion de farine d'insectes dans les régimes de poulet améliorerait les indices de croissance des animaux (Biasato *et al.*, 2016).

Dans ce contexte, des travaux ont été menés et certifiés antérieurement par K.Debache sur un aliment écologique qui remplit tous les besoins nutritionnels de l'animal d'élevage notamment la volaille. Cet aliment complet est à base d'insecte, d'ingrédients locaux disponibles et à bas coût.

L'actuel projet est la suite de brevet cité et notre étude cible à répondre à un triple objectifs principaux qui sont : l'engraissement des volailles par une nouvelle source protéique de *Tenebrio molitor*, le recyclage de sous-produit agricole sans valeur commerciale par l'utilisation des dattes commercialement indésirables comme alimentation pour les insectes durant notre expérience et la réduction d'empreinte environnementale.

C'est dans ce contexte général que notre travail est structuré en deux parties : la première partie comporte trois chapitres : le premier axe est consacré aux généralisations des évidences sur l'insecte étudié, le deuxième une généralité sur les volailles et le dernier un aperçu sur les dattes et les palmiers dattiers.

La seconde partie est l'expérimentale qui résume le travail personnel et comporte 5 chapitres dont nous les aborderons en détails après et ensuite la discussion des résultats obtenus.

# **Partie Bibliographique**

# **Chapitre 1**

## **Biologie d'insecte**

### 1.1. Ver de farine *Tenebrio molitor*

Les insectes prennent une place très importante dans le règne animal et appartiennent à l'embranchement des arthropodes (Lavalette, 2013).

D'une vision écologique, on peut trouver les insectes dans presque tous les écosystèmes excepté les régions polaires et des eaux profondes.

Les insectes exploitent une grande diversité de ressources alimentaires, ils peuvent être des omnivores ou strictement herbivores. ... (Lavalette, 2013).

L'intérêt mondial pour les insectes, en tant qu'aliment destiné aux animaux, ne cesse d'augmenter, et parmi les insectes les plus prometteuses pour la production industrialisée d'aliment d'engraissement sont les larves des *Ténébrions meuniers* couramment appelées ver de farine. Cet intérêt revient particulièrement à leur riche teneur en protéines (Biasato *et al.*, 2016).

Leurs nom scientifique est *Tenebrio molitor*, dit aussi *T. meunier*. *T. meunier* est une espèce cosmopolite banale, qu'on croise facilement dans les lieux communs domestiques des activités humaines, maisons, jardins et surtout les dépôts des céréales. Cet insecte est omnivore c'est-à-dire quand son appareil digestif lui permet d'absorber des aliments d'origines végétale et animale et selon des publications récentes cette capacité digestive exceptionnelle lui revient de sa flore microbienne colonisatrice de son propre tube digestif. En addition, ce ver de farine est considéré chez les céréaliers comme une espèce ravageuse vu qu'elle s'attaque à leur stockage de céréales, d'où vient son nom *Tenebrio meunier* (Brandon *et al.*, 2018 ; Yang *et al.*, 2018).

### 1.2. Systématique

*T. molitor* appartient à la famille des ténébrionidés, une famille comptant plus de 20 000 espèces de coléoptères qui représentent 40% de toutes les espèces d'insectes (Yang, 2018).

#### Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Tenebrionidae

Sous-famille : Tenebrioninae

Genre : *Tenebrio*

Espèce : *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758).

### 1.3. Morphologie

Comme la majorité des insectes, le ver de farine a six pattes et son corps se forme de : la tête, le thorax muni par les pattes et l'abdomen. L'adulte est de couleur noire, mesure environ 1,5 cm de long et 0,5 cm de large. Il possède deux paires d'ailes. La première paire, les élytres, elles ne servent pas à voler, mais plus tôt a un rôle de protection.

Lors du stade larvaire, le ver prend une couleur blanchâtre qui se noircit avec le temps en marron jaunâtre (Figure 1).

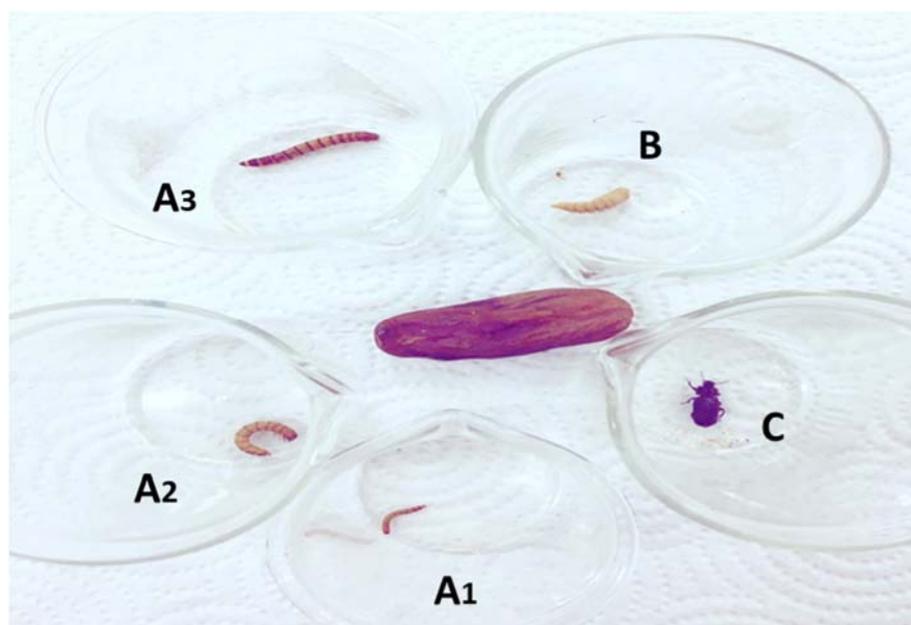
Cette larve est un des noyaux de notre projet. Après chaque mues, la larve grandit de quelques millimètres jusqu'à elle atteint 2,5 cm en fin de développement c'est à juste avant sa transformation en nymphe (Van et Moneret, 2014 ; Cloutier, 2015).



**Figure 1** : Larves du *Ténébrion meunier*.

### 1.4. Cycle de vie

Le cycle de développement passe par plusieurs stades de transformation qu'on peut aisément les observer à l'œil nu sauf le stade des œufs. Les adultes pondent des œufs qui donnent naissance à des larves. La larve se mue et se débarrasse de sa cuticule qui empêche la larve de grandir. Ainsi, son cycle de vie varie en fonction de la température et le stade larvaire compte entre 8 et 20 cycles qui durent quatre semaines à plusieurs mois, selon l'humidité et la température ambiantes (Figure 2).

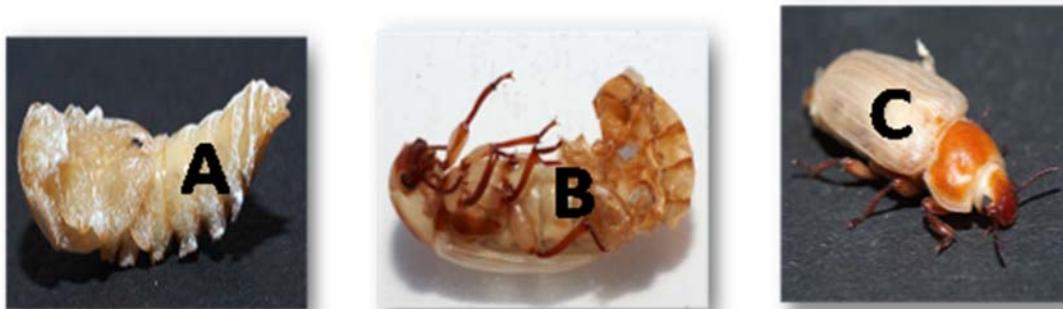


**Figure 2:** Différents stades de *Tenebrio molitor*.

**A1, A2 et A3.** Représentent les différents stades larvaires dont leurs nombre est une variable **B**, la nymphe. **C**, l'adulte. La datte au centre, représente seulement une référence visuelle comparative pour la taille.

Ces insectes subissent une métamorphose complète (indirecte) : leur stade larvaire ne ressemble en rien à leur stade adulte.

À un moment donné, la larve ne bouge plus, elle se prépare pour devenir un adulte, en passant par le stade nymphal qui précède le stade adulte (Figure 3). Le stade nymphal dure autour de 7 jours avant l'émergence des ténébrions (Lavalette, 2013 ; Cloutier, 2015).



**Figure 3:** Croissance et développement de *Tenebrio molitor* (J.-F. Rodes).

**A.** Nymphe ; **B.** Ecllosion de l'insecte adulte (imago) ; **C.** Imago juste après l'éclosion.

#### Résumé des étapes

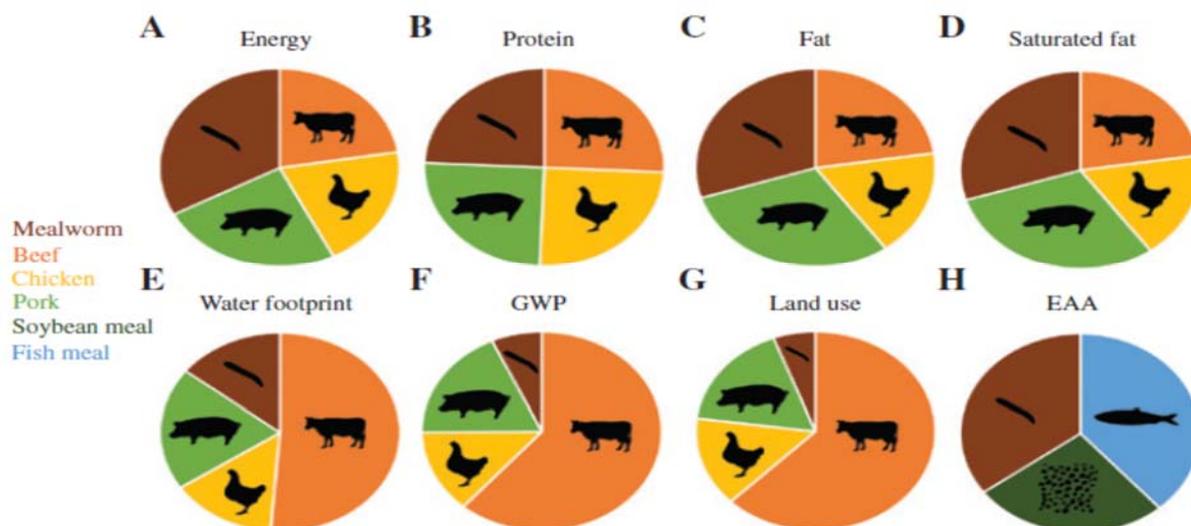
- Incubation de l'œuf ~10 jours
- Développement larvaire: ~70 jours
- Nymphes : 20 jours
- Durée de vie des adultes imagos : 10 à 15 jours, parfois 20 jours (site web).

#### 1.5. Reproduction

Le ténébrion a une reproduction sexuée. Les sexes sont séparés, mais il est difficile de distinguer les mâles des femelles car ils ne diffèrent extérieurement que par des caractéristiques très discrètes de leurs pièces génitales.

#### 1.6. Valeur nutritionnelle

Actuellement, les insectes sont considérés comme une nouvelle source de protéines. Ainsi, les farines d'insectes présentent un grand potentiel pour devenir un ingrédient standard dans l'alimentation animale, en raison de la qualité et de la quantité élevées de protéines (Figure 4) (Grau *et al.*, 2017).



**Figure 4:** Valeurs nutritionnelles et durabilité des vers de farine et des denrées alimentaires / aliments pour animaux conventionnels (Grau *et al.*, 2017).

(A – D) : Valeur nutritionnelle d'une portion comestible de 100 g de vers de farine par rapport à diverses viandes de bétail. (E – G) Effet comparatif des vers de farine et du bétail sur l'environnement, présenté sous forme d'empreinte eau par tonne comestible, de PRP pour chaque portion comestible de 1 kg et d'utilisation des terres pour chaque portion comestible de 1 kg. (H) Comparaison des EAA des vers de farine et des aliments classiques comme le soja et la farine de poisson.

Le pourcentage de protéines dans les larves de *T.molitor* est compris entre 18,0% et 27,6% et dans les larves séchées ce pourcentage double. (Debode *et al.*, 2017).

D'un point de vue écologique, les insectes sont prometteurs grâce à la réduction de l'impact environnemental en termes de coût énergétique, d'utilisation des terres et d'empreintes. (Biasato *et al.*, 2016).

L'idée de ce travail de mémoire est de produire ces vers de farine in-situ dans le but d'élaborer un produit d'engraissement destiné aux élevages des volailles. C'est la raison d'utilisation de poussin de poule pour mettre en évidence l'efficacité de notre produit alimentaire à base de ver.

# **Chapitre 2**

## **Volailles**

### **2.1. *Gallus gallus domesticus***

Le poulet de chair est une sous-espèce d'oiseaux inaptes au vol de l'ordre des Galliformes le retrouve partout dans le monde où il est élevé primordialement pour sa chair et ses œufs.

Les insectes sont consommés naturellement par les oiseaux sauvages et les volailles en liberté, certaines recherches ont démontré la possibilité d'utiliser les insectes comme source alternative d'alimentation pour la volaille. Dans notre travail on a fait notre expérience sur le poulet de chair *Gallus gallus domesticus* (Biasato *et al.*, 2016).

### **2.2. Classification**

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Aves

Ordre : Galliformes

Famille : Phasiandae

Genre : *Gallus*

Espèce : *Gallus gallus*

Sous-espèce : *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758).

Nous rappelons que des dattes de moindre qualité et non commerciale sont utilisés comme nutriment dans l'élevage des vers de farine (figure5). Cet élevage s'est réalisé localement au campus d'El-Hadjeb, Biskra où le fait de la localisation de notre laboratoire en une zone d'agriculture riche de dattiers nous a donné une grande opportunité de source nutritif. Effectivement, la culture des dattes à Biskra est connue pour ça meilleurs qualité de dattes, mondialement connue, cette même culture éjecte un pourcentage non négligeable de sa invendable productivité annuel (centaines de tonnes par an) dans la nature et dans les déchetteries communales. Généralement c'est le gout altéré, fruit asséché ou l'aspect esthétique de datte qui disqualifie celle-ci à la commercialisation.



**Figure 5:** Dattes commercialement indésirables.

Dans ce projet de recherche, nous essayons de prendre bénéfice de cette partie non commercialisée de la production de datte locale on l'utilisant comme aliment dans l'élevage de ses vers de farine ainsi dans l'élaboration du produit final d'engraissement.

# **Chapitre 3**

## **Palmiers dattiers**

### 3.1. Les dattes dans la région de Biskra

Biskra ou la région des Ziban est une région agricole dynamique, elle est connue pour la production et la commercialisation de ces dattes biologiques en quantité et en qualité, grâce à la variété Deglet Nour. En effet, le climat sec de cette région avec un air chaud et une terre humide ; où elle est produite ; lui confère une composition typique (taux de sucre, d'humidité, richesse en minéraux et vitamines) et un goût authentique.

Selon Dubost et Larbia-Yousef (1998), « *Ziban* », du mot arabe qui signifie ensemble d'Oasis pluriel de Zab. Actuellement, ce patrimoine est estimé, plus de 4 millions de palmier dattier dont plus de 2 millions palmiers sont productifs. Les superficies réservées à la phoeniculture est de 42 mille hectares (ABSI, 2013 ; Benziouche, 2017).

### 3.2. Taxonomie du palmier dattier

Dans la classification de Martius et Blume, le palmier dattier est une monocotylédone qui appartient à la famille des Palmacées ou palmiers, à la sous famille des Coryphinées et au genre Phoenix. La famille des Palmacées (*Arecaceae*) compte 235 genres et 4000 espèces Le genre Phoenix compte 12 espèces. L'espèce *Phoenix dactylifera*, Linné 1753 est le palmier dattier (Chevalier, 1932). Selon (Demason, Solte et Tisserat, 1983).

### 3.3. La classification du palmier dattier

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Arecales

Famille : Arecaceae

Genre : *Phoenix*

Espèce : *Phoenix dactylifera*.

# **Partie expérimentale**

# **Chapitre 4**

## **Matériels et méthodes**

## 4.1. Elevage d'insectes

### 4.1.1. Déroulement d'élevage

#### 4.1.1.1. Zone d'élevage, éclairage et température

Le Ténébrion meunier est un excellent candidat à l'élevage domestique vu qu'il possède une métamorphose complète, c'est-à-dire que l'adulte est complètement formé à la fin de la nymphose mais surtout que cet insecte est facilement manipulable.

Les vers ténébrion meunier nous ont été fournis par Dr. Karim Debache, le propriétaire intellectuel du projet. Dr. Debache nous a confié une centaine de larve de Ténébrion meunier, lui-même les a acquis du commerce Fischereibedarf Niklaus, Berne (Suisse). Dès leur arrivage, les larves ont été mises dans des bacs en plastique adéquates avec nourriture et un lit (voir détail plus loin). De suite, ces larves s'adaptèrent à leurs nouveaux milieux et commencèrent leurs mues ainsi leurs transformations jusqu'au stage adulte. L'élevage est toujours en cours et le nombre des insectes est en croissance permanente.

L'élevage des vers se déroule au laboratoire 20 de campus universitaire d'El Hadjeb à Biskra dans des bacs noirs en plastique (50 x 30 x 10 cm) étiquetés. Nous rappelons qu'il est important d'utiliser des bacs à paroi lisse pour empêcher toute tentative d'escalade d'insecte et sa perte (Figure 6).



**Figure 6 :** Bacs spéciaux pour l'élevage des insectes « *Tenebrio molitor* ».

Les vers sont maintenus autant que possible dans l'ombre sans être directement exposés à la lumière soit du jour soit artificielle. Exceptionnellement, les vers ont été maintenus hors le laboratoire, chez nous les étudiantes en Masters, durant les périodes des vacances.

Pratiquement l'élevage est réalisé dans neuf bacs placés en superposer pour limiter l'espace utilisé du laboratoire et en plus c'est la meilleure façon de garder les vers à l'ombre. Chaque bac contient un stade précis des vers de farine et il est facilement reconnaissable grâce à l'étiquetage (Figure 7).



**Figure 7:** L'organisation des insectes dans les bacs. Les bacs sont exposés ainsi, à la lumière, juste pour l'illustration photographique.

Les ténébrions ne doivent pas être maintenus dans un endroit trop éclairé. Ils préfèrent l'ombre voir le noir. Les vers sont en générale thermo tolérants mais lors de notre élevage on a essayé de maintenir une fourchette de température entre 27°C et 37°C.

#### **4.1.1.2. Nourriture et Apport en eau**

La méthode que nous utilisons pour nourrir les insectes est la suivante : Dans ces bacs, on pose une couche de 4 à 5 cm d'un mélange de son, de farine de maison (préférable pour l'élevage en général car elle ne contient pas de pesticides) et des dattes de médiocre qualité non commerciale. En plus, de temps en temps certains légumes crus, non traités (des morceaux de carotte ou de pomme de terre) ont été additionnés à la nourriture. Cette addition temporaire de légume assure une certaine humidité et une prise de volume rapide de l'insecte. Remarque, il faut renouveler ces pièces de légume chaque fois qu'il est nécessaire pour éviter

la contamination des moisissures (Figure 8). Le mélange de son et de farine ainsi que les dattes joueront en plus de la nutrition, le lit des insectes.



**Figure 8:** L'ajout de quelques légumes à l'alimentation de base (des dattes) pour les insectes.

Les ténébrions n'ont pas besoin de boire. Ils trouvent l'eau dont ils ont besoin dans la nourriture (pourtant sèche) et l'hygrométrie du bacs et surtout les morceaux de légumes ajouter. Il n'est pas nécessaire de confectionner des abreuvoirs.

#### 4.1.1.3. Méthode de sélection

On peut choisir d'élever séparément les différents stades de l'insecte afin d'éviter le cannibalisme car les œufs et les jeunes larves qui sont parfois collés contre le substrat alimentaire sont facilement consommés par les adultes. Cela permet aussi d'offrir des conditions de croissance personnalisées à chaque stade.

La technique la plus simple pour séparer les différents stades est de sélectionner les petites nymphes a les grandes, aussi les adultes petits a les grands et mis chacun dans un bac (Figure 9). Cela permet aussi d'offrir des conditions de croissance personnalisées à chaque stade.



**Figure 9:** Sélection des insectes. (Photo originale).

**A.** Sélection des nymphes et **B.** sélection des adultes.

#### 4.1.1.4. Soins et entretien de la zone d'élevage

-La zone d'élevage doit être quotidiennement contrôlée pour obtenir un milieu convenable.

-Pour éviter l'apparition de moisissures et la dégradation de la nourriture, les réserves seront stockées dans un lieu sec et à l'abri de la lumière.

-Les restes de nourriture (les dattes non commercialisées, légumes) doivent être évacués et renouvelés toutes les 48h.

-Une fois par semaine nous enlevons les vers morts qui sont devenus noirs.

#### 4.1.2. Contrôle de qualité de l'élevage d'insecte

Au cours de notre élevage nous avons fait des tests pour établir une fiche technique d'élevage industriel et de déterminer la flore microbienne des vers :

#### **4.1.2.1. Estimations de la vitesse de croissance entre les différents stades du cycle de vie d'insecte**

À partir des bacs réservés aux adultes et aux œufs, et dans un petit récipient rond de plastique (de 2,5 de hauteur et un rayon de 4,25). On a isolé une cinquantaine de larves les moins visibles possibles dans 20 g de farine de maison pour être surveillé quotidiennement.

#### **4.1.2.2. Etablir le moment optimal pour l'arrêt de la culture des larves**

Dans 30 pots de yaourt on a isolé des grandes larves où chaque larve est posée dans un pot avec une petite quantité de la farine et une datte.

Ces larves sont pesées quotidiennement jusqu'au stade nymphale. Le but de ce test est d'estimer le poids des vers du "jour-avant" la transformation nymphale.

#### **4.1.2.3. Établir le ratio entre nombre de nymphe et nombre de descendants**

Dans quatre petits bacs, nous avons isolé des différents nombres de nymphes :

Bac 1: 20 nymphes.

Bac 2: 30 nymphes.

Bac 3: 60 nymphes.

Bac 4: 90 nymphes.

Le taux de mortalité et de la fertilité dans chaque bac ont été dénombrés aussi.

#### **4.1.2.4. Changement de la nourriture :**

Une fois les vers sont visibles sous la loupe on a commencé l'ajout des dattes soit directement sur l'ancienne farine soit après un tamisage de la culture de "petits" vers.

## 4.2. Elevage des volailles

### 4.2.1. Description de lieu de travail

Cette partie de travail de l'élevage des volailles de la race *Gallus gallus domesticus* a été effectué au laboratoire 20 au campus universitaire d'El-Hadjeb, Biskra. La période de l'élevage s'est étalée sur deux mois et vingt jours allant d'octobre à décembre 2018.

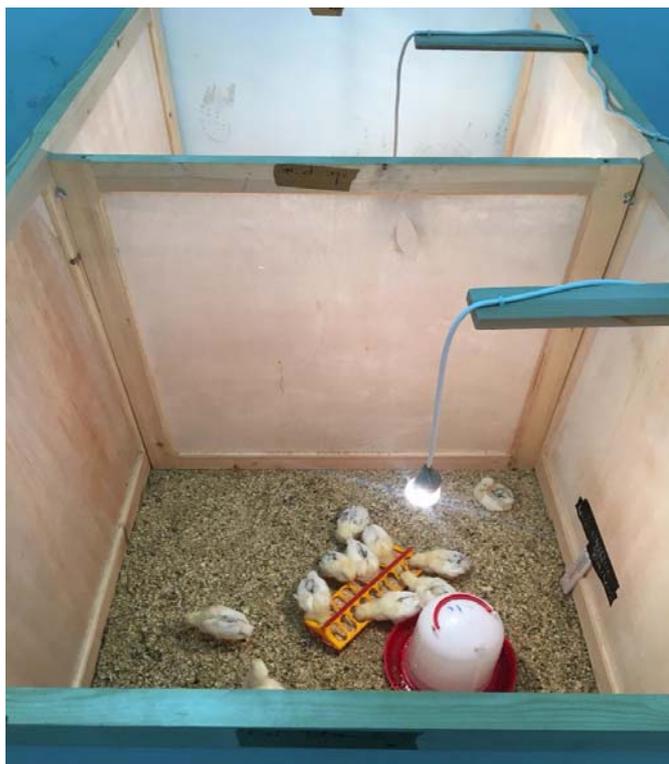
Durant cette expérience, nous avons essayé au maximum de provisionner toutes les conditions nécessaires pour assurer le confort des poussins reçus à partir d'un poulailler (figure 10) situé à El-Outaya (wilaya de Biskra) juste après l'éclosion des œufs le 04 octobre 2018.



**Figure 10:** Poulailler situé à El-Outaya (wilaya de Biskra).

- **La construction d'un mini poulailler**

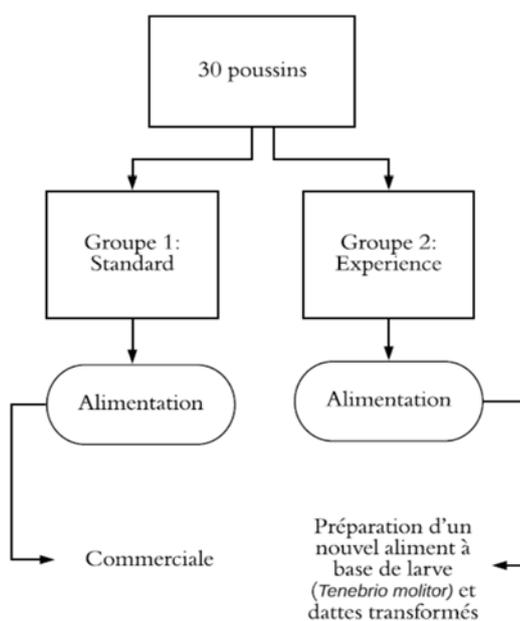
Avant l'arrivée des poussins, nous avons construit un petit logement de deux compartiments en bois, déplaçables pour qu'ils soient faciles à nettoyer et à désinfecter, séparés par une plaque de bois, d'une superficie suffisante pour éviter le surpeuplement, munis avec des ampoules électriques chaudes suspendues au centre de chaque compartiment comme une source d'éclairage et de chaleur. Puis, nous avons ajouté un chauffage électrique (figure 11) durant la période froide (environ durant trois semaines). Nous avons installé sur le mur deux thermomètres, afin de surveiller la température. Le sol est couvert d'une litière épaisse à (5 à 10 cm) composé de copeaux de bois pour l'absorption d'humidité des déjections, de l'eau et d'éviter les blessures à la poitrine ou aux pattes des poussins.



**Figure11:** Logement des poussins.

#### 4.2.2. Echantillonnage et régime alimentaire

Nous avons fixé l'échantillon de notre étude dès le départ à 30 poussins femelles, divisés en deux groupes dans deux compartiments séparés. Ces poussins subissent les mêmes conditions de vie où la seule différence est dans leur régime alimentaire (Figure 12).



**Figure12:** Schéma illustratif de l'élevage de poussins.

Le premier groupe de poussins standard se nourrit par une alimentation standard par un aliment qui se vend dans le marché de la ville. Alors que, l'alimentation de deuxième groupe est l'un des axes de notre expérience qui est un mélange de deux volumes de farine de dattes (Mechdeglâ) comme une source d'énergie et un volume de farines d'insectes *Ténébrion meunier* sèches (Figure 13) ramenés par Dr Karim DEBACHE de la Suisse comme une source de protéine .



**Figure 13** : Larves sèches et farine des larves utilisées comme aliment pour les volailles.

#### **4.2.3. Système d'élevage**

Vu que ces volailles vivent en complète claustration en presque 3,75 m<sup>2</sup>, mais peuvent se déplacer librement, donc ils dépendent entièrement de nous pour leur besoins de la nourriture et de l'eau qui sont distribuées dans des équipements spéciaux d'élevage afin de faciliter l'accès à leurs besoins.

##### **4.2.3.1. Approvisionnement en eau potable et en nourriture**

On met quotidiennement un volume de 1,5 L d'eau et parfois on le double voir le triple pendant les week-ends dans des abreuvoirs ronds, en plastique à réservoir qui a un avantage que l'eau se salit moins vite.

On distribue chaque jour un volume de 250 gr et parfois on le double voir le triple pendant les week-ends ; puis on augmente le volume d'aliment spécial pour chaque groupe selon l'âge des poules, dans des mangeoires qui permettent de distribuer la nourriture sans gaspillage.

#### 4.2.3.2. Pesée de volailles et quantité d'aliments consommés

La maîtrise de l'évolution du poids des volailles est importante. Ce paramètre permet de contrôler le bon fonctionnement de son élevage.

On a effectué quotidiennement un pesage manuel des poules (figure 14) dès leur arrivées jusqu'au moment de leur euthanasie. Ce pesage nous permettra d'établir une courbe de croissance dans le but de faire une comparaison entre les individus de deux groupes pour voir l'efficacité de notre nouvel aliment à l'échelle d'engraissement.



**Figure14** : Pesage manuel de poussin.

Aussi, on mesure chaque jour la quantité d'aliment et d'eau que les poulets ont dû consommer (Voir annexe 1).

#### 4.2.3.3. Hygiène de la zone d'élevage

Le nettoyage et la désinfection du poulailler est l'un des importantes conditions d'un bon élevage. Nous renouvelons hebdomadairement la litière souillée. Puis, nous désinfectons tous l'espace avec de l'eau de javel.

Nous faisons le nettoyage régulièrement de l'équipement (mangeoires et abreuvoirs) afin d'éviter la persistance de pathologies infectieuses qui cause pas mal de maladies aviaire.

Aussi nous renouvelons l'air de l'endroit d'élevage car l'aviculture entraîne la production de gaz nocifs dont l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Ces gaz proviennent de la respiration des volailles et des excréments.

#### **4.2.3.4. Besoin en vitamines**

Pendant l'élevage, nous avons remarqué que les volailles ont un mal à l'aise et par la suite nous avons perdus quelques individus à cette cause nous avons consulté un vétérinaire afin de connaître le problème. Le vétérinaire a remarqué que les sujets sont carencés et ils ont besoin de vitamines, un déséquilibre vitaminé peut provoquer des troubles graves et comme nos poules vivent dans un espace clôturé ils sont entièrement dépendantes des vitamines contenues dans leur nourriture composée, il est important qu'elles reçoivent les quantités correctes. Alors, il a proposé d'ajouter 1ml de vitamines dans 1,5ml d'eau quotidiennement.

A propos de traitement nous avons fait exprès de ne pas traiter les volailles dès le début, dans le but de voir l'efficacité de notre aliment seul sans additifs.

### 4.3. Les bio-analyses et contrôles

Nous effectuerons diverses analyses nous permettant de vérifier et contrôler la sécurité des bio-matériels utilisés (volailles, insectes, ...), les propriétés biochimiques du sang des poulets, ainsi que de contrôler les propriétés de texture et les caractères organoleptiques des poulets.

#### 4.3.1. Analyses biochimiques

Les analyses biochimiques sanguines sont des analyses qui mesurent la quantité de certaines substances chimiques dans un prélèvement sanguin. Elles permettent d'évaluer la qualité de fonctionnement de certains organes et aussi de détecter des anomalies.

Il y a de nombreux types d'analyses biochimiques sanguines. Elles mesurent des substances chimiques dont les enzymes, les électrolytes, les graisses, les hormones, les sucres, les protéines, les vitamines et les sels minéraux.

A l'aide d'un vétérinaire nous avons fait des prélèvements sanguins par des seringues stériles (Figure 15) et les échantillons sont placés dans des tubes de collecte de sang avec anticoagulant EDTA.

Les prélèvements ont été réalisés à partir d'un individu de chaque lot, standard et expérience à l'âge de 50 jours.



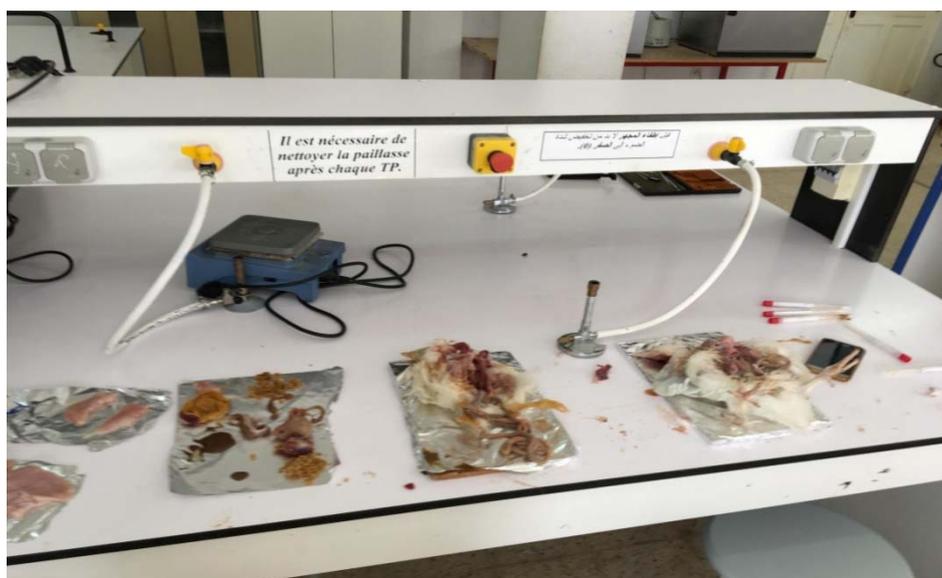
**Figure 15:** Prélèvements sanguin *in-situ*.

Nous avons immédiatement envoyé les échantillons au laboratoire d'analyse médicale externe (13, cité El Houda, El Alia, Biskra .En face l'université de Biskra, E-mail: [info@labohayet.com](mailto:info@labohayet.com)).

#### 4.3.2. Examen bactériologique

Le but de ces analyses est de détecter un causal d'une infection probable : bactérie, champignons microscopiques, etc. Elles consistent donc à prélever un échantillon et à rechercher l'élément pathogène.

Après euthanasie Abattage au rituel halal et l'autopsie de quatre poulets de notre élevage (Figure16) ; nous avons fait des prélèvements par des écouvillons stériles à partir l'œsophage + jabot , gésier et le gros intestin+cloaque, sachant que chaque organe a son propre écouvillon pour les deux groupes .



**Figure 16 :** Autopsie des volailles au niveau du laboratoire.

Les prélèvements ont été réalisés à partir de deux individus de chaque lot (Figure17), nous avons fait le choix au hasard à partir des poulets âgés de 70 jours.



**Figure 17 :** Prélèvements réalisés par des écouvillons à partir les deux lots d'élevages.

Et aussi nous avons immédiatement envoyé les échantillons au laboratoire d'analyse médicale externe (13, cité El Houda, El Alia, Biskra .En face l'université de Biskra .E-mail : [info@labohayet.com](mailto:info@labohayet.com))

### 4.3.3. Examen organoleptique

Cette partie de travail a pour but de détecter la présence ou l'absence de différences entre deux préparations culinaires sous ses différents aspects :

A.O.S.T (Aspect, Odeur, Saveurs, Texture) ; Chacun de nos cinq sens jouent un rôle important et distinct dans l'analyse sensorielle lors du test organoleptique d'une préparation de viande de poulet.

Les deux plus importants paramètres de l'examen organoleptique de la filière avicole sont l'apparence et la texture (c'est-à-dire la structure fine ou grossière du morceau, provoquant au contact des muqueuses buccales une sensation physique agréable ou désagréable). Toutefois la jutosité et la flaveur, restent extrêmement importants dans la détermination de la qualité. Mais le déterminisme de la qualité organoleptique reste très mal connu. D'une part c'est une question très complexe. Ainsi, on connaît mal les substances responsables du gout de poulet. (Ricard, 1961).

Jusqu'à présent, les chercheurs ont surtout étudié l'action sur la qualité organoleptique de facteurs tels que l'alimentation, les techniques d'abattage ou de conditionnement. Et dans notre étude nous voulons savoir l'action de ce nouvel aliment sur la qualité organoleptique des volailles de notre élevage.

Après l'euthanasie (abattage au rituel halal) des poulets, nous avons dégusté la viande avec un peu de sel seulement sans épices ou autre ingrédient) de chaque lot (Figure 18).



**Figure 10** : Test organoleptique et la texture du blanc des poulets.

#### 4.3.4. Coproscopie

Nous avons fait l'examen microscopique de la matière fécale d'un individu de chaque lot (expérimental et standard) pour but de déterminer l'existence d'une infestation parasitaire probable (identification des œufs, des larves ou la forme adulte d'un parasite) ; selon le protocole (Raynaud, 1970).

Dans un bécher rempli avec 20 ml d'eau saturée de concentration 360 gramme de NaCl par 100 ml d'eau distillée, nous avons dilué 7.2 gramme des organes remplies avec une quantité assez abondante des fèces des volailles de notre élevage (les mêmes organes utilisés dans l'examen bactériologique) (Figure 19). Ensuite, nous sommes mis un fragment de fèces dilué dans l'eau sur une lame et nous avons ajouté quelques gouttes de Lugol puis lisons entre lame et lamelle au microscope optique.



**Figure 119:** Echantillons dilués dans l'eau saturée.

#### **4.4. Analyses statistiques**

##### **4.4.1. Traitement et analyse des données**

Les données obtenues ont été analysées statistiquement, toutes les analyses multivariées ont été effectuées à l'aide d'un logiciel PAST vers. 2.17c (Hammer *et al.*, 2001).

##### **4.4.1.1. Effet de l'aliment sur l'évolution journalière du poids des poussins**

Pour étudier l'effet de l'aliment sur l'évolution du poids des poussins pour les deux lots : expérience et standard, et pour mettre en évidence des groupements des individus des poussins, on effectue une analyse factorielle de correspondances (AFC). Elle consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant le poids des poulets en lignes et les dates de pesés en colonnes d'une matrice. L'AFC est suivi d'une classification hiérarchique ascendante (CAH). Brièvement, les scores obtenus pour les 2 premiers axes sont utilisés pour calculer les distances euclidiennes entre les individus et les jours. Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères c'est-à-dire qu'elle permet d'examiner les différences de composition des échantillons (Martikainen *et al.*, 2000). En fait, elle procède à la construction des assemblages (paquets) par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets. (Martikainen *et al.*, 2000 ; Hammer *et al.*, 2001 ).

##### **4.4.1.2. Similarités des groupes**

Nous avons testé les similarités globales entre les groupes obtenus avec le (logiciel PAST vers. 2.17c, Hammer *et al.*, 2001) par une ANOSIM (ANalysis Of SIMilarity), un test non paramétrique de différence significative basée sur une mesure de distance (Clarke 1993). L'indice de Bray-Curtis a été ici choisi comme mesure de similarité et les valeurs de p ont été déduites de 10000 permutations. (Clarke ,1993).

##### **4.4.1.3. Evolution du poids en fonction des jours**

Pour étudier les différences des poids des individus, des courbes de poids en fonction des jours ont été tracées, et comparées. Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon un variable, il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour ANalysis Of VARIance), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation racine carrée a été nécessaire afin de normaliser cette distribution.

Le test One-way ANOVA (Analysis of variance) est une procédure statistique permettant de tester l'hypothèse nulle selon laquelle plusieurs échantillons univariés (en colonnes) proviennent de groupes ayant la même moyenne. Les échantillons sont supposés être proches de la distribution normale et présentent des variances similaires. Si les tailles d'échantillon sont égales, ces deux hypothèses ne sont pas critiques. Si les hypothèses sont fortement violées, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis devrait être utilisé à la place.

## 4.5. Contrôle des Salmonelles

### 4.5.1. Echantillonnage

Dans cette partie de notre étude, plusieurs échantillons ont été testés.

Les volailles sont les porteurs potentiels de salmonelles et c'est la raison qu'on a inspecté pratiquement tout au long du tube digestif des volailles de notre élevage : standard et expérimental.

Les larves de *Tenebrio molitor* soit sèches (utilisé pour l'alimentation des poulets de chair) soit vivantes ont été aussi testés après les avoir trempé 2 à 3 fois dans l'éthanol 70%. Ensuite, nous avons disséqué les vers afin d'extraire leur intérieur (Figure 20) à partir duquel nous avons préparé avec une suspension dans eau distillé stérile bien dense (une suspension de couleur brune). Nous nous sommes intéressés à la recherche des salmonelles dans les ténébrions vus leur richesse en protéine et donc leur susceptibilité d'être des porteurs d'agent pathogène tels que *Salmonella spp.* (Allen *et al.*, 2003).



**Figure20:** Dissection d'une *Tenebrio molitor* dans le laboratoire au campus d'El-Hadjeb, Biskra.

#### **4.5.2. Techniques de la recherche des *Salmonella***

Les *Salmonella spp.* Sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs, ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz. Les viandes sont les vecteurs les plus communs mais toutes les variétés d'aliment peuvent être contaminées par ces germes. Selon le protocole de la détection des salmonelles de routine ISO 6579, la mise en évidence de ces germes nécessite plusieurs étapes :

##### **4.5.2.1. Pré-enrichissement en milieu liquide non sélectif**

On met 25 g d'échantillon de quoi dans 225 ml de milieu eau peptonée tamponnée. Et les laisse pour l'incubation à 37°C durant de 16h à 24h.

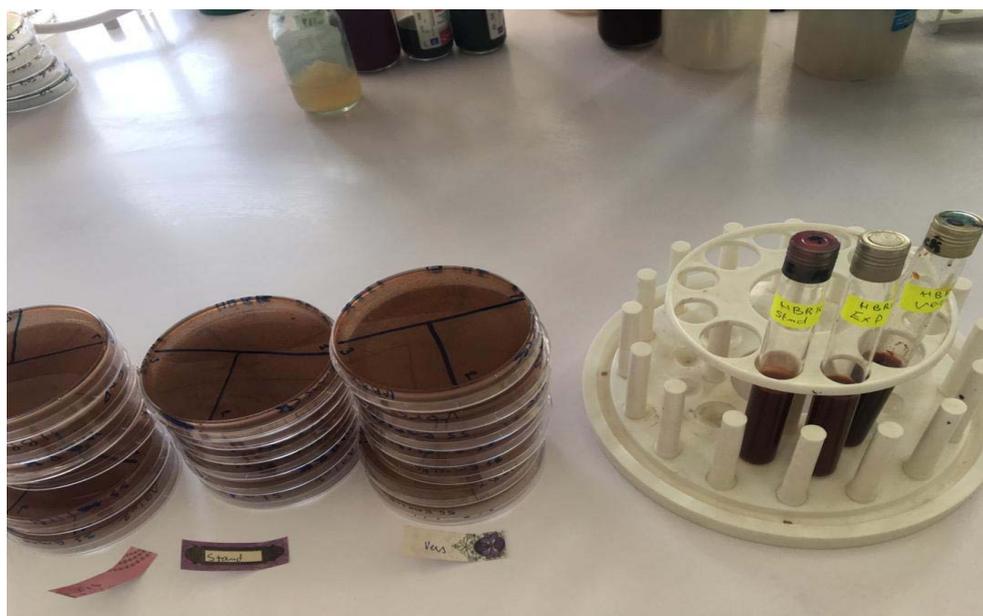
##### **4.5.2.2. Enrichissement en milieu liquide sélectif**

On prend 10 ml de milieu de pré-enrichissement et le met dans un 100ml de bouillon à la sélénite cystéine. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h.

##### **4.5.2.3. Isolement**

À partir des cultures obtenues de milieu d'enrichissement nous avons réalisé un isolement sur deux milieux différents : le premier est milieu de SS et le deuxième un milieu SS enrichi avec la poudre des vers *Tenebrio molitor*, 2 gramme de la poudre des vers dans 100 ml de milieu SS.

Nous avonsensemencé les boites selon la méthode des trois cadrans (Figure 21). Cette méthode est la plus classique pour avoir des colonies bien isolées. Elle consiste à diviser une boîte de Pétri en deux parties égales (50 % et 50 %), puis de diviser de nouveau par deux une moitié afin d'obtenir 3 cadrans de 50 %, 25 % et 25 %. Sur le plus grand cadran. Une goutte de l'échantillon à tester (sélénite cystéine) est déposée puis étalée à l'aide d'une pipette pasteur. Ensuite on retourne la boîte afin d'étaler les bactéries sur un cadran plus petit, puis on retourne afin d'ensemencer le dernier petit cadran. Les stries doivent être serrées et la pipette doit être flambée entre chaque cadran pour de meilleurs résultats. Nous avons répété plusieurs fois l'isolement pour chaque échantillon sur les deux milieux juste pour augmenter la probabilité d'isoler les bactéries en question.



**Figure 21:** Isolement sur milieu sélectif SS.

#### 4.5.2.4. Étude macroscopique

Après les 24 à 48 h d'incubation à 37°C, nous avons passé à l'étude macroscopique afin d'apprécier l'aspect des colonies leur couleur, leur taille, leur forme et leur consistance...

La reconnaissance des colonies ne permet pas d'identifier ces germes mais donne une bonne présomption, donc il nous faut une identification biochimique ou autre pour confirmer leur identités.

#### 4.5.2.5. Étude microscopique

Parmi les procédures utilisées pour mettre en évidence la morphologie et le type de la paroi des bactéries, la plus utilisée en laboratoire est la **coloration du Gram**.

La coloration de Gram est la coloration de base de la bactériologie. C'est une coloration double qui permet de différencier les bactéries non seulement d'après leur forme, mais surtout d'après leur affinité pour les colorants liées à la structure générale de la paroi.

Le principe de cette méthode, mise au point de façon empirique par le médecin danois

Gram en 1884, est le suivant : on étale les colonies de salmonelles présumées sur une lame de verre, on les fixe par la chaleur de bec bunsen, puis on les colore successivement avec une solution de violet de gentiane et un mordant la solution de Lugol ; la préparation est

ensuite traitée avec un solvant organique, tel que l'alcool. Après le solvant, on procède à une contre-coloration avec un colorant rouge, comme la fuchsine de Ziehl diluée.

La lecture se fait au grossissement 10 x 100 avec une goutte d'huile à immersion. Les bactéries à Gram positif apparaissent colorées en violet, alors que les bactéries Gram négatif sont roses.

#### 4.5.2.6. Étude biochimique

Nous avons préparé une suspension bactérienne consiste en transfert en condition aseptique d'une colonie bien isolée et repiquée sur GN / BN (Figure 22) vers un tube qui contient 1 à 2 ml d'eau physiologique stérile.



**Figure22:** Repiquage des colonies bactériennes sur GN et BN.

Cette suspension a servi à ensemercer différents milieux de culture en tubes permettant ainsi de mettre en évidence différents caractères biochimiques par une galerie biochimique classique (voir annexe 2).

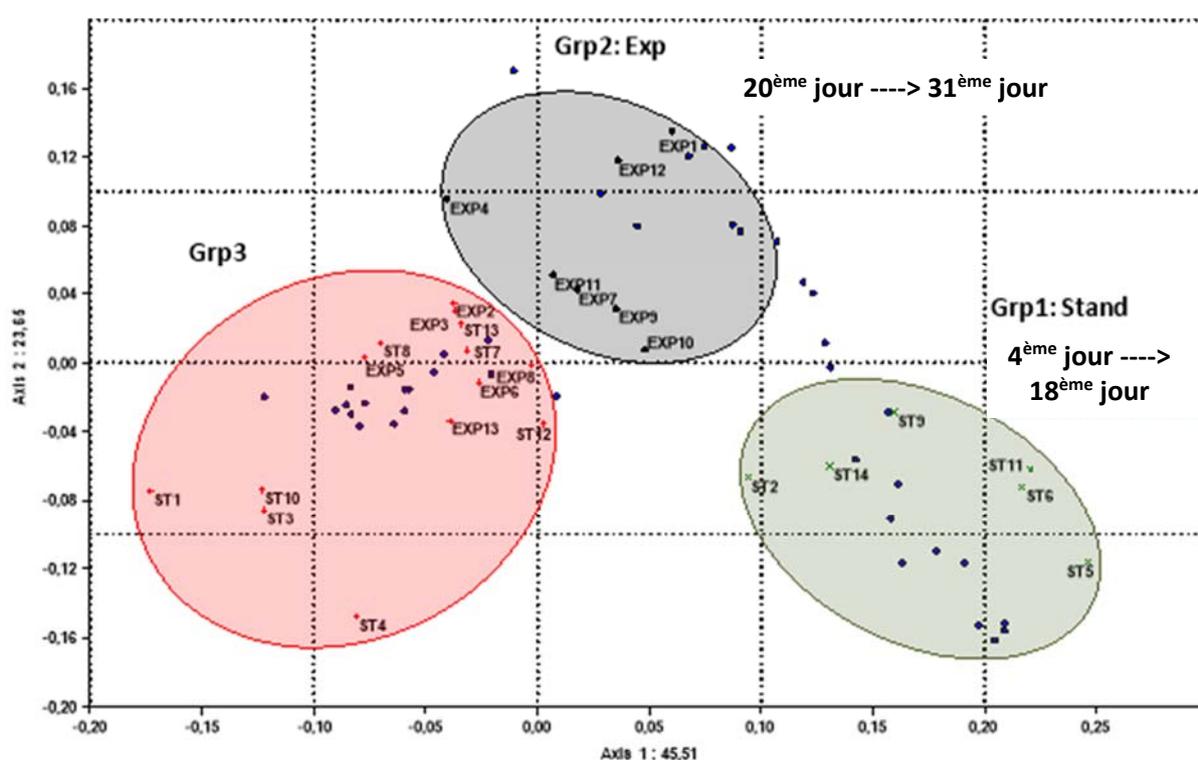
# **Chapitre 5**

## **Résultats et Discussion**

## 5.1. Analyses statistiques

### 5.1.1. Effet de l'aliment sur l'évolution du poids des poussins (AFC-CAH)

Le tableau de mesures des poids des poussins pendant 70 jours a fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (A.F.C) qui constitue la méthode statistique la plus appropriée pour mettre en évidence des groupements des individus. Les deux premiers axes F1 et F2 de l'AFC englobent 69,17% de la variance totale du nuage de points avec des contributions partielles respectives de 45,51% et 23.65%. Cette valeur considérablement suffisante pour la discrimination des axes factoriels de ce type d'AFC. L'analyse dans les deux plans factoriels Axe1 et Axe2, la répartition des individus apparaît groupé (Figure 23) indiquant 3 groupes bien séparés les uns des autres.



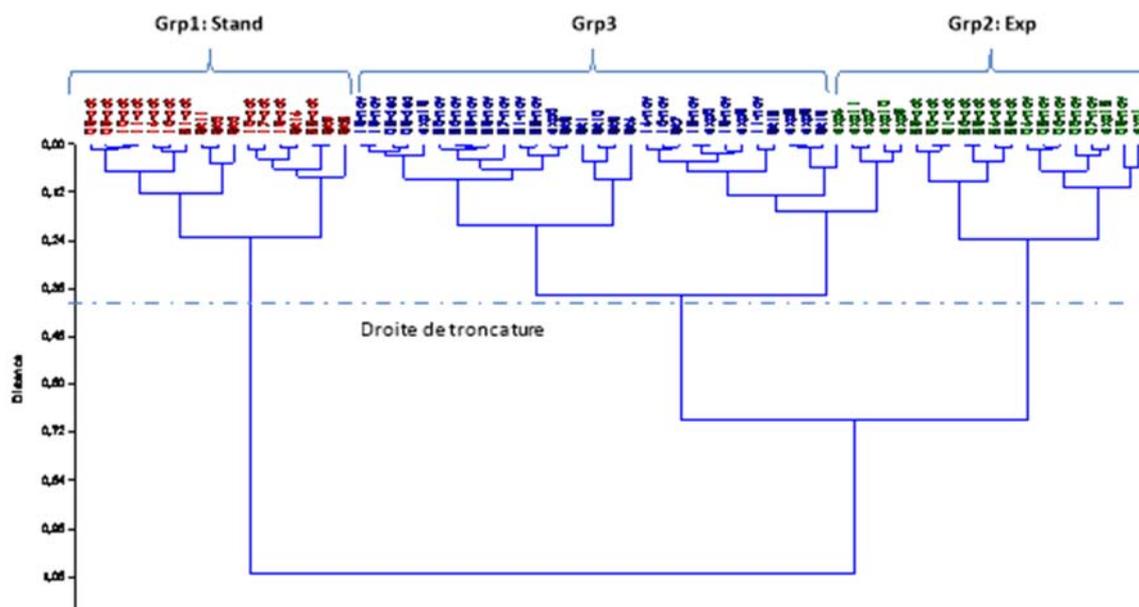
**Figure23:** Analyse des individus des poussins en fonction des poids par AFC dans les 2 lots étudiés.

La Classification Hiérarchique Ascendante (C.H.A) à partir des distances euclidiennes basées sur les scores des 2 premiers axes de l'A.F.C confirme l'existence de ces groupes ou des entités par la droite de troncature choisie et placée à la distance 0.48 (Figure 24).

Groupe 1 : est situé en bas à la droite de la projection. Il regroupe des individus du lot de standard. Ce sont : St2, St5, St6, ST9, St11 et ST14 et corrélés avec les jours à partir de 4<sup>ème</sup> jour jusqu'à 18<sup>ème</sup> jour.

Groupe 2 : est situé en haut à la droite de la projection. Il est composé de 7 individus du lot expérimental : Exp1, Exp12, Exp4, Exp11, Exp7, Exp9 et Exp10 et corrélés avec les jours à partir de 20<sup>ème</sup> jour jusqu'à la fin de l'expérience.

Groupe 3 : Il rassemble les individus qui meurent avant la fin de l'expérience et appartiennent aux deux lots. Qui sont concentrés dans la partie gauche de la projection, montrant aussi une légère affinité pour les individus de l'expérience de 2<sup>ème</sup> groupe. Ces individus sont: Exp2, Exp3, Exp5, Exp6, Exp8, Exp13, St1, St3, St4, St8, St10, St12, St13 et St 17.



**Figure 24:** Classification ascendante hiérarchique sur les 2 premiers axes de l'AFC. Les 3 groupes mis en évidence sont matérialisés par des accolades.

### 5.1.2. Similarités des groupes des assemblages

Nous avons utilisé une analyse des similarités pour tester les différences significatives dans la composition des entités en fonction du poids, en utilisant le test de permutation avec la fonction ANOSIM : Analysis Of Similarity.

La différence de composition de 3 entités pris deux à deux est confirmée par le test d'Analyse de similarité (ANOSIM), utilisant l'indice de Bray-Curtis comme mesure de distance, puisque les valeurs de p corrigées par Bonferroni, obtenues après 10000 permutations, sont comme il était attendu, nous retrouvons une différence significative au niveau dans toutes les combinaisons (Tableau 1).

Les valeurs de probabilités sont obtenues par 10000 permutations et corrigées par le test de Bonferroni.

Comparaison par ANOSIM des groupes par rapport entre eux dans les 2 lots.

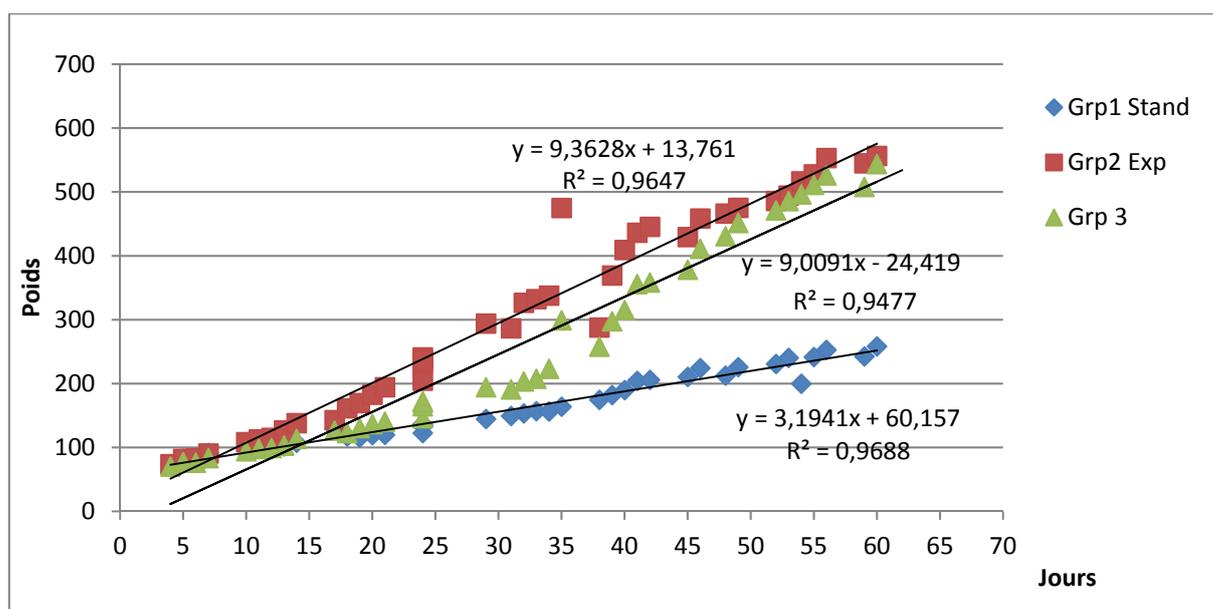
**Tableau 1** : Comparaison par ANOSIM des groupes par rapport entre eux dans les 2 lots.

	Grp1	Grp3	Grp2
Grp1		0,0048*	0,0027*
Grp3	0,0048*		0,0162*
Grp2	0,0027*	0,0162*	

\* significatif à 0.04

### 5.1.3. Variations journalières du poids dans les différents trois groupes

Les variations journalières du poids sont de grande amplitude dans les individus d'expérience, par rapport à ceux du standard (Figure 25) la différence apparaît à partir du 20<sup>ème</sup> jour, alors que le poids de l'expérience commence à augmenter rapidement par rapport aux autres individus.



**Figure25:** Les courbes pondérales des différents groupes.

Pour déterminer si la différence d'augmentation du poids entre les trois groupes est statistiquement significative, nous avons effectué le test d'One-way Anova ou une analyse de variance à un seul facteur. Fondamentalement, c'est une comparaison multiple de moyennes : les moyennes sont-elles différentes les unes des autres, ou bien les fluctuations entre les moyennes sont-elles simplement dues au hasard. Il faut que les distributions des échantillons soient normales, que leurs effectifs et leurs variances soient semblables. Les diverses colonnes correspondent aux échantillons étudiés (ici 2 : effet de 2 types d'aliments, habituel et enrichi sur le poids de trois groupe des poulets). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1 En haut, nous voyons les probabilités et en bas, nous voyons les valeurs.

L'appel de cette fonction aboutit à une fenêtre (Tableau 2) :

**Tableau 2:** One-way ANOVA.

	Grp1 St	Grp2 Exp	Grp3
Grp3 St		0,0001213 *	0,00464 *
Grp 1 Exp	6,903		0,229
Grp3	4,569	2,334	

\* P <0.05 : Hautement significatif

Dans le triangle supérieur sont indiquées les probabilités que les échantillons aient une moyenne égale : Grp1 St est franchement différent de Grp 2 Exp et Gr3 (car la probabilité

d'égalité est très faible), alors que Grp1 Exp et Gr3 ne sont pas très différents (probabilité d'égalité 0,229).

Dans le triangle supérieur sont indiquées les probabilités que les échantillons aient une moyenne égale : Standard est franchement différent d'expérience car la probabilité d'égalité est très faible 0.0025.

Le résultat est donc en conclusion que l'évolution du poids des individus de l'expérience est bien meilleure que celui du standard c'est-à-dire il y a un effet hautement significatif du nouvel aliment sur le développement des poulets. Cet effet est évident à partir du 15ème jour de nutrition.

## **5.2. Élevage d'insecte**

### **5.2.1. Contrôle de qualité de l'élevage d'insecte**

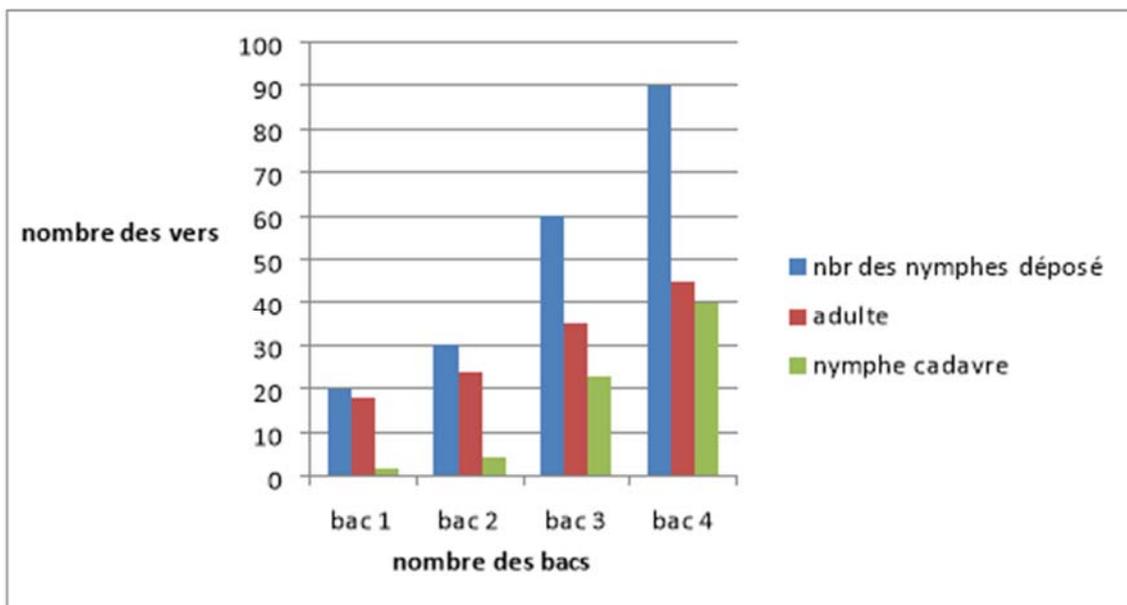
#### **5.2.1.1. Estimation de la vitesse de croissance entre les différents stades du cycle de vie d'insecte**

Au cours de notre étude on a trouvé que les récipients ronds à une surface de 56,7 cm<sup>2</sup> insuffisante pour l'élevage de cinquantaines des vers. On note que les récipients ont une paroi non lisse ce qui entraîne une possible escalade de l'insecte et sa perte. Pour cette raison on a remplacé les récipients par des bacs plus grands avec une paroi lisse et 20 g de farine de maison source nutritionnelle.

#### **5.2.1.2. Etablir le moment optimal pour l'arrêt de la culture des larves**

Au cours des jours nous avons remarqué chez la plus part des vers que, qu'il y a une relation proportionnelle entre le poids de larve et son âge larvaire. 0.119 g c'est la moyenne des vers de jour avant la transformation, cette dernière sera la référence pour l'arrêt de la culture des vers.

### 5.2.1.3. Etablir le ratio entre nombre de nymphe et nombre de descendants



**Figure 26:** Analyse de nombre de vers en fonction de nombre de bacs.

À partir de ces résultats on peut dire qu'il y a une relation proportionnelle entre le nombre des adultes et le nombre des nymphes cadavres (lorsqu'on augmente le nombre des nymphes automatiquement le nombre des cadavres sera augmenté). (Voir annexe 3).

### 5.2.1.4. Changement de la nourriture

Après l'éclosion des œufs d'insecte et au moment où les vers seront visibles sous la loupe. On ajoute à leur nourriture des dattes commercialement indésirables (Figure27).



**Figure27:** Ajout des dattes commercialement indésirables à la farine de la maison.

La datte est un aliment riche en acide amines, une source d'oligo-éléments et elle contient en effet du cuivre, du zinc et du fer. En plus des vitamines et protéines. Cette étape est très importante pour l'amélioration de poids, croissance rapide des vers et le recyclage de sous-produit agricole sans valeur commerciale.

### **5.3. Bio-Analyses et Contrôles**

#### **5.3.1. Tests biochimiques**

Nous avons analysé plusieurs paramètres hématologiques et biochimiques qui permettent de déterminer la bonne santé des poulets et de comparer les deux groupes afin d'estimer l'impact de l'alimentation. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 3 :** Résultats des tests hématologie et biochimie des deux groupes des poussins (Wakenell, 2010 ; Coling 2015).

Hématologie				Biochimie			
Hémogramme	Résultats		Normes	Bilan rénal sanguin	Résultats		Normes
	Expérience	Standard			Expérience	Standard	
Leucocytes	29.92 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	53.92 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	12-30 (10 <sup>3</sup> /μL)	Créatinine	2.00 mg/l	5.00mg/l	80-160 μmol/l
Hématies	2.10 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	2.26 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>		Ions et électrolytes Magnésium	21.39 mg/l	22.38 mg/l	0.5-1.5mmol/l
Hémoglobine	6.60 g/dl	6.60 g/dl	07 -13				
Hématocrite	25.5 %	26.4 %	29.2	<b>Bilan phospho calcique</b>			
VGM	121.4 fL	116.8fL	90-140	Calcium	79.5 mg/l	103.4 mg/l	2.2-6mmol/l
CCMH	25.9 g/dl	25.0 g/dl	26-35	<b>Bilan hépatique</b>			
TCMH	31.4 pg	29.2pg		Bilirubine totale	0.5 mg/l	0.2 mg/l	0-3.4 μmol /l
Plaquettes	2 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	5 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	34.4 (10 <sup>3</sup> /μL)	Bilirubine directe	0.3 mg/l	0.1 mg/l	
<b>Formules leucocytaire</b>				<b>Bilan protidique</b>			
PN neutrophiles	41.4 %	21.1 %		Albuminémie	8 g/l	11 g/l	21-35g/l
Soit :	12.38 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	11.42 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>		<b>Bilan martial</b>			
PN Eosinophiles	0,70%	0,10%		Fer	97.46 μg/dl	77.01 μg/dl	
Soit :	0.22 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0.03 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0-1000	TIBC	285.7 μg/dl	93.74 μg/dl	
PN basophiles	20.8 %	29.4 %	2.4	Coefficient de saturation	34.1 %	82.15 %	
Soit :	6.23 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	15.84 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Rare				
Monocytes	0.3 %	0.1 %					
Soit :	0.0910 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0.0610 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	150-2000				
Lymphocytes	36.8 %	49.3 %					
Soit :	11.00 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	26.57 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	7000-17500				

La prise de sang est le moyen le plus simple aujourd'hui pour vérifier que tout fonctionne bien dans l'organisme à cette cause nous avons fait ce bilan sanguin pour étudier les effets de l'inclusion de la farine d'insecte *Tenebrio molitor* dans le régime alimentaire de poulets d'élevage. En lisant les résultats présentés dans le tableau 3 :

Le nombre de leucocytes de l'individu de lot standard est très élevé par rapport à celui de lot expérimental et aux normes, et généralement le nombre de leucocytes qui circulent augmente en cas d'infection ou de réaction inflammatoire vu que ce sont des cellules du système immunitaire.

Le nombre de plaquettes est trop bas chez les deux individus par rapport aux normes, une telle diminution peut provoquer des hémorragies voir à des pathologies malignes, parce que la coagulation du sang est assuré grâce à la présence des plaquettes en nombre suffisant pour permettre d'arrêter les hémorragies.

A partir de la comparaison des résultats avec les normes de poulets ça confirme que l'inclusion de ce nouvel aliment n'a pas affecté les paramètres sanguins et sériques des volailles de lot expérimental et que cet insecte *Tenebrio molitor* peut être utilisé en toute sécurité pour l'alimentation de volaille.

### **5.3.2. Examens cyto-bactériologique**

Afin de nous assurer que les différents organes du système digestif du poulet est exempt de micro-organismes pathogènes, nous avons effectué une analyse cyto-bactériologique, et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Examen cyto bactériologique des différents organes des individus de deux lots.

<b>Lots</b>	<b>Individus</b>	<b>Organes</b>	<b>Polynucléaire</b>	<b>Hématies</b>	<b>C .E</b>	<b>Bactérie</b>	<b>Levures</b>	<b>Culture</b>
<b>STD</b>	<b>N° : 12</b>	Œsophage+Jabot	Rares	Rares	Rares	Nombreux	Absence	<i>E.coli</i> ; <i>S.aureus</i>
		Gésier	Rares	Absences	Rares	Rares	Absence	Absence
		Gros Intestin+ Cloaque	Rares	Nombreux	Nombreux	Nombreux	Absence	<i>E.coli</i> <i>S.aureus</i>
	<b>N° : 07</b>	Œsophage+Jabot	Rares	Rares	Rares	Rares	Nombreux	<i>S.aureus</i>
		Gésier	Absence	Rares	Rares	Rares	Absence	Absence
		Gros Intestin+ Cloaque	Rares	Rares	Rares	Nombreux	Absence	<i>E.coli</i> <i>S.aureus</i>
<b>EXP</b>	<b>N° : 05</b>	Œsophage+Jabot	Rares	Rares	Nombreux	Rares	Nombreux	<i>E.coli</i> <i>S.aureus</i>
		Gésier	Rares	Absence	Rares	Rares	Absence	Absence
		Gros Intestin+ Cloaque	Rares	Rares	Nombreux	Nombreux	Absence	<i>E.coli</i> <i>S.aureus</i>
	<b>N° : 08</b>	Œsophage+Jabot	Rares	Rares	Absence	Rares	Nombreux	<i>C. albicans</i>
		Gésier	Rares	Nombreux	Rares	Rares	Nombreux	<i>E.coli</i> <i>S.aureus</i>
		Gros Intestin+ Cloaque	Rares	Rares	Rares	Nombreux	Absence	<i>E.coli</i>

On observe que les résultats des deux individus de lot standard sont presque identiques donc :

L'œsophage + jabot : la présence des germes pathogènes et ça revient au contact direct des organes avec le milieu d'élevage (respiration).

Le gésier : absence totale des bactéries puisque le gésier est un milieu défavorable pour la multiplication des bactéries à cause de son acidité, il se considère comme un organe stérile.

Le gros intestin + cloaque : la présence des germes pathogènes parce que le cloaque a un contact direct avec le milieu d'élevage et c'est l'organe responsable pour dégager les déchets en plus ces organes sont les plus riches par les éléments recherchés au microscope (polynucléaires, hématies, cellules épithéliales et bactéries).

Par contre les deux individus de 2<sup>ème</sup> lot expérimental ont des résultats différents : le 1<sup>er</sup> individu a des résultats très proches aux deux individus de groupe standard et le second individu :

L'œsophage + jabot : la présence de *Candida albicans* ça revient à deux hypothèses : c'est à cause de la pourriture des organes respiratoires ou a une relation avec l'alimentation à base de vers.

Le gésier : la présence des hématies en plus des levures et des germes pathogènes.

Gros intestin + cloaque : l'absence des levures et des germes pathogènes à l'exception d'*E.coli* ; qui ce sont des hôtes normaux du tube digestif aviaire qui s'installent sur des lésions préexistantes (irritation de l'appareil respiratoire par une atmosphère altérée ou des poussières d'élevage par exemple) ou sur un organisme affaibli ; est due à une réponse immunitaire. (Didier ,2001).

### 5.3.3. Examen organoleptique

Parmi les nombreux aspects de la qualité du poulet, le plus important est sans conteste celui concernant les propriétés organoleptiques.

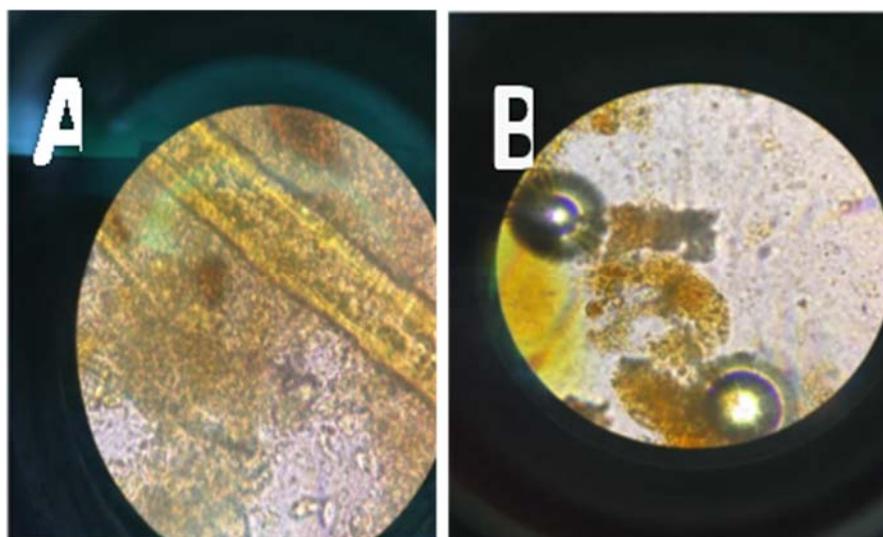
Après avoir dégusté le blanc de poulet de chaque lot (standard et expérimental) par 4 personnes. Deux personnes ont dit que y'a pas de différence entre les deux tranches (standard et expérimental) et les deux autres ont senti une légère différence entre les tranches de poulets des deux lots au niveau de la saveur. Mais ces observations restent trop peu précises. De plus,

ces expériences conduisent souvent à des résultats subjonctifs. Quoique ça reste un paramètre très important pour cette étude.

#### 5.4. Coproscopie :

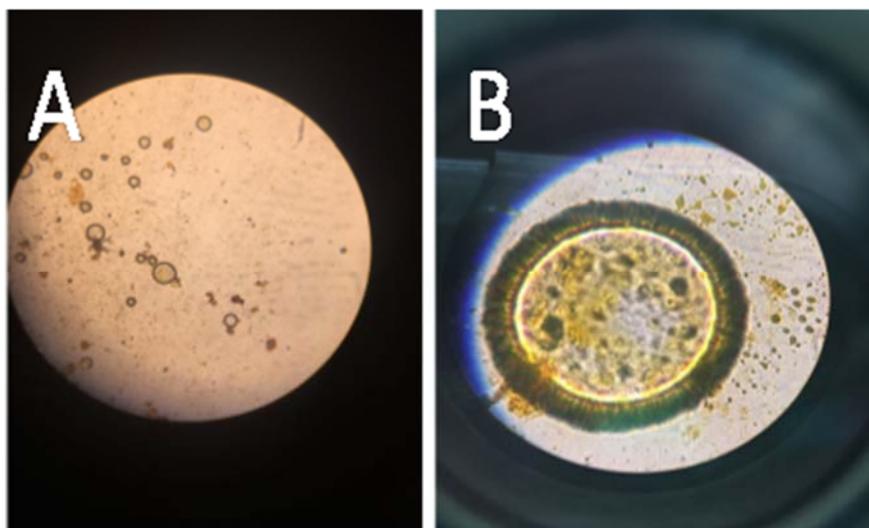
À partir de nos résultats obtenues et à l'aide de notre enseignant parasitologue on conclure que y a pas des forme parasitaire ; grâce à surveillance quotidienne de L'entretien du la litière est également fondamental pour diminuer le contact hôte-parasite et aussi l'absence de contact avec d'autres animaux d'élevage (lieu spécial pour l'élevage des volailles seulement).

Selon l'observation microscopique des résultats obtenus, ont été prises des photographies de chaque échantillon à objectifs 10× et 100×. (Figure 28 et figure 29)



**Figure28:** L'observation microscopique de cloaque d'individu 07 standard.

**A :** l'objectif ×10 ; **B :** l'objectif ×100



**Figure 29:** L'observation microscopique de jabot d'individu 08 d'expérience.

**A** : l'objectif  $\times 10$  ; **B** : l'objectif  $\times 100$

La prévalence de la plupart des maladies parasitaires chez les volailles semble avoir considérablement diminué dans les systèmes de production de volailles commerciales grâce à l'amélioration du logement, de l'hygiène et de la gestion (Kumar *et al.* 2015).

Cependant, les maladies parasitaires continuent d'avoir une grande importance dans les systèmes d'élevage de volailles.

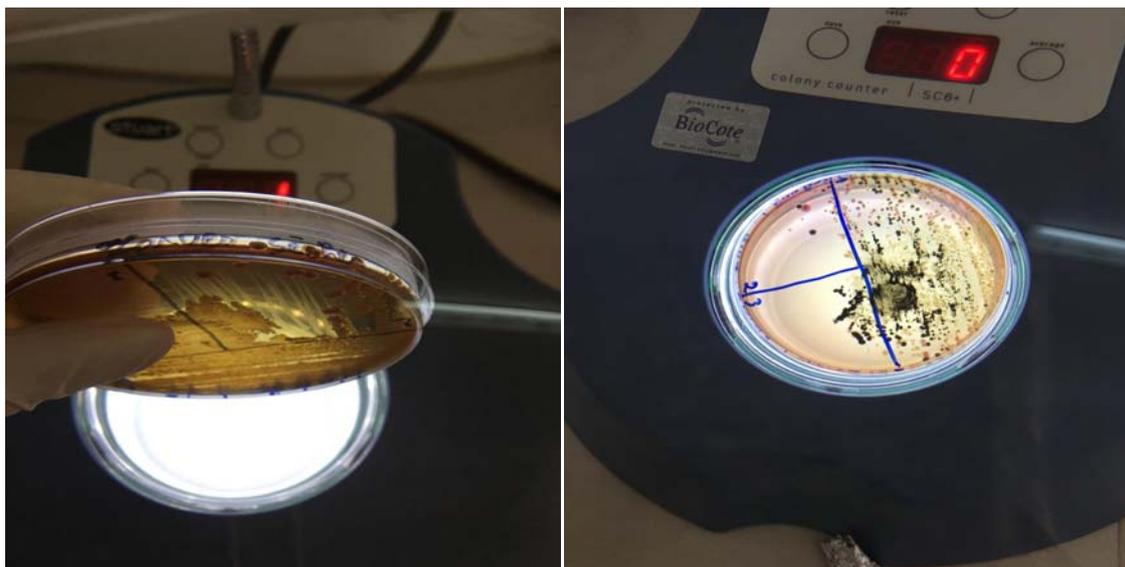
## **5.5. Contrôle de Salmonelle**

### **5.5.1. Isolement :**

Les souches ont été isolées sur le milieu sélectif SS à partir de quatre échantillons : les fèces de deux lots des volailles de notre élevage : standard et expérimental, larves sèches et larves vivantes.

### **5.5.2. Identification des souches isolées :**

L'identification des souches isolées commence par l'observation de l'aspect cultural des colonies sur le milieu sélectif les souches isolées du genre *Salmonella Spp.* (Figure 30), donnent des colonies décolorées avec centre noir (Harizi *et al.*, 2009 ; Elgroud *et al.* 2008).



**Figure 30 :** Observations macroscopiques des colonies isolées.

L'observation microscopique des souches à l'état frais, après coloration de Gram ; les colonies se présentent sous forme de bâtonnet à Gram négatif, non sporulés. Puis la réalisation des tests biochimiques, test catalase, test oxydase, les résultats obtenus sont illustrés dans le (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Résumé des résultats obtenus au cours de l'identification *Salmonella Spp.* (Amel 2010 ; Harzallah 2011).

			Caractères macroscopiques					E M	Tests biochimiques																	
			Vira	Coul	Forme	Relief	Contour	GRAM	TSI				Mannitol			Indole	Cit de sim	MEVAG	VP	RM	Ox	Cat				
		Col	MC	MC	Ronde	convexe	Régulier		Lac	Glu	Ga	H2	Fer	Mob	B	A		aerobie-strict								
L V	SS Nrml	Col 1	MC	MC	Ronde	convexe	Régulier	Cocci G-	aucune changem																	
		Col 2	MC	MC	Ronde	convexe	Irrégulier							(-)	(-)	(-)	(-)									
		Col 3	MF	MF	Ronde	bombée	Régulier																(-)	(-)	(-)	(+)
	SS En	Col 1		ICN	Ronde	bombée	Régulier	Bacille G+	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)										
		Col 2		ICN	Ronde	bombée	Régulier																			
Col 3		ICN	Ronde	bombée	Régulier													(+)								
Col 4		ICN	Ronde	bombée	Régulier																					
Col 5		ICN	Ronde	bombée	Régulier																					
L S	SS Nrml	Col 1		ICN	Circulai	convexe	Régulier	Bacille G-	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)			(+)	Aero-anaerobie	(+)	(+)	(-)	(-)			
V Exp	SS Nrml	Col 1	MC	R	Ronde	convexe	Régulier	Cocci G+	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	Anneau maron										
		Col 2	MC	R	Ronde	convexe	Régulier																			
		Col 3	M	R	Ronde	bombée	irrégulier																			
		Col 4	M	ICN	Ronde	bombée	irrégulier																			
		Col 5	M	ICN	Ronde	plate	Régulier																			
	SS en	Col 1	MF	BCN	Ronde	convexe	Régulier	Cocci G+	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)										
		Col 2	MF	MCN	Ronde	bombée	Régulier																			
		Col 3	MF	ICN	Ronde	bombée	Régulier																			
		Col 4	MF	ICN	Ronde	bombée	Régulier																			
		Col 5	MF	ICN	Ronde	bombée	Régulier																			
V Stnd	SS Nrml	Col 1	MF	MC	Circulai	bombée	Régulier	Cocci G+	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)		bleu								
		Col 2	RF	MC	Circulai	bombée	Irrégulier																			
	SS En	Col 1		ICN	Circulai	bombée	Régulier	Bacille G+	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)										
		Col 2		ICN	Circulai	bombée	Régulier																			
		Col 3		ICN	Circulai	convexe	Irrégulier											bleu								
Sal				ICN	Ronde		Régulier	Bacille G-	(-)	(+)	(+)	(-)		(+)				(+)	aéro-anaérobie	(-)		(-)	(+)			

Ox : oxydase, Ca : catalase, Lac : lactose, Glu : glucose, Ga : galactose, Mob : mobilité, ICN : incolore a centre noir, BCN : blanchâtre a centre noir, MCN: marron a centre noir, MC: marron clair, MF: marron foncé, RF: rouge foncé

Après la comparaison entre les critères de l'identification des Salmonelles et les résultats obtenues on conclure que ; y a pas des germes de ces bactéries dans notre étude.

Nos résultats montrent que l'absence des salmonelles semble liée aux pratiques sanitaires durant la période d'élevage : le nettoyage avec des détergents, que la désinfection des poulaillers ainsi la densité des poussins à la mise en place (nombre de poussins/m<sup>2</sup>). Au cours de notre étude, le lieu prépare pour l'élevage est suffisant pour un nombre de 30 poussin. Ces résultats sont en accord avec la littérature qui rapporte que la forte densité dans un élevage de poulets est un facteur favorisant la contamination par les salmonelles (Heyndrickx et al., 2002). l'utilisation d'aliment contrôlée et de l'eau avec le vitamine , permet la faible prévalence de Salmonelles. Ce constat est en accord avec (Tablante,2002) qui rapporte que le traitement de l'eau réduit le nombre de germes pathogènes présents dans l'eau de boisson, il est donc un facteur protecteur de la contamination des volailles. Aussi ça revient peut être à la sélectivité de milieu vu que le milieu SS n'est pas bien sélectif ou aux erreurs lors de manipulations.

# **Conclusion**

## Conclusion

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique, du monde arabe et du bassin méditerranéen sa localisation au nord-africain lui dispose de richesses naturelles considérables et diversifiées, notamment en hydrocarbures ; pétrole et gaz ; aussi une richesse minière. Outre ces deux richesses, l'Algérie possède des étendus réservés à l'agriculture en particulier la culture des palmiers dattiers. Bien que ce pays est un véritable géant énergétique mais il a un petit peu de ressource de nature nutritive de qualité surtout en protéine.

Ce manque de protéine nous a poussé à penser à des alternative à cette source assez importante une nouvelle alternative attire l'attention des chercheurs c'est : les insectes qui possèdent d'excellentes caractéristiques nutritionnelles et ils sont considérés comme riches en protéines et en divers micronutriments.

Les sources de protéines représentent les principaux coûts de production des régimes à base de volaille c'est à cette raison que nous avons utilisé des larves de vers de la farine *Tenebrio molitor* comme un aliment destiné aux volailles car ils comptent parmi les principaux insectes d'élevage produits économiquement pour l'alimentation animale.

En profitant que Biskra est une région connue pour ses meilleures qualités de dattes qui ont un potentiel très élevé en énergie nous avons utilisé des dattes sans valeur commerciale comme nutriments dans l'élevage des vers de farine afin d'enrichir cette source de protéine.

En plus la production à grande échelle d'insectes permet également d'amoinrir l'impact environnemental de la production animales traditionnelle par rapport à la consommation d'énergie (électricité, gaz ce qui entraîne l'émission du gaz carbonique...Etc.) et l'eau du coup le produit final est un produit écologique voir un produit propre. Également la plus part des insectes sont omnivores et peuvent se développer sur base de déchets organiques encore l'utilisation des déchets d'insectes comme un engrais naturel en agriculture.

La présente étude a évalué les effets de l'introduction de la farine de larves de *Tenebrio molitor* dans les régimes alimentaires des volailles sur leur poids corporels que nous avons obtenu des bonnes résultats vu qu'il a une différence significative entre les deux lots d'élevage et la moyenne du poids du lot expérimental est supérieure à celle de lot de poulets standard , ainsi sur les paramètres hématochimiques et bactériologiques qui montre que l'inclusion de ce nouvel aliment d'engraissement n'affecte pas ces paramètres. Ainsi, les résultats de la coproscopie indiquent qu'il n'y a pas une croissance parasitaire dans les volailles d'élevage et l'absence des salmonelles dans tous les échantillons testés.

Le travail que nous avons réalisé pourrait être complété et poursuivi sous différents aspects. Il serait pertinent d'étendre cette étude par l'ajout de quelques expériences peuvent être intéressantes comme extraction de huile de maïs pour l'utiliser comme un arôme pour la farine d'insecte en outre l'étude de la flore intestinal par la métagénomique.

**Références**  
**Bibliographiques**

# Bibliographie

1. ABSI R. 2013. Analyse de la diversité variétale du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba) Thèse de doctorat d'état, Université Mohamed Khider-Biskra, Algérie, 105.
2. ACHOURA A. 2013. Contribution à la connaissance des effets des paramètres écologiques oasiens sur les fluctuations des effectifs chez les populations de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ. 1868, (*Homoptera, Diaspididae*) dans la région de Biskra. Thèse de doctorat d'état, Université Mohamed Khider-Biskra, Algérie, 153.
3. Amel M., Sihem M. 2015. Profil de sensibilité aux antibiotiques des Entérobactéries uropathogènes (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*). Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie, 63p.
4. Benziouche S. E. 2017. L'agriculture biologique, un outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban en Algérie. Cahiers Agricultures 26(3) :35008
5. Biasato I., De Marco M., Rotolo L., Renna M., Lussiana C., Dabbou S., Pozzo L. 2016. Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 100(6) : 1104-1112
6. Brandon A. M., Gao S. H., Tian R., Ning D., Yang S. S., Zhou J., Criddle C. S. 2018. Biodegradation of polyethylene and plastic mixtures in mealworms (larvae of *Tenebrio molitor*) and effects on the gut microbiome. *Environmental science & technology* 52(11) : 6526-6533
7. Clarke K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology* 18(1) : 117-143
8. Cloutier J. 2015. Insectes comestibles en Afrique: introduction à la collecte, au mode de préparation et à la consommation des insectes. 1ère édition, agro dok, Pays-Bas, p. 79.
9. Coling G. Scanes. 2015. Blood in: *Sturkie's Avian Physiology*, Sixth edition, Academic Press is an imprint of Elsevier: 167-191.
10. Debache, K. 2017. Food product intended for the animals of breeding and its process of preparation, DZ Patent Number 140253, licensed 09/11/2017 (Patent).
11. Debode F., Marien A., Gérard A., Francis F., Fumière O., Berben G. 2017. Development of real-time PCR tests for the detection of *Tenebrio molitor* in food and feed. *Food Additives & Contaminants: Part A* 34(8): 1421-1426

12. Didier V. 2001. Maladies des volailles. 2<sup>e</sup> édition, France, p.399.
13. Elgroud R., Zerdoumi F., Benazzouz M., Bouzitouna C., Granier S., Brisabois A., Millemann Y. 2008. Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques dans les élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies* (27) :37-48
14. Grau T., Vilcinskas A., Joop G. 2017. Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Zeitschrift für Naturforschung C* 72(9-10) :337-349
15. Hammer Ø., Harper D. A., Ryan P. D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1) :9
16. Han S. R., Yun E. Y., Kim J. Y., Hwang J. S., Jeong E. J., Moon K. S. 2014. Evaluation of genotoxicity and 28-day oral dose toxicity on freeze-dried powder of *tenebrio molitor* larvae (Yellow Mealworm). *Toxicological research* 30(2):121
17. Harizi, K. 2009. Research and identification of pathogenic bacteria 'Salmonella and Listeria' in food. Université de Gabés, Tunis, 46P.
18. Harzallah B. 2011. Etude de la biodégradation du 2, 5-diméthylphénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'IBN ZIAD. Mémoire de Magistère, université Mentouri Constantine, Algérie, 48p.
19. Jean-Luc G., Dominique B., Charles F., Didier V. Vade-mecum : Maladies des volailles. 4<sup>e</sup> édition, élevage avicole, Paris, p.501.
20. Kumar S., Garg R., Ram H., Maurya P S., Banerjee, P. S. 2015. Gastrointestinal parasitic infections in chickens of upper gangetic plains of India with special reference to poultry coccidiosis. *Journal of parasitic diseases* 39(1):22-26
21. Lavalette M. 2013. Les insectes: une nouvelle ressource en protéines pour l'alimentation humaine. Thèse de doctorat d'état, Université de Lorraine, France, 95p.
22. Martikainen P., Siitonen J., Punttila P., Kaila L., Rauh J. 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological conservation* 94(2) :199-209
23. Raynaud J. P., William G., Brunault G. 1970. Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic de routine et le contrôle des infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Annales de Parasitologie humaine et comparée* 45(3) :321-342

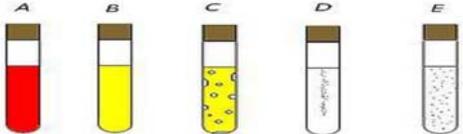
24. Ricard, F.H. (1961).OBSERVATIONS SUR LES QUALITÉS ORGANOLEPTIQUES DE POULETS APPARTENANT A UNE MÊME SOUCHE. In Annales de zootechnie (Vol. 10, No. 3, pp. 215-227).
25. Szalanski A. L., Palmer T. W., Mckay T., Steelman, C. D. 2004. Infectivity of *Steinernema* spp.(Nematoda: Steinernematidae) to adult litter beetles, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in the laboratory. *Biocontrol science and technology* 14(1) : 81-85
26. Szalanski A. L., Palmer T. W., Mckay T., Steelman, C. D. 2004. Infectivity of *Steinernema* spp.(Nematoda: Steinernematidae) to adult litter beetles, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in the laboratory. *Biocontrol science and technology* 14(1) :81-85
27. Site web: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11573/elevage-du-tenebrion-meunier-vert-de-farine>
28. Van der Brempt, X., Moneret-Vautrin, D. A. (2014). Le risque allergique de *Tenebrio molitor* pour la consommation humaine. *Revue Française d'Allergologie*, 54(1), 34-36
29. Wakenell P. S. 2010. Hematology of chickens and turkeys. Schalm's Veterinary Hematology,(Weiss DJ and Wardrop KJ Edn.). Blackwell Publishing Company, USA, 958-966.
30. Yang S. S., Brandon A. M., Flanagan J. C. A., Yang J., Ning D., Cai S. Y., Ren N. Q. 2018. Biodegradation of polystyrene wastes in yellow mealworms (larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus): Factors affecting biodegradation rates and the ability of polystyrene-fed larvae to complete their life cycle. *Chemosphere* 191: 979-989

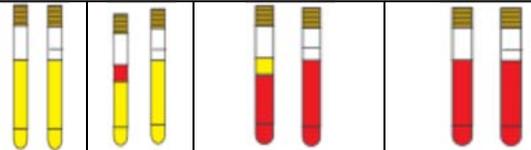
# **Annexes**

**Annexe 1 : Consommation d'aliment/d'eau des volailles.**

Date	Groupe standard			Groupe expérience		
	Poids en g	Volume en ml	Temperature (c°)	Poids en g	Volume en ml	Temperature (c°)
11-oct	245	300	32	250	350	32
14-oct	470	1000	34	500	1250	34
15-oct	192	1000	33	173	700	33
16-oct	200	500	32	240	800	33
17-oct	230	500	30	250	800	30
18-oct	200	800	29	200	1000	29
21-oct	460	1600	30	500	2000	30
22-oct	250	500	29	250	700	29
23-oct	227	500	29	250	800	29
24-oct	230	600	29	250	800	29
25-oct	200	600	30	250	700	30
28-oct	500	1500	28	500	2500	28
29-oct	250	500	28	300	1400	28
30-oct	220	500	25	300	1200	25
31-oct	270	800	23	300	1500	23
02-nov	800	1500	25	900	3600	25
04-nov	600	1040	25	600	1500	25
05-nov	300	850	26	300	1200	26
06-nov	225	900	25	300	800	25
07-nov	300	700	20	300	800	20
08-nov	300	600	27	300	800	27
11-nov	600	1500	26	600	3000	26
12-nov	300	500	27	300	1200	27
13-nov	300	500	28	285	1000	28
14-nov	300	550	27	300	1500	27
15-nov	300	500	27	300	1400	27
18-nov	600	1500	24	600	2800	24
19-nov	300	500	25	300	1500	25
21-nov	600	1500	25	600	2500	25
22-nov	300	600	25	300	800	25
25-nov	600	1500	25	600	2500	25
26-nov	300	800	26	300	800	26
27-nov	300	1000	23	300	800	23
28-nov	300	1500	22	300	800	22
29-nov	300	900	27	300	900	27
02-dec	600	1500	27	600	2500	27
03-dec	300	1500	27	300	1200	27

## Annexe 2 : Les tests de la galerie biochimique.

Tests	Principe	Technique utilisé	Lecture
TSI	Permet de mettre en évidence la fermentation du glucose (avec ou sans dégagement gazeux), du lactose, du saccharose et la production de H <sub>2</sub> S.	Elle consiste à ensemercer à l'aide d'une pipette pasteur en stries serrées la pente de la gélose puis par piqûre centrale le culot, la lecture se fait après 24 h d'incubation à 37°C.	<p>La gélose TSI fournit quatre renseignements principaux :</p> <p><b>1- Fermentation de glucose :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Culot rouge : glucose non fermenté</li> <li>• Culot jaune : glucose fermenté</li> </ul> <p><b>2- Fermentation du lactose et/ou du saccharose :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pente inclinée rouge : lactose et saccharose non fermentés</li> <li>• Pente inclinée jaune : lactose et/ou saccharose fermenté(s)</li> </ul> <p><b>3- Production de gaz :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparition de gaz dans le culot.</li> </ul> <p><b>4- Formation d'H<sub>2</sub>S :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation d'une coloration noire entre le culot et la pente ou le long de la piqûre.</li> </ul> 
Citrate de Simmons	Permet de rechercher l'utilisation de citrate de sodium comme seul source de carbone.	L'ensemencement se fait au moyen d'une pipette pasteur par des stries longitudinales de la pente, la lecture se fait après 24 h d'incubation à 37°C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les bactéries "<b>citrate positive</b>" <b>bleuissent</b> ce milieu en donnant une culture souvent abondante.</li> <li>• Les bactéries "<b>citrate négative</b>" ne donnent <b>ni culture, ni bleuissement</b> du milieu, même après plusieurs jours d'étuve.</li> </ul>
Mannitol-mobilité	Permet la mise en évidence de la dégradation du mannitol ainsi que la mobilité des bactéries.	L'ensemencement se fait au moyen d'une pipette pasteur par une simple piqure centrale jusqu'au fond du tube, la lecture se fait après 24 h d'incubation à 37°C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A:</b> pas de dégradation du mannitol</li> <li>• <b>B:</b> dégradation du mannitol</li> <li>• <b>C:</b> dégradation du mannitol avec production de gaz</li> <li>• <b>D:</b> bactérie non mobile, colonies au lieu de l'ensemencement</li> <li>• <b>E:</b> bactérie mobile, répartition des colonies dans le milieu</li> <li>• Milieu jaune : mannitol +</li> <li>• Milieu rouge : mannitol -</li> </ul> 

MEVAG	Permet de déterminer la voie d'attaque des glucides, qui peut être catalysées par voie respiratoire ou par voie fermentaire. La dégradation d'un glucide s'accompagne généralement d'une acidification du milieu.	Elle consiste à ensemencer 2 tubes contenant le milieu MEVAG au moyen d'une pipette pasteur par une simple piqure centrale, l'un des tubes sera recouvert d'une couche d'environ 1-1.5 cm d'épaisseur d'huile de vaseline et sera bien fermé ; et l'autre tube sera moins fermé on relâchant le couvercle, la lecture se fait après 24 h d'incubation à 37°C.	<p><b>1. Type fermentatif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coloration jaune dans les deux tubes: respiration ou fermentation aérobie du glucide et fermentation anaérobie, cela signifie que la souche est aéro-anaérobie facultatif.</li> <li>-Coloration jaune dans le tube fermé. Il est neutre en surface et acide en profondeur dans le tube ouvert: fermentation anaérobie du glucide, cela signifie que la souche est anaérobie stricte.</li> </ul> <p><b>2. Type oxydatif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coloration jaune seulement en surface du tube ouvert : respiration aérobie du glucide, cela signifie que la souche est aérobie stricte.</li> </ul> <p><b>3. Type inerte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- alcalinisation en surface : pas d'utilisation du glucose mais des peptones.</li> </ul>
			 <p style="text-align: center;">1                      2                      3</p>
Urée-indole	Permet la recherche d'une enzyme appelée uréase, on peut aussi déterminer les caractères biochimique comme T.D.A, indole grâce à ce milieu.	Délivrer 1 à 2 gouttes de la solution bactérienne (ou à partir d'une colonie prélevée à l'anse de platine sur un milieu solide) dans le bouillon. La lecture se fait après 24 h d'incubation à 37°C.	<p><b>Lecture de l'uréase</b> (lecture directe) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Milieu rouge : alcalinisation du milieu due à la dégradation de l'urée. La bactérie possède l'uréase Elle est dite uréase +</li> <li>-Milieu orangé (inchangé) : pas d'alcalinisation du milieu. La bactérie ne possède pas l'uréase Elle est dite uréase –</li> </ul> <p>Après avoir effectué la lecture, séparer le milieu urée indole en deux (prélever une partie du milieu et le transvaser dans un tube à hémolyse propre) puis réaliser les tests suivants :</p> <p><b>Lecture de la TDA :</b></p> <p>Ajouter 3 gouttes du réactif (= chlorure de fer III en solution acide) et effectuer la lecture.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coloration marron foncé : Présence d'acide indole pyruvique. Le tryptophane a été désaminé. La bactérie possède le tryptophane désaminase. Elle est dite <b>TDA +</b></li> <li>-Coloration inchangé : absence d'acide</li> </ul>

			<p>indole pyruvique.</p> <p>La bactérie ne possède pas le tryptophane désaminase. Elle est dite <b>TDA</b> –</p> <p><b>Lecture de l'indole</b> : sur le milieu restant, ajouter 3 gouttes de réactif de <b>Kovacs</b> et effectuer la lecture sans agiter le milieu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anneau rouge</li> <li>- présence d'indole issu de la dégradation du Trp par la tryptophanase</li> <li>- souche indole +</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- absence d'anneau rouge</li> <li>- absence d'indole issu de la dégradation du Trp par la tryptophanase</li> <li>- souche indole –</li> </ul>
Oxydase	mettre en évidence la capacité que possède la bactérie à oxyder un réactif incolore (la NN-diméthyl-paraphénylène diamine) en un dérivé rose violacé.	placer un disque imprégné de diméthyl-paraphénylènediamine sur une lame à l'aide d'une pince flambée, humidifier le disque avec quelques gouttes d'eau distillée stérile. Avec une pipette Pasteur prélever une colonie de la bactérie et la déposer doucement sur le disque.	<p>Pas de lecture avant 30 secondes environ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tâche rose violette La bactérie possède l'activité oxydase, elle est dite : Oxydase +</li> <li>- Pas de tâche rose violette La bactérie ne possède pas l'activité oxydase, elle est dite : Oxydase -</li> </ul>
Catalase	La catalase est un enzyme ayant la propriété de décomposer le peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) avec	Sur une lame et à l'aide d'une pipette Pasteur, on dépose une colonie bactérienne à laquelle on ajoute de l'eau oxygénée (à 10 volumes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catalase(+): effervescence.</li> <li>- Catalase (-): pas d'effervescence.</li> </ul>

	dégagement d'oxygène.		
Clark et Lubs	Permet l'étude de la voie de fermentation du glucose.	<p>Une colonie de la souche à étudier est ensemencée sur le milieu Clark et Lubs puis, diviser le milieu dans deux tubes stériles,</p> <p><b>1- Test VP</b> (mise en évidence de la production d'acétoïne)  - Ajouter 10 gouttes d'alpha naphthol et le même volume de soude concentrée (ou de potasse) ;  - Incliner le tube pour permettre une bonne oxygénation.  - Attendre 1h.</p> <p><b>2- Test RM</b> (mise en évidence de la production d'acides mixtes)  -Ajouter 2 à 3 gouttes de rouge de méthyle ;  -La lecture est immédiate.</p>	<p><b>1- Test VP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anneau rouge en surface : VP +</li> <li>• Anneau jaune en surface : VP –</li> </ul> <p><b>2- Test RM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu rouge : RM +</li> <li>• Milieu jaune : RM –</li> </ul>

**Annexe 3** : Organisation des calculs de taux de mortalité et le taux de fertilités.

Numéros de bacs	Nombre des nymphes déposé	Nombre des adultes (taux de fertilités)	Nombre des nymphes cadavres (taux de mortalité)
1	20	18	2
2	30	24	4
3	60	35	23
4	90	45	40

# Résumés

## ملخص

هذا البحث العلمي يتعلق باستمرار عمل د. كريم دباش في تطوير غذاء جديد يتكون من ديدان الدقيق و التمر غير المسوقة لغرض تسمين الدواجن (K. Debache، DZ Patent رقم 140253 ، مرخص 2017/11/09). الجديد في هذا العمل هو تحويل بقايا التمر الغير مسوقة لإنتاج غذاء كامل لتسمين الدواجن. ديدان الدقيق تتغذى على التمر أولا ثم تستعمل هذه الديدان في تحضير الغذاء الجديد. بعد تحضير هذا الأخير نقوم باختبار تأثيره على تغذية الدواجن وجودتها. تم تخصيص مجموعه 30 صوص بشكل عشوائي إلى نظامين غذائيين مختلفين: غذاء عادي و غذاء تجريبي ، حيث تم إدراج الوجبة المعتمدة على الحشرات في غذاء المجموعة التجريبية. تم تنفيذ هذا النهج بعد تطور الوزن اليومي للصوص وتبعه تحاليل مختلفة.

تشير نتائجنا إلى أن إدراج الغذاء المتكون من ديدان الدقيق *Tenebrio molitor* في حمية الدجاج كغذاء تسمين جديد يمكن أن يحسن من وزن أجسامهم. النتائج تبين أيضا إلى عدم وجود السالمونيلا والطفيليات و هذا بفضل النظافة والأمن البيولوجي في تربية الحشرات والدواجن.

**الكلمات المفتاحية:** *Tenebrio molitor*، السالمونيلا، أعلاف التسمين، تربية الدواجن، *Gallus gallus domesticus*.

## Résumé

Ce projet de recherche est la suite des travaux réalisés auparavant par Dr. Karim Debache dans l'élaboration d'un nouvel aliment à base de vers et de la datte non commerciale pour un but d'engraissement de volailles (K. Debache, DZ Patent Number 140253, licensed 09/11/2017). La nouveauté dans ce travail est la transformation des déchets de datte non commercialisée dans la production d'un aliment complet d'engraissement de volailles.

Cela consiste de nourrir les vers de farine par les dattes en premier lieu puis qu'après le pouvoir d'engraissement, ils seront utilisés pour l'élaboration d'un nouvel aliment. Par la suite cet aliment sera tester *in-vivo* sur les poussins des volailles.

Au total, 30 poussins ont été répartis au hasard dans deux régimes diététiques différents : un lot standard et un second lot expérimental, dans lequel la nourriture à base d'insectes était incluse. Cette démarche a été réalisée en suivant l'évolution du poids quotidien des poussins et suivie de diverses analyses.

Nos résultats indiquent que l'intégration de ver *Ténébrion meunier* dans le régime alimentaire des poulets comme un nouvel aliment d'engraissement peut avantager leur poids corporel. Les résultats montrent aussi l'absence des Salmonelles et des parasites. Ceci est peut-être dû à l'hygiène et la sécurité biologique dans les élevages des insectes et de volailles.

**Mots clés :** *Ténébrion meunier*, *Salmonelle*, *Gallus gallus domesticus*, aliment d'engraissement et élevage.

## Abstract

This research project is the continuation of work previously carried out by Dr. Karim Debache in the development of a new worm-based feed and non-commercial date for poultry fattening purposes (K. Debache, DZ Patent Number 140253, licensed 09/11/2017). The novelty of this work is the processing of dates waste for the production of a complete poultry fattening feed. This work consists of integrating the dates without commercial value into the nutrition of worms and the development of the new worm-based food to test it subsequently *in-vivo* condition as a new fattening food. 30 chicks were randomly assigned to two different diets: standard batch and a second experimental batch, in which the insect-based meal was included. This was done by monitoring the evolution of the chicks' daily weight and followed by various analyses test.

Our results indicate that the integration of mealworm worms into the diet of chickens as a new feed may benefit their body weight. They showed also the absence of Salmonella and parasites. This may be due to hygiene and biosecurity in insect and poultry farms.

**Keywords:** *Tenebrio molitor*, *Salmonella*, *Gallus gallus domesticus*, feeding stuffs and breeding.