



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
Et de la Recherche Scientifique  
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

De Master académique en

Filière : **Sciences Agronomiques**

Spécialité : **Production animale**

Présentée par : - **HABANI BAKHTA**

- **SAFOU FATMA**

*Thème*

---

**Effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les  
paramètres productives chez la caille japonaise (*Coturnix  
japonica*) en période de ponte**

---

Soutenu le : **22 /06/2022**

**Devant le Jury :**

Bounaceur. F	Président	Prof.	Univ-Tissemsilt
Guenaoui Mohamed	Encadreur	M.A.B.	Univ-Tissemsilt
Djetti. T	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

**Année universitaire : 2021-2022**

**Ce travail a été réalisé au niveau de l'unité de fabrication des aliments de bétail à Tiaret et la faculté des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt sous l'encadrement de monsieur GUENAOUI MOHAMED.**

## *Dedícaces*

*Avant tous c'est grace à dieu que je suis arrivée là*

*J'ai le grande plaisir de dédier ce modeste travail:*

*A ma tr's chers parents et ma très chère grande mères, qui nous ont toujours été présents à mon cotés pour ma soutenir et ma conseiller*

*A mes tantes, ames oncles, Atous mes soeurs, et frères*

*Atous les membres de a famille grande et petite*

*A tous ceux qui je connaisse de prés ou de loin sans cité leur noms, sans oublie mes enseignants et mes camarades de la promotion de 2 éme master production animale*

*Sous oublier mon encadreue du Mémoire Mr: **GUNAOUI MOHAMED***

*Je dédie ce travail à tous ceux qui nous ont aidés pour l'obtention de ce*

*Diplome sans aucune exception*

**BAKHITA**

## *Dedicaces*

*je dédie cette remise de diplôme à celui qui m'a appris à donner et à celui qui porte fièrement son nom. J'espère que Dieu prolongera ta vie afin que tu puisses voir les fruits qui sont venus se récolter après la longue attente de "mon cher Père", et à mon ange dans la vie, et au sens de l'amour, de la tendresse et du dévouement, au sourire de la vie et au secret de l'existence, et à qui sa supplication était Le secret de mon succès est mon bien-aimé, "Mon Mère bien-aimée », et à ceux Qui ont un grand crédit pour m'avoir encouragé et motivé, Et de qui j'ai appris la persévérance et la diligence, et à ceux Avec qui je suis plus grand et dont je dépends, et à qui je Gagne force et amour sans bornes, et à ceux avec qui je Connaissais le sens de la vie, « mes frères et sœurs » et à ceux Qui montraient de la fraternité Ils se distinguaient par la Loyauté et le don, et à ceux qui les accompagnaient dans les Chemins heureux et tristes de la vie, j'ai marché, et à ceux Qui m'ont accompagné sur le chemin du succès et du bien. "Mes chers Amis." Avec l'aide de Dieu, et avec les prières de la mère, il ne reste Plus que quelques étapes pour terminer ma carrière universitaire. Merci à tous ceux qui m'ont aidé à dédier cette remise des diplômes Âme, et je demande à Dieu de vous accorder, à vous et à moi, le succès.*

*Fatma*

## **Remerciements**

*En premier lieu, nous tenons à remercier le dieu a notre créateur pour nos avoir donne la force d'accomplir ce travail*

*Nous adresson nos vifs remerciements à notre encadreur **G'UNAOUI MOHAMED** pour sa compréhension sa patiens ses remarque qui on été précieuse et son soutien dans des moments très difficiles*

*Nos plus sincères remerciements vont également tous les enseignant du département **SNV** qui nous aidés conseilles et guidés afin de finaliser se présent mémoire dans des bonne conditions*

*Sans oublier se remercier le jury le professeur **BOUNACEUR F** et **Dr DJETTI.T** pour ce de leur temps et leur énergie pour suivre les étapes de notre travaill et leurs encouragements*

*Ainsi que a tos ceux qui nous aidés de prés ou de loin*

**FATMA & BAKHTA**

## Table des matières

---

Resumé:.....	I
الملخص .....	
Liste des abreviations .....	III
Liste de tableaux .....	IV
Liste de figure.....	V
Introduction .....	

---

## Partie bibliographique

---

<b>Chapitre I : Généralités sur les cailles.....</b>	<b>- 1 -</b>
1. Historique et origine de la caille .....	- 1 -
2. Classification et principales espèces de la caille japonaise : .....	- 1 -
2.1. La Caille des blés ( <i>Coturnix coturnix</i> ) .....	- 1 -
2.2 Caille de chine ( <i>Excalfactoria chinensis</i> ): .....	- 2 -
2.3 La Caille arlequin.....	- 3 -
3. la situation de production de la caille japonaise dans le monde : .....	- 4 -
4. Situation de la production de la caille en Algérie : .....	- 4 -
5. L'intérêt économique de l'élevage de la caille japonaise et ses caractéristiques : .....	- 5 -
6. Rappels anatomiques du tube digestif de la caille :.....	- 5 -
6.1 Le bec.....	- 7 -
6.2 L'œsophage et le jabot.....	- 7 -
6.3L'estomac.....	- 7 -
6. 4 L'intestin grêle .....	- 8 -
6. 5 Les cæca.....	- 8 -

6.6 Le gros intestin.....	- 9 -
6.7 Le cloaque.....	- 9 -
6.7.1 Le coprodéum.....	- 9 -
6.7.2 L'urodéum.....	- 9 -
6.7.3 Le proctodéum.....	- 9 -
6. 8 Les glandes annexes.....	<b>- 9 -</b>
6. 8. 1 Le pancréas.....	- 9 -
6. 8. 2 Le foie.....	- 9 -
<b>Chapitre II : Le bâtiment d'élevage et alimentation.....</b>	<b>- 11 -</b>
1. Bâtiment d'élevage.....	<b>- 11 -</b>
2. Les conditions d'ambiance : .....	<b>- 11 -</b>
2. 1 Température : .....	- 11 -
2. 2 La ventilation : .....	- 11 -
2. 3 L'humidité : .....	- 12 -
2. 4 La lumière : .....	- 12 -
2. 5 La litière : .....	- 12 -
3. Les différents types d'élevage : .....	<b>- 13 -</b>
3. 1 L'élevage au sol : .....	<b>- 14 -</b>
3. 1. 1 Matériel utilisé dans ce type : .....	- 14 -
3. 1. 1. 1 Les abreuvoirs : .....	- 14 -
3. 1. 1. 2. Les mangeoires : .....	- 14 -
3. 1. 2. Avantage élevage de sol : .....	- 14 -
3. 1. 3 Les inconvénients élevage de sol : .....	- 15 -
3. 2 Elevage en batterie.....	<b>- 15 -</b>
3.2.1 Batterie chaude pour démarrage : .....	- 15 -
3.2.2 Batterie froide pour engraissement : .....	- 15 -

3.2.3 Batterie pour reproduction :	- 15 -
3. 2. 4 Avantage ce type d'élevage	- 15 -
3. 2. 5 Inconvénients ce type d'élevage	- 16 -
4. Alimentation :	- 16 -
5. Comportement alimentaire:	- 16 -
7. Besoins nutritifs des cailles	- 16 -
<b>Chapitre III : La reproduction et la ponte chez la caille</b>	<b>- 19 -</b>
3.1 La maturité sexuelle :	- 19 -
3.2. Le système de reproduction chez les cailles :	- 19 -
3.3 La ponte :	- 19 -
3.4. Performance de ponte de la caille japonaise :	- 20 -
3.5. Le cycle de ponte de la caille japonaise.....	- 20 -
3.6. L'ovulation et l'ovipositeur	- 20 -
3.7. L'heure de ponte :	- 20 -
3.8. La qualité des œufs de cailles japonaise :	- 21 -
3.9. Le tri des œufs :	- 21 -
3.10. Stockage des œufs :	- 21 -
3.11. La désinfection des œufs :	- 21 -
3.12. L'incubation :	- 22 -
3.13. Eclosion :	- 22 -
<b>Chapitre IV : Utilisation de l'huile de soja dans l'alimentation des volailles.....</b>	<b>- 23 -</b>
4.1. Classification des huiles utilisées dans l'alimentation animale :	- 23 -
4.2. Composition d'huile végétale :	- 23 -

4.2. 1 triglycéride .....	- 23 -
4.2. 2 Les phospholipides : .....	- 24 -
4.2. 3 Les insaponifiables (composés non glycériques) : .....	- 24 -
4.2. 4 Les stérols .....	- 24 -
4.2. 5 Les cires .....	- 24 -
4.2.6 Les vitamines .....	- 24 -
4.3. Huile de soja : .....	- 24 -
4.3. 1 Définition : .....	- 24 -
4.3. 2 Origine .....	- 24 -
4.3. 2. 1 La plante.....	- 24 -
4.3. 2.2La graine .....	- 25 -
4.4.Composition de l'huile de soja.....	- 26 -
4.4.1 Composition en acide gras (composition majeur) .....	- 26 -
4.4. 2 Les constituants mineurs.....	- 26 -
4.5. Utilisation d'huile de soja dans l'alimentation des volailles : .....	- 27 -
4.6- Effets des huiles alimentaires sur les performances de production et la qualité des œufs de poules pondeuses : .....	- 27 -
4.6-1- Effet des huiles sur la composition nutritionnelle du jaune :.....	- 28 -
4.6-2- Effet de l'incorporation des différentes huiles dans l'alimentation des poules pondeuses :.....	- 29 -
4.7.Utilisation de l'huile de soja :.....	- 29 -

---

***Partie expérimentale***

---

**Chapitre 1:**

<b>1. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>- 32 -</b>
-------------------------------------	---------------

1.1. bâtiment, matériel et conditions d'élevage.....	- 32 -
1.1.1 lieu de l'expérimentation : .....	- 32 -
1.1.2. la durée de l'expérimentation : .....	- 32 -
1.1.3 le bâtiment d'élevage .....	- 32 -
1.1.4. formulation alimentaire : .....	- 32 -
1.1.5. les animaux: .....	- 34 -

## **Chapitre 2:**

1.2 COLLECTE DES DONNEES.....	- 35 -
1.2.1 Performance de ponte .....	- 35 -
1.2.1.1 Performances quantitatives : .....	- 35 -
1.2.1.2 Performances qualitatives : .....	- 35 -
1.2.1.2.1 Paramètres de qualité externe : .....	- 36 -
1.2.1.2.2 Paramètres de qualité interne : .....	- 36 -

## **Chapitre 3**

<b>RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>- 32 -</b>
1 Performances zootechniques : .....	- 38 -
1-1- L'âge de début de ponte : .....	- 38 -
1-2-Evolution du poids vif : .....	- 38 -
1-3-Consommation d'aliment : .....	- 38 -
1-4-Taux de mortalité : .....	- 39 -
2- Performance de ponte : .....	- 39 -
2-1-Taux de ponte : .....	- 39 -
2-2-Indice de conversion : .....	- 40 -
3-Paramètres de qualité des œufs : .....	- 41 -
3-1-Poids et paramètres de conformation externe de l'œuf .....	- 41 -
3-2-Qualité interne des œufs : .....	- 42 -

3-2-1- Poids d'albumen et de vitellus : .....	- 42 -
3-2-2- Diamètre du jaune d'œuf : .....	- 43 -
3-2-3- Hauteur d'albumen et de vitellus : .....	- 43 -
3-2-4- L'indice de jaune : .....	- 43 -
3-2-5- La couleur de vitellus : .....	- 44 -
3-2-6- Proportion du jaune et du blanc : .....	- 45 -
3-2-7- Poids, épaisseur et proportion de coquille : .....	- 45 -

---

## **Conclusions et perspectives**

---

## **Refferences bibliographiques**

---

## **annexes**

## **Resumé: effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les paramètres productives chez la caille japonaise (*Coturnix japonica*) en periode de ponte**

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) représente une volaille très intéressante pour la production de viande et des œufs. Ainsi ce travail a été mené afin d'établir des formules alimentaires en ajoutant de différents taux d'huile de soja dans l'alimentation de cette espèce (durant la période de ponte). Témoin « H0 » (0% d'huile de soja), « H05 et H10 » avec (5 et 10 % d'huile de soja). Au total, 30 femelles de cailles à 42 jours d'âge ont été menées dans une batterie de 4 étages et divisé en trois groupes. Chaque groupe reçoit l'un des trois types d'aliments pendant une période d'élevage de 6 semaines. Les performances zootechniques et les paramètres de qualité interne et externe des œufs ont été évalués dans cette période.

Les résultats obtenus ont montré que l'addition de l'huile de soja dans l'alimentation des cailles en periode de ponte a permet d'amélioré les performances zootechniques des cailles en augmentant le poids vif des animaux, reduire l'indice de conversion et par consequent assurer une maturité precoce des femelles. D'autre part, la supplementation de l'aliment avec l'huile de soja donne des œufs avec un calibre et poids élevé.

**Mots clés :** caille japonaise, oeufs, huile de soja, ponte, élevage.

## الملخص : تأثير دمج زيت فول الصويا على معاملات الإنتاج في السمان الياباني (*Coturnix japonica*) خلال فترة التبيض

يعتبر السمان الياباني من الدواجن الأكثر اهتماما في انتاج اللحوم والبيض. ولهذا قمنا بهذا العمل من اجل تقييم خلطات غذائية وذلك باضافة مستويات مختلفة من زيت فول الصويا في النظام الغذائي لهذا النوع وذلك خلال فترة انتاج البيض.

لانجاز هذه التجربة تم تحضير ثلاث انواع من الاغذية  $H_0$  الذي يحتوي على زيت فول الصويا  $H_{0.05}$  و  $H_{10}$  اللذان يحتويان على 5 و 10% من زيت الصويا. تم تقسيم 30 طائر سمان بعمر 42 يوم على ثلاث اقسام في اقفاص مخصصة لتربية السمان. وكل قسم يتلقى نوع من انواع الاغذية الثلاث لمدة 6 اسبوع. في هذه الفترة تم تقييم تأثير الاغذية على تطور وزن الحيوانات , كمية الاكل المستهلكة بالاضافة الى كمية البيض المنتجة ودراسة خصائص البيض الداخلية والخارجية لكل من الاقسام الثلاثة .

النتائج المحصل عليها بينت ان اضافة الزيت الى غذاء السمان في فترة انتاج البيض يرفع من وزن الحيوانات وتقوم بتحسين نوعية البيض برفع وزن البيضة والرفع من معاييرها الداخلية والخارجية وبالتالي تحسين مردود تحويل الاغذية للحيوانات.

**كلمات مفتاحية :** السمان الياباني. بيض, زيت الصويا, تربية.

**Abstract: Effect of soybean oil incorporation on productive parameters in Japanese quail (*Coturnix japonica*) during egg laying**

The Japanese quail (*coturnix japonica*) represents a very interesting species for the production of meat and eggs. Thus, this work was carried out in order to establish food formulas by adding different levels of soybean oil in the diet of this species (during the laying period). A Control diet "H0" (0% soybean oil) was formulated; two other diets "H05 and H10" were obtained by adding 5 and 10% soybean oil. 30 female's quails at 42 days of age were reared in cages and divided into three groups. Each group receives one of three types of food for 6 weeks. The zootechnical performances and the internal and external quality parameters of the eggs were evaluated during this period.

The results showed that the addition of soybean oil in the diet of the quails during the laying period improved the zootechnical performance of the quails by increasing the live weight of animals, reducing the feed conversion's rate and therefore ensure early maturity of females. On the other hand, the supplementation of the feed with soybean oil gives eggs with a high caliber and weight.

**Keywords:** Japanese quail, eggs, soybean oil, egg laying, rearing

## Liste des abbreviations

**AG** : acides gras

**AGI** : acides gras insaturés

**AGPI** : Acides gras poly insaturés

**AGS**: Acide gras saturé

**AI**: atherogenic index

**ALP**: phosphatases alcalines

**°C**: degré celsius

**DHA** : acide docosahexaénoïque

**EM** : énergie métabolisable

**H**: Hygrometry

**Kg**: killo grame

**LDL**: low-density lipoprotein

**m<sup>2</sup>** : metre carré

**M<sup>3</sup>** : metre cube

**MDA**: Multiple Discriminant Analysis

**MUFA**: Mono unsaturated faty acides

**PUFA**: poly unsaturated faty acides

**SNV** : Sciences de la Nature et de la Vie

**T-CH**: cholestérol total

**TG**: Triglycerides

**TI**: thrombogenic index

**UFA**: Unsaturated faty acides

**%** : pourcentage

## Liste de tableaux

<b>Tableau 1:</b> la différence entre les espèces de caille .....	- 4 -
<b>Tableau 2 :</b> Température en fonction de l'age des cailleteaux .....	- 11 -
<b>Tableau 3:</b> les normes d'ambiance de la caille reproductrice .....	- 13 -
<b>Tableau 4:</b> besoins nutritionnels de la caille japonaise en pourcentage ou en unités par kilogramme .....	- 17 -
<b>Tableau 5 :</b> les caractéristiques de l'oeuf de la caille donnée par .....	- 21 -
<b>Tableau 6:</b> les normes de température et d'hygrométrie recommandées durant l'incubation des oeuf de cailles .....	- 22 -
<b>Tableau 7:</b> composition de l'huile de soja en acide gras .....	- 26 -
<b>Tableau 8:</b> les constituant mineurs de l'huile de soja .....	- 26 -
<b>Tableau 9 :</b> effet de deffirents types d'huile sur les performances de production et la qualité des œufs des poules .....	- 31 -
<b>Tableau 10:</b> composition et valeur alimentaire des aliments experimentaux.....	- 33 -
<b>Tableau 11:</b> effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances zootechniques des cailles dans la période (42 à 84 jrs d'age).....	- 39 -
<b>Tableau 12:</b> effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances de ponte des cailles dans la période (42 à 48 jrs d'age ).....	- 40 -
<b>Tableau 13:</b> effet de l'incorporation de l'huile de soja sur le poids et les paramètres externes des oeufs de la caille.....	- 41 -
<b>Tableau 14:</b> effet de type d'aliment sur la hauteur d'albumen et de vetillus et sur le diametre et l'indice de vetillus des oeuf de la caille .....	- 44 -
<b>Tableau15 :</b> effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances zootechniques, et sur les performances de ponte et les paramètres de qualité des œufs (externe et interne).....	-47-

## Liste de figure

<b>Figure 1:</b> la caille de blé ( <i>Coturnix coturnix</i> ) .....	- 2 -
<b>Figure 2:</b> la caille de chine ( <i>Excalfactoria chinensis</i> ) .....	- 3 --
<b>Figure 3:</b> l'appareil digestif de la caille .....	- 6 -
<b>Figure 4:</b> la plante de soja .....	- 25 -
<b>Figure 5:</b> les fruits de soja.....	- 25 -
<b>Figure 6 :</b> Batterie d'élevage des cailles.....	-32-
<b>Figure 7 :</b> mangeoire de distribution d'aliment .....	-33-
<b>Figure 8 :</b> Une femelle de caille japonaise .....	-34-
<b>Figure 9:</b> effet du type d'aliment sur le poids d'albumen et vitellus des oeuf des cailles-	42 -
<b>Figure 10:</b> effet de type d'aliment sur la couleur du jaune des oeufs de la caille.....	- 44 -
<b>Figure 11 :</b> effet du type d'aliment sur la proportion d'albumen de vitellus et de la coquille des œufs de la caille.....	-46-

## **Introduction**

Les cailles sont les plus petits représentants de la famille des gallinacés. La caille japonaise (*Coturnix japonica*) est un oiseau rustique, de petites tailles, caractérisées par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, un court intervalle de génération, une forte ponte et des exigences (en alimentation et en espace) moins importantes par rapport aux autres espèces de volailles (**Nanda *et al.* 2015, Sarabmeet et Mandal, 2015**).

Dans le monde, l'aviculture s'est principalement intéressée à la production de poulets de chair et d'œufs de poule. Mais depuis un certain temps, l'élevage de la caille, a attiré l'attention des spécialistes comme nouvelle piste de diversification de l'élevage de volailles, en offrant aux consommateurs de nouveaux choix de goût et en renforçant la production de viande et des œufs pour faire face à la demande de plus en plus accrue en protéines animales (**Ukashatu *et al.*, 2014**).

Depuis longtemps, et en raison de leur richesse en énergie et en protéines, les régimes maïs-soja ont été considérés comme les aliments de base pour les volailles quel que soit le type de production (œufs, viande). L'alimentation présente près de 60% du coût total des élevages avicoles comme pour tous autres types d'élevage (**Shamna *et al.*, 2013**). Les protéagineux (essentiellement le soja) sont les constituants les plus chers et plus importants en tant que sources de protéines dont la quantité et la qualité sont des facteurs limitant des performances réalisées par les oiseaux, alors que le maïs et les grains des céréales sont les plus utilisés comme source d'énergie. Pour ces raisons, les nutritionnistes ont toujours tenté d'établir des formules alimentaires équilibrées en énergie et en protéines aux prix les moins chers en utilisant des matières premières disponibles sur les marchés locaux.

Avant, la plupart des éleveurs de cailles (les coturniculteurs) utilisent généralement des aliments destinés aux poules à cause de l'indisponibilité de formules alimentaires commerciales spéciales pour les cailles en industrie de l'alimentation du bétail en Algérie. Plusieurs auteurs montrent qu'au regard de sa croissance rapide, les besoins protéiques et énergétique de la caille sont significativement plus élevés que ceux de poules (**Djitie Kouatcho *et al.*, 2015**).

Selon (**Leclercq ,1986**), l'incorporation de la matière grasse dans la ration alimentaire des volailles a permis d'augmenter la densité énergétique et par la suite l'amélioration des

performances zootechniques. Probablement dans le but de diminuer les couts de production, l'accélération de la croissance ou l'amélioration de la production des œufs (quantité et qualité).

Les huiles végétales telles que l'huile d'olive, l'huile de maïs, l'huile de soja, l'huile de tournesol et l'huile de colza sont des liquides à forte teneur en graisses insaturées.

Pour le régime alimentaire, les poules pondeuses ont besoin d'un acide gras particulier qui est l'acide linoléique. Ce dernier est essentiel dans l'alimentation des poules pondeuses car elles ne sont pas capables de le produire à partir d'autres nutriments (**Ceylan *et al.*,2011**).

L'ajout des matières grasses et des huiles aux aliments pour les pondeuses améliore la teneur en énergie métabolisable (EM) des aliments et optimise la performance de nombre d'œufs et de pourcentage du ponte, ainsi ils renforcent la santé de foie tout en limitant le syndrome du foie gras (**Anonyme, 2018**).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travaille pour étudier l'influence de l'incorporation des huiles végétales comme l'huile de soja dans l'alimentation des cailles japonaises sur les performances de ponte.

**Partie**

**bibliographique**

## **Chapitre I : Généralités sur les cailles**

### **1. Historique et origine de la caille**

La caille japonaise (*Coturnix Japonica*) est une espèce dont la domestication semble récente par rapport à ces échelles de temps. Il n'est actuellement couramment admis que la domestication de la caille a commencé au Japon, les premières traces écrites à ce sujet remontant au XII<sup>ème</sup> Siècle, principalement dans un but de divertissement, les cailles étant alors sélectionnées pour leur chant (**Howes, 1964**).

Vers 1900 les japonais posèrent également à élever la caille pour sa production de viande et d'œuf. La caille de rapport était née les années suivantes, les effectifs des populations de caille domestique augmentent beaucoup au Japon, et pour la seule province d'Aichi, on dénombrait en 1937 au moins 350000 sujets. Mais le cheptel fut pratiquement totalement détruit pendant les hostilités, et à la fin de deuxième guerre mondiale, les japonais durent à nouveau réimporter des cailles de Chine (**Lucotte, 1975**).

Il existe cependant une autre hypothèse indiquant une domestication plus ancienne mais toujours relativement récente ayant eu lieu au Japon aux environs de 770 ans avant J.C, dans le cadre de divertissement comme le chant ou le combat (**Chang et al., 2005**).

Donc ce n'est qu'après les années quarante et la fin de la seconde guerre mondiale qu'une sélection de cailles japonaises basée sur la production de viande et d'œufs a été lancée au Japon (**Recoquillay, 2014**).

### **2. Classification et principales espèces de la caille japonaise :**

#### **2.1. La caille des blés (*Coturnix coturnix*)**

Est le plus petit gallinacé européen. Elle possède un plumage brun, orné de flammèches longitudinales jaune paille, Le mâle a la poitrine orange avec une bande médiane brune ou noire sur le menton. La femelle a une poitrine crème maculée de taches brunes et le menton crème uniforme. Les jeunes sont semblables aux femelles, mais plus fortement tâchés et barrés de brun noir sur le dessus et surtout aux flancs. Les retrices sont plus courtes, plus pointues et à dessins irréguliers. La mue est suspendue chez les jeunes à l'âge de huit semaines. Les deux dernières rémiges ne seront remplacées qu'à l'issue de la mue postnuptiale de deuxième année à la fin novembre, début décembre, ce qui permet de distinguer deux classes d'âge (**ONCFS, 1984**).

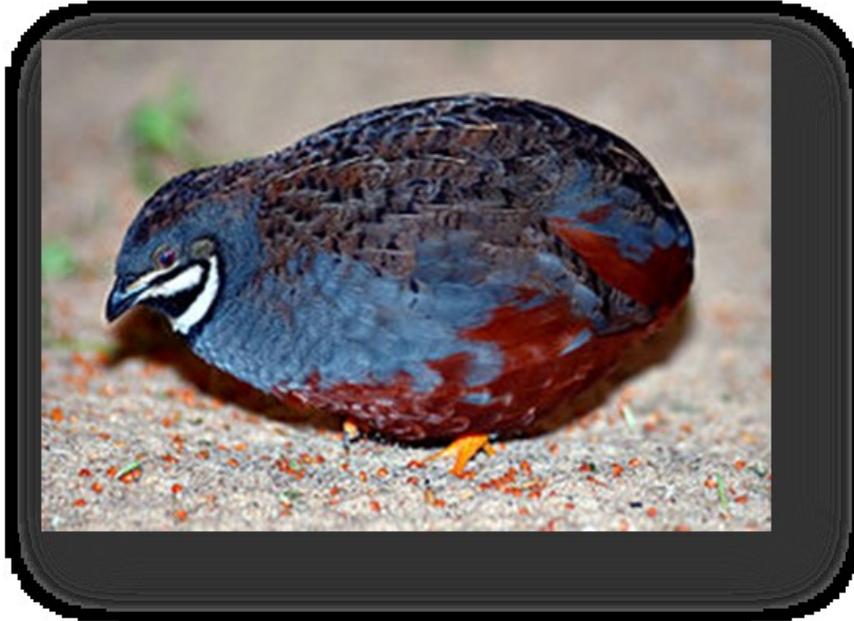
La caille des blés est un oiseau discret, de petite taille, difficile à observer et dont la présence est trahie par le chant du mâle au printemps et en été, dont l'onomatopée est déclinée en «paie tes dettes » strophe répétée plusieurs fois. L'évolution pondérale annuelle est rythmée par la période de reproduction (80-100 g) et le départ en migration d'automne (120-125 g). Longueur totale du corps est de : 160-190 mm et le poids est environ : 60 -155g.



**Figure 1:** la caille de blé (*Coturnix coturnix*) (Mishra, 2009)

## **2.2 Caille de chine (*Excalfactoria chinensis*):**

Sont très faciles à élever car elles sociabilisent entre elles et laissent en paix les l'autres espèces. Mesurant seulement de 12 à 14 cm et pesant 40 g environ (Daniel, 2006), elles sont élevées uniquement comme oiseau d'ornement. Le mâle porte un dessin noir et blanc bien marqué à la gorge, alors que La femelle a un plumage strié, de couleur brun. Il existe plusieurs variétés de couleurs : fauve, blanc, argenté, brun, noir (Manassé, 2004).



**Figure 2:** la caille de chine (*Excalfactoria chinensis*) (Manassé , 2004).

### **2.3 La Caille arlequin (*Coturnix delegorguei*):**

Vit en Afrique sub-saharienne, en évitant les zones forestières. Elle y est erratique à migrante dans toute la partie ouest et centrale ainsi qu'en Arabie saoudite. On la rencontre aussi en Afrique de l'est et du sud. Elle est résidente à São Tomé (îles Choclat) dans le golfe de Guinée. C'est un visiteur d'été dans la partie ouest de Madagascar. De rares observations ont été faites jusqu'au nord du Sénégal (Hennache et Ottaviani, 2011). Le tableau 01 montre la différence entre les espèces des cailles.

**Tableau 1:** la différence entre les espèces de caille (*Manassé, 2004 et mondry, 2016*)

Espèce	Nom scientifique	Taille en cm	Poids en g	Utilisation	Elevage	Habitat
Caille commune sauvage	<i>Coturnix coturnix</i>	16 à 18	70 à 135	Espèce protégée	Espèce protégée	Migre entre l'Europe et l'Afrique
Caille de Japon	<i>Coturnix coturnix Japonica</i>	18 à 20	180	La production de chaire et des œufs	Très facile	Cages, en batteries et en volière
Caille Arlequin	<i>Coturnix delegorguei</i>	18 à 20	/	Ornement	Assez facile	Volière
Caille de chine	<i>Coturnix chinensis</i>	12 à 14	40	Ornement	Très facile	Cages et en volière

### 3. la situation de production de la caille japonaise dans le monde :

La population actuelle des cailles au japon alimente une industrie très florissante qui, dans l'ordre des choses comparables, est la seconde après celle de la poule. En Italie, l'élevage de la caille japonaise est pratiqué depuis une soixantaine d'années ; il aurait été situé à l'origine en Sardaigne. Aux Etats-Unis, la caille est d'importation très récente (vers les années 50-55), et elle est surtout utilisée là-bas comme animal de laboratoire (**Lucotte, 1975**).

En France, l'élevage de la caille est également récent et a été initialement pratiqué dans le sud du pays. (**Lucotte, 1975**). En Tunisie, il existe de plus en plus d'élevages de caille de petites et moyennes tailles (1000 à 4000 reproductrices). Ils élèvent les cailles en parquets ou en cages aussi bien pour la viande que pour les œufs. (**FAO, 2011**).

### 4. Situation de la production de la caille en Algérie :

L'élevage de caille ou coturniculteur a connu ces deux dernières décennies un essor considérable, participant à la diversité des produits avicoles. En effet, la production des œufs et la production des viandes de caille sont des spéculations indissociables. L'œuf est l'unité

biologique fondamentale de l'existence des poussins qui seront destinés au remplacement du cheptel reproducteur ou à l'élevage de la caille chair. Il est à noter, qu'en Algérie, très peu d'études ont été menées sur les œufs de caille japonaise. (**Berrama *et al.*, 2012**).

#### **5. L'intérêt économique de l'élevage de la caille japonaise et ses caractéristiques :**

\*Une ponte abondante (jusqu'à 250-300) œufs par an de production.

\*Une maturité sexuelle hâtive (42 jours).

\*Un taux de prolificité élevé, elle peut donner 6 générations par an.

\*Une bonne ressource en protéines animales dépourvues de cholestérol.

\*Le coût d'investissement est très faible. La durée d'incubation est courte de 15 à 17 jour.

\*La durée de vie de la caille pourrait atteindre 10 ans.

\*Un très bon créneau pour l'investissement.

**(Ben Youcef et Rabiha, 2018)**

#### **6. Rappels anatomiques du tube digestif de la caille :**

Le bon développement de l'appareil digestif est responsable de la digestion, l'absorption, le rendement et la croissance optimale (**Mabelebele *et al.*, 2014**). Comme chez toutes les autres espèces gallinacées, le tube digestif de la caille est composé des organes suivants : le bec, la cavité buccale et les glandes salivaires, le pharynx, l'œsophage, le jabot, le proventricule, le gésier, l'intestin grêle, les cæca, le gros intestin et le cloaque (**Armenta Osorio, 1996**)

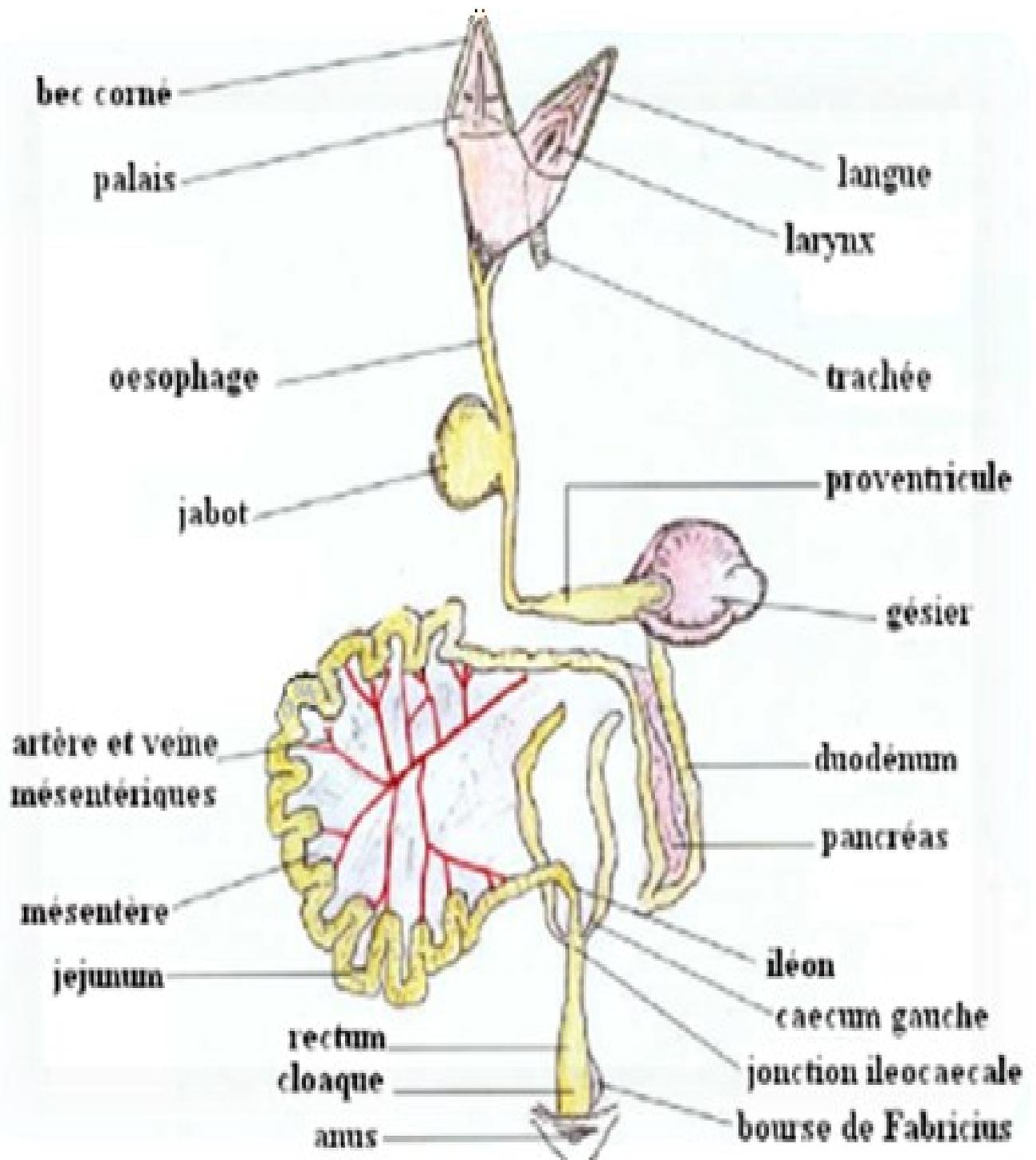


Figure 3: l'appareil digestif de la caille ( Alamargot , 2003 )

### 6.1 Le bec:

Le bec est un organe représentant des oiseaux (**Armenta Osorio, 1996**). Dont le rôle est la préhension des aliments. La partie visible du bec est une formation cornée composée de deux parties : dorsalement, la maxille ou mandibule supérieure et ventralement la mandibule inférieure (**Alamargot, 2003 ; Cano, 2012**), qui agissent à la manière de ciseaux pour couper les aliments. Le bec sert aussi comme moyen de défense (**Armenta Osorio, 1996**).

### 6.2 L'œsophage et le jabot:

L'œsophage de la caille a une longueur de 10 à 14 cm (**Armenta Osorio, 1996**). C'est un tube extensible à paroi mince étendu entre le pharynx et le gésier dorsalement à la trachée (**Hena et al., 2012**).

Il est composé de fibres lisses disposées dans des plans circulaires, obliques et transversales, ce qui permet une grande capacité de distension facilitant ainsi le passage du bol alimentaire. L'intérieur est doublé avec un épithélium malpighie et doté de très différentes glandes salivaires muqueuses (**Armenta Osorio, 1996**).

Le jabot peut être présenté comme une simple dilatation de l'œsophage servant au stockage de la nourriture. Cette capacité permet à l'oiseau une digestion continue en espaçant ses prises alimentaires (**Hena et al., 2012**). Il montre la même structure histologique que l'œsophage. Le développement du jabot est très important chez les oiseaux granivores, en particulier ceux qui se nourrissent de débris végétaux, tandis qu'il est rudimentaire ou fait défaut chez les insectivores.

Chez la caille, son développement est lié à l'alimentation. Le jabot est bien marqué chez le poussin, son développement est accentué dans l'âge adulte, et diminue dans la dernière phase du cycle de la vie (**Armenta Osorio, 1996**).

### 6.3 L'estomac:

La caille comme les autres galliformes, a un estomac fait de deux parties ; une partie glandulaire connue sous le nom de proventricule et une partie musculaire connue sous le nom de ventricule ou le gésier (**Hena et al., 2012**).

Le proventricule présente chez la caille le vrai estomac glandulaire. C'est un organe fusiforme situé caudalement à l'œsophage et son développement est également lié à l'alimentation (**Armenta, 1996 ; Hena et al., 2012**). À l'intérieur il est revêtu d'un épithélium

cuboïde et beaucoup de glandes tubulaires simples. Sur le plan histologique de la muqueuse du proventricule de la caille, il y a habituellement un type de cellules qui fournissent à la fois de l'acide chlorhydrique et les granules de pepsine, contrairement aux mammifères qui ont différents types de cellules pour chacune des sécrétions (**Armenta Osorio, 1996**).

Le gésier est l'estomac broyeur qui écrase les aliments par un effet de meule permis par sa puissance musculaire (**Guérin, 2012**). C'est un organe sphéroïde situé immédiatement caudalement au proventricule et placé en partie entre les lobes du foie et en partie derrière le lobe gauche du foie.

Il a une forme arrondie aplatie peu comme une lentille convexe, avec un côté légèrement plus grand que l'autre. Chaque surface est recouverte par une couche luisante de tissu tendineux, épais au centre devenant plus mince vers les bords (**Hena et al., 2012**). Il est composé de fibres striées intérieurement et doublé par une membrane forte. Le développement du gésier est bien accentué chez les oiseaux granivores et herbivores (**Armenta Osorio, 1996**).

#### **6. 4 L'intestin grêle:**

Il est le plus long segment du système digestif de la caille. Il comprend l'anse duodénale, le jéjunum et l'iléon. En général il n'est pas facile de distinguer entre les différents petits segments intestinaux (**Armenta Osorio, 1996 ; Hena et al., 2012**). La structure de ce segment n'a rien de particulier.

L'intestin joue un rôle très important et majeur dans l'absorption des nutriments (glucides, Lipides, acides aminés), produits de la digestion et solubles dans la lumière intestinale, qui sont absorbés au niveau des entérocytes (cellules qui tapissent la paroi de l'intestin grêle).

#### **6. 5 Les cæca:**

Chez la caille, ils sont très gros et longs par rapport à d'autres gallinacés (tels que le pigeon) (**Hena et al., 2012**). Les cæca assurent les fonctions suivantes : La réabsorption d'une partie de l'eau et des sels, la dégradation de l'acide urique et la fermentation des hydrates de carbone par la micro flore abondantes, en ammoniac recyclable (réabsorbé) et en acides gras volatils respectivement (**Jacob et Pescatore, 2013 ; Svihus et al., 2013**).

### **6.6 Le gros intestin:**

Contrairement aux mammifères le gros intestin est très court chez les oiseaux. Chez la caille il n'y a pas de distinction visuelle entre les différents segments (côlon, rectum, etc....). (Armenta Osorio, 1996).

### **6.7 Le cloaque:**

Le cloaque est la partie terminale de l'intestin dans laquelle débouchent les conduits urinaires et génitaux. Il est formé de trois régions séparées par deux plis transversaux plus ou moins nets.

#### **6.7.1 Le coprodéum:**

C'est une dilatation terminale du rectum, la partie la plus cruciale du cloaque. C'est dans le coprodéum que s'accumulent les fèces et les urines avant leur émission (Alamargot, 1982).

#### **6.7.2 L'urodéum:**

C'est le segment moyen du cloaque. Dans sa paroi dorsale débouchent deux uretères ainsi que les deux canaux déférents chez le mâle ou l'oviducte chez la femelle (Alamargot, 1982).

#### **6.7.3 Le proctodéum:**

S'ouvre à l'extérieur par l'anus. C'est le segment caudal du cloaque. Chez quelques espèces, il renferme ventralement un pénis. Chez tous les jeunes oiseaux, il est relié dorsalement à la bourse de fabricius avec laquelle il peut communiquer par un canal (Alamargot, 1982).

### **6. 8 Les glandes annexes :**

#### **6. 8. 1 le pancréas:**

Le pancréas est une glande amphicrine (endocrine et exocrine), compacte, blanchâtre ou rougeâtre, enserrée dans l'anse duodénale. Le pancréas est issu de trois ébauches séparées qui se constituent en deux lobes (un lobe ventral et un lobe dorsal). Le suc pancréatique se déverse dans le duodénum par deux ou trois canaux qui s'abouchent au même niveau que les canaux hépatiques (Alamargot, 1982).

#### **6. 8. 2 le foie:**

C'est la glande la plus massive de tous les viscères, Le foie repose sur le sternum, il est séparé des parois thorco-abdominales par les sacs aériens. Il est soutenu par quatre ligaments (Falciforme, coronaire, gastro hépatique et hépato duodéal). Sa face ventro-médiale porte les

impressions spléniques, stomacale et intestinale. Le foie est constitué de deux lobes réunis par un isthme transversal qui renferme partiellement la veine cave caudale. Le lobe gauche plus petit que le lobe droit, il est généralement marqué d'un sillon longitudinal qui délimite le lobe accessoire du lobe gauche. Dans leur portion crâniale, les deux lobes entourent complètement les ventricules du cœur. Les deux lobes déversent la bile, par deux conduits séparés. Le canal du lobe gauche (canal Hépatique gauche) s'abouche directement dans l'intestin. Le canal du lobe droit (canal hépatique droit) se renfle d'abord en vésicule biliaire (sauf chez le pigeon, certains perroquets et l'autriche) avant de se jeter dans le duodénum. Il porte le nom de canal cholédoque. (Alamargot, 1982).

## **Chapitre II : Le bâtiment d'élevage et alimentation**

### **1. Bâtiment d'élevage :**

Il est généralement connu que les deux premières semaines de la vie des poussins sont les plus critiques. L'éclosion des poussins de caille les rendent encore plus vulnérables et sensibles au stress. Le poussin de caille n'est entièrement développé qu'à environ la troisième semaine de sa vie (**Shanaway, 1994**). Le poussin utilise le sac vitellin -absorbé à l'intérieur de son corps- comme stock de nutriments pendant les premiers jours de sa vie après l'éclosion (**Shanaway, 1994**).

### **2. Les conditions d'ambiance :**

#### **2. 1 Température:**

La température a une influence sur la reproduction, la ponte, la production et la consommation. Donc c'est une facture importante dans la conduite d'élevage des animaux surtout la caille (**Oriol, 1987**). Les volailles sont homéothermes et peuvent régler leur chaleur à partir des conditions externes. La caille peut tolérer de fortes températures jusqu'à 27°C et au-delà, elle provoque un malaise. Son confort est situé entre 18°C et 27°C alors que le cailleteau a besoin d'une température comprise entre 25°C et 30°C avec un minimum de 23°C. (**ITELV, 2003**) (**Tableau2**).

**Tableau 2 :** Température en fonction de l'âge des cailleteaux

<b>Age</b>	<b>Naissance</b>	<b>2ème jour</b>	<b>3ème jour</b>	<b>5ème jour</b>	<b>10ème jour</b>	<b>15ème jour</b>
<b>°C</b>	38	35	32	28	22	18

#### **2. 2 La ventilation:**

Proportionnellement à leur taille, les cailles sont de très grands consommateurs d'oxygène. Elles réclament donc plus que tout autre, un apport important et constant d'air frais. D'autre part, l'élevage des animaux en concentration implique des dégagements gazeux, si on les laisse s'accumuler, diminuent la production, dont il est important de renouveler régulièrement l'air pour les éliminer. On emploiera une ventilation de type dynamique qui est le plus utilisé. (**Lucotte, 1975**).

### 2. 3 L'humidité:

L'humidité est très importante pour l'ambiance totale du bâtiment. Ses variations provoquent des proliférations microbiennes avec la chute de la production (**Berge, 1988**).

L'humidité est aussi importante pour la caille d'origine de climat tropical qui craint la sécheresse ou l'excès d'humidités. On essaiera de maintenir un minimum de l'ordre de 70% (**Lucotte, 1975**).

### 2. 4 La lumière:

Les cailleteaux doivent être élevés sous 24 heures continues de lumière pour les deux premières semaines (**Shanaway, 1994**), après quoi le programme lumineux dépend de la finalité de la production. Si les oiseaux sont destinés à la production de viande, ils peuvent avoir 23 heures de lumière et une heure d'obscurité, ou un éclairage intermittent. Un programme qui alterne trois heures d'obscurité et une heure de lumière répété six fois pourrait aider à réduire la prise alimentaire et à améliorer l'efficacité alimentaire, en plus de l'économie évidente de l'électricité (**Shanaway, 1994**).

### 2. 5 La litière:

Les cailles peuvent être élevées avec ou sans litière de 5 à 10 cm par des copeaux de bois ou tourbe sciure (**Mondry, 2016**).

La litière a plusieurs fonctions dans l'élevage.

-L'isolation au cours des premières semaines de l'installation des cailleteaux.

-Limiter les déperditions de chaleur des animaux.

-Minimiser l'humidité de sol (**Mondry, 2016**).

**Tableau 3:** les normes d'ambiance de la caille reproductrice ( ITEV,2003)

Age de 0 à 3 semaines		
Eclairage	Température	Ventilation
<p><b>1 à 5 jours:</b> (24h de lumière à raison de 4 Watts / m<sup>2</sup>).</p> <p><b>- Au- delà de 5 jours:</b> 14 à 15h de lumière à raison De 0,5 à 1watt / m<sup>2</sup>).</p>	<p>- 1 à 3 jours: 38 à 40°C</p> <p>- à 7 jours: 35°C</p> <p>- à 14 jours: 30° C</p> <p>- à 21 jours: 25°C</p>	<p>6 m<sup>3</sup> / h / Kg de poids vif</p> <p>Au minimum.</p>
Age de 4 à 6 semaines		
Eclairage	Température	Ventilation
<p>Au- delà de 5 jours :</p> <p>14 à 15h de lumière a raison</p> <p>De 0,5 à 1watt / m<sup>2</sup></p>	<p>A 35 jours 20°</p>	<p>6 m<sup>3</sup> / h / Kg de poids vif</p> <p>Au minimum</p>

### 3.Les différents types d'élevages :

La plupart des éleveurs pratiquent l'élevage lors de la reproduction, en batteries collectives, pour faciliter le ramassage des œufs. Cependant, en fonction de paramétrés, tels que locaux disponibles, cout du matériel, on peut ensuite opter pour l'engraissement au sol ou en batteries (Lucotte, 1975) .

### **3. 1 L'élevage au sol :**

La préparation des futures reproductrices doit passer par une phase de démarrage (0-6 semaines). Pour arriver à ce stade, l'éleveur doit préparer une bonne poussinière qui répond aux normes. (Gavard, 2000).

Avant la mise en place des cailleteaux, il convient de procéder à une bonne désinfection des locaux d'élevage, pendant la première semaine de vie, les cailleteaux ne doivent pas avoir accès à la totalité de la surface de la poussinière. On utilise alors un cercle d'élevage confectionné généralement en isorel ou en grillage à petites mailles carrées recouvert de brise-vent. (ITELV, 2003).

#### **3. 1. 1 Matériel utilise dans ce type:**

##### **3. 1. 1. 1 Les abreuvoirs:**

En raison de leur petite taille et de leur vivacité, il arrive fréquemment que les jeunes cailles se mouillent abondamment ou même se noient dans leurs abreuvoirs. Pour éviter les incidents de ce genre un système simple mais efficace consiste à placer au niveau de la surface de l'eau une bande de grillage qui empêche les jeunes oiseaux de tomber dans l'eau tout en leur permettant de boire. Les grillages peuvent être retiré au bout d'une dizaine de jours, certains éleveurs préfèrent de diminuer la profondeur des abreuvoirs en plaçant des petits cailloux de rivière dans le fond de l'assiette (Gavard, 2000).

##### **3. 1. 1. 2. Les mangeoires:**

Il existe notamment un modèle de métallique rectangulaire double face pratique et peu encombrante. Elle contient environ 2,5 kg d'aliment et convient pour 50 à 60 cailleteaux.

- Première âge (jusqu'à deux semaines): l'aliment donné dans des plateaux.
- Deuxième âge (à partir de deuxièmes semaines): il est mieux d'utiliser des mangeoires avec des clous pour empêcher les cailleteaux d'y entrer. (Gavard, 2000).

##### **3. 1. 2. Avantage élevage de sol:**

- Limite le cout en matériel.
- Moins manipulation.
- Simplicité de la surveillance.

- Bien-être animal.

(ITELV, 2003)

### **3. 1. 3 Les inconvénients élevage de sol:**

- Risque sanitaire important.
- Problèmes de ventilation et risques d'étouffements.
- Cout élevé en surface et en énergie utilisée.

(ITELV, 2003)

## **3. 2 Elevage en batterie**

### **3.2.1 Batterie chaude pour démarrage:**

Ces batteries comportant 04 étages en général, chaque étage est une chambre chaude à parois latérales qui protègent les cailleaux des courants d'air et un plafond chauffant commandé par un thermostat, le sol est grillagé tapissé en pailles soudées de 4 mm, (Oriol, 1987).

### **3.2.2 Batterie froide pour engraissement:**

Ce sont des batteries dépourvues de thermostat, car elles logent des cailles âgées de 21 à 22 jours, mais la température du bâtiment doit être de l'ordre de 18 à 20 °C. Les étages sont des cases grillagées à mailles soudées ; les déjections tombent sur une matière en plastique qui est nettoyable (Oriol, 1987).

### **3.2.3 Batterie pour reproduction:**

C'est une batterie de 05 étages avec colonnes de dimensions d'1 m de longueur, 50 cm de largeur, et 20 cm de hauteur. Elle est différente des batteries froides par la présence d'inclinaison au niveau du plancher pour la descente des œufs (Oriol, 1987).

### **3. 2. 4 Avantage ce type d'élevage**

- \*la caille s'adapte très bien.
- \*Forte concentration au m<sup>2</sup> avec batterie an plusieurs étages.
- \*Gestion technique des cailles plus facile.

\*Travail plus facile pour l'ouvrier concernant la distribution d'aliment et la collecte des œufs. **(ITELV, 2003)**

### **3. 2. 5 Inconvénients ce type d'élevage**

\*investissements élevé concernant l'achat de batterie. **(ITELV, 2003)**

### **4.Alimentation :**

L'alimentation représente près de 70 % du coût de l'élevage des cailles. Elle est constituée principalement de céréales comme le maïs, le sorgho ou le mil. Les cailles adultes mangent environ 14 à 18 g d'aliments par jour (jusqu'à 20-25 g/jour en fonction du niveau de ponte et de la qualité nutritive de l'aliment, La nourriture doit toujours être fraîche **(Mondray ,2016)**

### **5.Comportement alimentaire:**

Ce qui est plus caractéristique du comportement alimentaire de la caille, c'est le tempérament de gaspillage qui est plus élevé surtout au cours de la phase de croissance, il conviendra de ce fait d'attacher la phase grande importance aux choix de la forme de mangeoires, à leur remplissage et à la forme de présentation des aliments **(Lucotte 1975)**.

### **7.Besoins nutritifs des cailles :**

Les constituants nécessaires pour préparer l'aliment de la caille japonaise sont les mêmes que pour le poulet ; mais les besoins de la caille japonaise en protéines et en acides aminés sont plus importants, en raison de leur croissance rapide. En outre et à cause de leur petite taille, la granulométrie doit être plus fine jusqu'à l'âge de deux semaines **(Prabakaran, 2003)**. Le **tableau 04**, présente les besoins nutritionnels de la caille aux différents stades d'élevage.

**Tableau 4:** besoins nutritionnels de la caille japonaise en pourcentage ou en unités par kilogramme (NRC , 1994)

<b>Nutriments</b>	<b>Unité</b>	<b>Démarrage croissance</b>	<b>et Reproduction</b>
Energie métabolisable EM	Kcal	2900	2900
Protéines et acides aminés	%	24,0	20.0
Protéines	%	1,25	1,26
Arginine	%	1,15	1,17
Glycine+sérine	%	0,36	0,42
Histidine	%	0,98	0,90
Isoleucine	%	1,69	1,42
Leucine	%	1,30	1,00
Lysine	%	0,50	0,45
Méthionine	%	0,75	0,70
Méthionine+cystine	%	0,96	0,78
Phénylalanine			
Phénylalanine+Tyrosine	%	1,80	1,40
Thréonine	%	1,02	0,74
Tryptophane	%	0,22	0,19
Valine	%	0,95	0,92
<b>Graisse</b>			
Acide linoléique	%	1.01	1.01
<b>Macroéléments</b>			
Calcium	%	0,80	2,5
Chlore	%	0,14	0,14
Magnésium	Mg	300	500
Non phytates phosphore	%	0,30	0,35
Potassium	%	0,40	0,40
Sodium	%	0,15	0,15

<b>Oligo-éléments</b>			
Cuivre	Mg	5	5
Iode	Mg	0,30	0,30
Fer	Mg	160	20
Manganèse	Mg	60	60
Sélénium mg	Mg	0,2	0,2
Zinc	Mg	25	50
<b>Vitamines liposolubles</b>			3300
A	UI	1650	900
D3	UI	750	25
E	UI	12	1
K	Mg	1	
<b>Vitamines hydrosolubles</b>			
B12	Mg	0,003	0,003
Biotine	Mg	0,3	0,15
Choline	Mg	2,000	1,500
Acide folique	Mg	1	1
Niacine	Mg	40	20
Acide pantothénique	Mg	10	15
Pyridoxine	Mg	3	3
Riboflavine	Mg	4	4
Thiamine	Mg	2	2

## Chapitre III: La reproduction et la ponte chez la caille

### 1. La maturité sexuelle :

La caille atteint sa maturité sexuelle plus rapidement que toutes autres espèces d'oiseaux domestiques. La femelle peut pondre son premier œuf à l'âge de 5 à 6 semaines (**Ratnamohan, 1985**), ou à l'âge de 7 semaines selon (**Prabakaran, 2003**). Elle continue à pondre des œufs pendant plus d'une année et atteint le pic entre la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine de ponte (**Shanaway, 1994**).

La maturité sexuelle est sous l'effet de plusieurs facteurs (**Woodard et al., 1973**) :

- ✓ L'utilisation de lumières artificielles pour induire la ponte en toute saison de l'année a été l'une des contributions les plus importantes à l'amélioration de la production d'œufs chez la caille.
- ✓ La photopériode exerce une influence profonde sur le développement sexuelle des cailles.
- ✓ La restriction de la nourriture ou de l'eau au cours de la période de croissance aussi réduit le développement gonadique chez la caille.
- ✓ Les souches sélectionnées présentent une maturité sexuelle plus précoce.
- ✓ L'entrée en ponte chez la caille est avancée si les femelles peuvent entendre les vocalisations des mâles.

### 2. Le système de reproduction chez les cailles :

Les sujets destinés à la reproduction peuvent être groupés dans des cages par des compartiments spéciaux (**Menasse, 1986**). Ce dernier système, qui implique chaque jour le transfert des mâles dans les cages des femelles. Le meilleur moment de transfert des mâles est le matin cette technique peut être reportée tous les 2 à 3 jour (**Menasse, 1986**).

Le deuxième technique qui consiste à tenir les deux sexes ensemble permettrait un accouplement plus naturel mais pour cela, il est indispensable de constituer des lots avant qu'ils n'atteignent leur maturité sexuelle (**Rizzoni et Luchetti, 1979**)

### 3. La ponte :

La caille japonaise continue à produire des œufs jusqu'à la fin d'une année, et environ 260 œufs sont pondus pendant cette période. Le taux de mortalité des adultes est minime (**Prabakaran, 2003**). Comme les cailles femelles pondent des œufs pendant les heures du soir, la plupart entre 16 :00 et 19 :00, les œufs peuvent être recueillis à 19 :30 ou à 20 :30.

Sinon si la collecte des œufs est retardée jusqu'au matin du jour suivant, les coquilles peuvent être endommagées ou fissurés à cause de la mobilité des oiseaux. Les œufs de caille japonaise peuvent être conservés à température ambiante pendant 5-7 jours durant les saisons normales. (Shanaway, 1994 ; Woodard *et al.*, 1973 ; Molino *et al.*, 2015).

#### 4. Performance de ponte de la caille japonaise :

La caille a relativement les meilleures performances de ponte si on les rapporte au poids vif. Au moment de pic, l'intensité de ponte peut dépasser 100% où une femelle peut pondre 2 fois par jour. En générale, le pic de ponte se situe aux environs de 85% à 90%. Une caille peut produire jusqu'à 350 œufs par an. Il y a des cas qui arrivaient à pondre 480 œufs par an mais c'est rare selon (Sauveur, 1988)

#### 5. Le cycle de ponte de la caille japonaise

Au moment du pic, l'intensité de ponte d'un troupeau de cailles japonaises peut dépasser 100%. La ponte de deux œufs quotidiens par une même femelle n'étant pas rare. En un an, la ponte minimale est de 250 œufs/femelle ; elle atteint normalement une moyenne de 300 œufs et 20 % des animaux dépassent 350 œufs. En général, le pic de ponte se situe entre 85% et 90%. Le nombre de cailleteaux obtenu se situe entre 130 et 240. Les problèmes de mue sont également rares si la température ambiante est correctement régulée entre 20 et 22°C pendant toute l'année (Sauveur, 1988)

#### 6. L'ovulation et l'ovipositeur

L'ovipositeur se réalise 15 min à 20 min après l'ovulation selon (Woodward et Mather, 1964) alors qu' (Opel, 1996) constatait qu'elle est réalisée 30 min après l'ovulation. La durée du transit de l'ovule de l'ovaire vers la sortie du cloaque est la suivante selon (Woodward et Mather, 1964):

-Infundibulum 30 min	- Magnum 2h à 2h30
- Isthme 1h30 à 2h	- Utérus 19h à 20h

#### 7. L'heure de ponte :

Les pontes se font généralement les après-midi. On a aussi observé des pontes qui se font les matins. De toutes les façons, les moments des pontes sont synchronisés par les animaux et cela se fait soit les matins, soit les soirs. Pour le ramassage, attendre que les pontes soient terminées et cela doit se faire à des heures régulières (Lucotte, 1974) .

**8. La qualité des œufs de cailles japonaise :**

Les œufs de cailles étaient considérés comme un remède par les chinois, depuis plusieurs siècles, puis cette pratique s’est généralisée dans des pays différents comme au Vietnam, en Pologne, et en Russie. mais ce n’est que par l’effet du hasard qu’un docteur français a constaté que les personnes ayant pris les œufs de cailles se sont complètement guéries de l’allergie, ce qui lui a conduit à utiliser l’œuf de caille dans le traitement des allergies respiratoires (**Rossian, 1977**).

**Tableau 5 :** les caractéristiques de l'oeuf de la caille donnée par (**Oriol , 1987**)

<b>Poids</b>	<b>Longueur</b>	<b>Largeur</b>	<b>Couleur</b>
10g - 18g	20 mm – 22 mm	25 mm -30 mm	- <b>Coquille:</b> blanche, verte, grise, brune - présence de taches sur toute la surface ou une partie: marrons, noires ou grises

**9. Le tri des œufs :**

Les œufs destinés à l’incubation doivent avoir une forme ovoïde bien distincte, la coquille lisse, la couleur selon les normes déjà citées et le poids optimal (**Amiar,2017**)

**10. Stockage des œufs :**

Quatre critères influent sur la qualité de l’œuf pendant le stockage, à savoir, la température, l’hygrométrie, la durée du stockage et le retournement (**Gavard, 2000**).

Les œufs doivent être stockés dans une salle bien aérée où la température est de 13°C à 15°C et l’humidité de l’ordre de 65%.

**11. La désinfection des œufs :**

Après la période de stockage, Les œufs sales doivent être nettoyés à l’aide d’un papier verre ou tous autres abrasifs, s’il est nécessaire de les lavés il faut utiliser de l’eau chaude, ne jamais utilisé de l’eau froide car les contaminants vont gagner l’intérieur de l’œuf. (**Ernst, 1978**).

**12. L'incubation :**

L'incubation dure 16 à 18 jours. Utiliser des couveuses statiques ou de petits incubateurs à ventilation statique. La température d'incubation s'élève de 38,5 à 39 °C en couveuse. L'humidité est de 55 à 60 %. A partir du 15e jour, elle doit être portée à 70 % ou plus. **(Randall et Bolla, 2008).**

Les œufs sont positionnés à plat ou la pointe vers le bas et ne sont pas retournés les trois premiers jours. Du 2e au 14e jour, retourner régulièrement les œufs au moins 2 à 3 fois par 24 heures pour éviter que l'embryon n'adhère à la coquille. **(Mondry, 2016)**

**13. Eclosion :**

Les œufs fertiles sont ensuite transférés vers les compartiments d'éclosion dans des machines à couver ou séparer dans des éclosaires. Cela se fait normalement aux jours 14 ou 15 pour la caille japonaise **(Ernst, 1978)**. Les poussins éclos doivent sécher complètement (pendant 8 à 12 heures) avant de les retirer des éclosaires **(Shanaway, 1994)**.

**Tableau 6:** les normes de température et d'hygrométrie recommandées durant l'incubation des oeuf de cailles **(Oriol , 1987)**

	<b>Température (°C)</b>	<b>Humidité (%)</b>
<b>Incubation</b>	37.5 – 38	50 - 60
<b>Eclosion</b>	38 - 38	70-80

## **Chapitre IV : Utilisation de l'huile de soja dans l'alimentation des volailles**

### **1. Classification des huiles utilisées dans l'alimentation animale :**

Les huiles végétales peuvent être classées 3 grandes catégories :

- les huiles saturées dans lesquelles on trouve les huiles de coprah, de palme et de palmiste, ces huiles sont résistantes à l'oxydation, présentent un bon indice de cétane, mais sont souvent très visqueuses, voire pâteuses aux températures moyennes.
- les huiles semi-siccatives les plus nombreuses avec l'huile d'olive d'arachide, de purghère de colza moyennement visqueuses et les huiles de tournesol.
- les huiles siccatives comprenant la chaîne carbonée les plus longues telles que l'huile de lin et les huiles de poisson qui s'avèrent.
- En comparaison avec les carburants (bois solides (le bois, la paille) et le gaz bio l'huile végétale possède la plus haute valeur énergétique obtenue par la photosynthèse. (Lambert, 2005)

### **2. Composition d'huile végétale :**

Les huiles les plus courantes sont l'arachide, le tournesol, le colza et le soja. Ceux sont également les plus neutres gustativement. Mais d'autres plantes peuvent donner lieu à la fabrication d'huile. Elles sont principalement extraites des grains ou des fruits des plantes oléagineuses. L'extraction se fait soit par pression, ou par un solvant. En fonction des diverses matières premières végétales, l'extraction est procédée par un traitement mécanique pour éliminer les déchets, et faire décortiquer et broyer. Les matières grasses végétales sont essentiellement constituées d'acide gras représenté par des triglycérides. A ces acides gras s'ajoutent d'autres constituants non glycériques encore appelés constituants mineurs et quelques substances anti nutritive.

#### **2. 1 triglycéride**

Les triglycérides représentent au moins 95% du poids des huiles ou graisses brutes et 98% du poids des huiles ou graisses raffinées. Ces triglycérides résultent de la combinaison d'une molécule de trialcool (glycérol) avec trois molécules d'acide gras. Chaque molécule d'acide gras (R-COOH) possède une fonction acide (-COOH) qui peut réagir par estérification avec l'un des trois fonctions alcool (-OH) du glycérol pour former un triester (Triglycéride).

## **2. 2 Les phospholipides:**

On appelle phospholipides ou lipides phosphorés les composés lipidiques contenant du phosphore. Ce sont des constituants principaux des membranes biologiques. On désigne sous le terme « phospholipides » l'ensemble des : glycéro-phospholipides **(Denis, 1992)**.

## **2. 3 Les insaponifiables (composés non glycériques) :**

Leur présence dans les corps gras est faible, à raison de 1%, on trouve généralement les cires, Les acides gras libres, les vitamines et les stérols. **(Chftel et Cheftel, 1997)**.

## **2. 4 Les stérols:**

Des composés tétra cycliques, comportant le plus souvent 27 à 28 atomes de carbones. **(Recheron et Perles , 1981.)**

## **2. 5 Les cires:**

Les cires sont des esters d'acide gras et de mono alcool aliphatique chez les végétaux. Elles contribuent à la formation des pellicules protectrices des graines et des fruits. **(Graille et Jean, 2003.)**

## **2.6 Les vitamines**

Les huiles végétales brutes sont riches en vitamines liposolubles A, K, D et E, qu'il est regrettable de les éliminer lors du raffinage. **(Denis, 1992)**.

## **3. Huile de soja :**

### **3. 1 Définition:**

L'huile de soja est fluide et d'un jaune plus ou moins foncé suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Fraîche, elle a une saveur assez prononcée d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est riche en acides gras polyinsaturés et notamment en acide gras essentiel alpha linoléique. Elle est recommandée pour les assaisonnements.

### **3. 2 Origine:**

#### **3. 2. 1La plante:**

Le soja appartient à la famille des légumineuses, telle que le haricot, l'arachide. C'est une plante qui est annuelle, herbacée, dressée, et qui peut atteindre une hauteur de 1,5 m. La gousse est droite ou légèrement courbée, d'une longueur de deux à sept centimètres. Elle est formée par les deux moitiés du carpelle, soudées le long de leurs bords dorsal et ventral **(Anonyme, 19996)**.

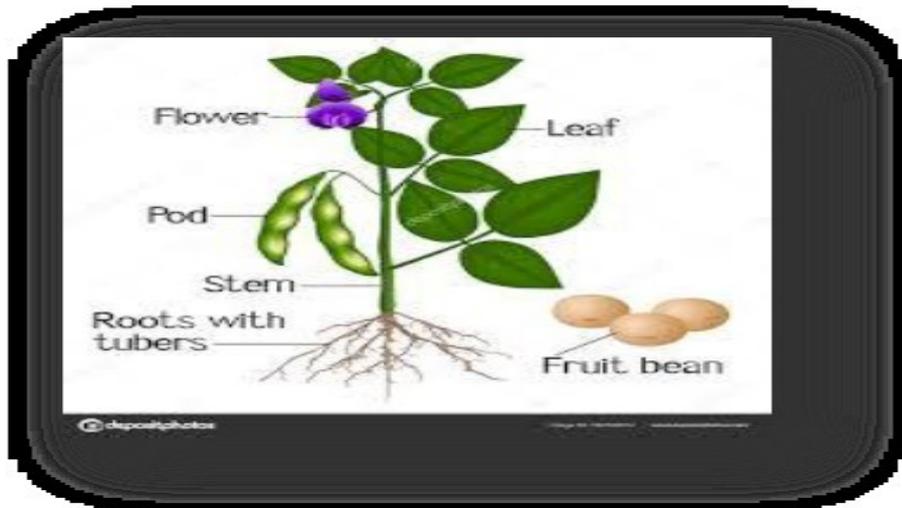


Figure 4: la plante de soja ( Anonyme, 1996)

### 3. 2.2 La graine:

Le grain de soja se compose de 4 éléments: Graine entière, Enveloppe et le germe la qualité des protéines est idéale en termes de profil d'acides aminés et de digestibilité (Hubert, 2006). Elles sont constituées principalement de globuline (90 % des protéines et 36% du poids de la graine). La graine de soja contient aussi des glucides non structuraux, pour environ 10 % du poids de la graine, avec principalement des sucres solubles (sucrose, ...) et peu d'amidon (moins de 3 % du poids des graines) (Pouzet, 1992).



Figure 5: les fruits de soja ( Pouzet, 1992)

#### 4.Composition de l'huile de soja :

##### 4.1 Composition en acide gras (composition majeur):

La composition moyenne en acide gras de l'huile de soja est donnée dans le **tableau 08**.

**Tableau 7:**composition de l'huile de soja en acide gras.(Platon,1988)

Type d'acide gras	Pourcentage %
Acide stéarique (C18 : 0)	11.5
Acide palmitique (C16 : 0)	4.0
Acide oléique (C18 : 1, cis)	25.0
Acide linoléique (C18 : 2, cis : cis)	51.5
Acide linoléique (C18 : 3)	7.5
Acide arachidique (C20 : 0)	0.5

##### 4. 2 Les constituants mineurs:

Les constituants mineurs de l'huile de soja, dont certains doivent être obligatoirement éliminé durant le raffinage, sont regroupés dans le **tableau 08**.

**Tableau 8:**les constituant mineurs de l'huile de soja (Platon, 1988 et Rohani, 2006)

Nature décomposant	Composés
Lipidique	Phosphatides hydratables et non hydratables – glycérides partiels –acides gras libres
Glucidique	Sucres libres et glycolipides
Glucidique	Fer – cuivre – calcium – magnésium
Pigments colorants	Caroténoïdes – chlorophylle.
Produits oxydés	Aldéhydes – cétones – peroxyde.
Produits oxydés	Composés odorants. Matières insaponifiables (hydrocarbonés, alcools, stérols).

**5. Utilisation d'huile de soja dans l'alimentation des volailles :**

La qualité des aliments de ponte est l'élément le plus important duquel dépendent les caractéristiques physiques et nutritionnelles des œufs. L'incorporation d'huiles végétales dans l'alimentation des pondeuses confère à cette alimentation, un apport en acides gras essentiels tel que l'acide linoléique. L'huile de soja est une huile végétale riche en acides gras polyinsaturés et a une forte concentration en acide linoléique, essentiel au bon fonctionnement de la ponte. : L'huile de soja se présente donc comme un outil d'amélioration du rendement des productions avicoles. Une application de l'utilisation de cette huile dans l'alimentation des volailles serait un atout pour le secteur avicole et permettra une amélioration du revenu des producteurs) (Yelakan *et al.*, 2020).

**6- Effets des huiles alimentaires sur les performances de production et la qualité des œufs de poules pondeuses :**

Pendant la période de ponte, la quantité de mobilisation et de synthèse des lipides chez les poules pondeuses est en équilibre dynamique et la quantité d'aliments gras ajoutés au régime des poules pondeuses est généralement inférieure à 10 %. La quantité des lipides que les poules pondeuses obtiennent de l'alimentation est d'environ 3 g par jour, et 5 à 6 g de lipides sont nécessaires à la formation de chaque œuf. Par conséquent, certains lipides sont synthétisés de manière endogène par les poules pondeuses, puis déposés dans les ovaires par transport via le sang et d'autres systèmes circulatoires pour finalement former la matière du jaune d'œuf (Griminger *et al.*, 1986).

La composition en acides gras de l'aliment affecte directement la composition du jaune d'œuf. Cette observation sert également de base théorique à l'inclusion d'additifs lipidiques pour réguler les performances de production d'œufs et la qualité des œufs des poules pondeuses. Le principal organe dans lequel les volailles synthétisent les lipides est le foie, et la graisse nécessaire au maintien des performances de production d'œufs est également synthétisée par le foie (Scott *et al.*, 1981). Les matières premières pour la synthèse des lipides sont les acides gras, le glycérol et le cholestérol. Ces matières premières peuvent être directement fournies par des aliments exogènes ou converties à partir de protéines et de glucose dans l'alimentation. Les AGE ne peuvent pas être synthétisés dans le corps de la volaille et ne peuvent être obtenus qu'à partir de l'alimentation (Nielsen *et al.*, 2008).

Les poules pondeuses ont un métabolisme lipidique très fort dans leur corps, en particulier pendant la période de pointe de la production d'œufs. En tant que l'un des nutriments essentiels à la croissance des animaux et l'un des principaux composants du jaune d'œuf, les huiles jouent un rôle important dans la régulation des performances de production des poules pondeuses et de la qualité de leurs œufs. Par conséquent, les performances de production et la qualité des œufs des poules pondeuses peuvent être améliorées en théorie et en pratique en complétant le régime avec différentes huiles. Le développement et la production d'œufs de haute qualité grâce à la technologie de régulation nutritionnelle des huiles alimentaires fournissent aux gens des aliments avec une nutrition équilibrée en acides gras, ce qui est non seulement bénéfique pour la santé, mais fournit également une nouvelle approche de la production de produits de volaille à haute valeur alimentaire.

#### **6-1- Effet des huiles sur la composition nutritionnelle du jaune :**

En raison de l'amélioration du niveau de vie des gens, les gens accordent actuellement une attention croissante au contenu nutritionnel des œufs. La teneur en UFA est une base importante pour déterminer la valeur nutritionnelle des œufs de volaille. Une certaine quantité d'AGPI dans l'alimentation exerce un effet positif sur la santé animale (**Nimalaratne *et al.*, 2015**). Les lipides de l'œuf contiennent des AGS (30-35 %) et des UFA (30-33 %) et, parmi ceux-ci, 0- 45 % et 20-25 % des UFA sont respectivement des MUFA et des PUFA (**Anton *et al.*, 2007**). De plus, la composition en acides gras du jaune d'œuf affecte considérablement la saveur de l'œuf (**Yang *et al.*, 2019**). L'utilisation d'aliments riches en acides gras n – 3 augmente la teneur en acides gras n – 3 des œufs. Par conséquent, la composition et la teneur en acides gras du jaune d'œuf peuvent être ajustées via la formule alimentaire pour produire des œufs riches en AGPI (**Keten, 2019**).

La méthode pour augmenter la teneur en acides gras insaturés spécifiques dans les œufs en ajoutant des acides gras insaturés à l'alimentation des poules pondeuses est devenue de plus en plus mature. Les éleveurs utilisent les poules pondeuses comme convertisseur d'acides gras pour obtenir une optimisation nutritionnelle. Par exemple, l'ajout de 5 % d'huile de colza dans l'alimentation des poules pondeuses augmente significativement le poids du jaune d'œuf et la teneur en DHA et n – 3 AG dans le jaune d'œuf (**Rowghani *et al.*, 2007**) ; **Hanson et Korotkova, 2002**) ont montré que l'ajout de 1,5 à 4,5 % d'huile de sésame à l'alimentation augmente la teneur en AGPI des jaunes d'œufs et réduit les taux de lipides sanguins des poules pondeuses.

## 6-2- Effet de l'incorporation des différentes huiles dans l'alimentation des poules pondeuses :

L'utilisation d'huiles alimentaires spécifiques dépend du prix et de la disponibilité des ingrédients alimentaires. Comme mentionné ci-dessus, différentes huiles alimentaires affectent les performances de production et la qualité des œufs des poules pondeuses en régulant le métabolisme lipidique, la fonction immunitaire et la composition microbienne intestinale, et ce phénomène fournit une base théorique pour la régulation des performances de ponte et la qualité des œufs des poules pondeuses. Cependant, en raison des différences dans les propriétés physiques et chimiques, la composition des lipides, les principales substances fonctionnelles, la qualité et la quantité ajoutée de différents types et sources d'huiles, leurs effets sur la santé, les performances de ponte et la qualité des œufs des poules pondeuses sont également différents. En général, pour une seule huile, la digestion et l'absorption des huiles végétales sont nettement meilleures que celles des huiles animales, mais les huiles équilibrées et combinées sont meilleures que les huiles simples. **Le tableau 09** montre les effets des huiles animales et végétales sur la qualité des œufs, les performances de production et les nutriments.

## 7. Utilisation de l'huile de soja :

L'huile de soja a un faible coût de production et un contrôle de qualité facile et occupe une place importante dans la production et la consommation mondiales d'huile végétale. Dans ce contexte, l'huile de soja est devenue un additif gras privilégié pour l'alimentation des volailles en période de ponte. L'huile de soja est une source de matière grasse de haute qualité dans l'aviculture, en particulier pour la croissance et le développement des poussins (**Wiseman, 1984**). Parmi les AG de l'huile de soja, l'acide linoléique qui représente 50 à 55 % de la teneur totale en matières grasses et l'acide oléique 20 % ; de plus, l'huile de soja contient une grande quantité d'UFA. L'huile de soja a une teneur en AGE plus élevée que les autres huiles végétales et, par conséquent, l'utilisation de l'huile de soja dans l'alimentation des pondeuses exerce un effet positif sur la production (**Paulson et al., 1974, Mazalli et al., 2004**). En raison des différences dans les matières premières et le traitement du soja, la valeur énergétique et nutritionnelle des différentes huiles de soja varie considérablement.

De nombreuses études ont montré que l'ajout d'huile de soja à l'alimentation des poules pondeuses n'a pas d'effets néfastes sur le taux de production d'œufs et le rapport aliment-œuf ; cette huile soulage également et efficacement le stress thermique chez les poules pondeuses

dans des conditions de température élevée et augmente le taux de production d'œufs et le FCR (**Wang et al., 2015, Dong et al., 2018**). L'ajout de 1 % d'huile de soja à l'alimentation peut augmenter la teneur en phosphatase alcaline sérique (ALP), favorisant ainsi le métabolisme du calcium et du phosphore dans l'organisme, augmentant la quantité de dépôt de calcium dans la coquille d'œuf (**Wang et al. 2015**). L'huile de soja n'a pas d'effet significatif sur la teneur en lipides sériques des poules pondeuses, mais cette huile a tendance à réduire la teneur sérique en TG, en cholestérol total (T-CH) et en cholestérol LDL (LDL-CH) et améliorent le métabolisme du glucose et des lipides chez les poules pondeuses (**Wang et al., 2015**). De plus, l'ajout d'huile de soja à l'alimentation dans des conditions de haute température augmente la capacité antioxydant totale (T-AOC) dans le sérum et réduit la teneur en malondialdéhyde (MDA), ce qui améliore la capacité antioxydant des poules pondeuses (**An et al., 2017**).

L'ajout d'huile de soja à l'alimentation améliore la valeur nutritionnelle des œufs sans affecter négativement d'autres aspects de la qualité des œufs. De plus, l'ajout alimentaire d'huile de soja n'a aucun effet négatif sur l'épaisseur de la coquille, la résistance de la coquille ou d'autres indicateurs de qualité de la coquille, mais éclaircit la couleur de la coquille (**Grobas et al. 2001 ; Milinsk et al. 2003 ; Beynen at al. 2004 et Elkin et al. 2015**).

Le poids des œufs peut dépendre principalement du type d'huile donnée aux poules pondeuses ; cependant, les résultats de différentes études sur l'effet de l'huile de soja sur les caractéristiques du poids des œufs ne sont pas cohérents (**Batkowska et al. 2021, Balevi et al. 2000**). La teneur en AGPI n-3 détermine en grande partie la valeur alimentaire des œufs (**Baucells et al., 2000**). De plus, la fonction des AGPI dépend du rapport de n - 3 à n-6 AGPI, et ce rapport a une valeur nutritionnelle importante (**Simopoulos, 2002**). La supplémentation alimentaire en huile de soja augmente le rapport AGPI n – 3/n-6, et cette augmentation est principalement due à une augmentation de la teneur en AGPI n-3 (**Batkowska et al., 2021, Raza et al., 2016**). De plus, l'utilisation de l'huile de soja réduit la teneur en cholestérol des œufs et réduit le TI et l'AI, ce qui confirme la valeur nutritionnelle et sanitaire de l'huile de soja dans l'alimentation des poules pondeuses (**Beynen, 2004 et Batkowska et al., 2021**).

**Tableau 9** : effet de différents types d'huile sur les performances de production et la qualité des œufs des poules

<b>Suppléments</b>	<b>Résultats (Performance de production/Qualité des œufs/valeur nutritionnel)</b>	<b>Auteurs</b>
<b>Huile de soja</b>	Son ajout augmente le taux de production d'œufs et le taux de conversion alimentaire Augmente la quantité de calcium déposée dans les coquilles d'œufs et réduit considérablement Le taux d'œufs cassés ou mous ; améliore le métabolisme des glycolipides des poules Pondeuses ; améliore la capacité antioxydante des poules ; améliore la valeur nutritionnelle Des œufs, réduit la teneur en cholestérol.	Park et al. 2009 Grobas et al. 2001 Ceylan et al. 2011 Wang et al. 2015
<b>Huile de colza</b>	L'ajout de 1 à 5 % d'huile de colza n'a pas d'effet significatif sur les performances de production L'ajout de 2 à 6% d'huile de colza réduit la production d'œufs, et l'ajout de 5% d'huile de colza augmente Considérablement le poids du jaune d'œuf et la teneur en DHA et n - 3 AG dans le jaune d'œuf.	Ceylan et al. 2011 Rowghani et al.2007 Shahryari et al. 2021
<b>Huile de lin</b>	Ajout de 2 à 3 % d'huile de lin n'altère pas significativement les performances de production ; L'ajout de 5% ou de concentrations plus élevées d'huile de lin réduit considérablement le poids corporel Et le taux de production d'œufs en raison d'une efficacité de dépôt d'AGPI n - 3 élevée. Avec l'augmentation du niveau d'huile de palme rouge ajoutée (1 à 3 %), les performances de production	Feng et al. 2018 May et al. 2014
<b>Huile de palme</b>	Des poules pondeuses s'améliorent, la couleur du jaune d'œuf s'améliore considérablement Et la valeur nutritionnelle du jaune d'œuf et la saveur de l'œuf s'améliorent également. L'ajout de cette huile Réduit également les niveaux de TG dans le jaune d'œuf et augmente la teneur en MUFA dans le jaune d'œuf.	Mu et al.2019 Hosseini et al. 2008
<b>Huile de coton</b>	L'ajout de cette huile réduit considérablement le taux de production d'œufs, le poids moyen des Œufs et le FCR des poules pondeuses, durcit le jaune d'œuf, provoque des œufs caoutchouteux Et modifie la composition de la protéine dans les granules de jaune et le plasma.	Mu et al. 2019 Hassanabadi et al. 2009
<b>Huile de poisson</b>	Un excès d'huile de poisson réduit considérablement les performances de production et la qualité Des œufs des poules pondeuses et augmente le dépôt d'EPA et de DHA dans le jaune d'œuf.	Cachaldora et al.2005 Carrillo et al. 2008 Jacobs et. 2002

**Partie**

**Expérimentale**

## 1. Materiel et methodes

### 1.1. Batiment, materiel, et condition d'elvage

#### 1.1.1 Lieu de l'experimentation :

L'élevage s'est déroulé au niveau de l'unité de fabrication de l'aliment de bétail SARL fab Grain- Tiaret et les analyses des œufs ont été réalisées au niveau de laboratoire de la faculté des sciences et de la technologie – Department SNV de l'université de Tissemsilt.

#### 1.1.2. La durée de l'experimentation:

L'expérience a duré 42 jours, de 14 mars 2022 à 24 Avril 2022

#### 1.1.3 Le bâtiment d'elvage :

L'unité n'utilise pas des bâtiments spécifiques pour l'élevage, il utilise des locaux pour Des essais d'aliment sur le poulet de chair, la caille, bovins, ovins et les lapins. L'élevage des cailles a été réalisé dans des batteries d'élevage des cailles composé de 4 étages, chaque cage à la capacité de 10 sujets mené d'une mangeoire pour la distribution d'aliment et l'abreuvement est automatique.

La température est maintenue entre 22 et 25°C, la ventilation est assurée par un système de fenêtres placé dans le bâtiment d'élevage.

Pour l'éclairage un programme lumineux spécifique de 16 Heurs de lumière et 8 heurs d'obscurité par jour a été suivi pour la caille dans cette étude en utilisant deux lampes fluorescentes de 40 watts



**Figure 6 :** Batterie d'élevage des cailles



**Figure 7** : mangeoire de distribution d'aliment

#### 1.1.4. Formulation alimentaire :

Les aliments expérimentaux sont préparés dans l'unité de fabrication d'aliment de bétails Fab grains – Tiaret. Un aliment témoin H0 de cailles pondeuse est formulé à l'aide de logiciel de formulation **ALLIX**<sup>3</sup> pour répondre aux besoins nutritionnels de cailles en période de ponte établis le Conseil National de Recherches (**NRC, 1994**).

Deux autre aliments H05 et H10 ont été obtenue par l'addition de 05 et 10 % d'huile de soja à l'aliment témoin H0 successivement.

Les compositions et les valeurs nutritives calculées des différents régimes alimentaires sont présentés dans le **tableau 10**.

**Tableau 10:** composition et valeur alimentaire des aliments experimentaux

Ingredients (%)	Aliments experimentaux		
	H0	H05	H10
Mais	51.55	51.55	51.55
Tourteaux de soja	29	29	29
Son de blé	10	10	10
Huile de soja	0	<b>5</b>	<b>10</b>
Carbonates de calcium	7	7	7
Phosphate monocalcique	1.4	1.4	1.4
CMV	1	1	1
Captur de mycotoxines	0.05	0.05	0.05

	<u>Valeur nutritive</u>		
Matier seche	95.1	92.4	90.2
Protiens brutes	18.72	18.72	18.72
Energie metabolisable (EM en Kcal)	2813	3263	3713
Matiere grasse	2.2	2.2	2.2
Amidon	34.9	34.9	34.9
Ca	2.87	2.87	2.87
P	0.67	0.67	0.67

### 1.1.5. Les animaux:

L'expérience a été menée sur 30 femelles de cailles japonaises obtenues après un élevage des cailleteaux d'un jour à l'unité de Fab grains Tiaret jusqu'à l'âge de 42 jrs. A l'âge de 42 jrs les cailles sont transférées de poussinière vers une batterie métallique de 4 étages.

L'expérience a commencée sur des cailles à l'âge de 42 jours qui ont été divisés au hasard sur trois groupes :

- **Le 1<sup>er</sup> groupe** : Est le lot témoin « **H0** » constitué de 10 femelles recevant un aliment de caille en période de ponte (aliment témoin).

- **Le 2<sup>eme</sup> groupe** : Est le lot «**H05**» constitué de 10 femelles recevant l'aliment expérimental H05 qui est composé de l'aliment H0 + 5% d'huile de soja.

- **Le 3<sup>eme</sup> groupe** : Est le lot « **H10** » constitué de 10 femelles recevant l'aliment expérimental H10 qui est composé de l'aliment H0 + 10% d'huile de soja.



**Figure 8** : Une femelle de caille japonaise

## 1.2 COLLECTE DES DONNEES

### 1.2.1 Performances zootechniques :

Les poids corporels individuels de toutes les cailles de chaque groupe ont été pris au début d'expérimentation (42 jrs d'âge), au début de ponte pour chaque groupe et à la fin de l'expérimentation (84 jrs d'âge) à la même heure avant la distribution de l'aliment. Ce qui a permis de calculer le poids moyen (de chaque lot des femelles) en période pré-ponte et en période de ponte. Ainsi que le gain moyen quotidien (GMQ) (du lot des femelles) a été calculé pour la période d'élevage.

La consommation alimentaire de chaque lot a été notée quotidiennement, se qui a permis de calculer l'indice de consommation total de toute la période d'élevage.

Les mortalités ont été enregistrées quotidiennement et ont été pris en considération lors du calcul de l'indice de consommation et du gain moyen quotidien.

$$\text{TM (\%)} = \text{Nombre de sujets morts} / \text{Nombre de sujets mis en place} * 100$$

### 1.2.2 Performance de ponte :

L'expérience a été menée durant 42 jours (à partir du 43eme jour d'élevage) pour étudier quantitativement et qualitativement les performances de ponte des cailles afin de vérifier les effets des différents types d'aliments H0, H05 et H10.

#### 1.2.2.1 Performances quantitatives :

Au cours de période de ponte les paramètres suivants ont été notés pour chaque lot :

- - L'âge au premier œuf pondu ou âge de la maturité sexuelle ;
- - Le poids en début et en fin de ponte ;
- - La quantité l'aliment consommé pendant la période d'élevage.
- - Les œufs ont été collectés quotidiennement à la même heure, ce qui a permis de calculer la production quotidienne d'œufs (ou taux de ponte) pour chaque groupe :

$$\text{La production d'œufs \%} = (\text{Nombre totales des œufs pondus} / \text{nombre des cailles vivants}) * 100$$

#### 1.2.2.2 Performances qualitatives :

Un nombre total de 579 œufs ont été collectés pendant 6 semaines successives, 20 œufs par lot ont été collectés et évalués au niveau du laboratoire de l'institut des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt. Chacun de ses œufs a été évaluée séparément pour déterminer ses paramètres de qualité interne et externe.

### 1.2.2.2.1 Paramètres de qualité externe:

Après identification des œufs, l'analyse a porté sur la mesure ou le calcul des éléments qui suivent :

- Les œufs ont été pesés individuellement en utilisant une balance électronique analytique (Précision : 0.0001 et sensibilité : 510g) (Marque : KERN, modèle : pls) ;
- La longueur et la largeur de l'œuf (à son bout le plus large) ont été mesurées en utilisant un pied à coulisse (Marque : Stainless, modèle : Hardned 0-15mm, précision : 0.01 mm).
- Les œufs ont été cassés soigneusement et leur contenu récupéré dans une boîte de pétri. Les coquilles ont été lavées avec l'eau afin d'enlever de reste de l'albumen, puis séchées à la température ambiante pendant 24 heures après quoi elles sont pesées (avec leur membrane) et leur épaisseur est mesurée avec le même pied à coulisse. Ces différentes mensurations ont permis de calculer les valeurs suivantes selon (Nedeljka Nikolova, 2006).

**L'indice de forme (%)** = (Largeur de l'œuf / longueur de l'œuf) × 100

**La proportion de la coquille** = (Poids de la coquille (g) / Poids de l'œuf (g))\*100

### 1.2.2.2.2 Paramètres de qualité interne :

Les paramètres suivants ont été soit mesurés ou calculés :

- Le jaune a été séparé à l'aide d'une spatule, son diamètre et sa hauteur ont été notées. Toutes ses mesures sont prises avec un pied à coulisse.
- Le poids du blanc et du jaune ont été pesés avec une balance électronique analytique (Précision : 0.0001 et sensibilité : 510g) (Marque : KERN, modèle : pls.) ; ses mesures ont permis de calculer les valeurs suivants selon (Bahie El-Deen *et al.*, 2009 ; Mutucumarana *et al.*, 2009) :

**La proportion du blanc (ou du jaune)** = (Poids du blanc (ou du jaune) (g) / Poids de l'œuf (g))\*100

**L'indice du jaune** = (Hauteur du jaune (mm) / Diamètre du jaune (mm))\*100

**L'unité Haugh (UH)** = 100 log (H+7.57 – 1.7W<sup>0.37</sup>)

Où H : Hauteur albumen (mm) ; W : Poids de l'œuf (g) ; 7,57 : Facteur de correction de la hauteur de l'albumen et 1,7 : Facteur de correction du poids de l'œuf. (Berto *et al.*, 2007).

- La pigmentation du jaune : L'appréciation de la couleur du jaune s'est faite par comparaison à un éventail colorimétrique gradué de 1 à 15 (The DSM YolcFan™).

Hoffmann-La Roche, Switzerland). Cette coloration se situe classiquement entre 6 (jaune clair) et 14 (jaune orangé) (**Nau *et al.*, 2010**).

**Analyses statistiques :**

Les résultats obtenus ont été analysés sous la forme d'un plan complètement randomisé dans lequel les principales sources de variation étaient le type de régime alimentaire H0, H05 et H10 en utilisant la procédure General Linear Model (GLM) de SAS (Statistical System Institute Inc., Cary, NC).

# **Resultats et discussion**

### 1 Performances zootechniques :

#### 1-1- L'âge de début de ponte :

Les résultats des paramètres de ponte dans la période expérimentale de 42 à 84 jrs d'âge sont montrés dans le **tableau 11**. L'âge d'entrée en ponte a été significativement différentes entre les trois groupes, on observe que les femelles du lot H10 ont commencé la ponte plus précocement (à 47jrs) que les femelles du lot H5 et H0 (49 et 51 jrs respectivement). D'autre part (**Moula et al., 2014**) ont obtenue un âge de début de ponte à 42jrs. En effet, nos résultats sont en accord avec les résultats de (**Sauveur ,1988**) qui rapport que le début de ponte chez la caille japonaise (*Coturnix japonica*) se situe entre 6 et 7 semaines d'âge. Selon (**Freitas et al., 2013**), la maturité sexuelle de la caille japonaise, peut être influencée par les facteurs génétiques et le poids corporel. Dans ce travaille, les oiseaux qui avaient plus de poids corporel à la maturité sexuelle (groupe H10) auront de meilleures performances, et ceux qui ont un faible poids corporel (groupe H0 et H05) présenteront une maturité sexuelle retardée un peu.

#### 1-2- Evolution du poids vif :

Le poids initial des femelles des trois groupes a été en moyen de (148.2, 149 et 147.6 g) pour les lots H0, H05 et H10 respectivement. Apres 6 semaines d'expérimentation, les femelles du lot H10 ont obtenus un poids vif (219.6g) supérieur a celle obtenus par les femelles des groupes H0 et H05 (201.5et 208.1 g). Ces résultats montrent que l'addition de l'huile de soja augment le GMQ des animaux, ce qu'est confirmé par (**Leeson et Summers, 1997**) qui ont trouvé que l'incorporation de l'huile de soja dans l'aliment des poules augment le GMQ et améliore l'efficacité alimentaire. Cependant, les cailles du lot H10 ont un poids vif (186 g) supérieur a celle des groupes H0 et H05 (177 et 178 g respectivement) au début de ponte ( $P < 0.05$ ).

#### 1-3- Consommation d'aliment :

La consommation journalière est en moyenne de 26.3, 25.3 et 25 g/sujet/ jour pour les femelles des trois lots H0, H05 et H10 respectivement. Nous constatons que ce résultat est proche de celui enregistré par Ayach en 2001 et qui est de 24.96 gr/sujet/jour. (**Rizoni et Luchitti, 1972**) ont enregistré une consommation moyenne de 20gr/sujet/jour chez la souche médium par contre (**Yahoui, 1992**) a enregistré 13.92gr/sujet/jour car il a travaillé

sur une souche légère. Les résultats montrent que l'addition d'huile de soja n'a pas un effet sur la consommation d'aliment des cailles.

#### 1-4- Taux de mortalité :

Après la mise en cage, la mortalité a été de 0% durant 6 semaines d'expérimentation. D'autre part (Ouaffai et al., 2018) ont enregistré un taux de mortalité de 2.2% dans la période de ponte. Cependant (Amiar, 2017) a trouvé un taux de mortalité moyenne de 0.52% pour les femelles reproductrices. Le taux de mortalité enregistré dans notre expérimentation (0 %) peut être expliquées par la faible densité des animaux par cage (5 femelles/ cage) alors que les cages ont la capacité de contenir jusqu'à 10 femelles.

**Tableau 11:** effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances zootechniques des cailles dans la période (42 à 84 jrs d'age)

	Aliments expérimentaux <sup>1</sup>			SEM	P value
	H0	H5	H10		
N <sup>2</sup>	10	10	10		
Age de début de ponte	51 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>	.	<.0001
Poids vif initial (g/sujet)	148.29	149.04	147.62	5.56	0.8505
poids vif final (g/sujet)	201.5 <sup>b</sup>	208.01 <sup>b</sup>	219.6 <sup>a</sup>	6.81	<.0001
Gain de poids (g/sujet)	53.29 <sup>b</sup>	58.97 <sup>b</sup>	72.06 <sup>a</sup>	7.57	<.0001
Poids de début de ponte (g/sujet)	177.5 <sup>b</sup>	178.9 <sup>b</sup>	186.7 <sup>a</sup>	5.24	0.021
Consommation d'aliment (g/sujet)	1107	1065	1052	.	.
Mortalité (%)	0	0	0	.	.

<sup>1</sup> H0 : Aliment contrôle avec 0% d'huile de soja, H05 : aliment contrôle + 5% d'huile de soja et H10 : aliment contrôle + 10% d'huile de soja.

<sup>2</sup>N : le nombre d'animaux qui ont finis l'expérimentation

a, b: sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P>0,05)

#### 2- Performance de ponte :

##### 2-1- Taux de ponte :

Le taux de ponte des cailles n'a pas été affecté par le type d'aliment (P> 0.05). Le taux de ponte pour la période d'étude (6 à 12 semaines d'âge) est de 41.7, 44.6 et 49. 4 % pour les lots H0, H05 et H10 respectivement. Pendant cette période, la caille a en

moyenne, pondu 19.04 œufs. L'intensité de ponte a été donc de 45.23%, en moyenne. Nos résultats sont comparables à celles de (Karousa *et al.*, 2015) qui ont rapporté un taux de ponte compris entre 46,6% et 63,5% chez la caille âgé de 6 à 12 semaines. D'autre part, Ce taux est inférieur à ceux obtenus par (Schwartz et Allen 1981 ; Garwood et Diehl 1987) qui ont rapporté que le taux de ponte annuel d'une caille pouvait varier de 49 à 68 %.

## 2-2- Indice de conversion :

La supplémentation de l'aliment avec 10 % d'huile de soja améliore l'indice de conversion des animaux (IC = 3.99) en comparaison avec les indices obtenues par les animaux recevant les aliments H0 et H05. En générale les résultats de l'efficacité alimentaire obtenus dans cet étude sont meilleurs à celles obtenus par (amiar , 2017) qui a enregistré des IC = 7.1, par contre sont supérieurs a celle rapporté par Kerharo en 1987(IC=3). Ces résultats sont confirmés par l'étude de (Grobas *et al.*, 2001) qui a montré que l'addition de l'huile de soja dans l'alimentation des poules pondeuses améliore l'indice de conversion des aliments en œufs. En effet, les études de (Brugalli, 1998) montrent que lorsque des lipides sont ajoutés à l'alimentation des poules pondeuses, ils augmentent la densité de l'alimentation, améliorent la palatabilité, augmentent l'efficacité énergétique métabolique, augmentent la production d'œufs et améliorent également la conversion alimentaire.

**Tableau 12:** Effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances de ponte des cailles dans la période (42 à 48 jrs d'age )

	Aliments expérimentaux <sup>1</sup>			SEM	Pvalue
	H0	H5	H10		
Nombre de femelles présents	10	10	10	.	.
% de ponte	41.79	44.64	49.4	9.23	0.25
œuf/ caille/ jour	0.42	0.45	0.49	0.08	0.21
Indice de conversion	5.5 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	3.99 <sup>b</sup>	1.02	0.0085

<sup>1</sup> H0 : Aliment contrôle avec 0% d'huile de soja, H05 : aliment contrôle + 5% d'huile de soja et H10 : aliment contrôle + 10% d'huile de soja.

a, b: sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P>0,05)

### 3- Paramètres de qualité des œufs :

#### 3-1- Poids et paramètres de conformation externe de l'œuf :

Dans la présente étude, tous les paramètres de qualité externes des œufs ont été significativement influencés ( $p < 0,05$ ) par le type d'aliment (**tableau 13**). Cependant, l'addition de 10 % d'huile de soja dans l'alimentation des cailles augmente le poids moyen des œufs (13.17g) en comparaison avec les lots H0 et H05 (11.7 et 11.6). Plusieurs études ont montré que l'addition des lipides dans l'alimentation des poules pondeuses influe positivement sur le poids des œufs (**March et McMillan, 1990 ; Sell et al., 1978**). Indépendamment du type d'aliment distribué, nos résultats pour le poids moyen des œufs sont tout à fait conformes aux valeurs recommandées (*ITELV*).

Les résultats obtenus dans cette étude peuvent être justifiés par l'étude de (**Whitehead et al., 1993 ; Whitehead, 1995**) qui ont indiqué que les acides gras alimentaires peuvent augmenter le poids des œufs en stimulant la synthèse des protéines dans l'oviducte, un mécanisme différent de celui qui cause l'augmentation de poids liée à l'âge.

**Tableau 13:** effet de l'incorporation de l'huile de soja sur le poids et les paramètres externes des œufs de la caille

	Aliments expérimentaux <sup>1</sup>			SEM	Pvalue
	H0	H5	H10		
N <sup>2</sup>	21	20	20		
poids entier (g/œuf)	11.79 <sup>b</sup>	11.16 <sup>b</sup>	13.17 <sup>a</sup>	1.28	<.0001
longueur (cm)	3.03 <sup>b</sup>	3.03 <sup>b</sup>	3.31 <sup>a</sup>	0.18	<.0001
largeur (cm)	2.30 <sup>b</sup>	2.30 <sup>b</sup>	2.41 <sup>a</sup>	1.05	0.0031
Indice de forme	76.3 <sup>a</sup>	76.04 <sup>a</sup>	72.13 <sup>b</sup>	3.06	0.0001

<sup>1</sup> H0 : Aliment contrôle avec 0% d'huile de soja, H05 : aliment contrôle + 5% d'huile de soja et H10 : aliment contrôle + 10% d'huile de soja.

<sup>2</sup>N : le nombre des œufs analysés

a, b: sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ )

Pour la conformation externe des œufs (longueur et largeur) sont affectés par le type d'aliment, des valeurs de longueur et largeur de 3.31 et 2.41 cm pour le lot H10 sont enregistrés en comparaison avec les lots H0 et H05 qui ont enregistrés des valeurs de 3.03

et 2.3 cm pour la longueur et la largeur successivement. Par conséquent, l'indice de formes obtenues pour les lots H0 et H05 sont supérieurs à celle de lot H10. (Ouaffai *et al.*, 2018), trouvent des valeurs moyennes pour la longueur et la largeur des œufs de 3,25 et 2,54 cm, soit un indice de forme moyen de 78,2. D'autre part, (Hrnčár *et al.*, 2014) ont obtenu un indice de forme similaire à celle obtenue pour les œufs du lot H10 dans notre étude mais sur des œufs plus lourds.

### 3-2- Qualité interne des œufs :

Dans la présente étude, tous les paramètres de qualité des œufs ont été significativement influencés ( $p < 0,001$ ) par le type d'aliment sauf pour les paramètres de hauteur du blanc et de vitellus et la proportion d'albumen.

#### 3-2-1- Poids d'albumen et de vitellus:

L'addition de 10% d'huile de soja dans l'alimentation des cailles en période de ponte a augmenté le poids d'albumen et de vitellus dans les œufs en comparaison avec les lots H0 et H05. (Sell *et al.*, 1987) trouvent que la supplimentation des diètes des poules pondeuses (leghorn) avec des lipides augmente le poids de vitellus sans influence sur le poids d'albumen. En générale, les poids moyen d'albumen et de vitellus des œufs des 3 lots des cailles sont similaires et très proches aux poids rapportés par (Hrncar *et al.*, 2014). D'autre part, des poids supérieurs ont été notés par (Abdel-Azeem, 2011).

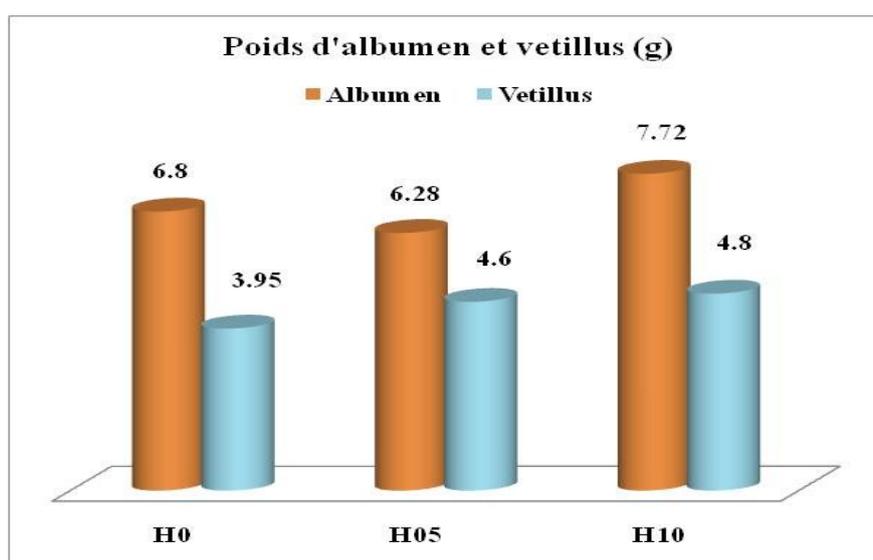


Figure 9: Effet du type d'aliment sur le poids d'albumen et vitellus des oeuf des cailles

Nos résultats peuvent être justifiés par l'hypothèse qui dit que le taux de synthèse hépatique des lipoprotéines par les poules au début de la production d'œufs est insuffisant pour fournir les quantités de lipides nécessaires au développement optimal du jaune d'œuf et que les lipides exogènes fournis par l'alimentation pourraient aider à répondre à ces besoins.

### 3-2-2- Diamètre du jaune d'œuf:

Les œufs des cailles du lot H10 ont un diamètre supérieur à celle des œufs du lot H0 et H05 (**Tableau14**). C'est automatiquement juste car le calibre et le poids des œufs de lot H10 ont été plus grands comme est indiqué avant. Quoique, ses valeurs sont similaires à celles observées par (*Hrncar et al., 2014*) sur des œufs de cailles de type ponte à l'âge de 5 mois, alors que les œufs des cailles de type viande avaient un diamètre du jaune plus important (26.41 mm).

### 3-2-3- Hauteur d'albumen et de vitellus:

Dans notre étude, aucun effet de type d'aliment n'a été observé sur la hauteur du blanc et de jaune d'œuf des cailles de trois lots ( $p > 0.05$ ) (**Tableau14**). En fait, Des résultats similaires ont été enregistrés par (*Zita et al., 2013*).

### 3-2-4- L'indice de jaune:

L'indice du jaune est influencé par le type de ration de telle manière que les œufs de lot témoin et H05 ont des indices supérieurs à celle des œufs des cailles du lot H10 (**Tableau14**). Ces valeurs sont très proches à celui calculé par (*Hrncar et al., 2014*) pour des œufs de cailles de type ponte âgées de 5 mois. Par contre, des valeurs supérieures (46.19%), ont été observées par (*Çabuk et al. 2014*) pour des œufs de cailles âgées de 12 semaines.

**Tableau 14:** effet de type d'aliment sur la hauteur d'albumen et de vetillus et sur le diametre et l'indice de vetillus des oeuf de la caille

	Aliments expérimentaux <sup>1</sup>			SEM	Pvalue
	H0	H5	H10		
N <sup>2</sup>	21	20	20		
hauteur vetillus	0.72	0.68	0.701	0.084	0.189
Diamètre vetillus	22.57 <sup>b</sup>	23.65 <sup>b</sup>	24.75 <sup>a</sup>	2.57	0.031
hauteur albumen	0.152	0.17	0.18	0.12	0.773
indice de vetillus	32.15 <sup>a</sup>	29.36 <sup>a</sup>	28.52 <sup>b</sup>	3.73	0.026

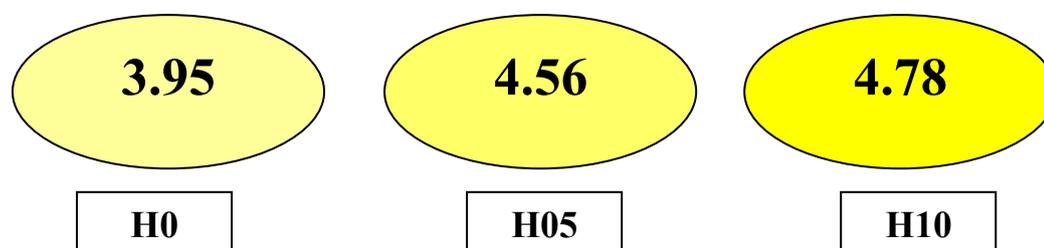
<sup>1</sup> H0 : Aliment contrôle avec 0% d'huile de soja, H05 : aliment contrôle + 5% d'huile de soja et H10 : aliment contrôle + 10% d'huile de soja.

<sup>2</sup>N : le nombre des œufs analysés

a, b: sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P>0,05)

### 3-2-5- La couleur de vitellus:

La pigmentation du jaune est significativement influencée par l'alimentation ; ainsi les œufs des lots H0 et H05 ont des jaunes moins pigmentés que ceux du lot H10 (**Figure10**). Des pigmentations moins intenses ont été rapportées par d'autres chercheurs (**Lokaewmanee et al., 2010 et Çabuk et al., 2014**). En effet, c'est l'alimentation qui conditionne cette coloration (Nys, 2000) et dans cette étude peut être que l'addition d'huile de soja influe sur la pigmentation du jaune d'œuf.



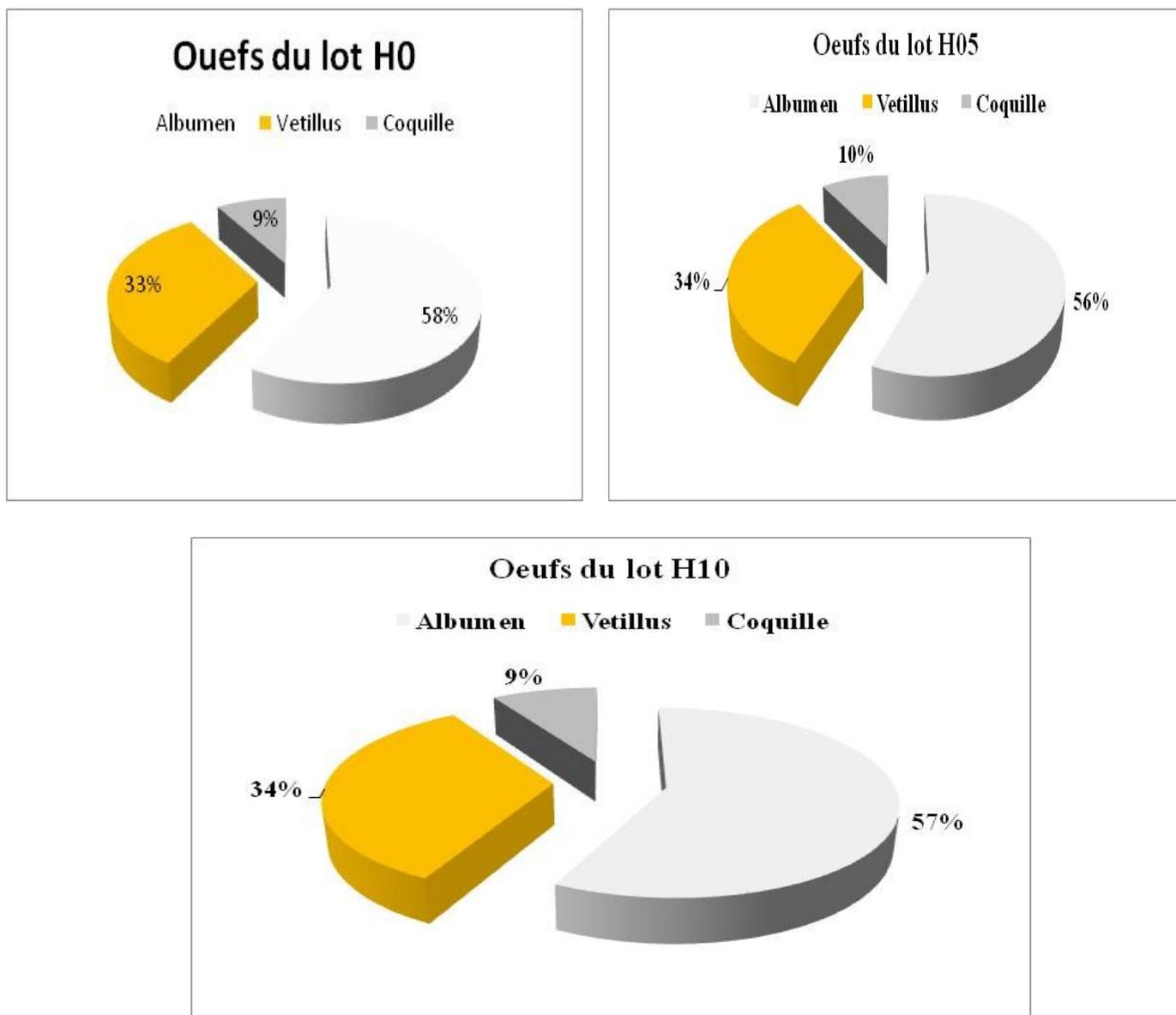
**Figure 10:** Effet de type d'aliment sur la couleur du jaune des œufs de la caille

### 3-2-6- Proportion du jaune et du blanc:

Les proportions du jaune et du blanc n'ont pas été affecté par le type d'aliment (**Figure11**). Ces résultats sont similaires à ceux rapportées *par* (**Attia et al., 2013**). Des proportions encore plus inférieures ont été observées par (**Marques et al., 2011**). D'autre part, Des proportions supérieures à notre lot témoin ont été rapportées par (**Hrncar et al., 2014**).

### 3-2-7- Poids, épaisseur et proportion de coquille:

Les poids des coquilles des œufs des lots H10 sont significativement supérieurs à ceux des lots témoin et H05 ( $P < 0.05$ ) (**figure 11**). Ces poids ne diffèrent pas de ceux décrits dans des travaux antérieurs (**Hrncar et al., 2014 ; Marques et al., 2011 ; Çabuk et al. 2014**). Des poids supérieurs ont été rapportés *par* (**Abdel-Azeem ,2011**), néanmoins les coquilles dans notre expérimentation ont été pesées sans membranes. Par conséquent les proportions des coquilles sont différentes entre les groupes. Des proportions très proches à celle celles rapportées par (**Berto et al., 2007**) ont été observées dans les lots H0 et H05. D'autre part, les coquilles des œufs du lot H05 et H10 ont été plus épaisse que les coquilles des œufs du lot témoin. Des épaisseurs similaires ont été observées par (**Çabuk et al, 2014**) dans leurs lots témoins.



**Figure 11** : effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les % d'albumen, vetillus et de la coquille.

**Tableau15** : effet de l'incorporation de l'huile de soja sur les performances zootechniques, et sur les performances de ponte et les paramètres de qualité des œufs (externe et interne)

		<b>H0</b>	<b>H05</b>	<b>H10</b>	<b>P value</b>
<b>Les performances zootechniques</b>	N	10	10	10	
	Age de début de ponte	51 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>	<.0001
	Poids vif final (g /sujet)	201.5 <sup>b</sup>	208.01 <sup>b</sup>	219.6 <sup>a</sup>	<.0001
	gain de poids (g /sujet)	53.29 <sup>b</sup>	58.97 <sup>b</sup>	72.06 <sup>a</sup>	<.0001
<b>Les performances de ponte</b>	Poids de début de ponte (g /sujet)	177.5 <sup>b</sup>	178.9 <sup>b</sup>	186.7 <sup>a</sup>	0.021
	%de ponte	41.79	44.64	49.4	0.25
	Œuf /caille /jour	0.42	0.45	0.49	0.21
	Indice de conversion	5.5 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	3.99 <sup>b</sup>	0.0085
<b>Le poids et les paramètres externes des œufs de la caille</b>	N <sup>2</sup> (œuf)	21	20	20	
	Poids entier (g /œuf)	11.79 <sup>b</sup>	11.16 <sup>b</sup>	13.17 <sup>a</sup>	<.0001
	Longueur (cm)	3.03 <sup>b</sup>	3.03 <sup>b</sup>	3.31 <sup>a</sup>	<.0001
	Largeur (cm)	2.30 <sup>b</sup>	2.30 <sup>b</sup>	2.41 <sup>a</sup>	0.0031
	Indice de forme	76.3 <sup>a</sup>	76.04 <sup>a</sup>	72.13 <sup>b</sup>	0.0001
<b>Les paramètres interne des œufs</b>	Hauteur vetillus	0.72	0.68	0.701	0.189
	Diamètre vetillus	22.57 <sup>b</sup>	23.65 <sup>b</sup>	24.75 <sup>a</sup>	0.031
	Hauteur albumen	0.152	0.17	0.18	0.773
	Indice de vetillus	32.15 <sup>a</sup>	29.36 <sup>a</sup>	28.52 <sup>b</sup>	0.026

# **Conclusions et perspectives**

### Conclusions et perspectives :

Au terme de cette étude portant sur l'effet de la supplémentation d'huile de soja à différents pourcentages dans l'alimentation de la caille japonaise en période de ponte sur les paramètres zootechniques et la qualité des œufs, on peut conclure que :

L'utilisation, dans notre expérience, de l'huile de soja à 5 et 10% en supplémentation dans le régime alimentaire de *Coturnix japonica* en période de ponte était bénéfique sur ses performances zootechniques, les paramètres de ponte ainsi que sur la qualité interne et externe des œufs. De plus, l'addition d'huile de soja n'avait pas d'effet négatif sur ces paramètres dans toute la période d'élevage.

A la fin de cette expérience, nous concluons que l'huile de soja peut être utilisé comme un supplément ou ingrédient essentiel dans la formulation des aliments des cailles en période de ponte pour améliorer les performances zootechniques et augmenter la production des œufs en terme de quantité et qualité.

D'autre part, il est préconisé pour un travail ultérieur :

- ✓ Une analyse détaillée du profil des éléments nutritifs des œufs de cailles spécialement les acides gras.
- ✓ D'augmenter les nombre des animaux par lot, ainsi que les répétitions.
- ✓ Etudier les paramètres de reproduction en introduisant des males dans l'expérience et accouvant les œufs après.
- ✓ Il sera très important d'effectués des analyses portant sur un nombre plus importants de paramètres (nutritionnel, organoleptique, biochimiques, hématologiques et histologiques).

En fin, Nous espérons que ce modeste travail a fait connaître la qualité productrice de la caille japonaise en période de ponte et que son élevage pourra apporter aux consommateurs des œufs de bonne saveur et qualité nutritionnel.

REFERENCES

- 01-Alamargot, 1982.** Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire. Edition du Point Vétérinaire  
25 rue Bourgelat 94700 Maison Alfort : 15-31
- 02-Amiar W.H, 2017.** Etude de l'effet de l'utilisation d'un aliment type caille sur les performances de la reproduction de la caille japonaise *Coturnix japonica*. Mémoire de master. Univ mostaganem. Algérie.
- 03-Anonyme V, 1996.** La biologie du Glycine max (L.) Merr. (Soja). Cahier parallèle à la Directive 94-08, Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux : 4-5.
- 04-Anonyme, 2000.** Détention professionnelle de cailles (*Coturnix japonica*) pour la production d'œufs et de viande. Directive 800.111.15 (2). Protection des animaux.
- 05- Anonyme , 2018 .**guide d'élevage .souchelohmann, France .
- 06-An T.m., Xin S., Wang X., Lin Yang J, Dai G., Sun Q., Yang F., 2017.** Effect of dietary soybean oil in diet on laying performance, egg quality and serum antioxidant capacity of laying hens under high temperature. *Chin. Feed* , 1, 9–12
- 07- Armenta osorio, 1996.** Manuel par la production de Codorniz. Escuela d'agronomia. - UniversiadePopulaire automona Del Estado De Puebla: 38-41
- 08-Balevi T. Coskun B., 2000.**Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers. *Rev. Med. Vet.* 2000, 151, 847–854
- 09-Batkowska J., Drabik K., Brodacki A., Czech A., Adamczuk A., 2021.** Fatty acids profile, cholesterol level and quality of table eggs from hens fed with the addition of linseed and soybean oil. *Food Chem.* , 334, 127612.
- 10-Baucells M.D., Crespo N., Barroeta A.C., López-Ferrer S., Grashorn M.A., 2000.** Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult. Sci.*, 79, 51–59.
- 11-Ben Youcef S et Rabiha M., 2018.** Situation d'élevage de caille en régions sahariennes (Ghardaïa et de Ouargla). Essai d'un cas pratique
- 12-Berges G., 1988.** Elevage de la caille. Aviculture française. Informatique
- 13-Berrama, Souames, Temim , Kaidi et Mefti., 2012.** Caractérisation zootechnique et génétique des œufs de caille japonaise "*Coturnix japonica*" élevée en Algérie.

- 14 -Berto D.A., Garcia E.A., Mori C., Faitarone A.B.G, Pelicia K., Molino A.B., 2007.** Performance of Japanese quails fed feeds containing different corn and limestone particle sizes. *Brazilian Journal of Poultry Science* 9 (3): 167 – 171.
- 15-Beynen A.,C., 2004.**Fatty acid composition of eggs produced by hens fed diets containing groundnut, soya bean or linseed. *NJAS: Wagening. J. Life Sci.*, 52, 3–10.
- 16-Brugalli, I., 1998.** Efeito dos níveis de óleo e proteína da dietasobre a qualidadeinterna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. *Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.4, p.187-190.*
- 17-Çabuk M., Serdar E., Alçicek A., and Bozkurt M., 2014.** Effects of Herbal Essential Oil Mixture as a Dietary Supplement on Egg Production in Quail. *The Scientific World Journal*. Volume 2014, Article ID 573470, 4 pages.
- 18- Chang G.B., Chang H., Liu X.P., Xu W., Wang H.Y., Zhao W.M., Olowofeso O., 2005.** Developmental research on the origin and phylogeny of quails. *World's Poultry Science*.
- 19-Chftel J.C., et Cheftel H., 1977.** Introduction à la biochimie et technologie des aliments. Ed. Tec &DOC, Lavoisier, Paris, P 381.
- 20-Denis J., 1998.** Manuel des corps gras : In : raffinage des corps gras. Tome 02 ème éd. Paris : édLavoisier, 88p
- 21-Djitie Kouatcho F., Kana J.R., Ngoula F., Nana N.F.C., et Teguaia A., 2015.** Effet du niveau de protéines brutes sur la croissance et la carcasse chez la caille (*Coturnix* sp) en phase de finition dans les Hautes Terres du Cameroun. *Livestock Research for Rural Development* 27 (8) : 1-10.
- 22-Dong X.F., Liu S., Tong J.M., 2018.** Comparative effect of dietary soybean oil, fish oil, and coconut oil on performance, egg quality and some blood parameters in laying hens. *Poult. Sci.* 2018, 97, 2460–2472.
- 23-Elkin R.G., Ying Y., Harvatine K.J., 2015.** Feeding laying hens stearidonic acid-enriched soybean oil, as compared to flaxseed oil, more efficiently enriches eggs with very long-chain n - 3 polyunsaturated fatty acids. *J. Agric. Food Chem.* 2015, 63, 2789–2797.

- 24-Ernst R.A., 1978.** Raising and propagating Japanese quail. Division of agricultural sciences. University of California: 1-7
- 25-FAO ., 2011.** Evolution du secteur avicole en Tunisie. Document de travail FAO production et santé animales No. 5. Rome.Détails sur l'auteur Riadh Karma .
- 26-Ferhat L., et Zane W.,2019.** Suivi zootechnique d'élevage caille.
- 27-Garwood A.A., and Diehl R.C.J., 1987.** Body volume and density of live Coturnix quail and associated genetic relationship. Poultry Sci, 66: 1268.
- 28-Gavard N., 2000.** Conduite d'élevage pp : 10-28. In élevage du gibier à plume. Editions Gaillard
- 29-Graille J. , 2003.** Les corps gras alimentaires : aspect chimiques, biochimiques et Nutritionnelles. In: les lipides et corps gras alimentaires. Paris : Lavoisier, P 20 (Collection sciences & technique agroalimentaires).
- 30-Griminger P., 1986.** Lipide métabolisme. In Avian Physiology; Sturkie, P.D., Ed.; Springer New York: New York, NY, USA; pp. 345–358.
- 31-Grobas S., Mendez J., Lazaro and Mateoes G.G., 2001.** Influence of source and percentage of fat added to diets on performance and fatty acids composition of egg yolk of two strains of laying hens. Poultry science 80,1171-1179.
- 32-Guerin J.L., Balloy D., et Vilatte D., 2012.** Maladies des volailles. 3e édition. GFA Ed. Groupe France Agricole rue Gignoux, 75015 Paris: 591 pages
- 33-Hanson L.A., Korotkova M., 2002.** The role of breastfeeding in prevention of neonatal infection. Semin. Neonatol. 2002, 7, 275–281
- 34-Hena S.A., Sonfada M.L., Danmaigoro A., Bello A., et Umar A.A., 2012.** Some comparative gross and morphometrical studies on the gastrointestinal tract in pigeon (*Columba livia*) and Japanese quail (*Coturnix japonica*). Scientific Journal of Veterinary Advances 1 (2) 57-64.
- 35-Howes., 1964.** Japanese Quail as found in Japan. Quail Q: 19-30.

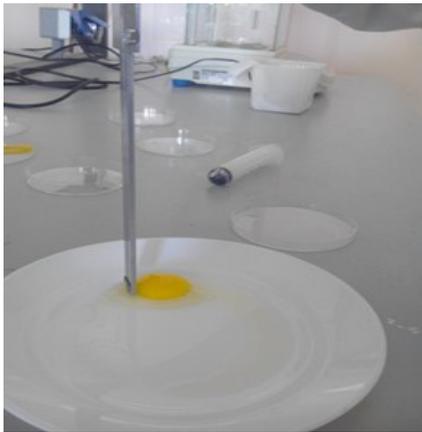
- 36-Hrnčár C., Hanusová E., Hanus A., Bujko J., 2014.** 'Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix japonica*)'. Slovak Journal of Animal Science, vol 47, no 1, pp. 6-11.
- 37-Hubert, 2006.** Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de Soja- Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse: 13-52.
- 38-ITELV, 2003.** Guide d'élevage de la caille, 19p.
- 39-Jacob et pescatore, 2013.** svihus B et, Choct M et Classen H L. 2013. Avian digestive système. Coopérative Extension Service University of Kentucky: 1-4
- 40-Karousa M.M., Souad A.A., Elaithy S.M., Eman A.E., 2015.** 'Effect of housing system and sex ratio of quails on egg production, fertility and hatchability'. Benha Veterinary Medical Journal, vol. 28, no 2, pp. 241-247
- 41-Kerharo A., 1987.** L'élevage de la caille de chair en France. Maison rustique.
- 42-Keten M., 2019.** Review on the beneficial effects of omega-3 enriched eggs by dietary flaxseed oil supplementation. J. Istanbul. Vet. Sci. 2019, 3, 89–94.
- 43-Lambert j., 2005.** L'huile végétale : 2000 plantes oléagineuses répertoriées, institut française des huiles vegetales pures site : <http://institut.hvp.free.fr>
- 44-Leclercq B., 1986.** Energy requirements of avian species. In: Fisher C. and Boorman K.N (Eds), Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research, 125-141. Butterworths, London (UK)
- 45-Leeson S., and Summers J.D., 1997.** Commercial Poultry Nutrition, 2nd Edn. University of Books, Guelph, ON, Canada, 355 pp.
- 46- Lucotte G., 1974.** La production de la caille Ed, figot frères, paris 77p
- 47-Lucotte, 1975.** Reproduction, pp : 22-29. In la production de la caille. Editions Vigot Frères.
- 48-Mabelebele M., Alabi O.J., Ng'ambi J.M., Norris D., et Ginindza M.M., 2014.** Comparison of gastrointestinal tracts and pH values of digestive organs of Ross 308

- broiler and indigenous Venda chickens fed the same diet. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (1): 71-76.
- 49-March B.E., et MacMillan C., 1990.** Linoleic acid as a mediator of egg size. *Poultry Sci.* 69:634–639.
- 50-Mazalli M.R., Faria D.E., Salvador D., Ito D.T.,A., 2004.** Comparison of the feeding value of different sources of fat for laying hens: 2. Lipid, cholesterol, and vitamin E profiles of egg yolk. *J. Appl. Poult. Res.* 2004, 13, 280–290.
- 51-Menasse V., 1986.** L'élevage rentable de la caille Ed, vecchi S A, paris, 119 p.
- 52-Menassé V., 2004.** Les cailles guide de l'élevage rentable. 119p.Edition de vecchi.
- 53-Milinsk M.C., Murakami A.E., Gomes S.T.M., Matsushita M., de Souza N.E., 2003.** Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n - 3 fatty acids. *Food Chem.* 2003, 83, 287–292
- 54-Molino A.B., Garcia E.A., Santos G.C., Vieira Filho J.A., Baldo G.A.A., et Paz I.C.L., Almeida., 2015.** Photo stimulation of Japonaise Quail. *Poultry Science* 00 :1–6
- 55-Mondry R., 2016.** L'élevage de la caille en zone tropicale. In [http:// www.ired.org](http://www.ired.org). Consulté le 15/03/2018.
- 56-Moula N., Philippe F.X., Ait Kaki A., Touazi L., Antoine-Moussiaux N., et Leroy P., 2014.** Ponte et qualité d'oeufs de cailles élevées en conditions semi intensives dans l'est algérien. *Archivos de zootecnia* vol. 63, núm. 244, p. 694.
- 57-Nanda S., Mallik B.K., Panda P.K., Nayak I., Samal S.K., et Das M., 2015.** et Sarabmeet et Mandal, (2015). Effect of saison on mortalité of japanese quail (*Coturnix Japonica*) in different age groups. *International Research Journal of Biological Sciences* 4 (7): 29-33.
- 58-Nielsen R., Pedersen T.A., Hagenbeek D., Moulos P., Siersbaek R., Megens E., Denissov S., Borgesen M., Francoijs K.J., Mandrup S., 2008.** Genome-wide profiling of PPAR gamma: RXR and RNA polymerase II occupancy reveals temporal activation of distinct metabolic pathways and changes in RXR dimer composition during adipogenesis. *Genes Dev.* 2008, 22, 2953–2967.

- 59-Nimalaratne C., Wu J., 2015.** Hen egg as an antioxidant food commodity: A review. *Nutrients* 2015, 7, 8274–8293.
- 60-ONCFS., 1984.** Note technique sur la Caille des blés. *Bulletin Mensuel de l'ONC* 84.
- 61-Opel H., 1966.** The timing ovulation in the quail (japonica) *Br Poult Sci* n°7, pp29-38.
- 62-Oriol A., 1987.** L'élevage de la caille, du faisan et du perdreau. *La Maison rustique*
- 63-Ouaffai A., Dahloum L., Fassih A., Milagh M., et Halbouche M., 2018.** Performances de croissance, de ponte et qualité de l'œuf chez la caille Japonaise (*Coturnix coturnix japonica*). *Arch. Zootec.* 67 (258): 168-176.
- 64-Paulson D.R., Saranto J.R., Forman W.A., 1974.** The fatty acid composition of edible oils and fats: A beginning GLC experiment. *J. Chem. Educ.* 1974, 51, 406–408.
- 65-Platon J.F., 1988.** Raffinage de l'huile de soja. *America soybean association.* Ed 1988. 30 p.
- 66-Pouzet, 1992.** Sources et monographies des principaux corps gras. In *Manuel des corps gras.* Volume1. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Pp : 131-136
- 67- Pouzet A., 1992.** Raffinage des gras. In : *Manuel des corps gras Tom 1, éd tec doc Paris,* Lavoisier, 1992.320 p. 13 : Platon, J. F. raffinage de l'huile.
- 68-Prabakaran R., 2003.** Good practices in planning and management of integrated commercial poultry production in South Asia. *FAO Animal Production and Health Paper* 159: 71.
- 69-Randall M., et Bolla G., 2008.** Raising Japanese quail. *Prime facts* 602.second ed: 1-5.
- 70-Ratnamohan N., 1985.** The management of Japanese quail and their use in virological research: A review. *Veterinary Research Communications* 9: 1-14
- 71-Raza T., Chand N., Khan R.U., Shahid M.S., Abudabos A.M., 2016.** Improving the fatty acid profile in egg yolk through the use of hempseed (*Cannabis sativa*), ginger (*Zingiber officinale*), and turmeric (*Curcuma longa*) in the diet of Hy-Line White Leghorns. *Arch. Anim. Breed.* 2016, 59, 183–190
- 72-Recheron R., Perles F., 1981.** Les lipides : structure et propriétés. In : *Abrégé de biochimieGénérale.* Tome 2. Paris: Masson, P 141

- 73-Recoquillay J.,2014.** Architecture génétique du comportement chez la Caille Japonaise et relations avec des caractères de production. Thèse Docteur. L'université Française, Rabelais de Tours, France 150 P
- 74-Riadh F.A.O., 2011.** Evolution du secteur avicole en Tunisie. Document de travail FAO production Et santé animales No. 5. Rome. Détails sur l'auteur Riadh Karma
- 75-Rizzoni et Iuchetti, 1979.** Élevage et l'utilisation de la caille domestique, Ed la maison rustique bologna, 195p
- 76-Rohani Binti M.Z., 2006.** Process design in degumming and bleaching of palm oil. Centre of Lipids engineering and applied research, 2006: 9-45 p
- 77-Rossian, 1977.** Les œufs qui guérissent l'allergie revue science et vie n°716.1
- 78-Rowghani E., Arab M., Nazifi S., Bakhtiari Z., 2007.** Effect of canola oil on cholesterol and fatty acid composition of egg-yolk of laying hens. Int. J. Poult. Sci., 6, 111–114.
- 79-SAS, 2000.** SAS / STAT Users Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- 80-Sarabmeet K., et Mandal AB., 2015 :** The performance of Japanese quail (White Breasted Line) to dietary energy and amino acid levels on growth and immuno-competence.Nutrition and food science 5 (4): 1.
- 81-Sauveur B., 1988.** Reproduction des volailles et production d'œufs. INRA. Smithsonian Mescellaneous collection n°117, pp1-22.
- 82-Schwartz R.W., and Allen N.K., 1981.** Effect of aging on the protein requirement of mature female japanese quail for egg production. Poult Sci, 2: 342-348.
- 83-Scott R.A., Cornelius S.G., Mersmann H.J., 1981.** Fatty acid composition of adipose tissue from lean and obese swine. J. Anim. Sci. 53, 977–981.
- 84-Sell J.L., Tenesaca L.G., and Bales G.L., 1978.** Influence of dietary fat on energy utilization by laying hens. Poultry Science, 58: 900-905.
- 85-Shamna T.P., Peethambaran P.A., Jalaludeen A., Joseph L., et Muhammad Aslam M.K., 2013.** Broiler characteristics of Japanese quails (*Coturnix japonica*) at different levels of diet Substitution with *Azolla Pinnata*. Animal Science Reporter 7 (2): 76.

- 86-Shanaway M., 1994.** Quail production systems. A review. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 147.
- 87-Simopoulos A.P., 2002.** The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* 2002, 56, 365–379.
- 88-Svihus B., Choct M et Classen H L., 2013.** Function and nutritional roles of the avian caeca: a review. *World is Poultry Science Journal* 69: 249-259.
- 89-Ukashatu S., Bello A., Umaru M.A., Onu J.E., Shehu S.A., Mahmuda A., et Saidu B.A., 2014.** Study of some serum biochemical values of Japanese quails (*Coturnix Japonica*) fed graded levels of energy diets in Northwestern Nigeria. *Scientific Journal of Microbiology* 3(1).1-8. P-10.
- 90-Wang Z., Yang X., Liu S., Zhan K., Liu W., Li J., 2015.** Effects of soybean oil on production performance, egg quality and biochemical indexes of low-yielding laying hens. *Poult. Sci.*, 1, 3–7. (In Chinese)
- 91-Wiseman J., 1984.** Assessment of the digestible and metabolizable energy of fats for non-ruminants. In *Fats in Animal Nutrition*; Wiseman, J., Ed.; Butterworth-Heinemann: London, UK, 1984; pp. 277–297.
- 92- Woodard A.E., Abplanalp H., Wilson W., et Vohra P., 1973.** Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix japonica*). University of California: 1-24.
- 93-Yang P., Zheng Y., You M., Song H., Zou T., 2019.** Characterization of key aroma-active compounds in four commercial egg flavor Sachimas with differing egg content. *J. Food Biochem.* 2019, 43, e13040
- 94- Yelakan, 2020.** Influence de l’huile de soja sur le poids et la taille des œufs des poules pondeuses « Warren ». . *Appl. Biosci.*
- 95 Zita L., Ledvinka Z., and Klesalová L., 2013.** The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationships. *Vet Arch*, 83: 223-232.



Hauteur d'albumen



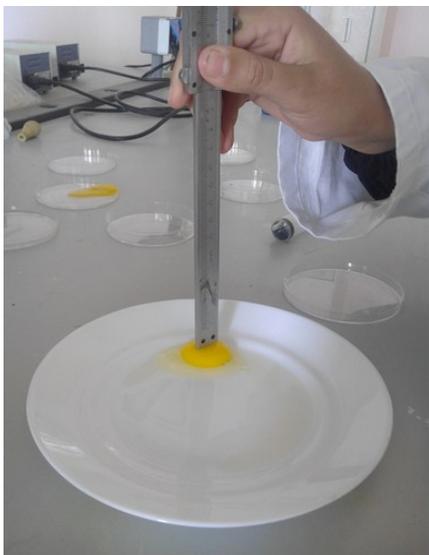
longeur des œufs



Poids des œufs



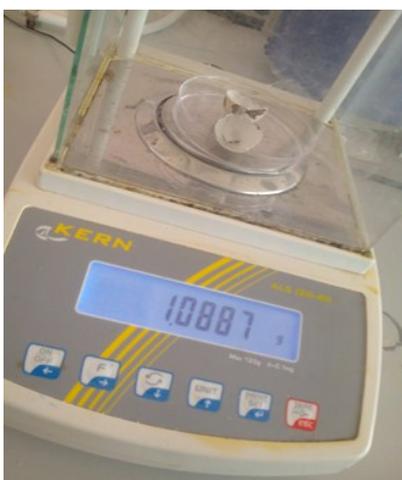
longeur des œufs



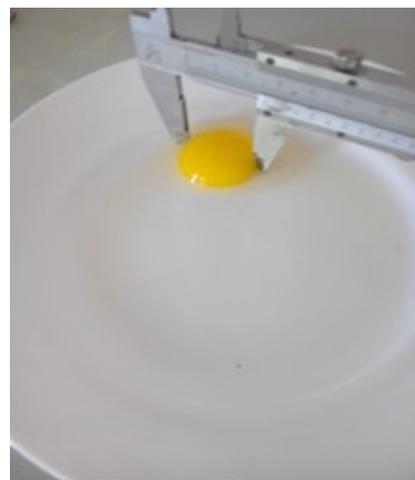
Hauteur de vitillus



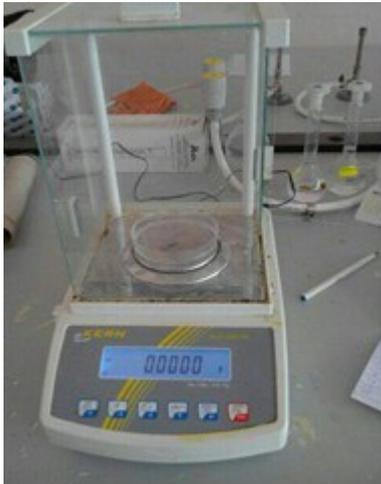
poids d'albumen



Poids de coquille



diamètre de vitillus



Balance électronique



Boite Pétri