

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية  
Institute of Veterinary  
Sciences

جامعة البليدة 1  
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du  
Diplôme de Docteur Vétérinaire

***Effets de la poudre des graines de nigelle (Nigella sativa) sur les performances de croissances et la glycémie chez la caille japonaise (Coturnix japonica) au cours de la croissance***

**BELLARBI SALAH Selma Syrine et BOUMENDJEL Hamida Malak**

Date de soutenance : Le 14/07/2024

**Présenté devant le jury :**

<b>Président :</b>	ADEL Djallal	MCA	ISV/Blida 1
<b>Examineur :</b>	YAHIMI Abdelkarim	MCA	ISV/Blida 1
<b>Promoteur :</b>	FERROUK Mostapha	MCA	ISV/Blida 1
<b>Co-Promotrice :</b>	BOUKENAOUI-FERROUK Nouria	Pr.	ISV / Blida
<b>Invité :</b>	KHATAOUI Said		Directeur du Centre Cygénétique de Zéralda

Année universitaire 2023/2024

## **Remerciements**

Au docteur FERROUK Mostapha, Maître de Conférences de pour avoir accepté de diriger notre travail.

Au professeur BOUKENAOUI-FERROUK Nouria, à l'Institut des Sciences Vétérinaires, pour avoir codirigé notre travail, pour sa disponibilité, son suivi attentif, sa bienveillance et sa tolérance.

Au docteur ADEL Djallal, Maître de Conférences de l'Institut des Sciences Vétérinaires, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

Au docteur YAHIMI Abdelkarim, Maître de Conférences de l'Institut des Sciences vétérinaires, qui nous ont fait l'honneur de participer au jury et d'examiner notre travail.

A monsieur KHATAOUI Said, directeur du centre cynégétique de Zéralda, pour sa générosité et son accueil chaleureux.

A l'ensemble du personnel du Centre cynégétique de Zéralda et en particulier au docteur DAHMANI Abla et LARINOUNA Fatiha.

## **Dédicace**

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Mon père, Redouane en reconnaissance de tous tes soutiens moral, matériel et financier, tu en auras les récompenses divines.

A ma mère, Souhila, toi qui as consacré toute ta vie à mon éducation ; veilles percevoir à travers ce travail le début des récompenses de toutes tes souffrances.

A ma sœur Nouha ; à mon petit frère Mahiyeddine et ma cousine Wissam

A ma tante Nadia, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, ma vie ne sera pas aussi magique sans ta présence.

A ma binôme Malak, avec qui j'ai passée l'une des meilleures années de mon cursus universitaire.

Spécial Dédicace à monsieur FERROUK et madame BOUKENAOUI-FERROUK, qui m'ont apporté beaucoup de soutien sur ce mémoire et sur ma future carrière.

A Lyes, Malak, Rania, Imene, Marwa pour les moments partagés, les conseils échangés, et cette complicité qui a toujours su alléger les moments les plus éprouvants.

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont cru en moi, m'ont soutenu et m'ont encouragé à poursuivre mes rêves. Cette réalisation est autant la vôtre que la mienne.

***Bellarbi Salah Selma Syrine***

## **Dédicace**

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

A mes parents Nouredine et Karima pour leur amour, leurs encouragements, leur soutien et leurs sacrifices. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères Abderrahmen et Abdelatif, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A mon frère décédé Abdenour, j'aurai tant envie que tu sois à mes côtés, tu seras à jamais dans mon cœur pour la vie et sache que je t'aime avec l'âme et non avec le cœur.

A tous les membres de ma famille qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A mon petit cousin Taha, qui m'a apporté de la joie, t'avoir dans notre vie a été la plus grande et la plus heureuse surprise de notre vie.

Spécial Dédicace à monsieur FERROUK et madame BOUKENAOUI-FERROUK, qui m'ont apporté beaucoup de soutien sur ce mémoire et sur ma future carrière.

A ma binôme Syrine, avec qui j'ai passé une année inoubliable.

A tous mes amis Syrine, Marwa, Imene, Aziz, Ibrahim, Maamoun qui m'ont aidé et soutenus et à qui je souhaite plus de succès.

***Boumendjel Hamida Malak***

## Résumé

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graine de Nigelle sur les performances de croissance et la glycémie au cours de la croissance des cailleteaux. Un effectif de 200 cailleteaux (*Coturnix japonica*) ont été utilisées et réparties en deux lots T et E. Le lot T a reçu un aliment commercial volaille et le lot E l'aliment a été supplémenté de poudre de graine de Nigelle. Les performances de croissance de façon hebdomadaire depuis l'éclosion jusqu'à l'âge de 6 semaines. La glycémie a été évaluée à l'âge de 3 et 6 semaines au cours de l'abattage. Les résultats obtenus montrent que le profil d'évolution du poids corporel est comparable et la différence de poids corporel en faveur du lot T est non significative à l'âge de 6 semaines. Le gain moyen de poids corporel et l'indice de conversion alimentaire sont en faveur du lot E. A l'âge de 3 semaine, la glycémie chez le mâle est plus faible significative ( $p < 0,01$ ) par rapport à la femelle. Alors qu'à l'âge de 6 semaines, la glycémie est plus élevée ( $p < 0,05$ ) chez le mâle que la femelle. Avec l'âge, chez le mâle, la glycémie augmente ( $p > 0,05$ ) de la 3<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine d'âge et diminue ( $p < 0,05$ ) chez la femelle. En conclusion, la supplémentation en poudre de graine de Nigella a un effet favorable sur l'indice de conversion alimentaire chez la caille en croissance.

**Mots- clés :** Caille japonaise, performances de croissance, glycémie, Poudre des graines de Nigelle (*Nigella sativa*)

## ملخص

هدف دراستنا هو تقييم تأثير إضافة مسحوق بذور الحبة السوداء إلى الغذاء على أداء النمو ومستوى الجلوكوز في فترة نمو صغار الكوكتيل. تم استخدام 250 صغيرًا من الكوكتيل (كوتورنكس جابونيكا) وتوزيعهم على مجموعتين T و E. تلقت المجموعة T علفًا تجاريًا للدواجن، بينما تمت إضافة 2% من مسحوق بذور الحبة السوداء إلى العلف الخاص بالمجموعة E. تم قياس أداء النمو أسبوعيًا منذ الفقس حتى سن 6 أسابيع. تم تقييم مستويات الجلوكوز في الدم عند سن 3 و 6 أسابيع أثناء الذبح. أظهرت النتائج المستلمة أن ملف النمو الوزني مقارن وأن الفرق في الوزن الجسماني بين المجموعتين T و E غير معنوي في سن 6 أسابيع جم. كانت زيادة الوزن الجسماني المتوسط ومعامل تحويل العلف في صالح المجموعة E. في سن 3 أسابيع، كانت مستويات الجلوكوز في الذكور أقل بشكل معنوي ( $p < 0.01$ ) مقارنة بالإناث. ومع ذلك، في سن 6 أسابيع، كانت مستويات الجلوكوز أعلى ( $p < 0.05$ ) في الذكور مقارنة بالإناث. مع التقدم في العمر، زادت مستويات الجلوكوز في الذكور ( $p > 0.05$ ) من الأسبوع الثالث إلى الأسبوع السادس، وانخفضت ( $p < 0.05$ ) في الإناث. في الختام، إن إضافة مسحوق بذور الحبة السوداء للغذاء له تأثير إيجابي على معامل تحويل العلف وله تأثير مخفض لمستوى الجلوكوز في الكوكتيل النامي.

كلمات مفتاحية: السمان الياباني، أداء النمو، نسبة السكر في الدم، مسحوق بذور الحبة السوداء (نيجيلا ساتيفا)

## **Abstract**

The objective of our study was to evaluate the effect of dietary supplementation with *Nigella* seed powder on growth performance and blood glucose levels during the growth period quails. A total of 250 quail (*Coturnix japonica*) were used and divided into two groups, T and E. Group T received a commercial poultry feed, while group E had same feed supplemented by 2% *Nigella* seed powder. The growth performance was measured weekly from hatching until 6 weeks of age. Blood glucose levels were evaluated at 3 and 6 weeks of age at slaughtering. The results obtained showed that the profile of body weight evolution was comparable, and the difference between groups T and E was not significant at 6 weeks of age. The average body weight gain and feed conversion ratio were in favor of group E. At 3 weeks of age, blood glucose levels in males were significantly lower ( $p < 0.01$ ) compared to females. However, at 6 weeks of age, blood glucose levels were higher ( $p < 0.05$ ) in males compared to females. Blood glucose levels increased ( $p > 0.05$ ) in males and decreased ( $p < 0.05$ ) in females from the 3rd to the 6th week of age. In conclusion, the supplementation of *Nigella* seed powder has a favorable effect on feed conversion ratio and shows a hypoglycemic effect in growing quails.

*Keywords: Japanese quail, growth performance, blood glucose, Nigella sativa seed powder*

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Introduction..... 1

Partie bibliographique

Chapitre I : Caille japonaise (*Coturnix japonica*)

Caille domestique (*Coturnix japonica*) ..... 3

I. Caille domestique (*Coturnix japonica*) ..... 3

I.1. Historique et origine ..... 3

I.2. Classification taxonomique..... 3

I.3. Utilisations de la caille..... 4

II. Description de la caille du japon ..... 5

II.1. Morphologie ..... 5

II.2. Sexage ..... 5

II.2.1. Dimorphisme sexuel phénotypique ..... 6

II.2.2. Dimorphisme sexuel pondéral ..... 6

III. Description des œufs de caille..... 7

IV. Caractéristiques de la reproduction..... 8

IV.1. Maturité sexuelle ..... 8

IV.2. Accouplement ..... 8

V. Systèmes d'élevage et alimentation..... 9

V.1. Facteurs d'ambiance ..... 9

V.1.1. Température..... 9

V.1.2. Humidité ..... 10

V.1.3. Lumière .....	10
V.2. Alimentation.....	10
V.2.1. Alimentation des cailleteaux en croissance.....	10
V.2.2. Alimentation des cailles reproductrices.....	11
V.3. Systèmes d'élevage.....	12
VI. Principales pathologies .....	12
Chapitre II : <i>Nigella sativa</i> .....	3
I. Historique .....	15
II. Classification taxonomique .....	15
III. Morphologie de la plante.....	16
IV. Composition chimique.....	17
V. Activités pharmacologiques.....	18
Partie expérimentale	
Matériel et méthodes	
I. Lieu expérimentale .....	20
II. Conduite d'élevage .....	21
III. Alimentation.....	22
III.1. Composition de l'aliment.....	22
III.2. Etapes de préparation de la ration supplémentée .....	23
III.3. Distribution de l'aliment.....	24
II. Méthodes.....	24
II.1 Détermination du poids corporel .....	24
II.2. Gain de poids moyen.....	25
II.3. Détermination de la consommation d'aliment .....	25
II.4. Indice de conversion alimentaire .....	25
II.5. Détermination du taux de mortalité.....	26
II.4. Détermination de la glycémie .....	26

III. Analyse statistique des résultats.....	27
Résultats et discussion	
I. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel.....	29
II. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen de poids corporel	30
III. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur la consommation alimentaire individuelle.....	32
IV. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire.....	33
V. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le taux de mortalité au cours de la croissance.....	35
VI. Evolution de la glycémie en fonction de l'âge et du sexe .....	36
Conclusion.....	29
Références bibliographiques .....	41

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification taxonomique des cailles dans le règne animal .....	3
Tableau 2 : Poids corporel (g) des mâles et des femelles en fonction des lignées de la caille japonaise .....	7
Tableau 3 : Apports recommandés en protéines, acides aminés et minéraux pour cailleteaux en croissance (% du régime) .....	11
Tableau 4 : Quantité moyenne consommée (g/j/sujet) chez la lignée légère .....	11
Tableau 5 : Apports recommandés en protéines, acides aminés et minéraux pour la caille reproductrice (% du régime) .....	12
Tableau 6 : Classification taxonomique de <i>Nigella sativa</i> .....	16
Tableau 7 : Composition chimique des <i>Nigella sativa</i> .....	17
Tableau 8 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	30
Tableau 9 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen du poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	32
Tableau 10 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen du poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	33
Tableau 11 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire au cours de la croissance chez la caille ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	35
Tableau 12 : Glycémie (mg/dl) en fonction du sexe et de l'âge chez les cailleteaux en croissance .....	37

## Liste des figures

Figure 1 : Morphologie externe de la caille japonaise (Photo personnelle modifiée) .....	5
Figure 2 : Plumage d'une caille japonaise adulte ( <i>Coturnix japonica</i> ) mâle et femelle .....	6
Figure 3 : Courbe de croissance des mâles et des femelles de la caille japonaise domestique de l'éclosion à l'âge de 8 semaines .....	6
Figure 4 : Variétés de couleur des œufs de la caille .....	7
Figure 5 : Taille de l'œuf et pourcentage du poids de l'œuf par rapport au poids corporel chez la dinde, la poule et la caille .....	8
Figure 6 : Système de glandes à mousse de caille japonaise mâle .....	9
Figure 7 : Fleurs (a) et graines (b) de <i>Nigella sativa</i> .....	16
Figure 8 : Structures chimiques des principaux composés phytochimiques de la <i>nigella sativa</i> .....	18
Figure 9 : Mécanismes moléculaires des actions pharmacologiques des graines de nigelle et de la thymoquinone .....	19
Figure 10 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda.....	20
Figure 11 : Localisation géographique du centre cynégétique de Zéralda prise de Google maps .....	20
Figure 12 : Cailleteaux après éclosion.....	21
Figure 13 : Poussinière d'accueil des poussins.....	21
Figure 14 : Cailleteaux installés dans la poussinière .....	21
Figure 15 : Poudre « Vigal 2 X ® » .....	22
Figure 16 : Aliment de base.....	22
Figure 17 : Composition d'aliment de base .....	22
Figure 18 : Graines de nigelle .....	23
Figure 19 : Broyage des graines de nigelle (a) et (b).....	23
Figure 20 : Pesée des graines de nigelles.....	23
Figure 21 : Mélange de l'aliment avec la poudre des graines de nigelle .....	23
Figure 22 : Type de mangeoire, (a) assiette et (b) trémie .....	24
Figure 23 : Pesée du cailleteau.....	25
Figure 24 : Cailleteaux morts.....	26
Figure 25 : Fiche reproducteur d'élevage .....	26
Figure 26 : Méthode sacrifice par saignée .....	26
Figure 27 : Glucomètre Bionime (GM550) .....	27
Figure 28 : Prélèvement d'une goutte de sang avec une languette.....	27
Figure 29 : Lecture de la glycémie .....	27

Figure 30 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	29
Figure 31 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen de poids corporel (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise ( <i>Coturnix japonica</i> ).....	31
Figure 32 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur la consommation alimentaire individuelle hebdomadaire (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise ( <i>Coturnix japonica</i> ).....	32
Figure 33 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	34
Figure 34 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le taux de mortalité (%) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise ( <i>Coturnix japonica</i> ) .....	35
Figure 35 : Evolution de la glycémie (mg/dl) chez les cailleteaux de sexe mâle et la femelle ....	36

## Liste des abréviations

E : Expérimental

F : Femelle

GPM : Gain de poids moyen

ICA : Indice de conversion alimentaire

M : Mâle

Pc : Poids corporel

PGN : Poudre des graines de nigelle

S : Semaine

T : Témoin

# **Partie bibliographique**

## Introduction

La caille japonaise a été initialement domestiquée vers le 11<sup>ème</sup> siècle comme un animal de compagnie pour son chant (1). Par la suite, elle a acquis une importance économique en élevage comme espèce produisant des œufs et de la viande qui sont appréciés pour leur saveur (1). En plus de son intérêt économique en élevage, la caille japonaise (*Coturnix coturnix japonica*) a été largement utilisée comme modèle animal dans la recherche scientifique en génétique, nutrition, toxicologie, embryologie, physiologie et en pathologies (2, 3).

Elle est caractérisée par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, un taux de production d'œufs élevé, un court intervalle de génération et par une durée d'incubation des œufs plus courte que celle de la poule (4). En Algérie, la coturniculture a connu ces dernières années un essor considérable, qui s'expliquerait par la conduite d'élevage moins contraignante mais aussi aux coûts d'investissements largement inférieurs à ce que nécessite la mise en place d'un élevage d'autres volailles. Cette activité a commencé à prendre de l'ampleur surtout après la demande de plus en plus croissante de la part des restaurants et des hôtels pour cette viande (5).

Au cours de ces dernières décennies, on a observé un regain d'intérêt pour l'utilisation de plantes médicinales traditionnelles comme alternatives aux antibiotiques ou comme additifs alimentaires naturels dans l'alimentation animale, afin d'augmenter la productivité animale. Ces plantes médicinales traditionnelles utilisés sur la base des traditions religieuses et culturelles ont reçu beaucoup d'attention en raison de plusieurs facteurs tels que leur faible coût, leur facilité d'accès et leurs effets indésirables inférieurs à ceux des médicaments de synthèse. Des expériences scientifiques menées depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle ont mis en évidence les propriétés antimicrobiennes de certaines plantes et de leurs composants bioactifs (6). Parmi ces diverses plantes, la graine noire ou cumin noir de la plante *Nigella sativa* est utilisé depuis des siècles par diverses cultures humaines à travers le monde, en particulier par la population musulmane, pour traiter de nombreuses maladies. Une grande partie de son activité biologique de cette plante est due principalement à la thymoquinone (7). En effet, Il a été démontré que cette substance est principalement antioxydante, hépatoprotectrice, antibactérienne, antidiabétique et augmente l'immunité (6, 8, 9).

Le présent travail consiste à étudier l'effet de l'incorporation de la poudre de graine de Nigelle (*Nigella sativa*) à 2% dans l'alimentation de base sur les performances de croissance et la glycémie au cours de la croissance postnatale des cailleteaux en élevage.

Le présent travail comprend deux parties :

- Une partie bibliographique réservée d'une part à la présentation des caractéristiques morpho-biologiques et d'élevage de la caille japonaise et d'autre part à la présentation des connaissances actuelles sur les caractéristiques morphologiques, phyto-chimiques et des propriétés pharmacologiques de la plante *Nigella sativa*.
- Une partie expérimentale qui consiste à évaluer l'effet de l'incorporation de la poudre de la graine de Nigelle (*Nigella sativa*) sur les paramètres de croissance et la glycémie des cailleteaux au cours des 6 premières semaines d'élevage.

**Chapitre I**  
**Caille japonaise**  
**(*Coturnix japonica*)**

## Caille domestique (*Coturnix japonica*)

### I. Caille domestique (*Coturnix japonica*)

#### I.1. Historique et origine

Il existe environ 40 espèces de caille dans le monde. Ce sont les plus petits oiseaux de l'ordre des galliformes et de la famille des phasianidés (comme le faisan et la perdrix). Seule la caille japonaise (*Coturnix japonica*) est domestiquée simultanément en Chine, Corée, Taiwan et le Japon dans les années 1300. Par la suite, un intérêt a été porté pour la caille comme animal de distraction par le chant du mâle vers 1590 (10).

L'élevage de la caille, appelé coturniculture, a commencé vers 1910 au Japon. Par la suite, cet élevage quasiment décimé au cours de la deuxième guerre mondiale, a repris peu à peu de l'ampleur pour être aujourd'hui, le deuxième élevage avicole après la poule au Japon. C'est vers 1950, que la caille domestique a été introduite en Europe et peu à peu, elle a gagné d'autres régions du monde (11, 12). Ce n'est que vers les années 80 que les cailles domestiques ont fait leur apparition en Afrique subsaharienne (10).

#### I.2. Classification taxonomique

La classification taxonomique de la caille est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Classification taxonomique des cailles dans le règne animal (11)

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Embranchement</b>	Chordata
<b>Sous-embranchement</b>	Vertébrés
<b>Classe</b>	Aves
<b>Ordre</b>	Galliformes
<b>Famille</b>	Phasianidae
<b>Sous famille</b>	Perdicinae
<b>Genre</b>	Coturnix

Selon la classification de référence, du congrès ornithologique international (Version 3.01.2012), les espèces de caille les plus connus appartenant au genre *Coturnix* sont les suivantes :

- Caille du japon (*Coturnix japonica*)
- Caille arlequine (*Coturnix delegorguei*)
- Caille des blés (*Coturnix coturnix*)
- Caille des chaumes (*Coturnix pectoralis*)
- Caille nattée (*Coturnix coromandelica*)
- Caille tasmane (*Coturnix ypsilophora*)
- Caille de Nouvelle-Zélande (*Coturnix novaezelandiae*) éteinte depuis 1875.

Le statut taxonomique de la caille japonaise a fait l'objet d'une confusion et d'une controverse considérable. Plusieurs auteurs ont considéré la caille japonaise comme une sous-espèce de la caille commune (*Coturnix coturnix*), lui donnant la dénomination scientifique de *Coturnix coturnix japonica*. Cependant, les preuves taxonomiques ultérieures suggèrent que la caille commune et la caille japonaise sont des espèces distinctes (13).

### **I.3. Utilisations de la caille**

L'élevage de la caille est facile à mettre en place un élevage de caille en raison de sa petite taille par rapport aux autres volailles (14). C'est un élevage peu coûteux, comparée à l'élevage de poulet. C'est un oiseau résistant ne nécessitant peu ou pas de médicament. Les cailles ont une croissance rapide et atteignent la maturité sexuelle (six à sept semaines) plus rapidement que d'autres volailles (15). La viande de la caille est plus réduite en calories et plus riche en protéines par comparaison à celle de la volaille (16). Les œufs de cailles sont plus nutritifs que les œufs d'autres volailles parce qu'ils contiennent relativement plus de protéine, de phosphore, de fer, de vitamines A, B1, B2 et contiennent 2,5% moins de gras que l'œuf de poule (15).

En plus de ces qualités de production, la caille est utilisée comme animal de laboratoire en recherches scientifiques (génétique, nutrition, toxicologie, embryologie, physiologie, endocrinologie) dans l'étude des différentes pathologies et du comportement social en raison de son faible coût d'entretien associé à sa petite taille corporelle (80-300 g) (11, 12).

## II. Description de la caille du japon

### II.1. Morphologie

La caille est un petit oiseau qui mesure environ que 18 cm de longueur. C'est un oiseau rustique doté d'un corps arrondi, massif, couvert d'un plumage dense de couleur plus au moins vive (Figure 1) (17). Elle possède un bec court et solide dont les mandibules inférieures sont légèrement dentées. Les ailes ne sont pas très longues mais très solides qui lui permettent des vols bas et très courts. La queue est généralement très courte et de taille similaire chez les deux sexes (17). Les pattes sont grises orangés et bien développées avec trois doigts antérieurs liés à la base par une membrane très fine, et un doigt postérieur libre de dimension réduite (18).

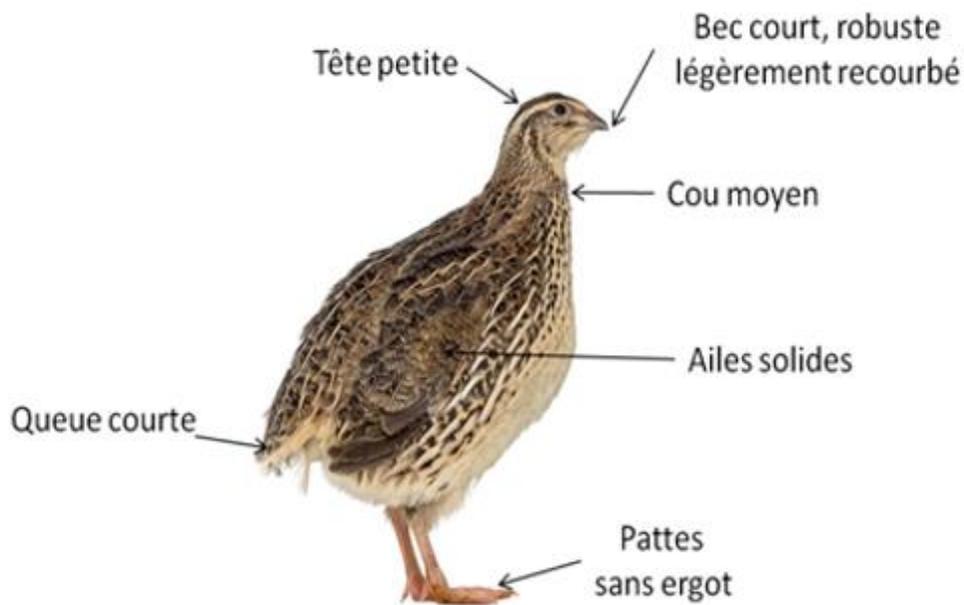


Figure 1 : Morphologie externe de la caille japonaise (Photo personnelle modifiée)

### II.2. Sexage

La connaissance du sexe est très importante à toute tentative de reproduction d'une espèce (19). Chez la plupart des espèces d'oiseaux, le dimorphisme sexuel n'est pas apparent ou ne se révèle que tardivement grâce à l'écoute du chant ou à la visualisation d'un comportement sexuellement spécifique (20, 21). En fonction de l'âge chez la caille, la distinction entre les deux sexes est possible en fonction de la couleur des plumes, la forme et le poids corporelle.

### II.2.1. Dimorphisme sexuel phénotypique

A partir de la troisième semaine d'âge, la détermination de la couleur du plumage est le moyen pour identifier le sexe des cailleaux. Avant cet âge, tous les cailleaux sont de couleur brunâtre avec des rayures jaunes au milieu du corps (2). Le mâle présente une couleur marron rougeâtre du cou et de la gorge ; par contre, chez la femelle, ces mêmes régions sont de couleur grise ou beige mouchetée de noir (Figure 2) (22).



Figure 2 : Plumage d'une caille japonaise adulte (*Coturnix japonica*) mâle (A) et femelle (B). (2)

### II.2.2. Dimorphisme sexuel pondéral

Le dimorphisme sexuel pondéral est en faveur de la femelle, qui est plus volumineuse et présente un poids plus élevé par rapport au mâle (Figure 3), contrairement aux autres espèces d'oiseaux (14, 23). Par conséquent, le mâle a une taille et un poids plus faible que la femelle (22).

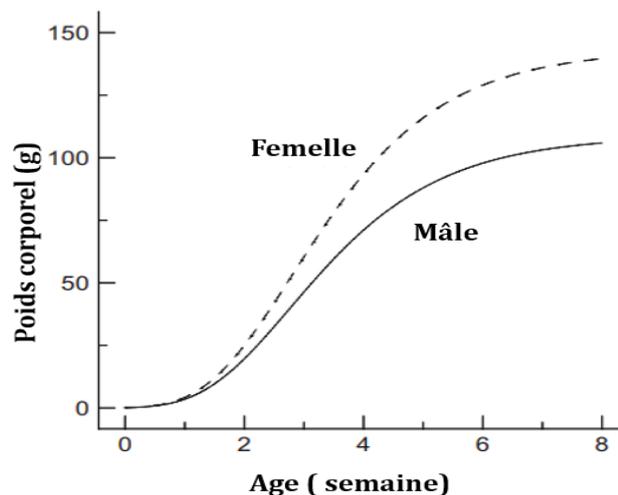


Figure 3 : Courbe de croissance des mâles et des femelles de la caille japonaise domestique de l'éclosion à l'âge de 8 semaines (24)

En fonction du poids corporel, il existe 03 lignées : légère, médium et lourde (Tableau 2).

Tableau 2 : Poids corporel (g) des mâles et des femelles en fonction des lignées de la caille japonaise (25)

Lignées	Poids corporel (g)	
	Mâle	Femelle
Lourde	270-315	300-350
Médium	225-270	250-300
Légère	180-225	200-250

### III. Description des œufs de caille

La caille est une excellente pondeuse et peut pondre dans leur première année de vie jusqu'à 300 œufs. Puis, la production tend à diminuer pour atteindre environ 150-175 œufs/an (15). L'œuf de caille de forme ovoïde a un poids qui varie entre 9 à 12 g pour une longueur de l'ordre de 3 cm (11).

La couleur et la forme des taches de la coquille varient d'une femelle à une autre. La couleur des œufs se caractérise par une variété de motifs de couleur, allant du brun foncé, du bleu et du blanc au chamois, chacun étant fortement tacheté de noir, de brun et de bleu (Figure 4). Les pigments responsables de la coloration de la coquille sont l'ooporphyrine et la biliverdine qui commencent à se déposer sur la coquille quelques heures avant la ponte (11).



Figure 4 : Variétés de couleur des œufs de la caille (26)

L'œuf de caille est environ cinq fois plus petit que l'œuf de poule et son poids représente environ 8% du poids corporel. Chez la poule, le poids de l'œuf ne représente que 3 % et chez la dinde, 1 % du poids corporel (Figure 5) (11).

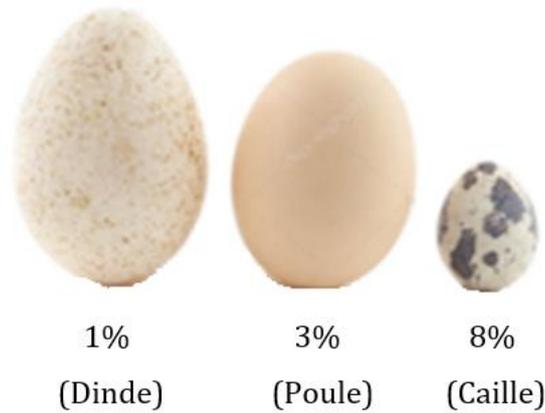


Figure 5 : Taille de l'œuf et pourcentage du poids de l'œuf par rapport au poids corporel chez la dinde, la poule et la caille (11)

La composition de l'œuf de caille est la suivante : 47,4% d'albumen, 31,9% de jaune et 20,7% de coquille et membranes (11).

## IV. Caractéristiques de la reproduction

### IV.1. Maturité sexuelle

La maturité sexuelle chez la femelle correspond à l'âge du premier œuf pondu et dépend du programme lumineux appliqué. Elle apparait entre 38 et 48 jours d'âge chez les deux sexes (27). Sous un éclairage lumineux continu, elle se matérialise à un âge précoce d'environ 35 jours (28).

### IV.2. Accouplement

Chez la caille japonaise, les mâles sont polygames. L'accouplement est de courte durée et implique de multiples cochages. Le mâle saisit la femelle par les plumes de la tête ou du cou, puis il établit un contact cloacal. Ensuite, les deux partenaires secouent leurs plumes (22).

Pendant la copulation, le mâle introduit non seulement du sperme, mais aussi une grande quantité d'une substance mousseuse blanchâtre, appelée "foam" (Figure 6), dans les voies génitales de la femelle. Les mouvements rythmés du sphincter cloacal, qui stimulent la production de mousse, augmentent considérablement lorsque le mâle est en présence de la femelle (29). La mousse produite par la protubérance cloacale (foam gland) favorise la mobilité des spermatozoïdes et améliore le taux de fécondation (11).

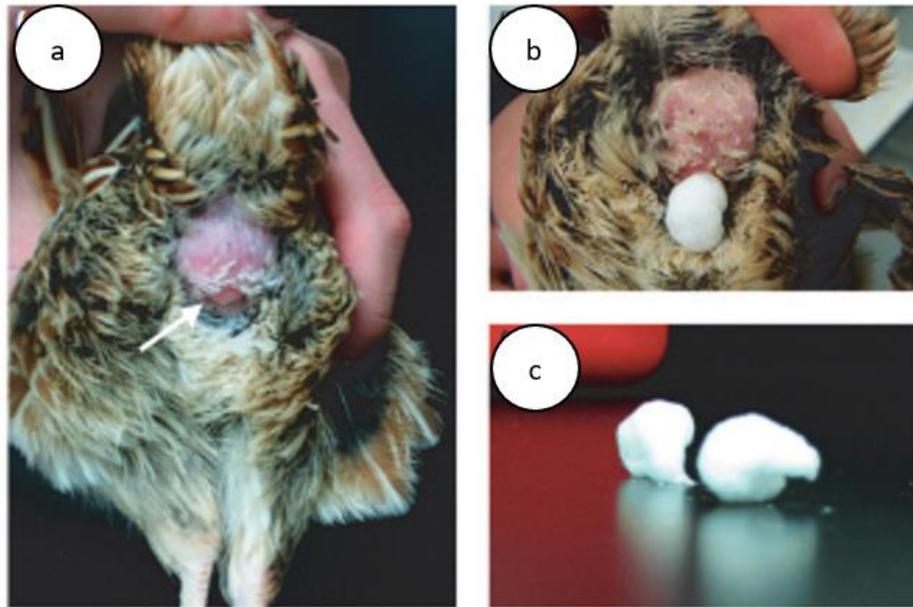


Figure 6 : Système de glandes à mousse de caille japonaise mâle (30)

(a) La glande mousseuse de la caille japonaise mâle. La flèche indique l'ouverture du cloacal. Les plumes entourant la glande à mousse sont arrachées. (b) Expression manuelle de la mousse provenant de la glande à mousse. (c) Mousse exprimée manuellement à partir de deux cailles japonaises mâles

En élevage, le meilleur taux de fertilité est obtenu par un sex-ratio de 01mâle pour 02 ou 03 femelles pour un système d'élevage en cage. Pour l'élevage au sol, il est recommandé un sex-ratio de 01mâle pour 04 ou 05 femelles (31).

D'après Woodard et al. (32), la fertilité demeure à son optimum lors d'une présence continue du mâle dans les cages des femelles.

## V. Systèmes d'élevage et alimentation

### V.1. Facteurs d'ambiance

#### V.1.1. Température

La température est particulièrement importante pour les cailleteaux âgés d'un jour, car ils sont extrêmement sensibles au froid. La zone de neutralité thermique pour les poussins de caille est de 35 et 37°C à l'âge d'un jour. La température doit être maintenue à environ 35°C pendant les 3 premiers jours et diminuée progressivement de 1°C tous les deux jours pour atteindre une température de 21-23°C à l'âge de trois semaines environ, moment où les poussins sont totalement emplumés. Le meilleur moyen d'ajuster la température est d'observer le comportement des poussins. Une chaleur inadéquate pendant les premiers jours de la période de démarrage entraîne une augmentation la mortalité (11).

### **V.1.2. Humidité**

L'humidité est également importante pour le bien-être des poussins de caille. La sécheresse, l'excès d'humidité ou même ses variations affecte le développement des plumes et augmente l'incidence des maladies respiratoires des cailleteaux en croissance. Un taux d'humidité de 70% est recommandé en élevage (11).

### **V.1.3. Lumière**

La photopériode exerce une influence significative sur le développement corporel et sexuel des cailles. Les jours longs accélèrent la croissance et la maturité sexuelle. Les poussins de caille peuvent être élevés sous une lumière continue (24 h) pendant les deux premières semaines et par la suite, le programme lumineux appliqué dépend de l'objectif de production. En production de viande, un programme lumineux de 23h/j de lumière ou intermittent de 3h d'obscurité et d'une heure de lumière, répété 6 fois par jour. Ce dernier améliore le taux d'efficacité alimentaire (11). En reproduction, il est recommandé une photopériode de 16h/j avec une intensité lumineuse de 5 lux pour maintenir une production d'œufs et une fertilité maximale (26).

## **V.2. Alimentation**

### **V.2.1. Alimentation des cailleteaux en croissance**

La croissance des cailleteaux est rapide jusqu'à l'âge de 5 semaines, puis se ralentit à l'âge adulte (33). Les cailleteaux doublent leurs poids à la première semaine d'âge (34). A l'âge adulte, ils peuvent atteindre un poids de 225-250 g (lignée légère) à 315 -350g (lignée lourde) (25). Le cailleteau présente une même vitesse de croissance avec un aliment à concentration énergétique variant entre 2800 à 3200 kcal EM/kg.

Les besoins du cailleteau en protéines et acides aminés sont très élevés en début de vie et diminuent ensuite rapidement (35). Par conséquent en pratique, on utilise un aliment de démarrage jusqu'à l'âge de 21 jours et un aliment de finition après la 3<sup>ème</sup> semaine d'âge jusqu'à l'abattage (36). Les apports recommandés en protéines, en énergie, en acides aminés et en minéraux pour les cailleteaux de chair sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Apports recommandés en protéines, acides aminés et minéraux pour cailleteaux en croissance (% du régime) (35)

Composition	Périodes					
	Démarrage (0-3 semaine)			Finition (4 semaine-Abattage)		
Concentration énergétique (kcal EM/kg)	2800	3000	3200	2800	3000	3200
Protéines brutes	23,00	24,60	26,30	18,00	19,30	20,60
Lysine	1,30	1,39	1,48	1,15	1,23	1,31
Méthionine	0,39	0,42	0,45	0,34	0,36	0,38
Calcium	0,85	0,90	0,95	0,85	0,90	0,95
Phosphore total	0,65	0,70	0,75	0,60	0,65	0,70
Phosphore libre	0,42	0,45	0,48	0,37	0,40	0,43
Zinc (ppm)	60	60	60	60	60	60

ppm : partie par million ; EM : Energie métabolisable

La consommation moyenne d'aliment par jour et par sujet pour une lignée légère est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Quantité moyenne consommée (g/j/sujet) chez la lignée légère (37)

Age	Quantité d'aliment consommée (g/j/sujet)
1 <sup>ère</sup> semaine	4
2 <sup>ème</sup> semaine	9
3 <sup>ème</sup> semaine	15
4 <sup>ème</sup> semaine	18
5 <sup>ème</sup> semaine	20-25
≥ 6 semaines	30-35

### V.2.2. Alimentation des cailles reproductrices

Les performances de ponte de la caille rapportées au poids vif sont très élevées. Le poids d'un œuf produit par jour atteint 9 g pour une femelle pesant 175 g, soit un rapport masse d'œuf exportée / poids corporel double de celui enregistré chez la poule pondeuse. Les teneurs des aliments en protéines et acides aminés soufrés sont nettement supérieures

à celles utilisées pour la poule (35). Les apports recommandés en protéines, en énergie, en acides aminés et en minéraux pour les cailles reproductrices sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Apports recommandés en protéines, acides aminés et minéraux pour la caille reproductrice (% du régime) (35)

Composition	Concentration énergétique (kcal EM/kg)		
	2600	2800	3000
Protéines brutes	17,80	19,30	20,60
Lysine	1,02	1,10	1,18
Méthionine	0,38	0,41	0,44
Calcium	3,00	3,20	3,40
Phosphore total	0,60	0,65	0,70
Phosphore libre	0,37	0,40	0,43
Sodium	0,14	0,15	0,16
Chlore	0,13	0,14	0,15
Consommation journalière attendue à 23°C (g)	25	23	21

### V.3. Systèmes d'élevage

Après éclosion, les poussins sont logés au sol ou dans des cages. Dans un système à une étape, les poussins sont élevés au sol ou dans des cages et maintenus dans le même type de logement jusqu'à leur commercialisation ou leur entrée en ponte à l'âge de six semaines. Ensuite, ils sont transférés dans des bâtiments de ponte ou de reproduction. Dans un système à plusieurs étapes, après la période de démarrage, ils sont déplacés de la poussinière vers les bâtiments de croissance, puis vers les bâtiments de ponte ou de reproduction (11).

## VI. Principales pathologies

Les cailles japonaises sont considérées comme plus résistantes aux maladies courantes des volailles (38). Les mortalités rencontrées chez les cailles japonaises sont principalement dues à erreurs de conduite d'élevage chez les jeunes poussins. En raison du système intensif d'élevage, les cailles japonaises peuvent également contracter des maladies infectieuses et non infectieuses. Les principales maladies affectant les cailles japonaises sont les suivantes :

- **Aspergillose**

L'aspergillose est une maladie fongique, causée par l'inhalation de spores d'*Aspergillus fumigatus*. Les poussins affectés présentent des difficultés de respiration. A l'autopsie, des nodules blanchâtres, de la taille d'une tête d'épingle peuvent être observés dans les poumons et les sacs aériens. En utilisant des litières sèches et en recevant des poussins provenant de couvoirs hygiéniques, l'apparition de la pneumonie du couvoir est limitée. L'apport d'une solution de 0,05 % de  $\text{CuSO}_4$  dans l'eau de boisson du troupeau affecté réduit la gravité de la maladie (39).

- **Omphalite**

L'omphalite est une inflammation du sac vitellin associée à une infection bactérienne, en particulier par *Eischerichia coli*, entraîne une omphalite. Les poussins présentent une hypertrophie de l'abdomen. Les mortalités peuvent être réduites avec une antibiothérapie appropriée (40).

- **Coccidiose**

La coccidiose est une maladie protozoaire affectant les intestins. Des fientes sanglantes, des plumes ébouriffées, une posture voûtée et des mortalités sont les symptômes de la coccidiose chez les cailles japonaises. Les jeunes cailles sont plus sensibles que les adultes. L'utilisation appropriée de médicaments anticoccidiens dans l'aliment ou dans l'eau réduit l'incidence de la maladie (39).

- **Entérite ulcéreuse**

L'entérite ulcéreuse est une infection bactérienne aigue caractérisée par l'apparition soudaine d'une mortalité qui augmente rapidement. L'entérite ulcéreuse due à *Clostridium colinum*, affecte les cailles de tous âges, bien que les jeunes oiseaux soient plus sensibles. La mortalité peut survenir sans signes prémonitoires. L'administration prophylactique de bacitracine dans l'aliment offre une protection contre l'infection (39).

- **Mycoplasmosse**

La mycoplasmosse est causée par *Mycoplasma gallisepticum*, qui affecte généralement les cailles japonaises à partir de 4 semaines d'âge. Contrairement à d'autres maladies respiratoires, elle se propage relativement lentement d'où son nom de maladie respiratoire

chronique. Les oiseaux atteints présentent les symptômes respiratoires associés le plus souvent à une conjonctivite. La lésion pathologique la plus importante est l'aspect trouble d'un ou de plusieurs sacs aériens (41).

- **Pasteurellose**

La pasteurellose, causée par *Pasteurella multocida*, se présente généralement sous la forme d'une maladie septicémique souvent associée à une morbidité et une mortalité élevée. Chez la caille, elle apparaît dès l'âge de 8 jours (38). Les signes cliniques comprennent l'abattement, le plumage ébouriffé, l'écoulement de mucus par la bouche, la diarrhée et la détresse respiratoire. La pasteurellose aviaire peut être traitée avec des agents antimicrobiens appropriés (42).

**Chapitre II**  
***Nigella sativa***

## *Nigella sativa*

### I. Historique

*La Nigella sativa* appartient à la famille des Ranunculaceae, qui pousse principalement dans différentes parties du sud de l'Europe et certaines parties de l'Asie notamment la Syrie, la Turquie, l'Arabie saoudite, le Pakistan, l'Inde et l'Afrique du nord (43).

Les graines de nigelle (*Nigella sativa*), communément appelée en français cumin noir et en arabe حبة البركة ou الحبة السوداء (6), sont utilisées depuis très longtemps pour soigner diverses maladies.

عن أبو هريرة رضي الله عنه أن النبي صلى الله عليه وسلم قال:  
"في الحبة السوداء شفاء من كل داء إلا السام"  
رواه البخاري 7: 591 ومسلم.



*Nigella sativa* (الحبة السوداء)

Dans un hadith, l'un des enseignements du prophète Muhammad sur le cumin noir dit : « Utilisez le cumin noir, car il peut guérir tous les maux à l'exception de la mort » (44). Ibn Sina, un médecin perse, recommande son utilisation pour soigner la fièvre, les blessures, les maladies de la peau ainsi que contre les piqûres de venin d'animaux toxiques (6).

### II. Classification taxonomique

*La Nigella sativa* est une plante herbacée annuelle appartenant à la famille des Ranunculaceae. La classification taxonomique de la plante est présentée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Classification taxonomique de *Nigella sativa* (6)

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Embranchement</b>	Magnoliophyta
<b>Ordre</b>	Ranunculales
<b>Famille</b>	Ranunculaceae
<b>Genre</b>	<i>Nigella</i>
<b>Espèce</b>	<i>sativa</i>

### III. Morphologie de la plante

La *Nigella sativa* est une plante annuelle à fleurs dont la hauteur est de 20 à 90 cm. Les fleurs peuvent être couleurs différentes (blanche, jaune, rose, bleu pâle ou violet pâle) (Figure 7). Le fruit en forme de capsule globuleuse, est composé de 3 à 7 carpelles soudés jusqu'à la base, contenant chacun de nombreuses graines (8, 45, 46).

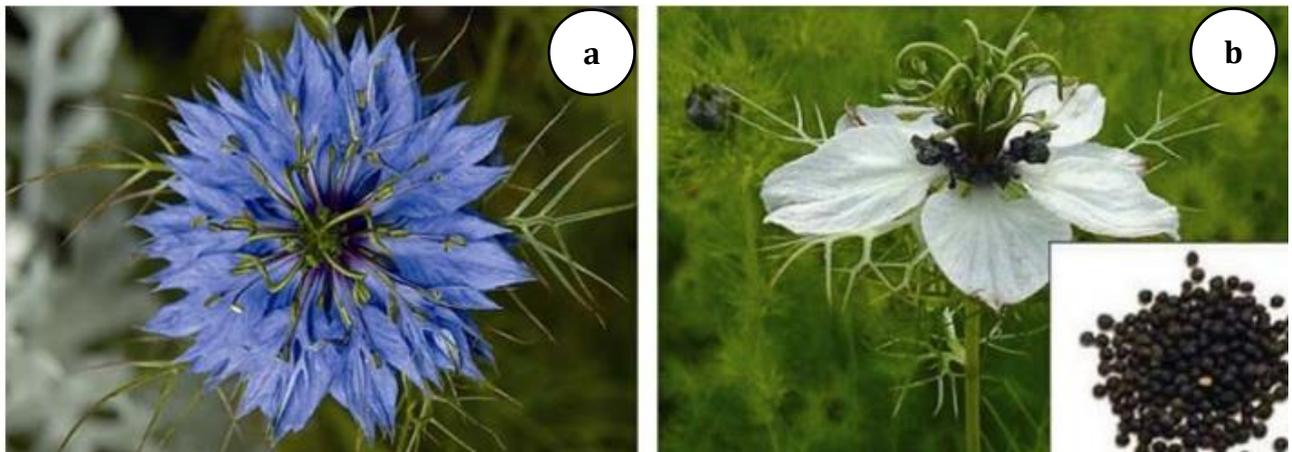


Figure 7 : Fleurs (a) et graines (b) de *Nigella sativa* (8)

Les graines de *Nigella sativa* sont de petites dicotylédones, trigones, angulaires, régulièrement tuberculées, de 2 à 3,5 mm de longueur et de 1 à 2 mm de largeur, de couleur noire, avec une légère odeur aromatique et d'un goût épicé (45).

La poudre de graines est composée des cellules parenchymateuses brunâtres-noires et des globules d'huile (45).

## IV. Composition chimique

La composition chimique de *Nigella sativa* est composée de niveaux remarquables de fer, de cuivre, de zinc, de phosphore, de calcium, de thiamine, de niacine, de pyridoxine et d'acide folique (Tableau 7) (47, 48). De plus, elle a une valeur nutritionnelle maximale, comprenant de fibres (7 à 94 %), de matières grasses (38,02 %), de glucides (31,94 %) et des protéines (20 à 85 %). Les graines de *Nigella sativa* renferment divers acides aminés (glutamate, arginine, aspartate, cystéine, méthionine) (49) et d'huile fixe composée d'acides gras majeurs, tels que l'acide linoléique, l'acide palmitique et d'huile essentielle (50).

Tableau 7 : Composition chimique des *Nigella sativa* (51)

Composant	Composition
Acide gras	Acide linoléique, acide oléique, acide laurique, acide stéarique, acide linoléique
Vitamine	Acide ascorbique, thiamine, riboflavine, pyridoxine, niacine
Minéral	Calcium, magnésium, potassium, phosphore et fer
Alcaloïdes	Nigellidine, nigeglanine, nigelanoïde, 17-O-( -d-glucopyranosyl)-4-O-méthyl-nigellidine, 4-O-méthyl-nigéglanine
Terpènes et Terpénoïdes	Thymoquinone, thymohydroquinone, dithymoquinone, p-cymène, sesquiterpène longifolène
Polyphénols	Apigénine, naringénine, acide gallique, rutine, quercétine, kaempférol
Phytostérols	Campestérol, stigmastérol, -sitostérol
Tocols	-tocotriénol, isomère -tocophérol, -sitostérol
Saponine	Alpha-hédérine (-HN), 3-O-( -d-xylopyranosyl-(1-3)- -l-rhamnopyranosyl-(1-2)- -l-arabinopyranosyl]-28-O-( -l-rhamno-pyranosyl-(1-4)- -d-glucopyranosyl-(1-6)- -d-glucopyranosyl]hédéragénine, 3-O-[ -L-rhamnopyranosyl-(1-2)- -L-arabinopyranosyl]-28-O-[ -L-rhamnopyranosyl-(1-4)- -D-glucopyranosyl-(1-6)-n -D-glucopyranosyl]-hédéragénine et 3-O-[ -D-xylopyranosyl-(1-3)- -L-rhamnopyranosyl-(1-2)- -L-arabinopyranosyl]-hédéragénine

Les principaux composés phytochimiques présents dans *Nigella sativa* dans la figure 8 dont le composant bioactif le plus important est la thymoquinone (47).

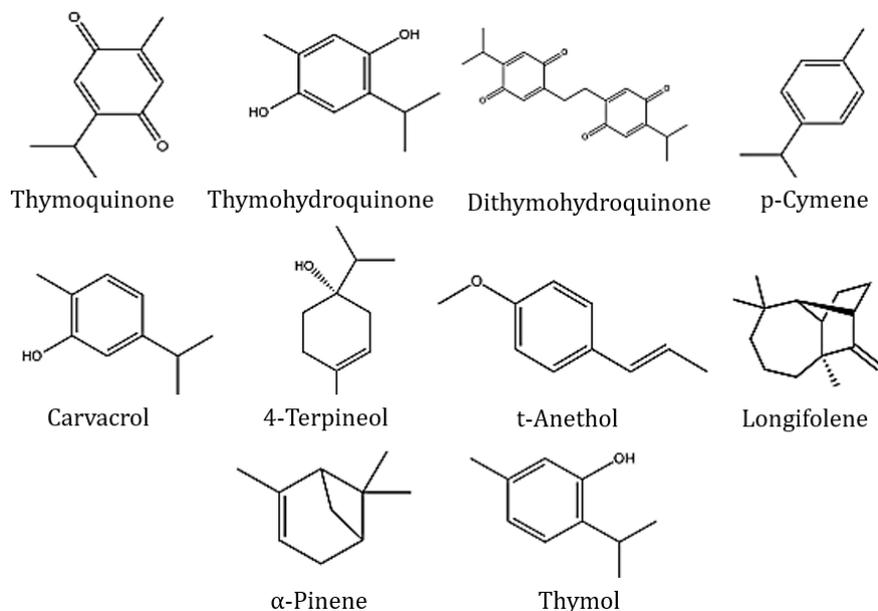


Figure 8 : Structures chimiques des principaux composés phytochimiques de la *nigella sativa* (46)

L'effet protecteur de la thymoquinone est largement médié par son potentiel antioxydant, y compris sa capacité à éliminer les espèces réactives de l'oxygène, à inhiber la peroxydation lipidique, à protéger les enzymes antioxydantes hépatiques, à supprimer le stress oxydatif et l'inflammation hépatique (52) ainsi qu'à l'immunité, la survie cellulaire et le métabolisme énergétique.

## V. Activités pharmacologiques

Les activités pharmacologiques des graines de *Nigella sativa* sur le dysfonctionnement des différentes fonctions de l'organisme se manifestent notamment par leur capacité à atténuer le stress oxydatif en activant le système de défense antioxydant, à inhiber l'inflammation, à induire l'immunité, à prévenir l'apoptose (Figure 8). Par ces mécanismes pharmacologiques, les graines de nigelle ont des effets bénéfiques sur la santé, notamment sur les troubles métaboliques (obésité, dyslipidémie et diabète), cardiovasculaires, digestifs, rénaux, hépatiques, ostéogéniques, respiratoires, reproductifs, neurologiques et mentaux, ainsi que contre divers types de cancer (Figure 9) (9).

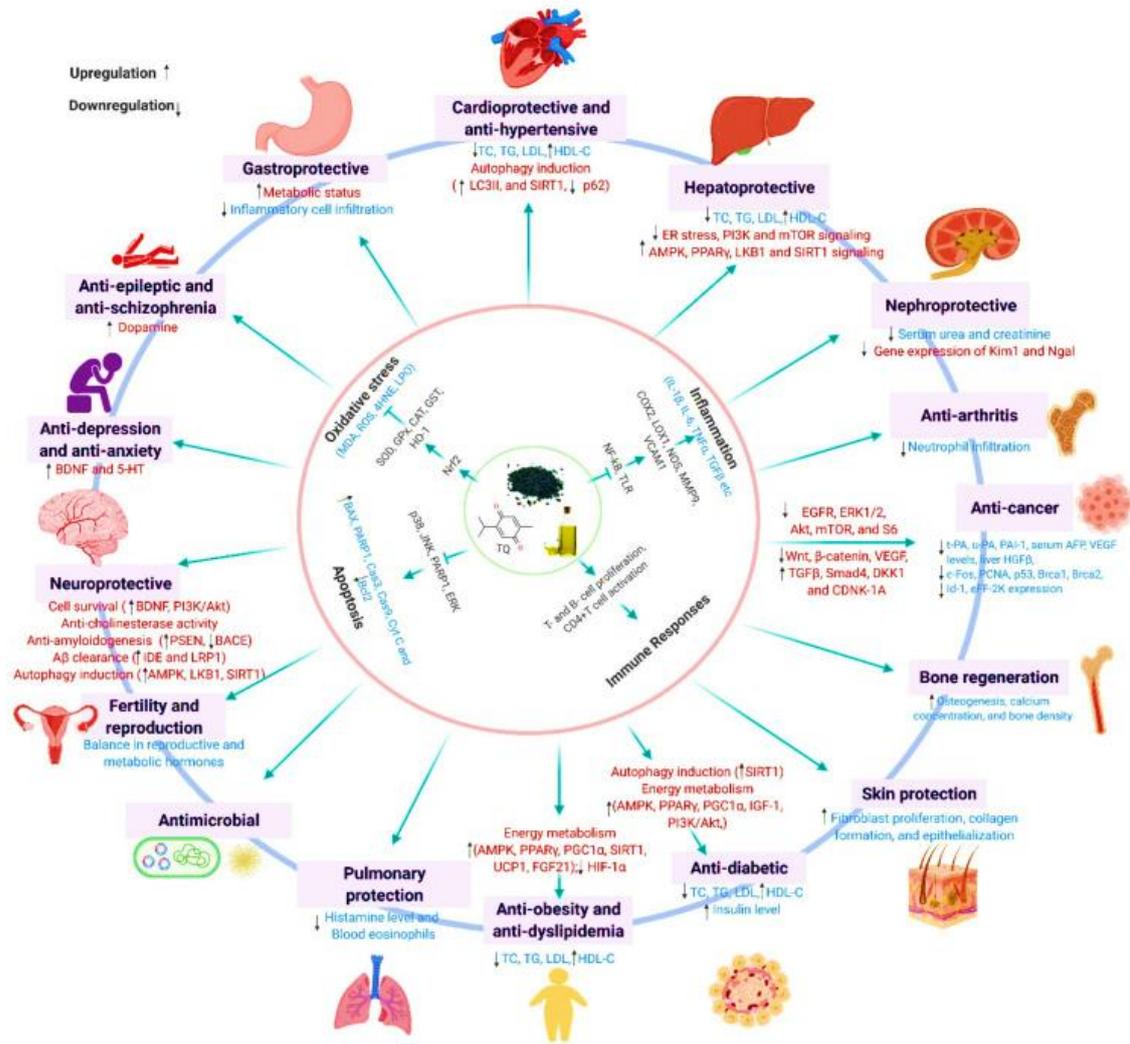


Figure 9 : Mécanismes moléculaires des actions pharmacologiques des graines de nigelle et de la thymoquinone (9)

TG : triglycérile LDL : lipoprotéines de basse densité ; HDL-c : Un test de cholestérol HDL (HDL-C) mesure la quantité de cholestérol présente dans les lipoprotéines de haute densité (HDL) dans un échantillon de votre sang. LC3 (LC3-I) : phosphatidyléthanolamine ; SIRT1 : Sirtuine 1 ; P62 : la protéine Séquestosome 1 (p62/SQSTM1) ; BDNF : Facteur neurotrophique dérivé du cerveau ; 5-HT : 5-hydroxytryptamine (5-HT) ; KIM1 : récepteur de la phosphatidylsérine ; NGAL : lipocaline associée à la gélatinase neutrophile ; Akt : protéine kinase B ; AMPK : protéine kinase activée par l'AMP 5 ; BACE1 : enzyme 1 de clivage de l'APP du site bêta ; Bax: BCL2 associé à X, régulateur de l'apoptose. BDNF : protéine 1 du facteur neurotrophique dérivé du cerveau ; eEF-2K ; Kinase du facteur d'élongation eucaryote-2 ; EGFR : Facteur de croissance épidermique ; HIF : facteur inductible par l'hypoxie ; HO-1 : Hème oxygénase-1 ; FC : fréquence cardiaque ;IDO : enzyme dégradant l'insuline ; KIM-1 : molécule de lésion rénale-1 ; LRP : Lipoprotéine ; Protéine liée au récepteur RRP ; Mtor : cible mammifère de la rapamycine ; NGAL : lipocaline associée à la gélatinase neutrophile ; PAI-1 : inhibiteur de l'activateur du plasminogène-1 ; PARP-1 : Poly [ADP-ribose] polymérase 1 ; PCNA : Antigène nucléaire des cellules proliférantes ; PGC1α : Coactivateur gamma 1-alpha du récepteur activé par les proliférateurs de peroxysomes ; PGE2 : Prostaglandine E2 ; PI3K : Phosphatidylinositol 3-kinasE ; PPAR : Récepteurs activés par les proliférateurs de peroxysomes ; PSEN1 : pré-niline 1 .

# **Partie expérimentale**

# **Matériel et méthodes**

## I. Lieu expérimentale

L'expérimentation a été menée sur des cailles du japon (*Coturnix japonica*), issues et élevées au niveau du Centre Cynégétique de Zéralda (CCZ) (Figure 10), sur une période expérimentale de janvier à avril 2024.



Figure 10 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda

Le centre cynégétique de Zéralda est situé à 30 km à l'ouest d'Alger. Il est limité au Nord- Ouest par Zéralda à Mahelma et au Nord –Est et au Sud par la réserve de chasse de Zéralda (Figure 11).

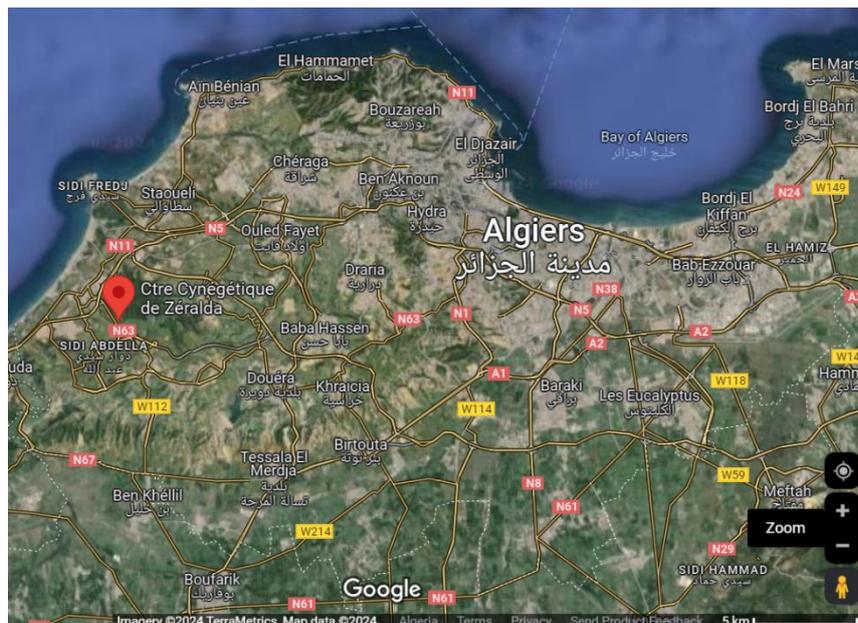


Figure 11 : Localisation géographique du centre cynégétique de Zéralda prise de Google maps

## II. Conduite d'élevage

Avant la mise en place des cailleteaux en élevage, le local d'élevage a été préparé en effectuant les opérations suivantes :

- Nettoyage et désinfection du local d'élevage par pulvérisation d'un désinfectant et par blanchiment du sol et des murs par de la chaux vive.
- Mise en place d'une litière composée de paille hachée d'une épaisseur d'environ 5 cm, pour isoler les cailleteaux du contact avec le sol.
- Délimitation de la zone d'élevage par une garde en contre-plaqué d'une hauteur de 60 cm, pour éviter l'éloignement des cailleteaux de la zone de chauffage, des abreuvoirs et des mangeoires
- Mise en place du matériel d'élevage (radian à gaz et abreuvoirs).

Après éclosion des œufs (Figure 12), 250 cailleteaux ont été divisé en deux lots (Témoin et expérimental) puis transférés dans la poussinière (Figures 13 et 14) préalablement réchauffé à une température comprise entre 38° à 40°C pendant la 1<sup>ère</sup> semaine d'élevage par un radian à gaz suspendu à un mètre du sol.



Figure 12 : Cailleteaux après éclosion



Figure 13 : Poussinière d'accueil des  
poussins



Figure 14 : Cailleteaux installés dans la poussinière

A partir de la 2<sup>ème</sup> semaine, la température a été abaissée jusqu'à 34°-35°C puis maintenue entre 20 et 30°C jusqu'à la fin de l'expérimentation. L'éclairage de type continu utilisé, a été assuré par 02 néons de 18 Watt fixés au plafond.

Durant les premiers jours après éclosion, les cailleteaux ont reçu dans l'eau d'abreuvement un traitement prophylactique à base d'érythromycine et de vitamines (Vigal 2 X<sup>®</sup>) (Figure 15).

L'eau d'abreuvement a été renouvelée chaque matin et soir voire plus pendant les premiers jours d'élevage. L'abreuvement a été assuré par abreuvoirs de type alvéole d'une capacité de 0,5 l.



Figure 15 : Poudre « Vigal 2 X<sup>®</sup> »

### III. Alimentation

#### III.1. Composition de l'aliment

L'aliment consommé distribuer aux cailleteaux est de type poulet de chair "croissance" (Figure 16), composé de maïs, de tourteaux de soja, d'un complexe de minéraux et de vitamines (Figure 17).



Figure 16 : Aliment de base

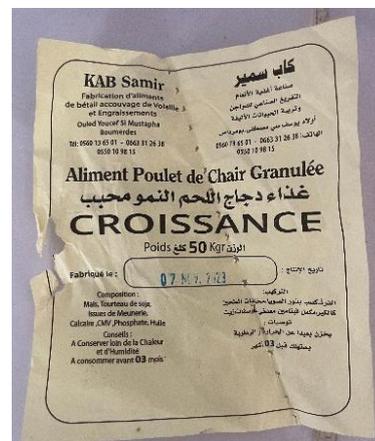


Figure 17 : Composition d'aliment de base

Pour le lot expérimental, un supplément de 2% de graines de nigelle a été ajoutée à la ration de base du lot témoin (53).

### III.2. Etapes de préparation de la ration supplémentée

La quantité de graines de nigelle distribuée durant toute l'expérimentation a été achetée (Figure 18) et broyée chez le même fournisseur (Figure 19).



Figure 18 : Graines de nigelle



Figure 19 : Broyage des graines de nigelle (a) et (b)

Au niveau du laboratoire du CCZ, la poudre des graines de nigelle (*Nigella sativa*) a été pesée avec une balance de capacité maximale de 3kg (Zenati) (Figure 20). Une quantité de 2% a été ajoutée et mélangée à la ration de base (Figure 21).



Figure 20 : Pesée des graines de nigelles



Figure 21 : Mélange de l'aliment avec la poudre des graines de nigelle

### III.3. Distribution de l'aliment

L'aliment a été distribuée dans des mangeoires de type assiette en plastique (Figure 22a) en *ad libitum* pendant la 1<sup>ère</sup> semaine. La première distribution alimentaire n'a été effectuée qu'après que les cailleteaux ont suffisamment bu pour se réhydrater, soit 24 h après mise en place.

A partir de la troisième semaine, nous avons procédé à la mise en place progressive des mangeoires 2<sup>ème</sup> âge de type trémie en plastique (Figure 22b).



Figure 22 : Type de mangeoire, (a) assiette et (b) trémie

La quantité d'aliment distribuée par jour et par sujet (Tableau 4) est estimée au-dessus des normes rapportées par Chidambaranatha et Nath (37).

## II. Méthodes

### II.1 Détermination du poids corporel

Le poids corporel (Pc) des cailleteaux a été déterminé, le matin à la même heure, à l'aide d'une balance de précision (0,1g) d'une capacité de 1200g (AND EK-1200i).

Pour éviter le stress des animaux et faciliter la pesée de chaque individu, nous avons utilisé une petite boîte (Figure 23).

On a effectué la pesée des cailleteaux chaque semaine depuis le premier jour de l'éclosion (S0) jusqu'à l'âge de 6 semaines (S6), sur un échantillon de 10% cailleteaux pour chaque lot témoin et expérimentale.



Figure 23 : Pesée du cailleteau

## II.2. Gain de poids moyen

Le gain de poids moyen (GPM) a été calculé chaque semaine et en utilisant la formule suivante (54) :

$$\text{GPM (g/semaine)} = \text{Pc de la semaine en cours} - \text{Pc de la semaine précédente}$$

Pc : Poids corporel

## II.3. Détermination de la consommation d'aliment

Pour chaque lot, l'aliment non consommé est récupéré et pesé. La consommation journalière (CJ) a été calculée en utilisant la formule suivante (54) :

$$\text{Consommation journalière (g)} = \text{Q. d'aliment distribué} - \text{Q. d'aliment non consommé}$$

Q : Quantité

## II.4. Indice de conversion alimentaire

L'indice de conversion alimentaire (ICA) a été calculé chaque semaine en utilisant la formule suivante (54, 55) :

$$\text{ICA} = \frac{\text{CJ (g)}}{\text{GPM (g)}}$$

## II.5. Détermination du taux de mortalité

Le nombre de mortalités (Figure 24) a été noté chaque matin sur une fiche d'élevage (Figure 25). Le taux de mortalité par semaine (56) est calculé comme suit :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = \frac{\text{Nombre de cailleteaux morts}}{\text{Nombre total des cailleteaux}} \times 100$$



Figure 24 : Cailleteaux morts

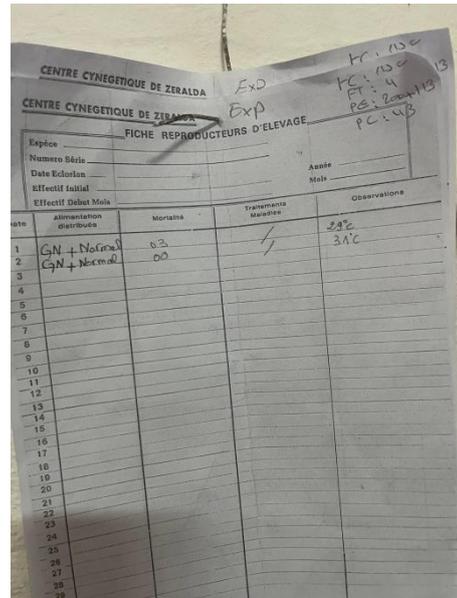


Figure 25 : Fiche reproducteur d'élevage

## II.4. Détermination de la glycémie

A l'âge de 3 et 6 semaines, on a sacrifié les cailleteaux par saignée selon la méthode islamique (Figure 25).



Figure 26 : Méthode sacrificie par saignée

La glycémie a été mesurée en utilisant le glucomètre (57) de type Bionime (GM550) et les languettes (GS550) (Figure 27) comme suit : Au moment du sacrifice, une goutte de sang a été immédiatement déposée sur la languette (Figure 28). La valeur obtenue de chaque animal est lue sur le glucomètre (Figure 29) et reportée sur le registre du laboratoire.



Figure 27 : Glucomètre Bionime (GM550)



Figure 28 : Prélèvement d'une goutte de sang avec une languette



Figure 29 : Lecture de la glycémie

### Analyse statistique des résultats

- Les résultats numériques sont présentés sous forme de **moyenne arithmétique** accompagnée de **l'erreur standard à la moyenne (ESM)** en utilisant logiciel **Excel** version 2021.

- Moyenne arithmétique : 
$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$ESM = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{Avec } \alpha = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Où :  $x_i$  : valeurs individuelles

$n$  : nombre de valeurs

$\sigma$  : écart-type

- La validité statistique des différences entre les moyennes de deux séries expérimentales, est calculée par **le test « t » de Fisher-Student** en utilisant le logiciel **Past**.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \text{Avec } S^2 = \sqrt{\frac{\sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Où :  $\bar{X}_1$  et  $\bar{X}_2$  : valeurs moyennes arithmétiques de chaque série

$x_{1i}$  : valeurs individuelles de la première série

$x_{2i}$  : valeurs individuelles de la deuxième série

$n_1$  et  $n_2$  : nombre de valeurs de chaque série

- **La probabilité « p »** est déterminée sur la table de distribution des « t » en fonction du degré de liberté ( $n_1 + n_2 - 2$ ) ; si :

- $p > 0,05$  : résultat non significatif
- $p < 0,05$  : résultat significatif (\*)
- $p < 0,01$  : résultat très significatif (\*\*)
- $p < 0,001$  : résultat hautement significatif (\*\*\*)

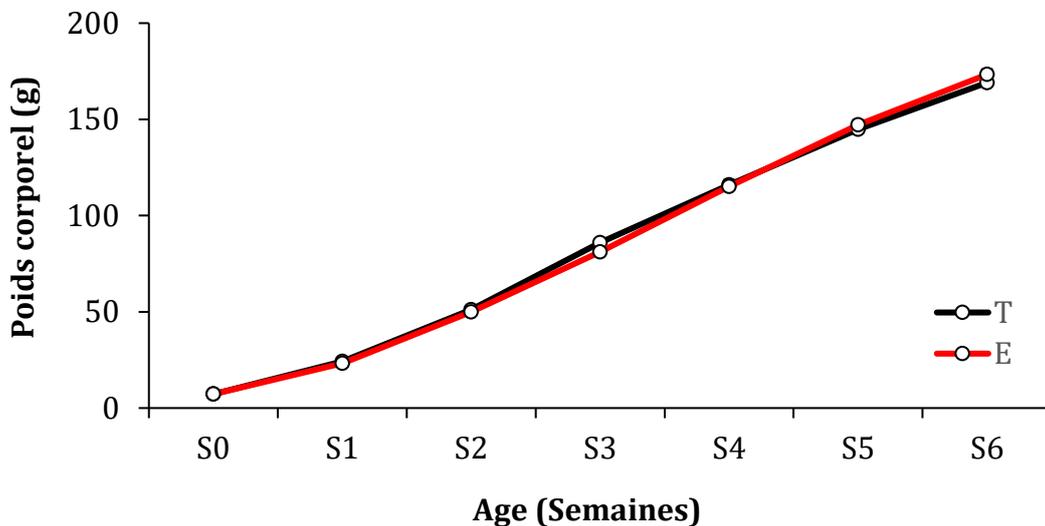
- **Différence en pourcentage (%)**

Différence en % = ((Valeur finale - valeur initiale) / valeur initiale) x 100

# **Résultats - Discussion**

## I. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel

L'évolution hebdomadaire du poids corporel moyen du lot témoin et expérimentale au cours de la croissance postnatale chez la caille (*Coturnix japonica*) est présentée par la figure 30. A l'éclosion (S0), le poids corporel des 02 lots est de  $7,0 \pm 0,11$  g. A 3 semaines d'âge (Age du dimorphisme sexuel), la différence de poids corporel entre les 02 lots T et E est significative (10,30% ;  $p < 0,05$ ). A 6 semaines d'âge, le poids corporel du lot T et lot E atteint respectivement  $169 \pm 3,54$  g et  $173 \pm 2,79$  g avec une différence non significative entre les 02 lots (2,37% ;  $p > 0,05$ ). A cet âge, une augmentation hautement significative ( $p < 0,0001$ ) de 2314 et 2371%, par rapport à J1, observée respectivement pour le lot T et le lot E. Le profil d'évolution du poids corporel est comparable entre les deux lots T et E (Figure 30).



T : lot Témoin ; E : lot expérimental

Figure 30 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise (*Coturnix japonica*)

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Tufan et al. (58), Asghar et al. (53), Kesab et al. (59) et Arif et al. (60) qui ont montré que les cailles supplémentées avec différents pourcentages de PGN présentent un poids corporel, à l'âge de 6 semaines légèrement plus élevé (Tableau 8). Par contre, Ayasan et al. (61) et Cimrin et al. (62) ont rapportés des valeurs légèrement plus faibles des cailles supplémentés avec un même pourcentage de PGN (2%). Cette légère amélioration du poids corporel peut être due à l'effet antimicrobien et antioxydant des graines de cumin noire (63) d'une part, et à l'amélioration de la digestibilité des nutriments par augmentation de la production d'enzymes digestives d'autre part (64).

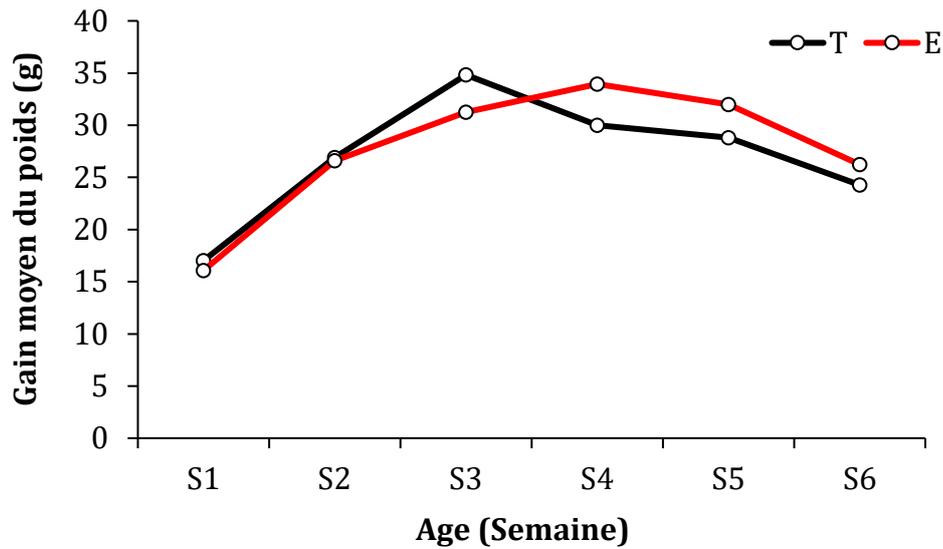
Tableau 8 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille (*Coturnix japonica*)

Pays	Âge (S)	Poids corporel (g)		Références bibliographiques
		Lot T	Lot E (% PGN)	
Algérie	0	7,24±0,10		Résultats personnelles
	3	86,00±1,80	81,16±1,76 (2)	
	6	169,1±3,53	173,3±2,79 (2)	
Turquie	3	108,97 ±2,03	108,87± 1,77 (1)	Tufan et al. (58)
	5	173,98 ±0,22	182,41± 2,78 (1)	
	3	96,72	97,72 (2)	Ayasan et al. (61)
	6	180,20	178,40 (2)	
	0	9,15 ±0,12		Asghar et al. (53)
	3	182,20±2,48	179,84 3,37 (2)	
	5	288,51±3,85	294,26±3,34 (2)	
	Cimrin et al. (62)	0	12,78	12,91 (2)
		3	132,80	129,70 (2)
		5	197,87	194,53 (2)
Iraq	5	181,32±2,24	207,89±3,89 (1,6)	Kesab et al. (59)
Egypte	3	100,48	106,07 (3)	Abdou et Rashed (63)
	6	203,15	225,44 (3)	
Pakistan	0	35,01	35,03 (5)	Arif et al. (60)
	6	221,02	225,06 (5)	

S : Semaine ; ( ) : Quantité ; PGN : Poudre de graine de Nigelle

## II. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen de poids corporel

Le gain moyen de poids corporel maximal est atteint à l'âge de 3 semaine pour le lot T et à 4 semaines pour le lot E avec un même profil d'évolution au cours de la croissance pour les 02 lots (Figure 31). Une supplémentation de 2% PGN à l'alimentation des cailles a affecté le gain moyen du poids corporel des cailles par rapport au lot témoin, sauf pendant les 02 premières semaines d'âge (Figure 31). En effet, Asghar et al. (53) n'ont pas observé l'effet d'une supplémentation de PGN sur le gain moyen de poids corporel au cours des trois premières semaines d'âge. La supplémentation en PGN a entraîné une augmentation du gain moyen de poids au cours des trois dernières semaines d'âge (Figure 31).



T : lot Témoin ; E : lot expérimental

Figure 31 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen de poids corporel (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise (*Coturnix japonica*)

A l'âge de 6 semaines, correspondant à la période expérimentale, le gain moyen de poids corporel est en faveur du lot E supplémenté de 2% de PGN. La différence de gain est de 8,00% entre les 02 lots. Des résultats comparables ont été rapportés par Tufan et al. (58), Arif et al. (60), Asghar et al. (53) et Kesab et al. (59) chez la même espèce (Tableau 9). Nos résultats sont en accord avec ceux de Salam et al. (64), qui ont montrés que l'alimentation des cailles enrichie en PGN augmente la production d'enzymes digestives, améliore la digestibilité des nutriments et les performances de croissance. Des résultats contradictoires rapportés par Ayasan et al. (61) et Cimrin et al. (62) qui ont constaté que les cailleteaux supplémentés avec 2% de PGN présentent une diminution du gain moyen du poids corporel (Tableau 9).

Le gain quotidien moyen rapporté dans nos résultats durant toute la période expérimentale est de  $3,85 \pm 0,35$  et  $3,95 \pm 0,38$  g/j respectivement pour le lot T et E. Ces valeurs s'inscrivent dans l'intervalle des gains quotidien moyen rapportés chez la caille qui varie de 3 à 4g par jour pour la lignée légère (65) et qui peut atteindre 6g par jour chez la lignée lourde (66).

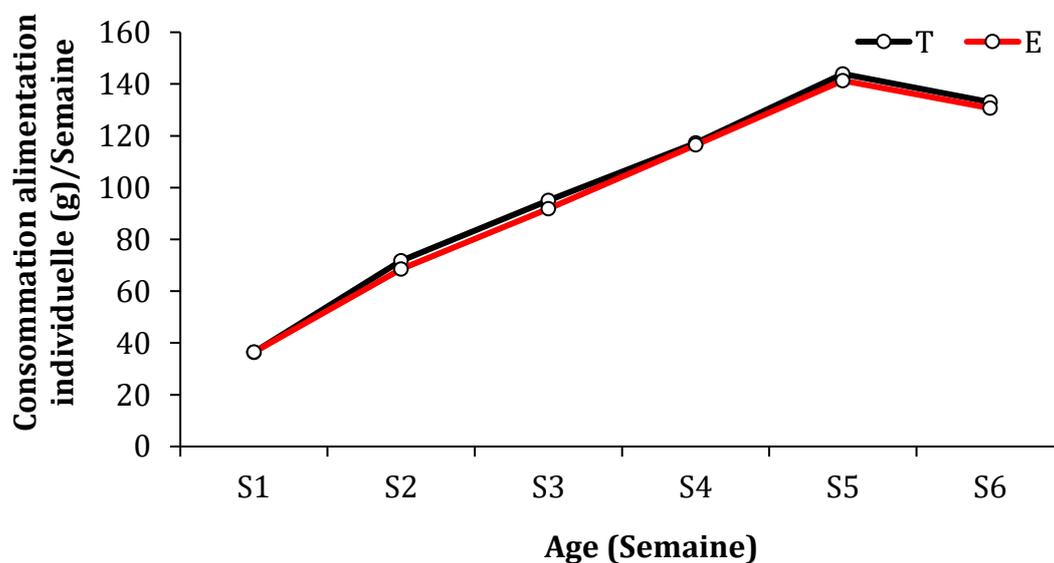
Tableau 9 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen du poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille (*Coturnix japonica*)

Pays	Âge (S)	Gain moyen de poids corporel (g)		Références bibliographiques
		Lot T	Lot E (% PGN)	
Algérie	0 - 6	161,84	166,07 (2)	Résultats personnels
Turquie	0 - 5	279,43	285,06 (2)	Asghar et al. (53)
	3 - 6	83,48	80,68 (2)	Ayasan et al. (61)
	0 - 5	163,66 ± 0,62	172,11 ± 0,49 (1)	Tufan et al. (58)
	0 - 5	185,09	181,62 (2)	Cimrin et al. (62)
Pakistan	0 - 5	186,01	190,03 (5)	Arif et al. (60)
Iraq	0 - 5	173,30 ± 2,24	199,87 ± 3,89 (1,6)	Kesab et al. (59)

S : Semaine ; ( ) : Quantité ; PGN : Poudre de graines de Nigelle

### III. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur la consommation alimentaire individuelle

La consommation alimentaire individuelle hebdomadaire représentée par la figure 32 montre un profil d'évolution comparable au cours des 6 semaines d'âge chez les cailleteaux (*Coturnix japonica*). Les différences sont faibles et de l'ordre de 3,35 et 1,71% respectivement à 3 et 6 semaines d'âge entre les deux lots T et E. Les résultats obtenus montrent qu'il y a un effet faible de la supplémentation alimentaire de 2% en PGN chez les cailleteaux en croissance (Figure 32).



T : lot Témoin ; E : lot expérimental

Figure 32 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur la consommation alimentaire individuelle hebdomadaire (g) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise (*Coturnix japonica*)

Des résultats comparables ont été rapportés par de nombreux auteurs (53, 58-60, 62) chez la caille japonaise supplémentée avec différents pourcentage de PGN (Tableau 10).

Tableau 10 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le gain moyen du poids corporel (g) au cours de la croissance chez la caille (*Coturnix japonica*)

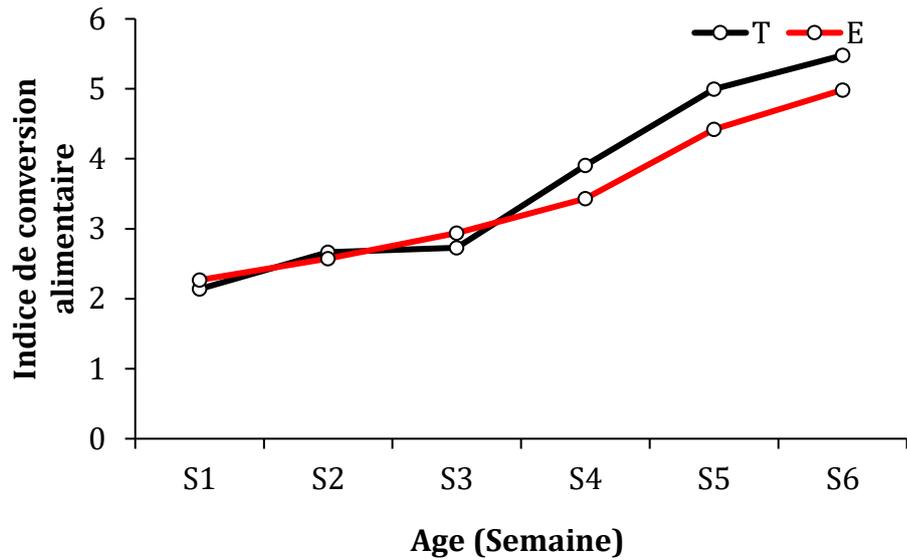
Pays	Age (S)	Consommation alimentaire individuelle (g) / Semaine		Références bibliographiques
		Lot T	Lot E (% PGN)	
Algérie	3	94,99	91,84 (2)	<i>Résultats personnels</i>
	6	133,00	130,76 (2)	
	0 - 6	597,30	585,43 (2)	
Turquie	3	157,25±4,14	169,16±12,37 (2)	Asghar et al. (53)
	5	228,73±5,92	232,77± 4,17 (2)	
	0 - 5	752,64	760,77 (2)	
	3 - 6	414,12	419,37 (2)	Ayasan et al. (61)
	0 - 5	520,8	522,55 (1)	Tufan et al. (58)
	0 - 5	559,09	536,78 (2)	Cimrin et al. (62)
Iraq	0 - 5	517,58±5,89	504,75±4,75 (1,6)	Kesab et al. (59)
Egypte	3	142,37	138,21 (3)	Abdou et Rashed (63)
	6	211,31	186, 44 (3)	
	0 - 6	805,82	883,97 (3)	
Pakistan	1 - 5	492,25	477,89 (5)	Arif et al. (60)

S : Semaine ; ( ) : Quantité ; PGN : Poudre de graine de Nigelle

La consommation alimentaire de toutes les lignées augmente avec l'âge des oiseaux. Ceci peut s'expliquer par le fait que, l'augmentation du poids corporel des cailles s'accompagne de celle de la consommation (67). Ainsi, la quantité de nourriture consommée par les cailles dépend de l'âge, de la souche et également du poids corporel (67) et de la composition chimique de l'aliment (68).

#### IV. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire

Evolution de l'ICA au cours de la croissance des cailleteaux montre peut de différence entre les deux lots T et E au cours des trois premières semaines d'âge. A partir de cet âge, il est plus élevé pour le lot T que le lot E jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine d'âge (Figure 33).



T : lot Témoin ; E : lot expérimental

Figure 33 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise (*Coturnix japonica*)

Les mêmes observations sont rapportées par de nombreux auteurs (63), Tufan et al., (58), Arif et al. (60), (53, 61), (59, 62) sur l'effet d'une supplémentation alimentaire avec différents pourcentages de la PGN sur l'ICA chez la caille (Tableau 11). La réduction l'ICA du lot E au cours de cette période d'âge (3 - 6 semaines) traduit une meilleure efficacité d'utilisation alimentaire par rapport au régime alimentaire du lot T.

L'amélioration de la conversion alimentaire du lot E supplémenté par PGN (2%) peut être due aux composés bioactifs antibactériens, antifongiques, antitoxiques et autres de *Nigella sativa* (63) et probablement à l'effet favorable de PGN incorporée dans l'aliment des cailleteaux sur l'amélioration de la digestibilité et l'utilisation des nutriments par augmentation de la production d'enzymes digestives (64).

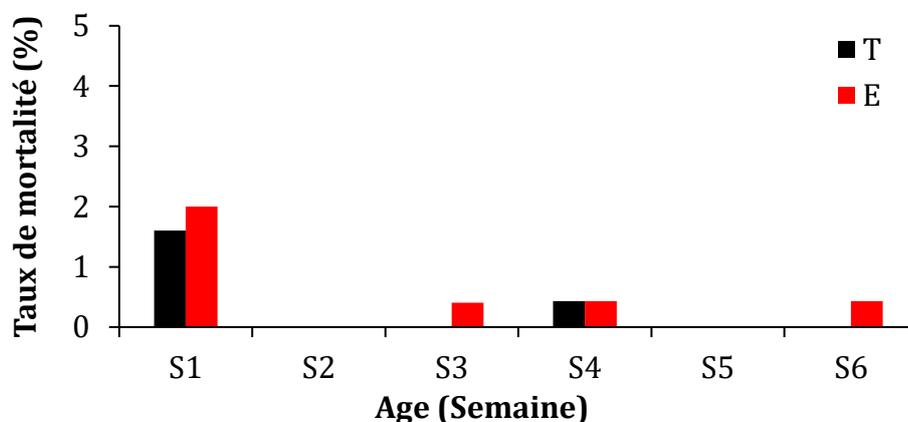
Tableau 11 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur l'indice de conversion alimentaire au cours de la croissance chez la caille (*Coturnix japonica*)

Pays	Age (S)	Indice de conversion alimentaire		Références bibliographiques
		Lot T	Lot E (% PGN)	
Algérie	3	2,73	2,94 (2)	Résultats personnels
	6	5,47	4,98 (2)	
	0 - 6	3,69	3,52 (2)	
Turquie	3	1,97 ± 0,05	2,20 ± 0,19 (2)	Asghar et al. (53)
	5	5,77 ± 0,32	5,24 ± 0,23 (2)	
	0 - 5	2,82	2,71 (2)	
	3 - 6	4,75	4,87 (2)	Ayasan et al. (61)
	1-5	3,18 ± 1,11	3,10 ± 0,76 (1)	Tufan et al. (58)
0 - 5	3,02	2,96 (2)	Cimrin et al. (62)	
Iraq	0 - 5	2,99 ± 0,06	2,53 ± 0,07 (1,6)	Kesab et al. (59)
Egypte	0 - 6	4,56	3,62 (3)	Abdou et Rashed (63)
Pakistan	0 - 5	2,65	2,52 (5)	Arif et al. (60)

S : Semaine ; ( ) : Quantité ; PGN : Poudre de graine de Nigelle

## V. Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le taux de mortalité au cours de la croissance

La figure 34 montre le taux de mortalité enregistré des cailleteaux au cours de la croissance postnatale. Il est de 1,6 et 2,0% chez le lot T et E respectivement. Ce taux de mortalité est lié au stress de mise en place des poussins et la présence des anomalies congénitales avec des pattes écartées. Selon Taskin et Karadavut (69) l'âge des animaux n'a aucun effet sur le risque de mortalité.



T : lot Témoin ; E : lot expérimental

Figure 34 : Effet de la supplémentation de l'aliment en PGN sur le taux de mortalité (%) au cours de la croissance postnatale de la caille japonaise (*Coturnix japonica*)

## VI. Evolution de la glycémie en fonction de l'âge et du sexe

➤ **En fonction du sexe :** A l'âge de 3 semaines, la glycémie chez le mâle est plus faible par rapport à la femelle. La différence est statistiquement significative (20% ;  $p < 0,01$ ). Alors qu'à l'âge de 6 semaines, la glycémie est plus élevée chez le mâle que la femelle, avec une différence statistiquement significative (19% ;  $p < 0,05$ ) (Figure 35).

➤ **En fonction de l'âge :** Chez le mâle, la glycémie augmente de la 3<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine d'âge, avec une différence non significative (2,6% ;  $p > 0,05$ ). Par contre, chez la femelle, elle diminue de la 3<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine d'âge, avec une différence significative (44,2%  $p < 0,05$ ) (Figure 35).

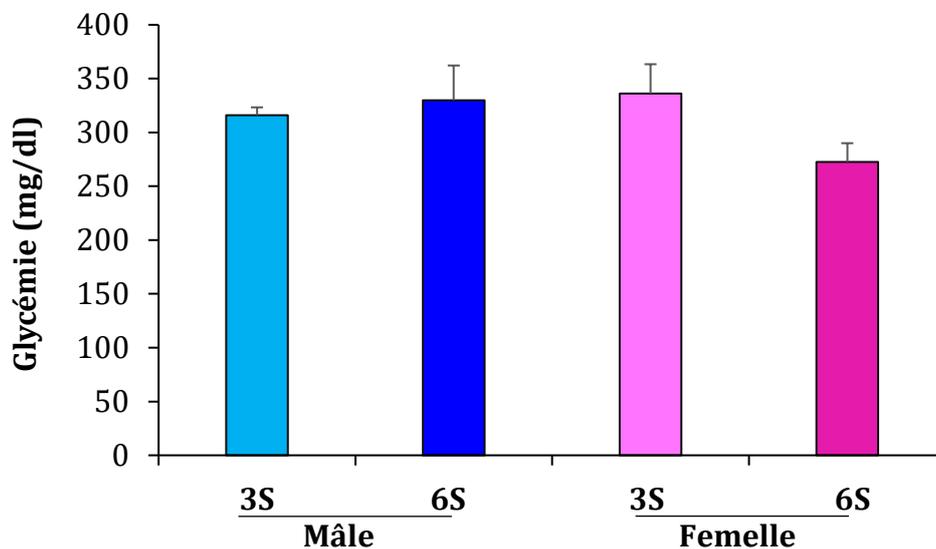


Figure 35 : Evolution de la glycémie (mg/dl) chez les cailleteaux de sexe mâle et la femelle

A l'âge adulte et en fonction du sexe, Itoh et al. (70) et Uchendu et al. (57) ont rapporté que la glycémie est plus élevée chez le mâle que chez la femelle. Ce qui est en accord avec nos résultats retrouvés chez la caille (*Coturnix japonica*) (Tableau 12).

La diminution de la glycémie chez femelle observée en fonction de l'âge a été rapporté également par Ali et al. (71) (Tableau 12) peut être due à une sécrétion accrue d'hormones stéroïdes avec l'âge des oiseaux pour la préparation à la ponte (71, 72).

Tableau 12 : Glycémie (mg/dl) en fonction du sexe et de l'âge chez les cailleteaux en croissance

Pays	Age (S)	Glycémie (mg/dl)		Références bibliographiques
		Mâle	Femelle	
Algérie	3	310±5,4	372±20,5	Résultats personnels
	6	318±21,9	258±11,6	
Japan	8	330 ±45	308 ±37*	Itoh et al. (70)
Nigeria	>6	242,38 ±26,87	239,25±23,41	Uchendu et al. (57)
Inde	5	-	559,37 ± 61,04	Ali et al. (71)
	6		417,24 ± 26,30	
	7		395,47 ± 6,26	

\* : significatif

En effet, il a été démontré que le dimorphisme sexuel a un effet sur diverses fonctions physiologiques, en particulier l'homéostasie du glucose. Les différences entre les sexes proviennent principalement de facteurs physiologiques tels que les hormones sexuelles impliquées dans la différence entre les sexes dans l'homéostasie du glucose (73), la répartition de la graisse corporelle et des muscles, ainsi que les chromosomes sexuels (74). A l'âge adulte, les mâles et les femelles ont des mécanismes de régulation identique, mais les niveaux de glucose sont plus élevés chez les mâles que chez les femelles (75).

# **Conclusion**

Dans le présent travail, l'effet d'une supplémentation alimentaire en PGN sur les performances de croissance et la glycémie au cours de la phase de croissance des cailleteaux a montré qu'elle améliore sensiblement le poids corporel, le gain moyen de poids corporel et plus particulièrement l'efficacité d'utilisation des aliments en raison de ces propriétés anti oxydative, antibactérienne et amélioratrice de la digestibilité des nutriments par augmentation de la production d'enzymes digestives. L'effet hypoglycémiant des PGN doit être confirmé par une analyse morpho-histologique du pancréas.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

1. Kayang B, Vignal A, Inoue-Murayama M, Miwa M, Monvoisin J, Ito S, et al. A first-generation microsatellite linkage map of the Japanese quail. *Animal Genetics*. 2004;35:195-200.
2. Baer J, Lansford R, Cheng K. Japanese Quail as a Laboratory Animal Model. 2015. p. 1087-108.
3. Huss D, Poynter G, Lansford R. Japanese quail (*Coturnix japonica*) as a laboratory animal model. *Lab Anim*. 2008;37(11):513-9.
4. Kaur S, Mandal AB, Singh KB, Kadam MM. The response of Japanese quails (heavy body weight line) to dietary energy levels and graded essential amino acid levels on growth performance and immunocompetence. *Livestock Science*. 2008;117(2):255-62.
5. Berrama Z, Mefti H, R K, S S. Caractérisation zootechnique et paramètres génétiques des performances de croissance de la caille japonaise *Coturnix japonica* élevée en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. 2011;23.
6. Thakur S, Kaurav H, Chaudhary G. *Nigella sativa* (Kalonji): A Black Seed of Miracle. *International Journal of Research and Review*. 2021;8:342-57.
7. Sadeghi E, Imenshahidi M, Hosseinzadeh H. Molecular mechanisms and signaling pathways of black cumin (*Nigella sativa*) and its active constituent, thymoquinone: a review. *Mol Biol Rep*. 2023;50(6):5439-54.
8. Kooti W, Hasanzadeh-Noohi Z, Sharafi-Ahvazi N, Asadi-Samani M, Ashtary-Larky D. Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (*Nigella sativa*). *Chin J Nat Med*. 2016;14(10):732-45.
9. Hannan MA, Rahman MA, Sohag A, Uddin MJ, Dash R, Sikder DM, et al. Black Cumin (*Nigella sativa* L.): A Comprehensive Review on Phytochemistry, Health Benefits, Molecular Pharmacology, and Safety. *Nutrients*. 2021;13(6).
10. Lukanov H. Domestic quail (*Coturnix japonica domestica*), is there such farm animal? *World's Poultry Science Journal*. 2019;75:1-11.
11. Shanaway MM. Quail production systems : a review. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1994.
12. Vali N. The Japanese Quail: A Review. *International Journal of Poultry Science*. 2008;7(9): 925-31.
13. Mills AD, Crawford LL, Domjan M, Faure JM. The behavior of the Japanese or domestic quail *Coturnix japonica*. *Neurosci Biobehav Rev*. 1997;21(3):261-81.
14. Cheng KM, Bennett DC, Mills AD. The Japanese Quail. *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals* 2010. p. 655-73.
15. Priti M, Satish S. Quail Farming: An Introduction. *J Life Sci* 2014;2(2):190-3.
16. Ionita L, Popescu-Micloşanu E, Roibu C, Custură I. Bibliographical study regarding the quails' meat quality in comparison to the chicken and duck meat. *Seria Zootehnie* 2011;56:224-9.
17. Menassé V. *Elevage rentable des cailles*. Ed de Vecchi. 1986:125.
18. Laroche MJ, Rousselet F. *Les animaux de laboratoire : Ethique et bonnes pratiques*. Ed Masson, Paris. 1990:393.
19. Preisinger R. Sex determination in poultry - A primary breeder's view 2003. 54-8 p.
20. Blanckenhorn WU. Behavioral Causes and Consequences of Sexual Size Dimorphism. *Ethology*. 2005;111(11):977-1016.
21. Hagelin JC. The kinds of traits involved in male—male competition: a comparison of plumage, behavior, and body size in quail. *Behavioral Ecology*. 2002;13(1):32-41.
22. Oriol A. *L'élevage de la caille, du faisan et du perdreau*. Paris : Maison rustique ed 1987. 77 p.
23. Sezer M, Berberoglu E, Ulutaş Z. Genetic association between sexual maturity and weekly live-weights in laying-type Japanese quail. *South African Journal of Animal Science*. 2006;36.
24. Aggrey SE. Dynamics of relative growth rate in Japanese quail lines divergently selected for growth and their control. *Growth Dev Aging*. 2003;67(1):47-54.
25. Jatoi AS, Sahota AW, Akram M, JAVED KJ, HAYAT; M, HUSSAIN J, et al. The effect of different body weight categories on plasma macromineral levels in four close-bred flocks of adult Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2015;39(3):343-9.

26. Khaskheli AA. Effects of Light Intensity and Photoperiod on growth and reproductive performance of *Coturnix japonica*: A review, - Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 2020;8(10): 2113-7, .
27. Mizutani K. Herbal medicine and anaesthesia. *Anaesthesia*. 2003;58:385.
28. Reddish J, Nestor K, Lilburn M. Effect of selection for growth on onset of sexual maturity in randombred and growth-selected lines of Japanese quail. *Poultry Science*. 2003;82:187-91.
29. Adkins-Regan E. Foam Produced by Male *Coturnix* Quail: What is its Function? *The Auk*. 1999;116(1):184-93.
30. Finseth FR, Iacovelli SR, Harrison RG, Adkins-Regan EK. A nonsemen copulatory fluid influences the outcome of sperm competition in Japanese quail. *J Evol Biol*. 2013;26(9):1875-89.
31. El-Laithy S. Effect of housing system and sex ratio of quails on egg production, fertility and hatchability. *Benha veterinary medical journal* 2015;28(2):241-7.
32. Woodard AE. Japanese Quail Husbandry in the Laboratory (*Coturnix Coturnix Japonica*): Department of Avian Sciences, University of California; 1973. 22 p.
33. Balcioglu M, Kizilkaya K, Yolcu H, Karabag K. Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. *South African Journal of Animal Sciences*. 2005;35.
34. Kaplan S, Gurcan EK. Comparison of growth curves using non-linear regression function in Japanese quail. *Journal of Applied Animal Research*. 2016;46(1):112-7.
35. Blum S, Mueller M, Schmid SR, Linder P, Trachsel H. Translation in *Saccharomyces cerevisiae*: initiation factor 4A-dependent cell-free system. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1989;86(16):6043-6.
36. Vohra P. A Review of the Nutrition of Japanese Quail. *World's Poultry Science Journal*. 1971;27(1):26-34.
37. Chidambaranathan A, Sudhanya N. MANAGERIAL ASPECTS OF JAPANESE QUAIL. 2021.
38. Babu N, Selvaraj J, Ponnusamy P, Sasikala M. An outbreak of pasteurellosis in Japanese quail chicks (*Coturnix coturnix Japonica*). *Indian Journal of Animal Health*. 2018;57.
39. Edwin SC. Commercial japanese quail production and disease management. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2020 9(3):416 -22.
40. Roy P, Purushothaman V, Koteeswaran A, Dhillon AS. Isolation, characterization and antimicrobial drug resistant pattern of *Escherichia coli* isolated from Japanese quail. *J Appl Poult Res*. 2006;15:442-6.
41. Murakami S, Miyama M, Ogawa A, Shimada J, Nakane T. Occurrence of conjunctivitis, sinusitis and upper region tracheitis in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), possibly caused by *Mycoplasma gallisepticum* accompanied by *Cryptosporidium* sp. infection. *Avian Pathol*. 2002;31(4):363-70.
42. Rigobelo EC, Blackall PJ, Maluta RP, de Ávila FA. Identification and antimicrobial susceptibility patterns of *Pasteurella multocida* isolated from chickens and japanese quails in Brazil. *Braz J Microbiol*. 2013;44(1):161-4.
43. Hosseini M, Zakeri S, Khoshdast S, Yousefian FT, Rastegar M, Vafae F, et al. The effects of *Nigella sativa* hydro-alcoholic extract and thymoquinone on lipopolysaccharide - induced depression like behavior in rats. *J Pharm Bioallied Sci*. 2012;4(3):219-25.
44. Abu Huraira AR. Hadith 592. *Sahih Bukhari Book* 71. 850;7.
45. Warriar PK. *Indian medicinal plants: a compendium of 500 species*: Orient Blackswan; 1993.
46. Adam SH, Mohd Nasri N, Kashim M, Abd Latib EH, Ahmad Juhari MAA, Mokhtar MH. Potential health benefits of *Nigella sativa* on diabetes mellitus and its complications: A review from laboratory studies to clinical trials. *Front Nutr*. 2022;9(1057825).
47. Ahmad A, Husain A, Mujeeb M, Khan SA, Najmi AK, Siddique NA, et al. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2013;3(5):337-52.
48. Ramadan MF. Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview. *International Journal of Food Science & Technology*. 2007;42(10):1208-18.

49. Yimer EM, Tuem KB, Karim A, Ur-Rehman N, Anwar F. *Nigella sativa* L. (Black Cumin): A Promising Natural Remedy for Wide Range of Illnesses. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019;12(1528635).
50. Mamun M, Absar N. Major nutritional compositions of black cumin seeds-cultivated in Bangladesh and the physicochemical characteristics of its oil. *International Food Research Journal*. 2019;25:2634-9.
51. Adam SH, Abu IF, Kamal DAM, Febriza A, Kashim MIAM, Mokhtar MH. A Review of the Potential Health Benefits of *Nigella sativa* on Obesity and Its Associated Complications. *Plants*. 2023;12(18):3210.
52. Jiang S, Young JL, Wang K, Qian Y, Cai L. Diabetic-induced alterations in hepatic glucose and lipid metabolism: The role of type 1 and type 2 diabetes mellitus (Review). *Mol Med Rep*. 2020;22(2):603-11.
53. Asghar MU, Doğan SC, Wilk M, Korczyński M. Effect of Dietary Supplementation of Black Cumin Seeds (*Nigella sativa*) on Performance, Carcass Traits, and Meat Quality of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Animals*. 2022;12(10):1298.
54. Olayinka OI, Bawa GS, Abeke FO, Afolayan M. Performance of Japanese quail chicks fed combined inclusion levels of meals of garlic (*Allium sativum*), turmeric (*Curcuma longa*) and oxytetracycline. *Nigerian Journal of Animal Production*. 2022;49(3):165-77.
55. Al Abdullatif A, Azzam M. Effects of Hot Arid Environments on the Production Performance, Carcass Traits, and Fatty Acids Composition of Breast Meat in Broiler Chickens. *Life*. 2023;13:1239.
56. Kruenti F, Lamptey V, Okai M, Adu-Aboagye G, Oduro-Owuso A, Bebonaayele F, et al. The influence of flock age and egg size on egg shape index, hatchability and growth of japanese quail chicks. *Journal of Innovative Agriculture*. 2022;9:8.
57. Uchendu C, Obidike I, Ochiogu I, Aka L, Anyaoha C. Nigerian Journal of Experimental and Applied Biology Sex Variations in the Haematological Profile of Japanese Quails (*Coturnix coturnix*) Reared in a Hot Humid Climate. 2010;11:219-26.
58. Tufan T, Arslan C, Sari M, Kaplan O. Effect of Black Cumin Seeds (*Nigella sativa* L.) or Black Cumin Oil Addition to Japanese Quail Diets on Growth Performance, Carcass Traits and Some Blood Parameters. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2015;21.
59. Kesab Y G, Khaleel M M, N. A-FR. Effect of seeds, oil, and black seed meal on Japanese Quail's productive performance. *Revis Bionatura*. 2023;8(1).
60. Arif M, Rehman A, Abd El-Hack ME, Saeed M, Khan F, Akhtar M, et al. Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds. *Asian Australas J Anim Sci*. 2018;31(12):1930-8.
61. Ayasan T, Sevim B, Cufadar Y, Bahtiyarca Y, Gokmen S, Curabay B. The Effect of Adding Different Levels of Black Cumin (*Nigella Sativa* L.) Seed to The Feed on Performance, Serum Parameters and Reproductive Hormones in Male Japanese Quails (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2021;4(3):441-51.
62. Cimrin T, Alasahan S, Kazak F, Kutlu T, Kisacam MA. Effects of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed on growth performance, blood parameters, liver oxidant/anti-oxidant levels and fatty liver syndrome in quails. *Vet Res Forum*. 2023;14(3):121-9.
63. Abdou A, Rashed GG. Effect of black seed (*Nigella sativa*) and garlic (*Allium sativum*) feed supplements on productive performance and some physiological and immunological responses of Japanese quail. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 2015;18(1):129-41.
64. Salam S, Sunarti D, Isroli I. Physiological responses of blood and immune organs of broiler chicken fed dietary black cumin powder (*nigella sativa*) during dry seasons. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2013;38.
65. Nguessan Angoran Roger, Amanidja Boye Donatien, Soro Dofara, Francis TBY. Effets de l'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des cailles (*Coturnix japonica*) sur les performances zootechniques et organoleptique de la viande. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 2020;45(1):7771-82.
66. Dowarah R, Aps S. Various dietary levels of protein and energy interaction on growth performance of white plumage japanese quails. *Veterinary World*. 2014;7:398-402.

67. Rodrigue K, Djakalia B, Abo Ng, Guichard B. Evaluation of the growth and egg-laying performance of quail (*Coturnix Japonica*) resulting from crosses of different strains of quail reared in Ivory Coast. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2021;11:380-9.
68. Omidwura BRO, Odu O, Agboola AF, Akinbola DD, Iyayi EA. Crude Protein and Energy Requirements of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) During Rearing Period. *J World Poultry Res*. 2016;6(2):99-104.
69. Taşkin A, Karadavut U. Analysis of postnatal mortality in quails through conditional and limited logistic regression. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*. 2014;3:68-73.
70. Itoh N, Makita T, Koiwa M. Characteristics of blood chemical parameters in male and female quails. *J Vet Med Sci*. 1998;60(9):1035-7.
71. Ali MA, Hmar L, Devi LI, Prava M, Lallianchunga MC, Tolengkomba TC. Effect of age on the haematological and biochemical profile of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *International Multidisciplinary Research Journal*. 2012;2:32-5.
72. El-Ghalid OAH. Exogenous Estradiol: Blood Profile, Productive and Reproductive Performance of Female Japanese Quails at Different Stages of Production. *Asian Journal of Poultry Science*. 2009;3:1-8.
73. Mauvais-Jarvis F. Gender differences in glucose homeostasis and diabetes. *Physiol Behav*. 2018;187:20-3.
74. Arioglu-Inan E, Kayki-Mutlu G. Sex Differences in Glucose Homeostasis. *Handb Exp Pharmacol*. 2023;282:219-39.
75. Chia CW, Egan JM, Ferrucci L. Age-Related Changes in Glucose Metabolism, Hyperglycemia, and Cardiovascular Risk. *Circ Res*. 2018;123(7):886-904.

**BELLARBI SALAH Selma Syrine et BOUMENDJEL Hamida Malak**

*Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires*

*Promoteur : Dr. FERROUK Mostapha*

*Co-Promotrice : Pr. BOUKENAOUI-FERROUK Nouria*

***Effets de la poudre des graines de nigelle (*Nigella sativa*) sur les performances de croissances et la glycémie chez la caille japonaise (*Coturnix japonica*) au cours de la croissance***

**Résumé :** L'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graine de Nigelle sur les performances de croissance et la glycémie au cours de la croissance des cailleteaux. Un effect de 250 cailleteaux (*Coturnix japonica*) ont été utilisées et réparties en deux lots T et E. Le lot T a reçu un aliment commercial volaille et le lot E l'aliment a été supplémente en poudre de graine de Nigelle. Les performances de croissance de façon hebdomadaire depuis l'éclosion jusqu'à l'âge de 6 semaines. La glycémie a été évaluée à l'âge de 3 et 6 semaines au cours de l'abattage. Les résultats obtenus montrent que le profil d'évolution du poids corporel est comparable et la différence de poids corporel en faveur du lot T est non significative à l'âge de 6 semaines. Le gain moyen de poids corporel et l'indice de conversion alimentaire sont en faveur du lot E. A l'âge de 3 semaines, la glycémie chez le mâle est plus faible significative ( $p < 0,01$ ) par rapport à la femelle. Alors qu'à l'âge de 6 semaines, la glycémie est plus élevée ( $p < 0,05$ ) chez le mâle que la femelle. Avec l'âge, chez le mâle, la glycémie augmente ( $p > 0,05$ ) de la 3<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine d'âge et diminue ( $p < 0,05$ ) chez la femelle. En conclusion, la supplementation en poudre de graine de Nigella a un effet favorable sur l'indice de conversion alimentaire chez la caille en croissance.

**Mots- clés :** *Caille japonaise, performances de croissance, glycémie, Poudre des graines de Nigelle (*Nigella sativa*)*