



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 : **BENAGROUBA Soufiane**

Thème

**Effet du mode de présentation de l'aliment sous forme de
farine ou granulé sur les performances zootechniques chez
la caille japonaise (*cortunix japonica*)**

Soutenu le,

Devant le Jury :

Tefiel Hakim	Président	M.C.A.	Univ-Tissemsilt
Guenaoui Mohamed	Encadreur	M.A.B.	Univ-Tissemsilt
Abdelhamid Djamel	Examineur	M.C.A.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné la force d'accomplir ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements à : **Mr. GUENAOUI. Mohamed** : pour avoir accepté de m'encadrer afin de réaliser mon mémoire de fin d'études.

Mr le président **Mr :TEFIEL Hakim** du jury, qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury, mes remerciements les plus sincères.

Tenons à remercier le membre du jury : **Mr. ABBELHAMID Djamel** qui ma acceptée d'être examinateur de ce travail .

Je remercie aussi **Mme :CHEHIH H** qui m'a aidé .

Mes gratitudes vont également à toutes les personnes qui m'ont soutenu durant cette année d'étude.

DEDICASE

Je dédie ce modeste travail à Mes très chers parents avec tous mes remerciements, mes respects pour tous leurs sacrifices sans lesquels je ne serai pas arrivée à cette consécration et j'espère qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments les plus sincères et mon attachement le plus profond pour le confort moral qu'ils assurent par leurs présence au long de ma vie.

Mes frères et sœur .Ma femme et mon fils.

Mes amis.

A toute ma grande famille.

Mes collègues de travail.

Sommaire

Résumé.....	- I -
ملخص	- I -
abstract.....	-II-
Liste des tableaux	- III -
Liste des figures	-VI -
Liste des abréviations.....	-V-

Introduction

Introduction.....	-1-
-------------------	-----

Chapitre I : Généralité sur la caille

I-Présentation de l'espèce <i>Coturnix japonica</i> :.....	- 2 -
1-L'origine de la caille:	- 2 -
2-Classification de la caille:	- 3 -
3-Principales espèces des cailles :	- 3 -
3-1-Caille des blés (<i>Coturnix coturnix</i>):	- 4 -
3-2-Caille arlequin (<i>Coturnix delegorguei</i>):.....	- 4 -
3-3-Caille de chine (<i>Excalfactoria chinensis</i>):	- 4 -
4-Situation de la production de la caille dans le monde :.....	- 5 -
5-L'intérêt économique de l'élevage de la caille japonaise et ses caractéristiques:	- 5 -
6-Description et sexage de la caille japonaise:	- 6 -
6-1-Le sexe :	- 6 -
6-2-Le plumage :.....	- 6 -
6-3-Le poids et le volume :.....	- 6 -
7-Anatomie du tube digestif de la caille :	- 7 -
7-1-Le bec :	- 7 -
7-2-L'œsophage et le jabot :	- 7 -
7-3-L'estomac :.....	- 8 -
7-4-L'intestin grêle :	- 9 -
7-5-Les Cæca :.....	- 9 -
7-6-Le gros intestin :	- 9 -

7-7-Le cloaque :	- 10 -
7-7-1-Le coprodéum :	- 10 -
7-7-2-L'urodéum :	- 10 -
7-7-3-Le proctodéum :	- 10 -
II-La reproduction chez la caille :	- 10 -
1-Le comportement sexuel :	- 10 -
2-la maturité sexuelle :	- 10 -
3-Le sexe ratio :	- 11 -
4-La ponte :	- 11 -
4-1-Performance de ponte de la caille japonaise :	- 11 -
4-2- Le cycle de ponte de la caille japonaise :	- 12 -
4-3- La qualité des œufs de la caille japonaise :	- 12 -
4-4-Incubation et éclosion :	- 12 -

Chapitre II :Conduite d'élevage de la caille

1-le bâtiment d'élevage :	- 14 -
1-1-Système de volière :	- 14 -
1-2-Système de plancher :	- 14 -
1-3-Système de cage :	- 14 -
2-Les conditions d'ambiance :	- 14 -
2-1-La température :	- 14 -
2-2-L'humidit	- 15 -
2-3-La ventilation :	- 15 -
2-4-La densité :	- 15 -
2-5-La litière :	- 15 -
2-6-La lumière :	- 15 -

Chapitre III :Alimentation et qualité des aliments pour la caille

1-L'alimentation :	- 17 -
1-1-Le comportement alimentaire :	- 17 -
1-2-la consommation hebdomadaire et journalière :	- 17 -

1-2-1-les besoins nutritifs des cailleteaux en croissance :	- 17 -
1-2-2-les besoins nutritifs des cailles reproductrices :	- 17 -
2-Les matières premières en alimentation des volailles et les limites de leur utilisation :	- 19 -
2-1-Les sources d'énergie :	- 19 -
2-1-1-Les céréales :	- 19 -
2-1-1-1-Le maïs :	- 19 -
2-1-1-2-Le blé tendre :	- 19 -
2-1-1-3-Triticale :	- 20 -
2-1-1-4-L'orge:	- 21 -
2-1-1-5-Le sorgho:	- 22 -
2-1-1-6-Le seigle:	- 23 -
2-1-1-7- L'avoine :	- 23 -
2-1-1-8-Le riz :	- 24 -
2-1-2-les sous-produits des céréales :	- 25 -
2-1-2-1-Les sous-produits du blé tendre :	- 25 -
2-1-2-2-Les Sous-produits du maïs :	- 26 -
2-1-2-3-Les Sous-produits du Riz :	- 27 -
2-2-Sources de proteines :	- 27 -
2-2-1-Les grains proteagineux et oleo-proteagineux :	- 27 -
2-2-1-1-Les grains protéagineux :	- 27 -
2-2-1-2-Les grains oléagineux :	- 29 -
2-2-2-Les tourteaux :	- 30 -
3-Qualité physique des aliments de volailles :	- 31 -
3-1-Effet de la forme physique des aliments sur les performances zootechniques chez les volailles :	- 31 -
3-2-Effet de la forme des aliments sur les organes du tube digestif :	- 32 -

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1-Croissance pondérale et paramètres morphologiques:	- 35 -
1-1-Animaux et conditions expérimentales:	- 35 -
1-2-Aliments expérimentaux :	- 35 -
1-3-Dispositif des animaux :	- 37 -
2-Paramètres mesurés:	- 37 -
2-1-Paramètres de granulométrie et taille des particules des aliments expérimentaux :	- 37 -
2-2- Paramètre d'incubation :	- 38 -
2-3-Paramètres de croissance et morphologies :	- 39 -
2-4-Paramètres d'abatage et rendement en carcasse :	- 40 -
3-Analyses statistiques :	- 41 -

Résultats et discussions

1-Paramètres d'incubation :	- 42 -
2-Paramètres de Croissance de <i>Coturnix japonica</i> :	- 43 -
2-1- Evolution du poids vif et le GMQ :	- 43 -
2-2-Indice de consommation:	- 44 -
2-3-La consommation d'aliment :	- 46 -
3-Caractéristiques de la carcasse et proportion des parties et organes par rapport au poids vif des..... cailles à 45 jrs d'âge :	- 47 -
4-Paramètres morphologique des animaux :	- 48 -

Conclusion

Conclusion :	- 49 -
références bibliographiques	

Résumé

Cette étude est réalisée au niveau de la faculté, qui vise à étudier l'effet du mode de présentation des aliments sous forme de farine et de miettes sur les performances zootechniques des cailles.

Après l'éclosion des œufs, nous avons divisé les poussins de caille en deux lots (F et M) de 15 sujets par lot. l'un a reçu l'aliment sous forme de farine(F) et l'autre sous forme de miettes(M).

Après le contrôle et le suivi hebdomadaires des cailles pendant 42 jours, les résultats des paramètres de croissance (CMQ, GMQ et IC) sont les suivants :

Le taux d'éclosion est moyennement faible 32.67%.

Le type d'aliment n'a pas un effet significative sur l'évolution de poids vif de animaux .

La quantité d'aliment consommé par les animaux du lot M était inférieur à celui des animaux du lot F (704g-779g respectivement).

L'indice de consommation (IC) est meilleur chez M que F.

Il n ya pas un effet significatif sur les paramètres morphologiques dans les 2 lots.

En fin de l'expérimentation et l'abattage des animaux, on a trouvé que les proportions des parties du tube digestif sont supérieur pour le lot « F » que le lot « M », ce qui donne un bon rendement en carcasse pour ce dernier.

Les proportions de tube digestif, gésier et le foie sont supérieurs pour les cailles du lot F que les cailles de lot M

Mots clés : Caille ,farine, miettes, GMQ , CMQ, IC.

ملخص

قمنا بهذه الدراسة على مستوى الكلية و التي تهدف الى دراسة تأثير طريقة تقديم الطعام على شكل دقيق أو فتات على أداء تربية الحيوانات لدى السمان.

بعد عملية تفقيس البيض قمنا بتقسيم صيصان السمان الى مجموعتين. كل مجموعة تحتوي على 15 . مجموعة تلقت الغذاء على شكل دقيق و الاخرى على شكل فتات.

المراقبة والمتابعة الاسبوعية لصيصان السمان مدة 42 يوم و اسفرت على النتائج التالية.

32.67 % نسبة تفقيس البيض كانت متوسطة .

لم يؤثر نوع الغذاء المقدم سواء كان دقيق او فتات على معيار الوزن.

كمية الغذاء المستهلكة من طرف الحيوانات (الفتات) كانت اقل من (الدقيق). (704 غ-779 غ).

مؤشر الاستهلاك عند السمان التي تلقت الفتات كان أفضل من التي تلقت الدقيق.

لا يوجد فرق بالنسبة للبنية المورفولوجية.

في نهاية التجربة وذبح الحيوانات وجد أن نسب اعضاء الجهاز الهضمي كانت اعلى عند السمان الذي تلقى الدقيق من الذي تلقى الفتات و هذا مما يعطي ذبيحة جيدة من ناحية الوزن عند الذي تلقى الفتات.

الكلمات المفتاحية السمان. الدقيق. الفتات. اداء الحيوانات. متوسط الاستهلاك اليومي. زيادة الوزن اليومية.

مؤشر الاستهلاك .

Abstract

The aim of this work was the study of the effect of the presentation mode of feed on the flour form and crumbles on quails zootechnical performances.

-We divided the quails in two groups, one received feed in flour form (F) while the other one received feed in crumbs form (M).

- Results of the growth performances (DFI, DWG and FE) were as follows :

-The type of feed has not a significant effect on the evolution of body weight of animals.

-The quantity of feed consumed by the animals of group M was lower than that of the animals of group F (704g-779g)

-The feed efficiency obtained by animals of group M was better M than those of group F.

-There was no effect on the morphological parameters between groups.

- Slaughter parameters shows that the weight of the total digestive tract and the other organs were higher in animals of group F than those obtained in group M, quensequently the proportional of carcass weight was better in animals of this latter group.

key words : quail, feed, crumbs, DFI ,DWG,FI ,

Liste des tableaux

Tableau 01: Classification taxonomique des cailles.....	3
Tableau 02 : Récapitulatif des espèces de cailles en captivité.....	5
Tableau 03 : les différents types de la caille japonaise.....	6
Tableau 04 : L'influence de la charge (mâles/ femelles) sur la fertilité.....	11
Tableau 05: les caractéristiques de l'œuf de la caille	12
Tableau 06: les normes de température et d'hygrométrie	13
Tableau 07 : Besoins nutritionnels de la caille japonaise	18
Tableau 08: Valeur nutritive du maïs.....	19
Tableau 09: Valeur nutritive du blé tendre.....	20
Tableau 10: Valeur nutritive du triticale	21
Tableau 11 : Valeur nutritive de l'orge	21
Tableau 12: Valeur nutritive du sorgho	22
Tableau 13: Valeur nutritive du seigle	23
Tableau 14: Valeur nutritive de l'avoine	24
Tableau 15: Valeur nutritive du riz	25
Tableau 16: Valeur nutritive du son de blé	26
Tableau 17: Valeur nutritive de la féverole	28
Tableau 18: Valeur nutritive du pois	28
Tableau 19: Valeur nutritive du tourteau de soja	30
Tableau 20 : Composition et valeur nutritive des aliments expérimentaux	36
Tableau 21 : Granulométrie des aliments expérimentaux.....	37
Tableau 22 : Effet de type d'aliment sur le poids vif et le gain de poids	43
Tableau 23 : Effet de type d'aliment sur la consommation.....	47
Tableau 24: La carcasse et des proportions des parties	48
Tableau 25 : Mensuration des paramètres morphologiques.....	48

Liste des figures

Figure 01: Schéma de l'appareil digestif de la poule.	7
Figure 02: Les cages d'élevages	35
Figure 03: Thermomètre a distance.....	35
Figure 04: Les aliments expérimentaux farine et miettes	36
Figure 05: Tamiseuse	38
Figure 06: Balance (KERN)	38
Figure 07: couveuse de type RIVER-Italie	38
Figure 08: Mirage des œufs	38
Figure 09: Mesure de poids des cailles	39
Figure 10: Mesure de paramètres d'abattage	40
Figure 11: Paramètres d'incubation des œufs de cailles (après 18 jrs)	42
Figure 12: Evolution du gain moyen de poids hebdomadaire.	44
Figure 13: Indice de consommation des deux lots en phase de finition	45
Figure 14 : Indice de consommation des deux lots en phase globale	45

Liste des abréviations

AFC :Aliment farine de croissance.
AMC :Aliment miettes de croissance.
AFF :Aliment farine de finition.
AMF :Aliment miettes de finition.
Ca :calcium.
Cm :Centimètre.
CMQ :consommation moyenne quotidienne.
CMV :complément minéraux vitaminiques.
C° :Degré Celsius.
GMQ :Gain moyen quotidien.
G :Gramme.
ITELV :Institut technique d'élevage.
IC :indice de consommation.
Jrs :Jours .
Kcal :Kilocalorie .
Kg :Kilogramme.
LC :Longueur du corps.
LT :Largeur thoracique.
LP :Longueur des pattes.
LB :Longueur du bec.
m² : Mètre carré.
Mg :Milligramme
Mm :Millimètre.
mn :Minute.
MS :Matière sèche.
NRC :Nutrient Requirements of Poultry.
PAC :Prêtes à Cuire .
% :pourcentage.
PV :Poids vif.
PPM :Partie par million.
UI :Unité internationale.

Introduction

Introduction :

L'alimentation a toujours été le souci majeur de toute nation surtout pour les pays du tiers monde où le problème d'alimentation tient une grande part et en particulier l'apport protéique d'origine animale. L'aviculture a joué un grand rôle dans la satisfaction du consommateur par l'approvisionnement en protéines d'origine animale (Shamna *et al.*, 2013).

La filière avicole a fourni en 2012, dans le monde, 103 millions de tonnes de viande et 66,4 millions de tonnes d'œufs de consommation (Dahloum, 2017). Selon les estimations de la FAO, d'ici 2050, les besoins alimentaires de la population mondiale augmentera de 70 % (FAO, 2009). Pour répondre à cette importante demande, l'élevage des animaux à cycle court, la caille par exemple, peuvent présenter un atout important pour subvenir aux besoins en protéines animales et réduire, par conséquent, la pression sur la production du poulet.

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) sont les plus petits représentants de la famille des volailles, est un oiseau rustique, de petite taille, caractérisé par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, un court intervalle de génération, une forte ponte et des exigences moins importantes par rapport aux autres espèces de volailles (Nanda *et al.*, 2015 ; Sarabmeet et Mandal, 2015).

Actuellement l'élevage de la caille japonaise n'est pas très connu en Algérie, il est pratiqué modestement par quelques coturniculteur (les éleveurs des caille), mais il pourra jouer un grand rôle dans la diversification de l'apport protéique vu sa grande qualité zootechnique et son prix.

En aviculture, comme pour tous les types d'élevages l'alimentation présente près de 60% du coût total de production (Shamna *et al.*, 2013). Actuellement, il n'y a pas de formules alimentaires commerciales pour les cailles en industrie de l'alimentation des bétail en Algérie, où les coturniculteurs utilisent généralement des aliments destinés aux poules. Deux facteurs limitant dans l'alimentation des volailles ; la valeur nutritive de l'aliment et le mode de présentation ; soit sous forme de farine soit sous forme de granulé. Pour ces raisons, les nutritionnistes ont toujours tenté d'établir des formules alimentaires équilibrées en énergie et en protéines aux prix les moins chers avec une bonne présentation pour obtenir des meilleures performances.

Dans ce contexte, cette étude vise à tester deux types de présentation d'aliment (sous forme de farine et miettes) sur les paramètres zootechniques, digestifs et morphologiques des cailles japonaises, tout en respectant les besoins alimentaires de cette espèce.

Partie

bibliographique

Chapitre I

Généralité sur la caille

I-Présentation de l'espèce *Coturnix japonica*:

1-L'origine de la caille:

Selon Prabakaran (2003), La caille fait partie d'un groupe d'oiseaux de petite taille, qui s'accroupissent ou courent plutôt que volent pour s'échapper d'un danger, le terme lui même signifie "sombrier ou trembler de peur".

En Asie et en Afrique où ils sont considérés comme une espèce migratrice. Des enregistrements de leurs existences datent aux civilisations antiques de ces continents (Ratnamohan, 1985).

La plus ancienne représentation connue de la caille peut être trouvée dans les hiéroglyphes égyptiens, où la caille représente la lettre 'W' dans l'alphabet (Shanaway, 1994). Les cailles ont été connues pendant des siècles comme sources de viande .

(Boni *et al.*, 2010 ; Sarfaraz *et al.*, 2014 ; Sonale *et al.*, 2014 et Facolade, 2015).

Au cours des 60 dernières années, les cailles ont été gardées principalement comme oiseaux chanteurs (leurs appels rythmiques) et à l'âge féodal, leur chant était particulièrement populaire parmi les guerriers samouraïs, qui organisaient des concours pour identifier les plus belles chansons; les oiseaux avec les meilleures chansons ont été croisés entre eux dans des colonies fermées (Shanaway, 1994). En 1900, les cailles au Japon étaient devenues largement utilisées pour la production de viande et d'œufs (Huss *et al.*, 2008) et entre 1910 et 1941, la population de cailles a augmentée rapidement au Japon et des cailles domestiques ont été trouvées en Corée, en Chine et en Taiwan (Shanaway, 1994). À cette époque, la population domestiquée était estimée à environ 2 millions de cailles japonaises qui étaient sélectionnées pour divers facteurs, tels que la couleur du plumage, la taille du corps et la production d'œufs. Ces stocks sélectionnés ont été largement perdus durant la Seconde Guerre mondiale à cause de la rareté et de la pénurie alimentaire (Mizutani, 2003 ; Huss *et al.*, 2008). En 1945, leur nombre avait été considérablement réduit (Shanaway, 1994).

L'industrie de la caille japonaise après la guerre, a été reconstruite à partir de quelques oiseaux domestiqués restants, éventuellement avec l'ajout de lignées domestiques en provenance de la Corée, de la Chine et du Taiwan, en plus des cailles sauvages capturées. Toutes les lignées cailles japonaises domestiquées actuellement aux États-Unis et en Europe semblent avoir été dérivées de cette population d'après-guerre (Mills *et al.*, 1997; Huss *et al.*, 2008).

Une partie de la population de *Coturnix* a été réintroduite au Japon et les éleveurs passionnés ont récupéré rapidement leurs troupeaux commerciaux (Shanaway, 1994).

On estime probablement que c'est très timidement dans les années 80 que la caille domestique a fait son apparition en Afrique subsaharienne. Ce seraient des missionnaires chrétiens qui de manière très discrète ont importé de petits troupeaux (Anonyme, 2010).

2-Classification de la caille:

La caille appartient à l'ordre des *Galliformes* et à la famille des *Phasianidae*, qui est de loin la plus grande famille et la plus variée des *Gallinacés*. Elle est tellement diversifiée qu'il est difficile de la subdiviser en groupes naturels ; mais trois sous-familles sont généralement reconnues: la *Perdicinae* (caille de l'Ancien Monde), la *Phasianinae* (les vrais faisans et paons) (Shanaway, 1994) et la troisième sous-famille - selon la majorité des schémas taxonomiques - est : l'*Odontophorinae* (caille du Nouveau Monde). D'autres schémas les classifient au sein de la sous famille des *Phasianinae* (Gutierrez, 1993).

Tableau 01: Classification taxonomique des cailles (Shanaway, 1994)

Règne	Animal
Embranchement	Chordata
Sous embranchement	Vertebres
Classe	Oiseaux
Ordre	Galliformes
Sous ordre	Galli
Famille	Phasianides
Sous famille	<i>Phasianinae (Faisans et paons)</i> <i>Perdicinae (Cailles de l'Ancien Monde)</i> <i>Odontophorinae (Cailles du Nouveau Monde)</i>
Genre	<i>Quelques exemples des genres des deux dernières sous famille (Perdicinae et Odontophorinae) : Coturnix ; Colinus ; Callipepla ; Oreortyx ;...</i>

3-Principales espèces des cailles :

Les phasianidés constituent sans doute la famille d'oiseau la plus utile à l'homme ; certaines classifications mentionnent trois sous familles :

Les phasianinas (comprenant les poulets les faisans proprementdits) ; les perdicinae (caille et perdrix du vieux continent ; les odontophorinae (caille du nouveau continent), L'intérêt des

différents types des cailles cités ci dessous est décrit selon la vocation de l'élevage. (Menasse, 2004)

3-1-Caille des blés (*Coturnix coturnix*):

Elle est également dénommée scientifiquement *coturnix communis* et présente une longueur de 18 à 20cm. Les femelles sont légèrement plus grandes que les mâles. La caille des blés (poids : femelle : 85 à 135g ; male : 70 à 100g) est répandue en Europe en Asie du nord et en Afrique du nord. Lorsque le froid arrive, elle migre vers le sud, jusqu'à l'Afrique centrale et méridionale et l'Asie méridionale.

Cet oiseau, qui était très courant en Europe et dans les régions méditerranéennes, est devenu de plus en plus rare, à cause de la chasse indiscriminée dont il fait l'objet, notamment dans les pays méridionaux (Menassé, 2004). Selon Daniel, (2005) la caille des blés est envergure 32 à 35cm, longévité 8 ans, la femelle pèse entre 85 à 135g et le mâle 70 à 100g.

3-2-Caille arlequin (*Coturnix delegorguei*):

D'après Menassé, (2004) elle a presque les mêmes dimensions que la caille des blés, le dimorphisme sexuel est très évident, puisque les femelles de la caille arlequin présentent une coloration uniforme brune.

L'aire de diffusion de cette espèce comprend toute l'Afrique centrale et méridionale et Madagascar. Cette espèce niche uniquement dans les régions où elle trouve en abondance de l'herbe et des insectes afin d'assurer la croissance des petits.

3-3-Caille de chine (*Excalfactoria chinensis*):

D'après Menassé, (2004) dite également « *caille naine de chine* », en raison de 12cm, son bec est noir et les pattes sont oranges. Cette espèce est répandue en Chine sud orientale, en Inde et en Australie sud-oriental. Les cailles de Chine vivent dans les steppes herbeuses et dans les plaines marécageuses, en petit groupes ou en couples. Se sont des petits animaux très doux et sociables qui peuvent cohabiter avec d'autres volatiles, y compris des oiseaux d'ornement plus communs. Elles se prêtent donc à la décoration d'une volière mixte.

Selon Daniel, (2006) la caille de chine est de taille de 12à15Cm son poids est de 31 à 41gr .Dans le tableau ci-dessous, sont présentés les cailles en captivité ainsi que leur utilisation.

Tableau 02 : récapitulatif des espèces de cailles en captivité (Menassé, 2004).

Espèce	Taille (en cm)	Utilisation	Elevage
Caille des blés	18-20	Repeuplement, chair	Facile
Caille du japon	20	Chair, œufs (350 par an)	Très facile
Caille arlequin	18-20	Ornement	Assez facile
Caille de chine	12	Ornement	Très facile

4-Situation de la production de la caille dans le monde :

La facilité de l'élevage de cette volaille a fait d'elle une espèce très populaire et de son produit une consommation de luxe. (Berges ;1988).

D'après Gutierrez (1993), L'élevage de la caille est basé sur la production de la viande et celle des œufs qui sont très appréciables. En Europe, la caille japonaise est assez répandue spécialement en France, Espagne et en Italie, (Menasse; 2004). En 1995, la France produit environ 9 milles tonnes de caille de chair par an. En ce qui concerne l'importation, elle compte environ 330 tonnes par an qui vient essentiellement de l'Espagne. Une production importante en Belgique estimé en 1985 à 115 tonnes par an, En Amérique du nord et en Asie (Guérin, 2012).

5-L'intérêt économique de l'élevage de la caille japonaise et ses caractéristiques:

L'intérêt économique de l'élevage de la caille japonaise et ses caractéristiques : Plusieurs intérêts méritent d'être cités, nous retrouvons (Guérin, 2012) :

- La qualité de sa chair et la saveur de ses œufs.
- Ponte précoce et abondante.
- Une maturité sexuelle hâtive (42 jours).
- Son caractère de prolificité, en effet, elle peut donner six générations par an.
- La rapidité de croissance de même de la rusticité.
- Une bonne ressource pour des protéines animales dépourvues de cholestérol.
- Un très bon créneau pour l'investissement.
- Son élevage est moins coûteux.
- Elle a un cycle d'élevage court.

6-Description et sexage de la caille japonaise:

6-1-Le sexe :

La différence au niveau du sexe est très nette, le mâle possède une excroissance rosâtre dépourvue de plume, une simple pression sur le cloaque laisse échapper une mousse blanchâtre qui est prise par beaucoup d'éleveurs pour du sperme alors qu'en réalité il n'en est rien, alors que celui de la femelle est allongé transversalement. (Oriol ; 1987).

6-2-Le plumage :

Le mâle possède un plumage blanc jaunâtre ou rougeâtre parsemé de quelques plumes brunes sous la gorge alors que pour la femelle, son plumage est gris jaunâtre moucheté de tâches foncées. (Oriol ; 1987).

6-3-Le poids et le volume :

Selon Oriol (1987). La femelle est plus volumineuse que le mâle, pour la souche légère, la femelle pèse 150 g et le mâle pèse 120 g.

Pour la souche médium, la femelle pèse 200 g à 220 g alors que le mâle pèse 160 g à 180g, la souche lourde fait 290 g chez la femelle et 230 g pour le mâle. (tableau3)

Tableau 03 : les différents types de la caille japonaise Gerken et Mills, (1994).

Type	Poids de femelle (gr)	Poids du mâle (gr)
Légère	140	110
Médium	220	160
Lourde	290	230

6-4-le chant :

La caille margote ou carcaille, son cris parait être produit par un ventriloque, ce qui trompe sur la distance du lieu d'où il a été émis. Avance que les vocalisations des mâles sont les plus mélodieuses alors que celles des femelles sont des cris aigus. (Oriol ; (1987).

Ces vocalisations commencent au stade embryonnaire 24 heures avant l'éclosion (Shanaway, 1994)

7-Anatomie 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).

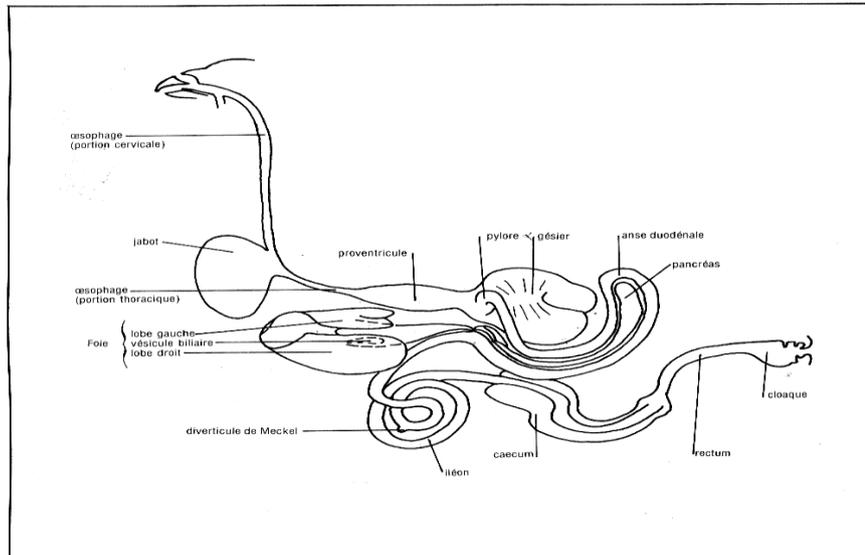


Figure 01: Schéma de l'appareil digestif de la poule (Alamargot, 2003).

7-1-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).

L'aliment est ingéré par la bouche (bec, langue) sans subir de mastication. Le suc salivaire riche en mucus lubrifie le bol alimentaire facilitant ainsi son passage dans l'œsophage. (Dusart, 2015).

7-2-L'œsophage et le jabot :

L'œsophage de la caille a une longueur de 10 à 14cm (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 malpighien et doté de très différentes glandes salivaires muqueuses (Armenta Osorio, 1996).

Chez la caille, tout comme chez d'autres oiseaux, il est composé de trois parties distinctes: une partie cervicale, le jabot et une partie thoracique. La partie cervicale de l'œsophage selon Hena *et al.* (2012), est considérablement plus grande que la partie thoracique à l'intérieur de laquelle l'œsophage entre dans le proventricule qui est une partie très glandulaire de l'appareil digestif, souvent appelé l'estomac glandulaire.

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).

7-3-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).

7-4-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.

Dans la couche musculaire sous-muqueuse, ils existent les nerfs et les vaisseaux des glandes tubulaires qui correspondent aux glandes de Bruner chez les mammifères. Sinon l'intestin grêle ne montre aucune différence avec les autres gallinacés (Armenta, 1996). 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). La surface d'absorption est augmentée de façon très importante par des structures repliées à différentes échelles :

- Les valvules conniventes sont des replis visibles à l'œil nu à la surface de l'intestin (1cm).
- Les villosités sont des replis plus petits (0,5-1mm).
- Les microvillosités correspondent aux évaginations de la membrane des entérocytes (1-2 μ m) (Dusart, 2015).

7-5-Les Cæca :

Comme chez les autres oiseaux les cæca se projettent du côlon proximal à sa jonction avec l'intestin grêle (Armenta Osorio, 1996 ; Hena *et al.*, 2012). Ils sont généralement en forme de doigt et ressemblent beaucoup à des extensions latérales simples de l'intestin en formant deux structures symétriques (Hena *et al.*, 2012). Ils ont des valves (iléo-colique) pour céder la sortie et le retour du contenu entérique. Il n'y a pas de villosités et les cæca offrent une structure histologique similaire à l'intestin grêle (Armenta Osorio, 1996). 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).

7-6-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).

7-7-Le cloaque :

Selon Alamargot (1982). 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 :

7-7-1-Le coprodéum :

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

7-7-2-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).

7-7-3-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).

II-La reproduction chez la caille :

1-Le comportement sexuel :

De nombreuses études ont été effectuées sur le comportement sexuel de la caille japonaise vu la facilité de la manipulation de cette espèce et son court intervalle de régénération et reproduction.

La première approche de cet acte se fait par le mâle qui commence sa cour en ouvrant ses ailes et en marchant à pas lourds, il s'approche de la femelle qui à son tour s'accroupit. Selon Wilson et Bernant(1972).

Au cours de la copulation, le mâle attrape la femelle par les plumes de la tête ou du cou il ouvre ses ailes puis il établit le contact cloacal. Après cela les sujets des deux sexes secouent leurs plumes. (Kovach, 1974).

Le mâle peut répéter cette opération plusieurs fois et avec plusieurs femelles puisqu'il n'a pas de préférence sexuelle.

2-la maturité sexuelle :

Selon (Kovach, 1974) La caille japonaise est une espèce précoce vu son âge à la maturité sexuelle qui atteint 4 à 8 semaines d'âge, cela dépend de la durée de la lumière. Une durée de 16h/j peut donner des œufs fertiles à 6 semaines d'âge.

La première présence des spermatozoïdes chez le mâle se situe vers 26 jours d'âge, et à

35 jours d'âge leur nombre est très important, le développement cloacal est atteint et le comportement sexuel commence au 35ème jour, la copulation est maximale au 81ème jour. Plusieurs facteurs jouent sur la maturité sexuelle.

Le développement gonadal exige un jour subjectif de 13h/j à 14h/j, cela conduit à une maturité sexuelle après 5 à 6 semaines d'âge. Un programme lumineux continu son avance. D'après Sauveur (1988)

La présence des deux sexes durant la phase d'élevage joue sur leur maturité sexuelle où les vocalisations des mâles stimulent celle des femelles, selon Guyomarc'h (1984).

Les mâles vivants avec les femelles arrivent à leur maturité avant ceux vivants en sexe unique. (Delville *et al.*, 1984).

3-Le sexe ratio :

L'importance des proportions du nombre des mâles par rapport à celui des femelles est due à son influence sur la reproduction, sur le taux d'éclosion et sur la fertilité.

En effet, le meilleur taux de fertilité est obtenu par un sexe ratio de 1 mâle/ 2 femelles (76.5%) et le meilleur taux d'éclosion des œufs des œufs est obtenu par un équilibre 01 mâle/ 01 femelle (86.4%) ou bien encore 01 mâle/ 02 femelles (82.4%) (Delville *et al.*, 1984).

Le tableau ci-dessous montre l'influence de la charge mâle et femelle sur la fertilité

Tableau 04 : L'influence de la charge (mâles/ femelles) sur la fertilité (Delville *et al.*, 1984).

Mâle	femelle	Taux de fertilité (%)
1	1	81.4
1	2	81.4
1	3	68.6
1	4	49.6
1	5	61.6
1	6	53.7

4-La ponte :

4-1-Performance de ponte de la caille japonaise :

Parmi toutes les espèces aviaires, la caille a relativement les meilleures performances de ponte si on les rapporte au poids vif.

Le poids d'œufs produit par jour atteint en moyenne 9g pour une femelle pesant 175g, soit un rapport masse exporté/poids corporel double de celui enregistré chez la poule pondeuse (Blum, 1984).

Selon Sauveur (1988), 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 environ de

85% à 90%. Une caille peut produire jusqu'à 350 œuf par an. Il y a des cas qui arrivaient à pondre 480 œufs par an mais c'est rare.

4-2- Le cycle de ponte de la caille japonaise :

La caille est un animal à forte sensibilité photopériodique, elle exige un jour subjectif minimum de 14 heures. Lorsque ceci est réalisé la ponte débute entre 6 et 7 semaines d'âge puis s'étend couramment sur 8 à 12 mois. (Rossian ; 1977).

4-3- La qualité des œufs de la caille 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 05: les caractéristiques de l'œuf de la caille Oriol (1987).

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

4-4-Incubation et éclosion :

La durée d'incubation des œufs est de 16 à 17 jours dont 14 jours dans l'incubateur où les retournements, doivent être effectués toutes les 8 heures et 2 jours dans l'éclosoir.

Les normes de températures et d'hygrométrie à respecter sont présentées dans le tableau ci-dessous Oriol (1987).

Tableau 06: les normes de température et d'hygrométrie recommandées durant l'incubation des œufs de cailles. (Oriol ;1987).

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

Chapitre II

Conduite d'élevage de la caille

1-le bâtiment d'élevage :

L'élevage de la caille domestique doit être effectué dans des locaux fermés. Si l'on veut implanter une entreprise à caractère industriel, il conviendra d'aménager des locaux adaptés. Un local adapté à l'élevage des cailles ne doit pas être trop grand (difficile à chauffer pendant les mois d'hiver) ni trop petit (il devient facilement insalubre).

La caille n'a pas d'exigence particulière pour son élevage, le bâtiment doit seulement être isolé des endroits industriels, des voies de circulation et des autres élevages (Oriol, 1987).

1-1-Système de volière :

Les éleveurs de cailles exotiques et ornementales, utilisent souvent des systèmes de volière, qui sont basés sur le concept qui permet aux poules et aux coqs d'exprimer confortablement leur comportement personnel et social particulier (saut, vol...etc), assurant ainsi non seulement les fonctions biologiques des oiseaux, mais aussi leur bien-être. Le rythme quotidien est stimulé par la lumière naturelle qui sera soutenue par l'éclairage artificiel si nécessaire et l'agressivité diminue significativement, et devient rare chez les cailles japonaises élevées dans les volières (Shanaway, 1994 ; Schmid et Wechsler, 1997).

1-2-Système de plancher :

Les systèmes de plancher pour les cailles varient considérablement selon leurs méthodes de construction et leur capacité. La différence fondamentale est dans le type de sol et de litière qui peut être profonde ou semi-profonde. En outre, les bâtiments peuvent avoir des façades ouvertes ou fermées. Les sols doivent être de préférence inclinés et fabriqués à base de ciment pour permettre un bon drainage et une maintenance de l'hygiène (Sigh, 2010). Selon Roshdy *et al* (2010) le système de plancher et par comparaison au système de cage avait des effets positifs sur les paramètres de production et de reproduction de la caille japonaise.

1-3-Système de cage :

Largement utilisé dans les élevages industriels de caille pour la production d'œuf ou de viande. Le système de cage est utilisé seul ou en combinaison avec le système de planchers et c'est le système le plus utilisé pour l'élevage de la caille japonaise (Shanaway, 1994 ; Padmakumar *et al.*, 2000).

2-Les conditions d'ambiance :

2-1-La température :

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 au-delà, elle provoque 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 (Boukhelifa, 2000). Selon Oriol (1987), son influence sur la reproduction, la ponte, la production et la consommation, la classe parmi les facteurs limitant d'un élevage quelconque.

Une température inférieure à 15°C peut provoquer une mue artificielle, son degré et sa persistance dépendent de la durée de la chute. Les mues puisent les réserves contenues dans le corps de l'oiseau, d'où ralentissent et parfois arrêt total de la ponte.

2-2-L'humidité :

L'humidité est très importante car elle harmonise l'ambiance totale du bâtiment. Les variations provoquent des proliférations microbiennes avec une chute de la production. Un taux d'humidité de 70% est nécessaire car la caille est un oiseau tropical qui craint la sécheresse ou l'excès d'humidité (Boukhelifa, 2000).

2-3-La ventilation :

La ventilation du bâtiment est une nécessité vu son rôle dans l'approvisionnement des volailles en oxygène et l'élimination du gaz carbonique, de l'ammoniac et d'autre gaz nocifs produits par la litière et les déjections. La ventilation permet aussi l'élimination des calories excédentaires, Bruyere Picou et Silim (1992).

2-4-La densité :

La densité de la souche légère est de l'ordre de 160 sujet/m², alors que pour la souche médium est de 100sujet/ m² et celle de la souche lourde est de 60 à 80 sujet /m², dans l'élevage en batterie, selon Gerken et Mills (1994).

L'âge joue un rôle très important dans la densité:

- 0 – 20 j : 150 à 200 sujet/m².
- ≥ 21 j : 70 à 80 sujet/m².

2-5-La litière :

Elle a plusieurs fonctions dans l'élevage vu son rôle d'isolant au cours des premières semaines de l'installation des cailleteaux dans le cas d'un élevage au sol, et elle permet de limiter les déperditions de chaleur des animaux et d'éviter les lésions du bréchet (Boukhelifa, 2000).

2-6-La lumière :

Le bâtiment d'élevage doit être équipé d'un système d'éclairage permettant aux oiseaux de s'alimenter et de se reproduire.

Elle peut être naturelle ou artificielle si le bâtiment est clair et carrément artificiel dans un milieu obscur. L'éclairage peut se faire avec des lampes ou des néons avec la présence d'une minuterie le réglage de la durée d'éclairage.

La durée d'éclairage des reproducteurs est de 16h/jour avec une intensité de 5 à 7 watts/ m², alors que le cailleteau a besoin de 6 à 8h de lumière avec une intensité de 3 watts/m². (Gutierrez, 1993).

Chapitre III
Alimentation et qualité
des aliments pour la
caille

1-L'alimentation :

Les cailles domestiques mangent un peu de tout. Pour un élevage de rapport, en revanche, le régime alimentaire doit être le plus équilibré possible, car il conditionne le haut rendement de la production des œufs et de viande.

Il est évident que lorsqu'on veut obtenir la ponte d'un œuf par jour pendant toute l'année ou l'engraissement de l'animal en 5 ou 6 semaines après sa naissance, il faut apporter aux cailles des aliments appropriés (Rizoni et Luchetti, 1972).

1-1-Le comportement alimentaire :

Ce qui est plus caractéristique du comportement alimentaire de la caille japonaise, 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 plus grande importance aux choix de la forme des mangeoires, à leur remplissage et à la forme de présentation de l'aliment. (Lucotte, 1976).

Quand à l'eau, les cailles préfèrent les solutions sucrées que de boire de l'eau distillé. Elles tolèrent la salinité de l'eau donc elles peuvent être élevées dans les milieux désertiques où l'eau est salée. L'adaptation de la caille aux conditions d'élevage est excellente (Harriman et Milner, 1969).

1-2-la consommation hebdomadaire et journalière :

Le calcul de l'aliment consommé par un groupe de cailleteaux a permis d'aboutir une estimation de la quantité moyenne individuelle d'aliment ingéré. Elle est de l'ordre de 60g la première semaine, 95g la seconde et un peu plus de 100g à la troisième semaine. Et durant la finition, la consommation atteindra progressivement 125g par semaine (Lucotte, 1976).

La consommation journalière individuelle de la caille japonaise pondeuse est de l'ordre de 20g (Rizoni et Luchetti, 1972).

1-2-1-les besoins nutritifs des cailleteaux en croissance :

En période de croissance, surtout en démarrage, les besoins en protéines (acides aminés) sont très élevés. Selon le niveau énergétique (2600 à 2800 Kcal d'EM/Kg), les teneurs en lysine et en méthionine devront dépasser respectivement 1.30 et 0.40 % (Larbier et Leclercq, 1992).

1-2-2-les besoins nutritifs des cailles reproductrices :

Les besoins nutritionnels des cailles reproductrices sont très élevés vu sa grande production d'œufs par rapport à son poids vif. Chez la caille comme chez toutes les espèces aviaires, la concentration énergétique de l'aliment n'a pas d'effet sur la ponte.

Les recommandations alimentaires pour la caille sont illustrées dans le **Tableau 07**

CHAPITRE III : Alimentation et qualité des aliments pour la caille

Tableau 07 : Besoins nutritionnels de la caille japonaise en pourcentage ou en unités par kilogramme d'aliment à 90% de matière sèche (NRC, 1998).

Nutriments	Unité	Démarrage et croissance	Reproduction
Energie métabolisable EM	Kcal	2900	2900
Protéines et acides aminés	%	24,0	20,0
Arginine	%	1,25	1,26
Glycine+sérine	%	1,15	1,17
Histidine	%	0,36	0,42
Isoleucine	%	0,98	0,90
Leucine	%	1,69	1,42
Lysine	%	1,30	1,00
Méthionine	%	0,50	0,45
Méthionine+cystine	%	0,75	0,70
Phénylalanine	%	0,96	0,78
Phénylalanine+Tyrosine	%	1,80	1,40
Thréonine	%	1,02	0,74
Tryptophane	%	0,22	0,19
Valine	%	0,95	0,92
Acide linoléique	%	1.01	1.01
Macroéléments			
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
Oligo-éléments			
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
Vitamines liposolubles			3300
A	UI	1650	900
D3	UI	750	25
E	UI	12	1
K	Mg	1	
Vitamines hydrosolubles			
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

2-Les matières premières en alimentation des volailles et les limites de leur utilisation :

On distingue principalement deux types de matières premières : Les sources d'énergie et les sources de protéines.

2-1-Les sources d'énergie :

2-1-1-Les céréales :

Les céréales sont les principales sources d'énergie. On y trouve les grains de blé, de maïs, de sorgho, de seigle et de triticales. Parmi toutes les céréales, se sont celles qui ont les meilleures valeurs énergétiques car elles ont une faible proportion d'enveloppe externe contre une forte proportion d'albumen. Au contraire, les grains d'orge et d'avoine ont une plus forte proportion d'enveloppe (Lucotte, 1976).

2-1-1-1-Le maïs :

Le maïs est devenu la norme à laquelle d'autres céréales, sous-produits céréaliers et d'autres ingrédients qui produisent de l'énergie sont comparés. Dans la plupart des régimes alimentaires pour les volailles, le maïs sera le principal contributeur de l'énergie métabolisable (**Tableau 08**) (Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003 ; Leeson et Summers, 2005). La valeur énergétique du maïs est apportée par l'endosperme amylicé, qui se compose principalement d'amylopectine et de germe, qui contient la majeure partie de l'huile. La plupart des échantillons de maïs contiennent 3 à 4% d'huile, bien que de nouvelles variétés, actuellement disponibles, contiennent 6 à 8% de l'huile et ainsi apportent proportionnellement plus d'énergie. Ces variétés de maïs riches en huile contiennent également 2 à 3% de protéines et plus d'acides aminés essentiels (Leeson et Summers, 2005).

Les protéines de maïs présentent un profil d'acides aminés très déséquilibré : déficience en lysine et en tryptophane et excès de leucine.

Tableau 08: Valeur nutritive du maïs (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine Brute (%)	Cellulose brute (%)	Ca (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
86	7.5	1.9	0.01	0.28	0.12	3373

2-1-1-2-Le blé tendre :

Le blé tendre est une des principales céréales utilisées en alimentation avicole (Larbier et Leclercq, 1992). Sa teneur en protéines est plus élevée que celle du maïs (Gynieys, 2003), mais elle est très variable. Elle dépend des variétés et des conditions agronomiques (Larbier et Leclercq, 1992). Le **Tableau 09**, renseigne sur la valeur nutritive du blé tendre.

Sa valeur énergétique varie peu en fonction des années et comme pour les protéines elle dépend des variétés et des conditions culturales. L'utilisation du phosphore du blé par les volailles est bonne du fait de l'existence de phytases endogènes, mais il se prête mal à la production d'œuf et du poulet jaune du fait de sa faible teneur en pigments (Bourdon *et al.*, 1989).

Tableau 09: Valeur nutritive du blé tendre (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Ca (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
86	10.8	2.8	0.05	0.30	0.11	3210

Des enzymes commerciales sont disponibles et peuvent être ajoutées à l'alimentation des volailles pour empêcher les effets négatifs des arabinoxylanes (Jacob, 2012).

La forme physique dans laquelle le blé est alimenté peut être importante, puisque le blé finement broyé devient très collant lorsqu'il est mouillé. Le blé finement moulu, lorsqu'il est incorporé à des niveaux élevés va se coller au bec des oiseaux et peut causer l'impaction du bec, ce qui va causer une réduction ou une difficulté lors de la prise alimentaire. Le blé moulu finement devrait être limité à 5 ou 10% dans les rations de volailles, en particulier des rations pour les jeunes poussins et dindonneaux (Sullivan et Gleaves, 1977).

Quand le blé est utilisé comme la principale céréale, il est nécessaire que des niveaux plus élevés de biotine soient ajoutés, étant donné que sa disponibilité dans le blé est basse (Leeson et Summers, 2005).

2-1-1-3-Triticale :

Le triticale est une petite céréale à grains synthétique (hybride), résultant du croisement inter générique de blé et de seigle (Bourdon *et al.*, 1989 ; Leeson et Summers, 2005). De nombreuses variétés ont été développées avec différentes teneurs en protéines (11 à 20%) et un équilibre en acides aminés comparable à celui du blé et supérieur à celui du seigle (**Tableau 10**). Comme le blé, le triticale a une importante teneur en phytase et ainsi une meilleure source de phosphore disponible que les autres céréales telles que le maïs ou le sorgho (Leeson et Summers, 2005).

Tableau 10: Valeur nutritive du triticale (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Ca (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
			Total	Disponible	
90	12.5	0.05	0.30	0.10	3150

2-1-1-4-L'orge:

L'orge est une céréale avec une teneur moyenne en énergie et en protéines. Elle est peu employée pour la volaille (Gynieys, 2003; Leeson et Summers, 2005). Une forte utilisation peut conduire à des baisses de performances chez les jeunes volailles (Gynieys, 2003), qui sont moins capables de digérer l'orge, bien que ceci puisse être une conséquence de sa teneur en β -glucane (Leeson et Summers, 2005). Leur teneur dans l'orge varie de 1.5 à 8.5% (par rapport à la matière sèche). (Larbier et Leclercq, 1992). La valeur nutritive de l'orge est détaillée dans le **tableau 11**.

L'orge est plus riche que le blé en fibres ; ce qui entraîne un abaissement de sa valeur énergétique (Larbier et Leclercq, 1992). Il faut seulement, comme dans le cas du blé, prévoir l'addition de caroténoïdes pour obtenir des jaunes d'œufs colorés (Bourdon *et al.*, 1989). Ses protéines présentent cependant un profil d'acides aminés mieux adapté aux besoins des animaux que celui du maïs ou même du blé (Larbier et Leclercq, 1992).

Tableau 11 : Valeur nutritive de l'orge (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				total	disponible	
89	11.5	5.0	0.08	0.42	0.15	2750

Les β -glucanes contenus dans l'orge sont des polysaccharides de monomères D-glucose liés par des liaisons β -glycosidiques. Les B-glucanes entraîne la formation de gels dans les intestins, se qui augmentent la viscosité du contenu intestinal. Il existe une corrélation négative entre la viscosité intestinale et la disponibilité des nutriments. L'augmentation de la viscosité du digesta associée à la formation accrue de gel affecte négativement la digestion et l'absorption des nutriments. La nature visqueuse du digesta peut aussi entraîner des excréments collants, ce qui augmente la teneur en humidité de la litière,

réduisant ainsi la qualité de l'air dans le poulailler. Le taux de passage réduit du digesta rend la colonisation par des bactéries potentiellement pathogènes plus faciles. Les poulets nourris par des régimes à base d'orge sont plus prédisposés à l'entérite nécrotique due à *Clostridium perfringens* (Immerseel *et al.* 2004 ; Jacob, 2012 ; Shojadoost *et al.*, 2012).

Il existe cependant, plusieurs enzymes (β -glucanases) qui pouvant être ajoutées à l'alimentation pour diminuer la viscosité intestinale et ainsi accroître la disponibilité des nutriments (Jacob, 2012).

2-1-1-5-Le sorgho:

Proche du maïs du point de vue phylogénétique. Le sorgho lui ressemble aussi par sa composition chimique et sa valeur nutritionnelle (Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003 ; Leeson et Summers, 2005). Il est riche en énergie métabolisable à cause de sa forte teneur en amidon et de la présence non négligeable de matières grasses (Larbier et Leclercq, 1992)(**Tableau 12**).

Le principal problème du sorgho réside dans sa teneur importante en tanins qui réduit la digestibilité des protéines et l'utilisation de l'énergie par les volailles (Bourdon *et al.*, 1989 ; Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003). Les oiseaux nourris avec un aliment contenant du tanin présentent donc un taux de croissance réduit et dans certains cas graves des troubles squelettiques apparaissent (Leeson et Summers, 2005).

Le sorgho ne contient pas de pigment, contrairement au maïs (Gynieys, 2003). Pour ceux qui ne veulent aucun degré notable de pigmentation de la peau ou des œufs, le sorgho offre la meilleure alternative à haute énergie pour le maïs (Leeson et Summers, 2005 ; Reddy *et al.*, 2005).

Tableau 12: Valeur nutritive du sorgho (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015)

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponibe	
89	11.0	2.0	0.04	0.29	0.10	3310

2-1-1-6-Le seigle:

Bien que la teneur en éléments nutritifs du seigle soit essentiellement similaire à celle du blé et du maïs (**Tableau.13**), sa valeur alimentaire pour les volailles est faible en raison de la présence de divers facteurs antinutritionnels. Le Seigle contient une fraction insoluble dans l'eau, qui une fois extraite, améliore sa valeur nutritive. Divers autres traitements tels que le trempage dans l'eau, la granulation, l'irradiation et la supplémentation alimentaire des divers antibiotiques, tous contribuent à améliorer la croissance des poussins nourris à base de seigle (Leeson et Summers, 2005). L'explication classique pour cela se rapporte à sa forte teneur en ergot à l'origine d'une baisse des performances chez les poulets de chair nourris par des régimes à base de seigle. Bien que l'ergot soit sans doute toxique, la recherche a montré que le seigle contient également des pentosanes solubles qui réduisent également les performances des poulets de chair. Les effets négatifs de pentosanes peuvent être partiellement surmontés par la supplémentation de l'alimentation avec des pentosanases (Hena *et al.*, 2003).

Le seigle n'est toléré qu'à faibles doses, sinon il devient laxatif. Il est donc déconseillé d'en donner aux poussins. On peut l'introduire progressivement dans l'alimentation des adultes et des poules pondeuses sans dépasser 20% de la ration (Gynieys, 2003).

Tableau 13: Valeur nutritive du seigle (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
89	12.6	2.8	0.08	0.30	0.10	2710

2-1-1-7- L'avoine :

L'avoine est cultivée dans les climats humides et froids. Son importance à l'échelle mondiale est mineure, elle représente seulement environ 1,5% de la production totale de céréales. La coque représente environ 20% du grain en poids et cela dicte la teneur élevée en fibres caractéristiques et la faible énergie de l'avoine. (Leeson et Summers, 2005).

Le profil d'acides aminés est cependant assez bon, bien qu'il y ait une certaine variation dans les niveaux en raison de la variété et des effets saisonniers sur les protéines et les acides aminés. Le meilleur indicateur de la valeur de l'énergie de l'avoine, est tout simplement la teneur en cellulose brute qui est négativement corrélé avec l'énergie métabolisable (**Tableau 14**).

Les lipides de l'avoine sont principalement l'acide oléique et linoléique, elle consiste aussi une teneur relativement élevée d'acide palmitique (Leeson et Summers, 2005).

Tableau 14: Valeur nutritive de l'avoine (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulos ebrute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
90	11.0	10.5	0.10	0.35	0.14	2550

L'avoine convient surtout aux poules pondeuses, à hauteur de 30% de la ration, car elles sont peu exigeantes en énergie. Pour les jeunes en croissance, il faut limiter les apports à 10% de la ration, car elle favorise le rachitisme (Gynieys, 2003).

Comme pour les autres petites céréales, l'avoine contient une quantité appréciable de β -glucanes, se qui cause des problèmes dans la digestion et la viscosité des excréments. Elle renferme environ 3 à 7% de β -glucanes et donc avec des niveaux d'inclusion modérée d'avoine dans les régimes de volaille, il peut être favorable d'utiliser une supplémentation en enzyme β glucanase. Il y a eu un certain intérêt dans le développement de ce qu'on appelle l'avoine nue.

L'avoine nue contient jusqu'à 17% de protéines brutes avec 0.68% de lysine et 1% de méthionine plus cystine. La valeur de l'énergie métabolisable est d'environ 3200 kcal/kg, ce qui rend cette avoine comparables au blé dans la plupart des caractéristiques. Comme l'avoine ordinaire, les β -glucanes peuvent encore être problématiques et leurs effets néfastes peuvent être surmontés avec l'utilisation d'enzymes exogènes. Une grande partie du phosphore dans l'avoine nue est en forme d'acide phytique, et ainsi sa disponibilité est très faible. Il y a eu quelques rapports entre une intégrité réduite du squelette chez les oiseaux nourris à base d'avoine nue, sauf si cette disponibilité du phosphore réduite est prise en compte (Leeson et Summers, 2005).

2-1-1-8-Le riz :

Presque sans exception, le riz est cultivé pour la consommation humaine, bien que périodiquement dans les zones de culture du riz, des échantillons impropres à la consommation humaine, ou des échantillons endommagés sont disponibles pour l'alimentation animale. Le riz est un ingrédient de qualité relativement médiocre pour la volaille, ne contenant que 7 à 8% de protéines (**Tableau 15**). Le riz contient des niveaux élevés

d'inhibiteur de la trypsine qui seront détruit à des températures d'enrobage normales, le son de riz et de polissage du riz sont plus communément utilisé chez la volaille que le grain de riz lui-même (Leeson et Summers, 2005).

Tableau 15: Valeur nutritive du riz (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière Sèche (MS) (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
89	7.3	10.0	0.04	0.26	0.09	2940

2-1-2-les sous-produits des céréales :

2-1-2-1-Les sous-produits du blé tendre :

Une partie du blé tendre fait l'objet de transformation industrielle en farine blanche destinée à l'alimentation humaine. Au cours de ces opérations, plusieurs sous-produits apparaissent (Larbier et Leclercq, 1992). Ils présentent près de 40% du poids du blé (Leeson et Summers, 2005). Leur emploi en alimentation avicole est très limité, du fait de leurs caractéristiques nutritionnelles médiocres pour les oiseaux. Trois issues sont généralement commercialisées : le son, le remoulage bis et le remoulage blanc. Le premier est le plus pauvre en amidon (19% de la MS) et correspond pratiquement au péricarpe du grain, dont il renferme la plupart des glucides pariétaux. Il s'ensuit une faible valeur énergétique qui limite beaucoup l'emploi de cette matière première en aviculture (**Tableau 16**). Les deux remoulages son plus proches de la farine, donc plus riches en amidons et plus pauvres en fibres ; leur valeur énergétique est donc beaucoup plus élevée (3125 et 2400 k cal/kg de MS pour le remoulage blanc et le remoulage bis respectivement).

Les sons et remoulages sont relativement riches en protéines, dont le profil des acides aminés ressemble beaucoup à celui du grain d'origine. Enfin, les issues de blé sont riches en phosphore disponible, surtout le son et dans une moindre mesure le remoulage bis et le remoulage blanc (Larbier et Leclercq, 1992).

Tableau 16: Valeur nutritive du son de blé (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
89	14.8	10.0	0.14	1.17	0.38	1300

2-1-2-2-Les Sous-produits du maïs :

Deux industries fournissent des sous-produits de maïs : l'amidonnerie et les distilleries, ces dernières sont surtout répondues aux Etats Unis, elles utilisent le maïs comme substrat de fermentation pour la production de l'éthanol. Le sous-produit est constitué par les drèches, appelé DDG (distillers dried grain) auquel est souvent mélangée une autre fraction appelée « soluble » contenant les plus petites particules résiduelles de maïs et les levures. les DDG sont riches en protéines, celles-ci présentes les même déficiences que celles du maïs. La fermentation et la présence de levures enrichissent le produit en oligo-éléments et en vitamines et améliorent la disponibilité du phosphore. Il n'existe aucune limite d'incorporation de DDG d'ordre nutritionnel, que ce soit chez les adultes ou chez les jeunes.

Chez la poule pondeuse cette matière exercera un effet favorable sur la qualité de l'œuf (unité Haugh de l'albumen). La teneur élevée en cellulose brute constitue le facteur limitant des drèches dans l'alimentation des volailles. (Larbier et Leclercq, 1992 ; Ngom, 2004).

La seconde industrie, l'amidonnerie est à l'origine d'un grand nombre de produits élaborés à usage alimentaire humain ou industriels (papeterie, cosmétologie, pharmacie, textiles...). Les co- produits destinés à l'alimentation animale sont surtout le tourteau de germes, le gluten et le corn gluten feed. L'huile peut éventuellement être utilisée selon la situation économique.

Le tourteau de germe à une faible teneur énergétique et le corn gluten feed à la même composition chimique que le maïs dépourvu d'amidon. (Larbier et Leclercq, 1992).

Le gluten le plus répandu est le gluten '60', c'est-à-dire renfermant 60% de protéines brutes (Leeson et Summers, 2005). C'est une matière première qui présente de nombreuses qualités, favorisant son emploi en aviculture. Il est à la fois riche en protéines et en énergie métabolisable. Le seul défaut du gluten est le profond déséquilibre de ses protéines en acides aminés : déficience en lysine et en tryptophane, excès de leucine. En revanche, les acides aminés soufrés y sont très abondants (Larbier et Leclercq, 1992 ; Ngom, 2004).

2-1-2-3-Les Sous-produits du Riz :

Les sous-produits du riz sont le résultat du décorticage et du nettoyage du riz brun, nécessaires à la production du riz blanc pour l'alimentation humaine. Les sous-produits du riz sont l'un des sous-produits les plus courants de céréales disponibles à l'industrie de l'alimentation, avec une production mondiale estimée à environ 45 millions de tonnes. Les sous-produits issus de la préparation du riz blanc, donne un produit appelé son de riz, qui lui-même est composé d'environ 30% en poids de polissage de riz et 70% de vrai son. Les polissages sont très riches en matières grasses et pauvres en fibres tandis que le vrai son est faible en gras et riche en fibres. Les proportions du polissage et du vrai son dans un produit mixte auront donc un effet important sur sa valeur nutritive (Leeson et Summers, 2005 ; Conceição Faria *et al.*, 2012).

En raison d'une forte teneur du son de riz en huile (6 à 10%), il est très sensible au rancissement oxydatif. Le son de riz devrait être stabilisé avec des produits tels que l'éthoxyquine (antioxydant). Le son de riz peut également être stabilisé par un traitement thermique. (Leeson et Summers, 2005 ; Conceição Faria *et al.*, 2012).

Lorsque des niveaux élevés de son de riz sont utilisés (40%), il en résulte souvent une dépression de la croissance et une réduction de l'efficacité alimentaire, probablement lié à la présence d'un inhibiteur de la trypsine et des niveaux élevés d'acide phytique. L'inhibiteur de la trypsine qui semble être d'une structure de faible poids moléculaire est détruit par la chaleur humide, bien que l'acide phytique soit stable à ce processus (Leeson et Summers, 2005).

2-2-Sources de protéines :

2-2-1-Les grains proteagineux et oleo-proteagineux :

2-2-1-1-Les grains protéagineux :

***La féverole**

La féverole est une légumineuse appartenant à la famille des Papilionacées. Sa graine, de forme grossièrement ovale, est constituée d'un tégument "la coque", et de cotylédons "l'amande". La proportion de coques varie de 12.5 à 14.7 % par rapport à la graine entière selon les cultivars (Kaysi et Melcion, 1992).

Vicia faba var. mineures (Féveroles), sont de petites graines (250-350g/1000 graines) utilisé principalement pour l'alimentation du bétail (Heuzé *et al.*, 2015).

La féverole est relativement riche en protéines (25 à 33% de MS) et en énergie (**Tableau 17**), ses protéines sont riches en lysine, mais assez pauvres en acides aminés soufrés et en tryptophane. L'amidon, très abondant (40 à 48% de MS), n'est pas parfaitement

digestible par les oiseaux à l'état cru ; sa digestibilité est alors de 85%. La féverole contient une teneur modérée en fibres (fibres brutes 7 à 11% de MS) (Larbier et Leclercq, 1992 ; Heuzé *et al.*, 2015).

Tableau 17: Valeur nutritive de la féverole (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2012).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				total	disponible	
89	25.7	8.2	0.14	0.54	0.20	2420

***Le pois (*Pisum sativum*):**

Le pois est une plante herbacée annuelle. Les graines peuvent être lisses ou ridées, vertes, blanches ou de couleur brune. La distinction entre les différents pois est faite par la couleur du tégument (translucide sans tanins et colorés avec des tanins) et la couleur des cotylédons. Néanmoins, les subdivisions essentielles sont également basées sur la forme de la graine (ronde ou ridée) et la couleur des fleurs (blanches ou colorées) (Nalle, 2009).

Le pois connu depuis l'antiquité, a été d'abord cultivé comme légume sec destiné à l'alimentation humaine. Très apprécié aussi comme légume frais (le petit pois est une graine cueillie avant maturité), il a connu un essor considérable à la suite du développement des industries de conserve et de surgélation. Parmi les milliers de variétés de pois existant, certaines ont été spécialement sélectionnées pour une utilisation en alimentation animale sur des critères de rendements de culture et de teneur élevée des graines en protéines, on parle alors de "pois protéagineux".

Les protéines du pois se classent en deux grandes familles selon les critères de solubilité : les globulines, solubles dans des tampons salins, et les albumines, solubles dans l'eau. Il existe aussi environ 10 à 15% de protéines insolubles (Perrot, 1995).

Tableau 18: Valeur nutritive du pois (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2015)

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				Total	Disponible	
91	22	6	0.17	0.32	0.13	2420

***Le lupin doux:**

Il est peu répondu, mais c'est une graine tout à fait utilisable pour l'alimentation des oiseaux. Elle est riche en protéines dont le profil des acides aminés est médiocre : déficient en lysine, méthionine et tryptophane. Sa teneur énergétique est moyenne du fait de l'absence de glucides assimilables et sa teneur en huile, assez variable selon les lots. (Larbier et Leclercq, 1992). L'utilisation de graines de lupin en tant que source de protéines dans l'alimentation des animaux monogastriques a été limitée en fonction de la teneur en alcaloïdes toxiques. Le développement de cultivars bas alcaloïdes de lupin a élargi l'utilisation potentielle de ses graines dans l'alimentation des volailles. (Olkowski *et al.*, 2001).

2-2-1-2-Les grains oléagineux :

***La graine de soja :**

Le soja est une légumineuse, oléagineuse et l'une des sources de protéines végétales les plus importantes et les plus efficaces du monde. Les États-Unis détiennent la plus grande part de la production de soja (32%), suivie par le Brésil (28%), l'Argentine (21%), la Chine (7%) et l'Inde (4%) (Nahashon et Kilonzo-Nthenge, 2011). Le soja présente une excellente source d'énergie et de protéines pour la volaille. Il contient environ 38% de protéines brutes, et autour 20% d'huile (Leeson et Summers, 2005). Il est à la fois riche en protéines très bien équilibrées (sauf en acides aminés soufrés) et riche en énergie du fait de la présence d'huile. Cette dernière fixe les limites d'incorporation qui sont plutôt d'ordre technologique que nutritionnel (Larbier et Leclercq, 1992). Comparable à la fabrication de la farine de soja, les graines de soja doivent être traitées à la chaleur d'une certaine façon à détruire les inhibiteurs de la trypsine et à améliorer la digestibilité globale de la protéine. Une alimentation à base de soja brut ou de soja mal traitées entraînera un faible taux de croissance ou une production et une taille d'œufs réduite (Leeson et Summers, 2005).

***La graine de colza :**

Sa teneur en protéines est moyenne (15 à 25%), mais sa valeur énergétique est très élevée du fait de la présence d'une quantité importante d'huile (près de 50% du produit sec) (Larbier et Leclercq, 1992 ; Beghoul, 2015).

Les graines de colza contiennent des substances antinutritionnelles, qui à forte doses entraînent des retards de croissance et des mortalités chez les poules pondeuses. Ces substances peuvent aussi donner le goût de poisson aux œufs ou à la viande. De ce fait le taux limité d'incorporation est d'environ 5% dans la ration (Gynieys, 2003).

2-2-2-Les tourteaux :

Les tourteaux sont des sous-produits de l'industrie des huiles alimentaires.

***Le tourteau de soja :**

Le tourteau de soja est la source de protéine numéro un utilisée dans les industries de volaille et d'élevage dans le monde entier (Stein, 2008). Il est devenu la norme, contre laquelle d'autres sources de protéines sont comparées (Tableau 19). Son profil d'acides aminés est excellent pour la plupart de type de volaille. (Leeson et Summers, 2005 ; Nahashon, et Kilonzo-Nthenge., 2013).

Tableau 19: Valeur nutritive du tourteau de soja . (Feedstuffs Ingredient Analysis, 2012).

Matière sèche (%)	Protéine brute (%)	Cellulose brute (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)		Energie métabolisable chez les volailles (Kcal/Kg)
				total	disponible	
90	44	7	0.25	0.60	0.20	2240

Les protéines de ce tourteau sont très digestibles. De plus, leur profil en acides aminés convient aux besoins des oiseaux en croissance et des femelles en ponte : richesse en lysine, tryptophane, isoleucine, valine, thréonine, équilibre correcte entre leucine d'une part et isoleucine et valine d'autre part. Il est cependant légèrement déficient en acides aminés soufrés (Larbier et Leclercq, 1992).

***Le tourteau de colza :**

Il est fabriqué en général à partir de graines entières, et renferme environ 36.80% de protéines brutes (Beghoul, 2015), avec un équilibre en acides aminés assez proche que celui du soja. Compte tenu de la forte teneur en polyosides insolubles et en tanins (provenant des téguments), l'énergie métabolisable est relativement faible et constitue un des problèmes de ce tourteau (Larbier et Leclercq, 1992).

Le tourteau de colza est exclu de l'alimentation des pondeuses. En effet, le tourteau de colza contient un composé, la sinapine, dont le métabolisme digestif communique un goût de poisson aux œufs (Beghoul, 2015).

***Le tourteau de tournesol :**

Il constitue une bonne source de protéines. Celles-ci sont déficientes en lysine mais en revanche très riches en acides aminés soufrés. Aucun facteur antinutritionnel ne vient limiter son usage. Seule sa valeur énergétique médiocre réduit son incorporation dans les aliments

destinés aux volailles de chair. Le développement du tourteau décortiqué permet de mieux valoriser ce sous- produit en aviculture (+200 kcal/kg et +4 points de protéines) (Larbier et Leclercq, 1992).

3-Qualité physique des aliments de volailles :

3-1-Effet de la forme physique des aliments sur les performances zootechniques chez les volailles :

La forme physique des aliments (pâtée, granulés et miettes) est un facteur crucial dans le rendement en viande des poulets de chair et dans la production d'œufs de poule. Les aliments représentent environ 65 à 70 % du coût total de la production de poulets de chair. De nombreux rapports ont été publiés au fil des années comparant les effets de la forme des aliments sur les performances des poules (Cerrate *et al.*, 2009), mais les informations disponibles sur les cailles sont rares.

La granulation consiste en l'application de chaleur et de vapeur à l'aliment à l'intérieur du conditionneur, ce qui conduit à une cuisson douce de l'aliment. La vapeur est appliquée pendant une courte période et à une température ne dépassant pas 80°C pour éviter l'inactivation des enzymes et des vitamines ajoutées à l'alimentation. Lorsqu'un aliment est granulé, une réduction de la taille des particules est nécessaire pour améliorer la qualité de l'aliment. Par conséquent, le procédé minimise les différences dans la taille initiale des particules des ingrédients. Après broyage, la charge passe dans une presse à granulés munie d'une filière de diamètre et d'épaisseur variable selon l'espèce cible. (Cerrate *et al.*, 2009),

Pendant le processus de granulation, l'aliment est chauffée à la vapeur pour ramollir les particules d'aliment, puis elle est pressée, provoquant une pression mécanique supplémentaire (Engberg *et al.*, 2002 ; Svihus *et al.*, 2004). Le broyage, la vapeur et la pression appliqués à la farine aident à agglomérer les particules de l'aliment avec une amélioration de la densité apparente et de la texture de l'aliment qui, à son tour, facilitera la prise alimentaire. De plus, les aliments granulés présentent l'avantage d'une meilleure homogénéité qui réduit la sélection naturelle des particules alimentaires par l'animal.

Wilson *et al.* (2001) ont étudié la relation entre la taille des miettes et les performances de croissance chez les poussins de chair et n'ont observé aucune différence de GMQ entre les miettes grossières (> 4 mm) et les miettes moyennes (1,5 à 4 mm), mais les miettes fines (< 1,5 mm) entraînent des GMQ inférieurs.

Serrano *et al.* (2012) ont rapporté que les poulets nourris avec des miettes ou des granulés âgés de 1 à 21 jours avaient un GMQ plus élevé que les poussins nourris avec de la farine. De plus, les poussins nourris avec des granulés avaient un meilleur IC que les poussins

nourris avec des miettes, et les deux étaient meilleurs que les poussins nourris avec de la farine. En revanche, Hamilton et Proudfoot (1995) ont constaté que le CMQ des poulets à 20 semaines d'âge était plus élevé pour les poulettes Leghorn recevant des régimes de farine que celles recevant des granulés ou des régimes émiettés. L'alimentation en granulés a augmenté le GMQ et réduit l'IC par rapport à l'alimentation en pâtée (Amerah *et al.*, 2007). ont observé que la meilleure conversion alimentaire était obtenue avec une alimentation à haut niveau d'énergie avec un profil protéique élevé sous forme d'aliment émietté.

Chez les poulets de chair, Serrano *et al.* (2013) ont indiqué que l'amélioration observée de l'IC avec la granulation était principalement due à une réduction du gaspillage d'aliments. Dozier *et al.* (2010) ont rapporté que les poulets nourris avec des régimes granulés grandissaient plus rapidement et consommaient moins d'aliments de 15 à 28 jours, de 15 à 42 jours et de 1 à 42 jours d'âge que les aliments en farine. L'amélioration des performances du poulet de chair due à la granulation se rapporte à moins de temps consacré à manger, ce qui se traduit par une réduction de l'énergie dépensée pour la préention des aliments (Moran *et al.*, 1989). Les avantages de l'alimentation avec des régimes granulés comprennent une meilleure capacité d'écoulement avec les systèmes d'alimentation mécaniques, une diminution du gaspillage d'aliments et un taux et une efficacité de croissance élevé (Serrano *et al.* 2012).

De 46 à 85 jours, Frikha *et al.* (2009) ont signalé que les poulettes étaient auparavant nourries avec des granulés, avaient un poids corporel plus élevé que les poulettes qui étaient nourries avec de la farine. Cependant, de 46 à 120 jours d'âge, aucune différence de performance productive n'a été observée entre les traitements. Gous et Morris (2001) ont constaté que les poulettes nourries avec des miettes de 1 à 4 semaines d'âge, puis des granulés de 5 à 20 semaines consommaient 2 % moins d'aliments, mais étaient 6 % plus lourdes que les poulettes nourries avec de la farine et amélioraient l'IC par rapport aux poulettes nourries avec de la farine. De plus, Frikha *et al.* (2009) ont observé que les poulettes nourries avec des granulés de 1 à 45 jours consommaient moins d'aliments et avaient un gain de PV plus élevé que celles nourries avec de la farine.

3-2-Effet de la forme des aliments sur les organes du tube digestif :

Le gésier (un type d'estomac mécanique) a des parois musculaires très fortes qui broient la nourriture. Selon le type d'aliment ingéré, le développement de la musculature du gésier est le plus important chez les volailles. Ainsi, l'efficacité de la conversion alimentaire des volailles est connue pour être fortement influencée par l'action du gésier (Svihus *et al.*, 2011). Une compréhension approfondie de l'action mécanique du gésier est essentielle pour

comprendre les stratégies d'optimisation de la recherche de nourriture chez les espèces aviaires ainsi que la formulation des aliments pour optimiser l'efficacité digestive.

Malgré la capacité du gésier aviaire à retenir délibérément ingéré (Svihus *et al.*, 2011) de grosses particules dures et non nutritives pendant de longues périodes (Serrano *et al.* 2012). Chez les poulets, le poids du gésier rapporté au poids corporel dépend à la fois de l'origine génétique des oiseaux (Peron *et al.*, 2006 ; Garcia *et al.*, 2007 ; Rougiere et Carre, 2010 ; Arroyo *et al.*, 2012) et des caractéristiques du régime alimentaire, les particules grossières étant un facteur stimulant pour le développement du gésier. De plus, l'action du gésier augmente les mouvements péristaltiques du GI et les reflux gastro-duodénaux, améliorant le mélange des nutriments contenus dans l'aliment avec les enzymes digestives (Wilson *et al.* 2001).

La composition du régime alimentaire et la forme des aliments affectent le développement du tractus gastro-intestinal (GIT) chez la volaille (Dozier *et al.* 2010) La forme du régime alimentaire peut également affecter le développement du gésier. Un gésier bien développé peut moduler la motilité intestinale de manière favorable (Ferket, 2000) et peut inhiber la croissance de bactéries pathogènes dans l'intestin grêle (Bjerrum *et al.*, 2005).

Jensen et Becker (1965) ont suggéré que le processus de granulation gélatinise dans une certaine mesure l'amidon. De plus, la granulation des aliments peut réduire considérablement leur taille de particules (Engberg *et al.*, 2002). La combinaison de la réduction de la taille des particules et de la gélatinisation de l'amidon peut exposer plus efficacement les particules d'aliments à la digestion enzymatique, ce qui peut expliquer l'AME améliorée et la protéine brute apparente. Matéos *et al.* (2002) et González-Alvarado *et al.* (2008) ont suggéré qu'un gésier plus fonctionnel pourrait entraîner plus de reflux et un meilleur mélange du digesta et des enzymes endogènes dans le GIT.

Par conséquent, un gésier bien développé pourrait augmenter la digestibilité des nutriments et aider à maintenir une population de microbiote saine dans le GIT (Jensen et Becker 1965) ont observé que l'alimentation en miettes ou en granulés réduisait le poids relatif (g/kg de poids corporel) du gésier par rapport à l'alimentation en pâtée. Nir *et al.* (1994) ont observé que le fait de donner des miettes ou des granulés aux poulets de chair réduisait le poids du gésier par rapport à l'alimentation en pâtée. Chez les poulettes, Frikha *et al.* (2009) ont observé que l'alimentation des poulettes avec des granulés réduisait la RW du gésier, du proventricule et du tube digestif à l'âge de 45 jours. De plus, la longueur relative (RL) de l'intestin grêle (SI), du jéjunum, de l'iléon et du cæcum était réduite à cet âge.

Cependant, à 120 jours d'âge, les seules différences observées concernaient le RW du gésier et du proventricule qui étaient plus lourds pour les poulettes préalablement nourries avec de la pâtée que pour celles nourries avec des granulés. Le pH du gésier à 120 jours d'âge n'a pas été affecté par le régime alimentaire. Frikha *et al.* (2009), le tube digestif et le gésier étaient plus lourds chez les poulettes nourries avec de la pâtée à l'âge de 45 jours que chez les poulettes nourries avec des granulés. De plus, l'intestin grêle et le cæcum étaient plus longs chez les poulettes nourries avec de la pâtée que chez celles nourries avec des granulés. Les informations disponibles comparant l'effet du changement de forme d'aliment sur les performances de production et le développement des traits du tube digestif (GIT) chez les poulets de chair sont abondantes mais rares chez les poulettes.

partie
expérimentale

Matériels et méthodes

1-Croissance pondérale et paramètres morphologiques:

1-1-Animaux et conditions expérimentales:

Cette étude a été réalisée au niveau de la Faculté des sciences et de la technologie de l'Université de Tissemsilt (Algérie). Au total, 30 cailleteaux de type *Coturnix japonica* âgés de 1 jour résultants après l'incubation des œufs au niveau de laboratoire (05) de département durant la période de 27/02 au 17/03/2022.

Après élimination des sujets morbides, les 30 cailleteaux ont été répartis en deux groupes de 15 sujets/groupe. Les cailleteaux ont été élevés dans des cages fabriqués en plaquettes du bois de 120 cm de longueur et 50 cm de largeur (figure 02). La température a été assurée par l'emplacement des lampes électriques de 75 watts et contrôlé à l'aide d'un thermomètre à distance (figure 03). La litière était en copeaux de bois et le toit des cages en grillage pour permettre l'aération des cages. Les températures moyennes ont été de 39°C durant la première semaine; 36°C durant la phase de croissance et 24°C durant la phase de finition.

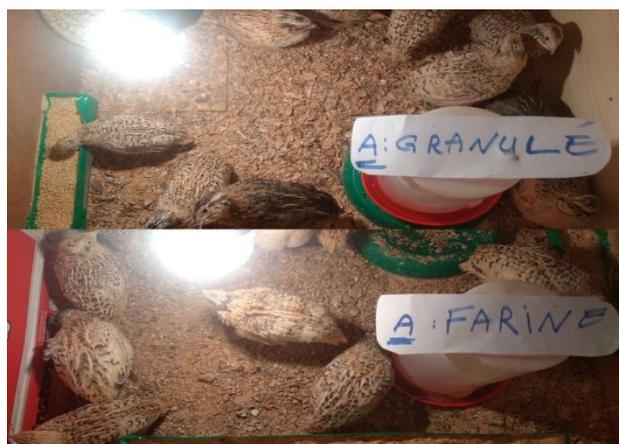


Figure 02: Les cages d'élevages (photo personnel)

Figure 03: Thermomètre à distance

1-2-Aliments expérimentaux :

Les aliments distribués étaient fabriqués dans l'unité de fabrication des aliments de bétails FAB GRAIN- Tiaret. La composition et les valeurs alimentaires montrées dans le **Tableau 20**. La formulation et l'estimation de la valeur alimentaire des aliments était faite à l'aide d'un logiciel de formulation **ALLIX**³ selon les recommandations alimentaires d'élevage des cailles apportées par (**NRC, 1998**). L'aliment démarrage était présenté sous forme de farine fine pour tous les animaux des deux groupes. Une partie de chaque aliment (croissance) était présenté sous forme de farine demi-gros (**AFC**), alors que l'autre partie était sous forme de petites miettes (**AMC**). La même chose a été faite pour l'aliment finition ou

une partie était présentée sous forme de farine grosse (**AFF**) et l'autre partie sous forme de miettes (**AMF**) (**Figure 04**).

La distribution des aliments et d'eau été à volonté durant toute la période expérimentale. Aucun traitement médicale (antistress, antibiotiques) n'a été appliqué tout durant toute la partie expérimentatale sauf que l'aliment démarrage et croissance contient d'un anticoccidien. Le cycle d'élevage a duré 6 semaines.

Tableau 20 : Composition et valeur nutritive des aliments expérimentaux

Ingrédients (%)	Aliments expérimentaux	
	Démarrage-croissance	Finition
Mais	50.75	53.95
Tourteaux de soja	38	32
Son de blé	8	10
Huile de soja	0	1
Carbonates de calcium	1.7	2.5
Phosphate mono calcique	0.5	0.5
CMV ¹	1	1
Capteur de mycotoxines	0.05	0.05
	Valeur nutritive	
Matière sèche	95	93
Protéines brutes	22.3	20.2
Énergie métabolisable (EM en Kcal)	3022	3045
Matière grasse	2.1	2.25
Amidon	33.9	35.8
Ca	0.84	1.14
P	0.57	0.54

¹Fourni par Group Soprovitame (Constantine, Algeria), (mg/kg): Mn: 4100; Zn: 7000 mg; Cu: 2000; I: 250; CO: 99; Fe: 4100; Niacin: 4000; Betaine: 10830; Choline: 35000; Vitamin K: 280; Vitamin B1: 140; Vitamin B2: 540; Vitamin B6: 280; Vitamin A: 1000000 UI/Kg; Vitamin D3: 150000UI/Kg; Vitamin E (α -tocopherol acetate): 5000 UI/kg. 200 ppm de sacox 0.5%.



Figure 04: Les aliments expérimentaux farine et miettes (photo personnel)

1-3-Dispositif des animaux :

Dans les premiers 8 jrs d'expérimentation (phase de démarrage), tous les animaux des deux groupes reçoivent l'aliment démarrage présenté sous forme de farine fine parce que les cailloteaux d'un jour ne peuvent pas consommer un aliment sous forme de farine grosse ou de miettes. Dans la période de 7 à 21 jrs (phase de croissance) le premier groupe **F** reçoit l'aliment sous forme de farine demie grosse (**AFC**) et le groupe **G** reçoit l'aliment sous forme de petites miettes (**AMC**). Dans la phase de finition (de 21 à 42 jrs d'âge) le groupe **F** reçoit un aliment sous forme de farine grosse (**AFF**) alors que le groupe **G** reçoit l'aliment sous forme des miettes (**AMF**).

2-Paramètres mesurés:

2-1-Paramètres de granulométrie et taille des particules des aliments expérimentaux :

Pour la vérification de la taille des particules des aliments présentés sous forme de farine, un teste de granulométrie a été fait. Les différents types des aliments (démarrage farine fine, croissance farine demi grosse) ont été passé dans une tamiseuse de 6 tamis de différents diamètres de 1 mm à 4 mm (**Figure 05**). Une quantité de 1 kg de chaque aliment était pesé et passé dans une tamiseuse pendant 4 mn de temps. Après tamisage, le contenu de chaque tamis était pesé dans une balance (Marque **KERN**) de 0.1 g de précision (**Figure 06**) et enregistré pour déterminer la granulométrie de chaque aliment (**Tableau21**).

Tableau 21: Granulométrie des aliments expérimentaux.

Type d'aliment	Diamètre de particule (mm)						
	<1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4
	%						
Démarrage farine fine	48,1	25,5	14,4	5,5	4,6	0,17	0,6
Croissance, finition farine grosse	17,5	22,7	15	16,2	18,6	6,3	3,7



Figure 05: Tamiseuse (photo personnel).



Figure 06: Balance (KERN) (photo personnel).

2-2- Paramètre d'incubation :

145 œufs de cailles provenant d'un éleveur de caille de la daïra de Khmiss Meliana ont été placés dans une couveuse de type RIVER – Italie. Au cours du période d'incubation on contrôle la température qui doit être 37.7 °C et l'hygrométrie de 50 à 80 (figure 07).

Le mirage des œufs a été réalisé le 10^{ème} jour d'incubation pour l'élimination des œufs claires (non fécondés) (figure 08). Après 18 jrs d'incubation ça commence l'éclosion des cailleteaux pendant 3 jours, les sujets male formés et morbides ont été éliminés ainsi que les œufs non éclosés. Les sujets vivants, les sujets morbides, les sujets morts et les œufs non éclosés ont été enregistré pour calculé le taux d'éclosion, la mortalité et la fertilité.



Figure 07: couveuse de type RIVER-Italie



Figure 08: Mirage des œufs (photo personnel)

2-3-Paramètres de croissance et morphologies :

Les cailleteaux de chaque groupe ont été pesés à la fin de chaque semaine d'élevage. Le taux de mortalité, la morbidité, la consommation alimentaire (CMQ), le gain de poids quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) ont été déterminés.

A l'âge de 6 semaines, le poids vif et certaines mensurations corporelles, longueur du corps (LC, cm), largeur thoracique (LT, cm), longueur des pattes (LP, cm) et longueur du bec (LB, cm) ont été effectuées sur 12 oiseaux (6 sujets/ groupe).(figure 09).



Figure 09: Mesure de poids des cailles (photo personnel).

2-4-Paramètres d'abatage et rendement en carcasse :

A la fin de la période expérimentale, 6 oiseaux de chaque groupe (**F** et **M**) ont été abattus à l'âge de 45 jrs. Chaque oiseau a été pesé puis abattus. Après la saignée, les pattes ont été enlevées de la carcasse par désarticulation du tarse et la tête aussi. Les carcasses sont déplumées avant d'être éviscérées. Les carcasses vides (Prêtes à Cuire ou PAC) sont pesées, de même que les abats comestibles (foie et gésier) (en utilisant une balance analytique de Précision : 0.0001) (Marque : KERN), Les mesures enregistrées sont les suivants :

- ✓ Le poids vif de l'animal.
- ✓ Le poids de l'animale après abattage.
- ✓ Le poids de carcasse plein déplumé.
- ✓ Le poids des plumes plus pattes et la tête.
- ✓ Le poids de tube digestif total.
- ✓ Le poids du foie.
- ✓ Le poids de gésier.
- ✓ Le poids de carcasse vide chaude.
- ✓ Le poids de carcasse froids (carcasse commerciale).



Figure 10: Mesure de paramètres d'abatage (photo personnel).

Les rendements en carcasse et les proportions des abats comestibles ont été calculées en pourcentage par rapport au poids vif avant l'abattage de la caille (Djitie Kouatcho *et al.*, 2015) :

- Rendement en carcasse PAC (%) = (Poids de carcasse PAC/ Poids vif d'oiseau avant abattage) * 100.
- Rendement en carcasse chaude (%) = (Poids de carcasse chaude / Poids vif d'oiseau avant abattage) * 100.
- Proportion de l'organe = (Poids de l'organe/ Poids vif d'oiseau avant abattage) * 100.

3-Analyses statistiques :

L'étude statistique des résultats obtenus a été faite par le logiciel SPSS. Dont, les variables étudiés sont les poids moyens et les gains de poids moyens hebdomadaires, les indices de consommation, les consommations d'aliments, les paramètres morphologiques et les paramètres digestifs. Tous ces paramètres ont été soumis à des analyses statistiques pour tester la significativité de la différence obtenue entre les différents lots durant la comparaison des moyennes. Durant le traitement des données, les animaux présentent des effets fixes alors que le seule facteur de différence entre les groupes c'est le type d'aliment.

résultats et discussions

1-Paramètres d'incubation :

Le poids moyen des œufs incubés a été de 11,3g, il est donc tout à fait conformes aux valeurs recommandées (ITELV ;2014). Ce poids est cependant inférieur à ceux obtenues par Moula *et al.* (2014) 12,3g. D'autre part, le taux d'éclosion obtenus a été 32,7% qui est inférieur à celui qui a obtenu par Ayache (2001) qui a enregistré des valeur d'éclosion de 65% en moyenne. Cependant, le taux de fertilité 58.7% est inférieur à celui rapporté par Andrea, (1974) (81,4%). Aussi on a enregistré un taux de mortalité embryonnaire élevé 26% en comparaison avec les résultats de Berrama *et al.* (2011) qui ont rapporté un taux de mortalité embryonnaire entre 11 et 19%. Globalement, les performances enregistrées ne sont pas bonne on tient compte que les œufs ont été achetés. En effet, la durée de stockage des œufs, relativement longue, pouvant avoir un effet dépressif sur les constituants de l'œuf et, par conséquent, sur les autres paramètres d'intérêt économique, viabilité, pouvoir d'éclosion et croissance pondérale, en particulier. Selon Roriz *et al.* (2016), une durée de conservation de 5 jours au maximum est fortement recommandée pour maintenir une bonne qualité de l'œuf à incuber. Ainsi que les conditions d'incubation telle que la stabilité de la température et l'humidité dans la couveuse sont indispensables, alors que dans nos conditions les coupures fréquentes d'électricité ont influés négativement sur les paramètres d'incubation.

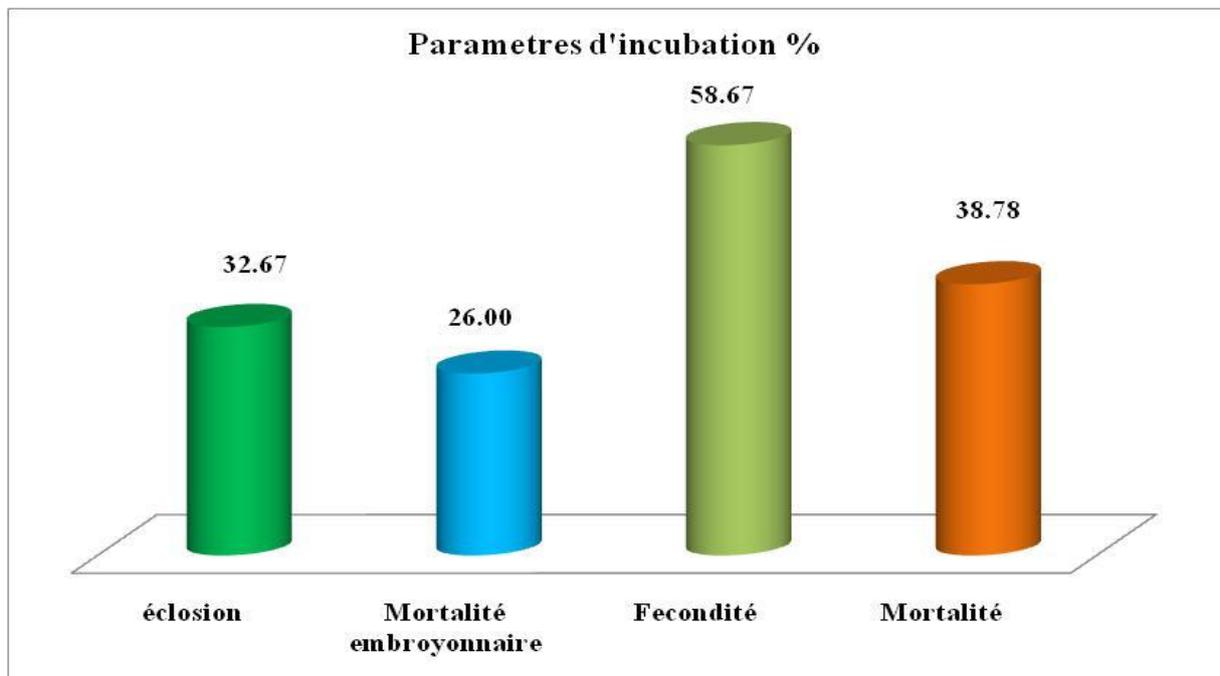


Figure 11 : Paramètres d'incubation des œufs de cailles (après 18 jrs)

2-Paramètres de Croissance de *Coturnix japonica* :

2-1- Evolution du poids vif et le GMQ :

Les effets de type d'aliment sur l'évolution du poids vif et le GMQ des cailles pendant toute la période d'essai sont montrés dans le **Tableau 22**.

Tableau 22 : Effet de type d'aliment sur le poids vif et le gain de poids pendant la période d'essai (0 à 42jrs d'âge).

	Aliment farine	Aliment miettes	Erreur standard F	Erreur standard M	P value
¹ N	15	15			
<u>0 à 7 jrs d'âge</u>					
Poids vif	12.97	13.05	0.18	0.13	0.11
GMQ g/sujet/j	0.74	0.74	0.03	0.02	0.87
<u>7 à 21 jrs d'âge</u>					
Poids vif	57.7	58.9	2.34	2.35	1.63
GMQ g/sujet/j	3.19	3.27	0.17	0.17	0.73
<u>21 à 42 jrs d'âge</u>					
Poids vif	163.6	175	9.23	3.78	0.26
GMQ g/sujet/j	5.05	5.53	0.43	0.13	0.29
<u>0 à 42 jrs d'âge</u>					
Poids vif	163.6	175	9.23	3.78	0.26
GMQ g/sujet/j	3.71	3.98	0.22	0.09	0.27

¹N : le nombre d'animaux qui ont finis l'expérimentation

Le mode de présentation d'aliment quelque soit sous forme de farine ou de miettes n'a pas affecté significativement le poids vif des animaux dans les deux phases d'expérimentation (croissance et finition) ($P > 0,05$). Les poids moyens des animaux à la fin de l'expérimentation soit 163.6g et 175 g pour les deux lots **F** et **M** respectivement. Ces résultats rapprochent à celles obtenus par Nasrollah (2009) qui rapporte un poids vif de 177,5 g à l'âge de 42 jrs en utilisant un aliment granulé. Par contre nos résultats de poids sont inférieurs à celles enregistrés par Alasahan et Copur (2016) qui ont trouvés des poids de 242,1 et 284,9 g à l'âge de 5 et 6 semaines respectivement. Cette variabilité du poids pourrait s'expliquer par la souche de caille utilisée car certaines lignées sont orientées vers une précocité dans la production de viande (Alkan *et al* 2010).

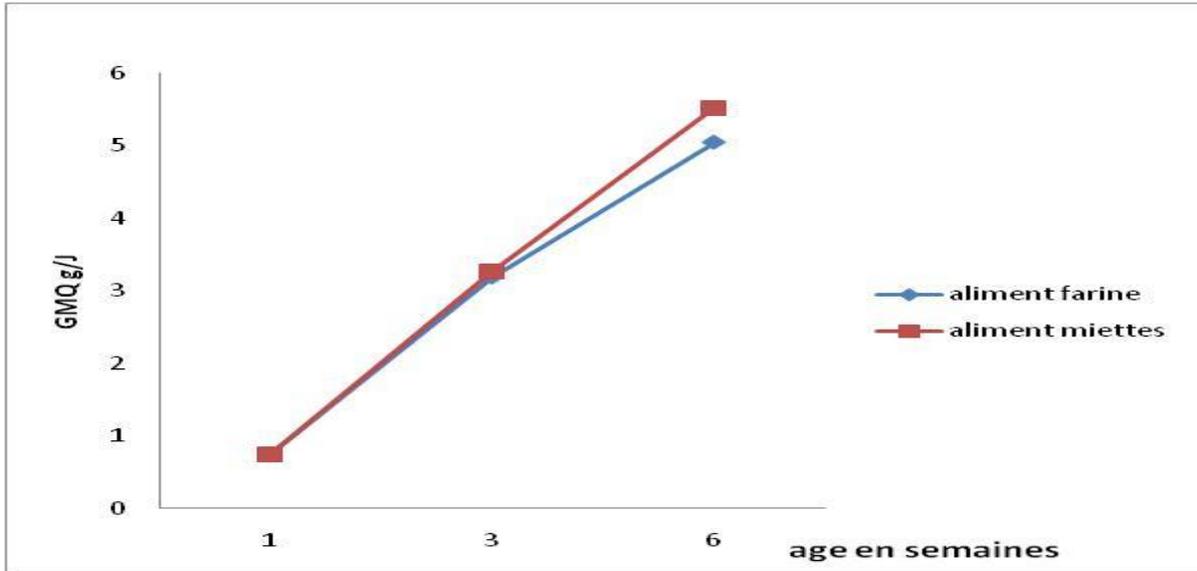


Figure 12 : Evolution du gain moyen de poids hebdomadaire des cailles en fonction de type d'aliment.

La même chose pour le poids vif, une différence non significative ($P = 0,27$) a été observée pour le paramètre GMQ entre les deux lots. Les GMQ de lot F (3,19 et 5.05 g/j) rassemblent aux GMQ de lot M (3,27 et 5.53 g/j) pour les deux phases expérimentales croissance et finition respectivement. Dans l'ensemble et indépendamment de type d'aliment distribué le GMQ est augmenté avec un taux environ de 80 % (de 0.74g/j dans la phase de démarrage à 5,53g/j dans la phase de finition), indiquant une croissance extrêmement rapide au cours de la période globale d'essai. Le même constat a été fait par Özbey *et al.* (2006). Dauda *et al.* (2014) ont cependant observé une vitesse de croissance plus élevée entre la 4ème et la 5ème semaine d'âge.

2-2-Indice de consommation:

Aucune différence n'a été enregistrée pour l'indice de consommation entre les deux lots dans la phase de démarrage ($P= 0.15$) avec des valeurs de 3.72 et 3.62 pour les lots **F** et **M** respectivement. Autrement, l'indice de consommation a été significativement affecté par le type d'aliment distribué dans la phase de finition ($P =0.006$). En effet, dans la phase de finition (de 21 à 42 j d'âge) une meilleure valeur d'IC a été enregistrée pour les animaux qui reçoivent l'aliment présenté sous forme de miettes (IC = 2.65) en comparaison avec les animaux qui reçoivent l'aliment présenté sous forme de farine (IC = 3.36). (**figure13**).

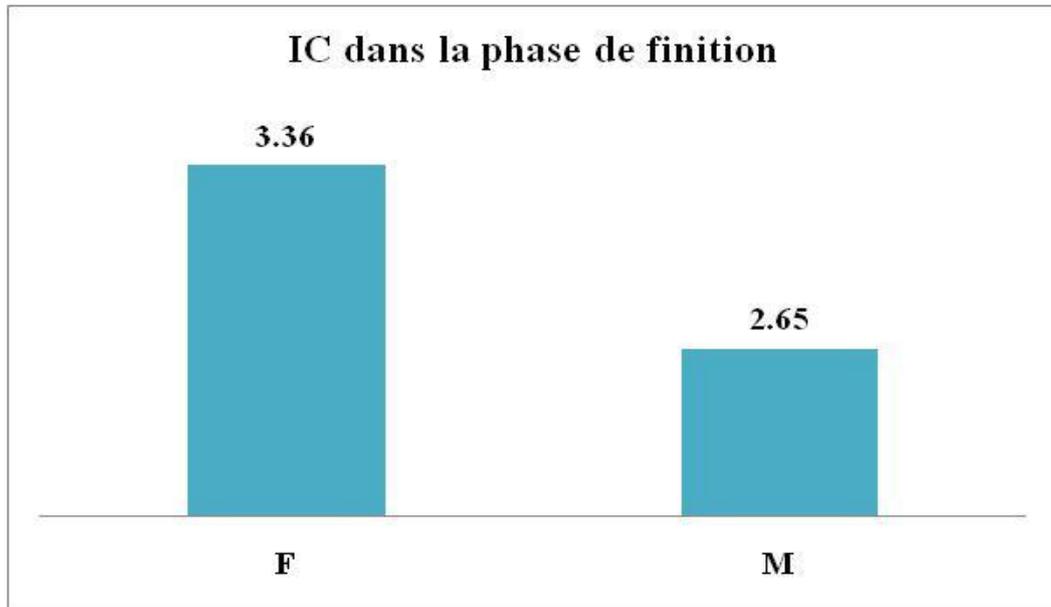


Figure 13: Indice de consommation des deux lots en phase de finition (de 21 à 42 j d'âge).

De même, l'utilisation de l'aliment en forme de miettes donne des meilleures valeurs d'IC que l'utilisation de l'aliment en forme de farine dans la période globale d'expérimentation avec une différence significative ($P= 0.01$). Ceci traduit chez la caille, une mauvaise conversion des aliments présentés sous forme de farine qui agiraient en déprimant l'assimilation des nutriments chez ces animaux. (figure14).

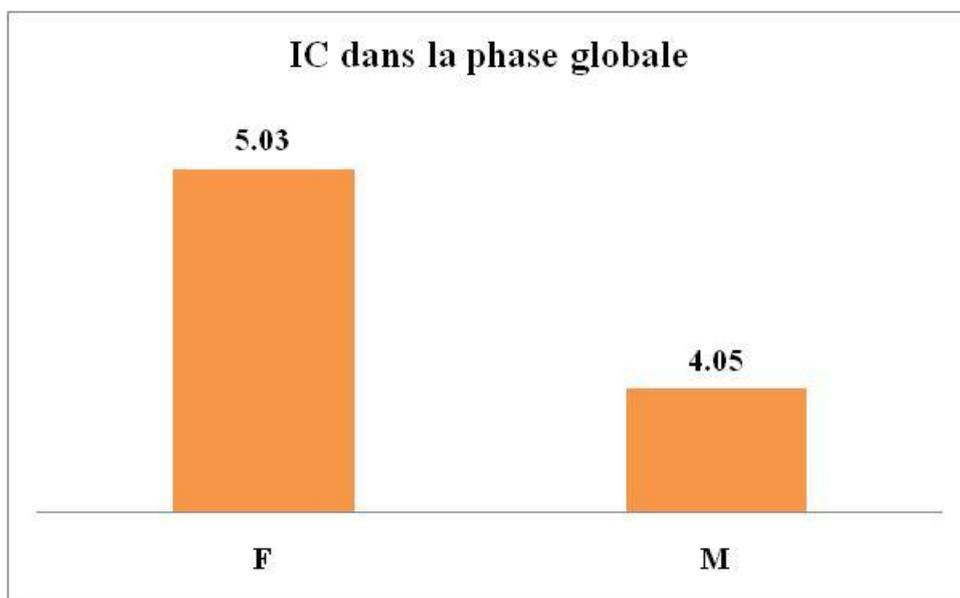


Figure 14 : Indice de consommation des deux lots en phase globale (de 21 à 42 j d'âge).

Les indices de consommation moyens notés dans le cadre de ces travaux sont inférieurs à ceux trouvés à 6 semaines par Berrama *et al.* (2011) qui ont observé chez le cailleteau, une efficacité alimentaire excessivement faible (IC=9,6). D'autre part, nos résultats sont rassemblés à celles des travaux de Djouvinov et Mihailov (2005) situent les performances des indices de consommation allant de 3,49 à 4,17. Ceci se justifie par le fait que cet essai s'est essentiellement déroulé en phase de finition.

2-3-La consommation d'aliment :

Les résultats de la consommation d'aliment et le CMQ par phase d'expérimentation sont illustrés dans le **tableau 23**. Durant la période de démarrage ou tous les animaux des deux groupes sont alimentés avec le même type d'aliment (aliment farine) aucun effet significatif n'a été enregistré sur la consommation totale et le CMQ. La quantité individuelle ingérée quotidienne d'aliment des lots **F** et **M** (6,78 et 6,77 g/sujet/ j) respectivement. Par contre, des différences significatives ($P < 0.001$) pour la quantité d'aliment totale ingérée dans la phase de croissance (209.8 g vs 195.6 g) et dans la phase de finition (520g vs 460g) pour les deux lots **F** et **M** respectivement. Ces résultats montrent que la granulation d'aliment ou la présentation sous forme de miettes diminue la quantité ingérée par l'animale en comparaison avec un aliment sous forme de farine. L'effet de l'alimentation avec des miettes en aviculture est étudiée en détail par (Cerrate *et al.*, 2008, 2009; Serrano *et al.*, 2012, 2013) qui confirment que la présentation d'aliment sous forme de granulé ou en miettes diminue la consommation moyenne quotidienne de l'animale. Cependant, l'augmentation de la consommation d'aliment par le lot **F** peut être justifiée soit par le gaspillage de l'aliment lors de la préhension de l'aliment par les animaux soit par ce que les oiseaux consomment plus pour satisfaire leurs besoins énergétiques (Devlin 1992 ; Sankande 1993).

-Taux de mortalité :

La mortalité a été de 0% durant les 06 semaines d'expérimentation. D'autre part Ouaffai *et al.*, (2018) ont enregistré un taux de mortalité de 2.2% dans la période de croissance. Cependant, Amiar, (2017) a trouvé un taux de mortalité moyenne de 0.52%. Le taux de mortalité enregistré dans notre expérimentation (0 %) peut être expliqué par la faible densité des cailleteaux par cage (15 sujets/ cage) alors que les cages ont la capacité de contenir jusqu'à 30 sujets.

Tableau 23 : Effet de type d'aliment sur la consommation d'aliment pendant la période d'essai (0 à 42jrs d'âge).

	Aliment farine	Aliment miettes	Erreur standard F	Erreur standard M	P value
N ¹	15	15			
<u>0 à 7 jrs d'âge</u>					
Consommation d'aliment(g)	48.2	47.4	0.74	0.65	0.43
CMQ g/sujet/j	6.78	6.77	0.10	0.92	0.42
<u>7 à 21 jrs d'âge</u>					
Consommation d'aliment(g)	209.8 ^a	195.6 ^b	1.25	1.29	<0.001
CMQ g/sujet/j	14.9 ^a	13.9 ^b	0.08	0.09	<0.001
<u>21 à 42 jrs d'âge</u>					
Consommation d'aliment(g)	520 ^a	460 ^b	1.80	1.66	<0.001
CMQ g/sujet/j	18.5 ^a	16.7 ^b	0.03	0.05	<0.001
<u>0 à 42 jrs d'âge</u>					
Consommation d'aliment(g)	520 ^a	460 ^b	1.8	1.66	<0.001
CMQ g/sujet/j	24.7 ^a	21.9 ^b	0.08	0.07	<0.001

¹N : 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)

3- Caractéristiques de la carcasse et proportion des parties et organes par rapport au poids vif des cailles à 45 jrs d'âge :

Les caractéristiques de la carcasse et des proportions des parties par rapport au poids vif sont résumées dans le **tableau 24**.

Le type d'aliment distribué n'a induit aucun effet significatif sur les différents poids de carcasse après l'abattage. Tandis que, les poids de tube digestif, gésier et le foie ont été significativement différents entre les deux groupes **F** et **M**. En effet, les proportions de tube digestif, gésier et le foie sont supérieures pour les cailles du lot **F** que les cailles de lot **M**. Nos résultats sont en accord avec ce qui a été dit par Ramzi (2013) qui a trouvé que la distribution d'un aliment sous forme de miettes pour les poulettes de 2 à 3 semaines d'âge diminue le poids des organes digestives (tube digestif, gésier et foie). Cependant, Nir *et al.* (1994) ont observé que l'alimentation des poulets de chair avec des miettes ou des granulés réduisait le poids relatif du gésier par rapport à l'alimentation en farine. D'autre part, le rendement en carcasse commerciale obtenue par les animaux du lot **M** est meilleur que celle obtenue par les

animaux du lot **F**. Les rendements obtenus dans le cadre de cet essai sont comparables à ceux trouvés avec la caille japonaise à 42 jours par Bonos *et al* (2010). Ces variations de rendements entre les deux groupes justifient l'effet bénéfique d'un aliment présenté sous forme de miettes ou granulé pour la caille.

Tableau 24: Les caractéristiques de la carcasse et des proportions des parties par rapport au poids vif

	Aliment farine	Aliment miettes	Erreur standard F	Erreur standard M	P value
N	15	15			
% carcasse commerciale	68,44	73,018	0,284	2,079	0,054
% gésier	2,983	1,955	0,125	0,245	0,003
% foie	3,046	2,025	0,122	0,246	0,004
poids de foie	5,383	3,783	0,27	0,601	0,035
poids de tube digestif	22,333	17,583	0,743	1,421	0,014
poids de gésier	5,27	3,65	0,263	0,616	0,036

4-Paramètres morphologique des animaux :

Dans cette étude, le dimorphisme sexuel chez *Coturnix japonica* a été constaté à partir de la 3^{ème} semaine d'âge; la femelle présentait une poitrine claire tachetée tandis que le mâle était reconnu par un cercle noir dans le cou sans taches, mais aussi par son comportement agressif.

Les données sur les paramètres de mensuration des oiseaux à 6 semaines d'âge sont présentées dans le **Tableau 25**. Aucun effet de type d'aliment n'est observé sur les paramètres morphologiques (logueur du corps, largeur thoracique et longueur des pattes) des cailles des deux groupes **F** et **M**. Les valeurs obtenues dans notre étude sont approximativement similaires à celles trouvées par Gambo *et al.* (2014) mais inférieures à celles rapportées par Olawumi (2015).

Tableau 25 : Mensuration des paramètres morphologiques.

	Aliment farine	Aliment miettes	Erreur standard F	Erreur standard M	P value
N	15	15			
longueur du corps (LC)	21,333	21	0,614	0,258	0,627
largeur thoracique (LT)	8,3	7,966	0,077	0,033	0,2
Longueur des pattes(LP)	5,983	6,183	0,174	0,2	0,046
longueur du bec (LB)	1,45	1,35	0,034	0,034	0,7

Conclusion

Conclusion :

Au terme de cette étude portant sur l'effet du mode de présentation de l'aliment sous forme de farine ou de miettes sur les paramètres de croissance et de la carcasse, chez la caille japonaise, les conclusions suivantes ont été tirées:

- Le taux d'éclosion et moyennement faible de 37.67%.
- Le mode de présentation d'aliment n'a aucun effet sur l'évolution de poids vif des animaux dans toute la période d'élevage, alors que tous les animaux ont atteint un poids vif similaire à celle des normes. Néanmoins, aucun effet sur les paramètres de morphologie n'a été trouvé.
- La présentation de l'aliment pour la caille sous forme de miettes peut aider à gérer la consommation quotidienne d'aliment en diminuant la quantité ingère par les animaux, et par conséquent d'éviter le gaspillage et améliore l'efficacité alimentaire.
- L'alimentation des cailles avec un aliment sous forme de miettes améliore les rendements en carcasse des animaux après l'abattage en diminuant les proportions des différents organes et parties du tube digestif par rapport au poids vif.
- Les proportions de tube digestif, gésier et le foie sont supérieures pour les cailles du lot **F** que les cailles de lot **M**.

Perspectives:

- ✓ Augmentation du nombre d'animaux utilisé avec plus de répétitions pour justifier les résultats.
- ✓ Ce genre d'expérience doit se répéter dans des conditions meilleures à celles constatées au cours de notre travail pour minimiser les facteurs limitant l'expression génétique des paramètres étudiés.
- ✓ Des études plus spécifiques consistant à vérifier l'influence d'autres facteurs que l'alimentation telle que le sexe sur les performances de la caille japonaise seront nécessaires.
- ✓ Il sera très important d'effectuer des analyses portant sur un nombre plus importants de paramètres (nutritionnel, organoleptique, biochimiques, hématologiques et histologiques).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Alamargot J., 2003.** Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire. Edition du Point Vétérinaire 25 rue Bourgelat 94700 Maison Alfort : 15-31.
2. **Alasahan S., et Copur A.G., 2016.** 'Hatching Characteristics and Growth Performance of Eggs with Different Egg Shapes', *Brazilian Journal of Poultry Science*. vol 18, no 1, pp. 001-008, <http://dx.doi.org/10.1590/1516-635x1801001-008>.
3. **Alkan S., Karabağ K., Galiç A., Karsli T., and Balcioğlu M.S., 2010.** Determination of Body Weight and Some Carcass Traits in Japanese Quails of Different Lines *KafkasUniv Vet FakDerg* 16 (2): 277-280.
4. **Amerah, A.M., Ravindran V., Lentle R.G., et Thomas D.G., 2007.** Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poult. Sci.* 86:2615-2623.
5. **Amiar Wafaa Hadjer, 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.
6. **Andréa B., 1974.** L'élevage de la caille domestique. La maison rustique.
7. **Anonyme., 2010.** Dossier spécial : Les cailles In *La voix du Paysan* (Mensuel d'information, de formation et de débat sur le monde rural Cameroon).
8. **Armenta Osorio L.E., 1996.** Manual para la produccion de Codorniz. Escuela de agronomia. Universidad Popular Automona Del Estado De Puebla : 38-41.
9. **Arroyo J., Auvergne A., Dubois J.P., Lavigne F., Bijja M., et Fortun-Lamothe L., 2012.** Influence of feeding sorghum on the growth, gizzard development and carcass traits of growing geese. *Animal* 6, 1583e1589.
10. **Askew G.N., et Marsh R.L., 2001 .**The mechanical power output of the pectoralis muscle of blue-breasted quail (*Coturnix chinensis*): the in vivo length cycle and its implications for muscle performance. *The Journal of Experimental Biology* 204: 3587–3600.
11. **Ayache H, 2001.** Les caractéristiques des paramètres zootechniques des caille japonaise. (*coturnix japonica*) CCZ. Pp 50-63.
12. **Beghoul S., 2015 .**Effet de l'utilisation des céréales et des protéagineux autres que le maïs et le soja dans l'alimentation du poulet de chair. Thèse (Doctorat és Sciences), soutenue le 18 Mars : 2015. Institut des sciences vétérinaire université : Constantine 1.
13. **Berges G., 1988.** Elevage de la caille. L'aviculture française. Informatique technique des services vétérinaire, Ministère de l'agriculture, Paris.

14. **Berrama Z., Mefti H., Kaidi R., et Souames S., 2011.** ‘Caractérisation zootechnique et paramètres génétiques des performances de croissance de la caille Japonaise *Coturnix japonica* élevée en Algérie’, *Livestock Research for Rural Development*, vol, 23, no 1.
15. **Bjerrum L., Engberg R.M., Leser T.D., Jensen B.B., Finster K., et Pedersen K., 2005.** Microbial Community Composition of the Ileum and Cecum of Broiler Chickens as Revealed by Molecular and Culture-Based Techniques. *Poultry Science*. 85: 1151-1164.
16. **Blum A., 1984.** Alimentation des monogastriques.
17. **Boni I., Nurul H., et Noryati I., 2010.** Comparison of meat quality characteristics between young and spent quails. *International Food Research Journal* 17: 661-666.
18. **Bonos E.M., Christaki E.V., Florou-Paneri P.C., 2010.** Effect of dietary supplementation of mannan oligosaccharides and acidifier calcium propionate on the performance and carcass quality of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science* 9, 264-272.
19. **Boukhelifa A., 2000.** Cour d’aviciculture.
20. **Bourdon D., Fevrier C., Leclerq B., Lessire M., et Perez J.M., 1989.** Les matières premières troisième partie In Alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapin, volailles. 2^o édition. Institut National de Recherche Agronomique (INRA) Paris : 150-162.
21. **Bruygere Picou et Silim A., 1992.** Manuel de pathologie aviaire. Chair et de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour.
22. **Cerrate S., Wang Z., Coto C., Yan F., and Waldroup P.W., 2008.** Effect of pellet diameter in broiler prestarter diets on subsequent performance. *Int. J. Poult. Sci.* 7:1138-1146.
23. **Cerrate S., Wang Z., Coto C., Yan F., et Waldroup P.W., 2009.** Effect of pellet diameter in broiler starter diets on subsequent performance. *J. Appl. Poult. Res.* 18:590-597.
24. **Cano F.G., 2012.** Interactive avian anatomy: functional and clinical aspects Área de anatomía veterinaria departamento de anatomía y anatomía patológica comparadas campus . Universidad de Murcia: 16 pages.
25. **Conceição F., Bassinello P.Z., et Camargo Penteadó M.V., 2012.** Nutritional composition of rice bran submitted to different stabilization procedures. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 48, n. 4. 651-652.

26. **Dahloum L., 2017.** ‘Caractérisation phénotypique de la poule locale (*Gallus gallus*) dans le Nord-Ouest algérien. Gènes majeurs et thermotolérance’, *Thèse de Doctorat en sciences, Université de Mostaganem, Algérie*, p 140.
27. **Dauda G., Momoh O.M., Dim N.I., et Ogah D.M., 2014.** ‘Growth, production and reproductive performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in humid environment’, *Egyptian Poultry Science*, vol. 34, no II, pp. 381-395.
28. **Delville Y., Sullon J., Hendrick J.C., et Balthazart J., 1984.** Effect of the presence of female on pituitary-testicular activity in male Japanese quail. *Gencomp endocrinol* n°55 pp295-392.
29. **Devlin T.M., 1992.** Textbook of Biochemistry. Ed. *Wiley-Liss*, New York.
30. **Djiti Kouatcho F., Ngoula F., Kana J.R., Tadondjou T.C.D., and Tegua A., 2014.** Effect of dietary crude protein level on growth parameters and carcass characteristics of quail (*Coturnix*) at starter stage in Western Highland of Cameroon. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary. Volume 1 issue 25 (September 2014). P 501-514.*
31. **Djouvinov D., and Mihailov R., 2005.** ‘Effect of low protein level on performance of growing and laying Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*)’, *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, vol 8, no 2, pp. 91- 98.
32. **Dozier W.A., Bramwell K., Hatkin J., Dunkley C., 2010.** Bobwhite quail production and management guide.
33. **Dusart L., 2015.** Quelques rappels sur les mécanismes physiologiques .Alimentation des volailles en agriculture biologique. chapitre 2 In Cahier de volaille: 8-9.
34. **Engberg R.M., Hedemann M.S., Steinfeldt S., et Jensen B.B., 2002.** Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poult. Sci.* 83:925–938.
35. **Facolade P.O., 2015.** Effect of age on physico-chemical, cholesterol and proximate composition of chicken and quail meat. *Academic Journals. African Journal of Food Science* 9(4),pp.182-186.
36. **FAO, 2009.** ‘Comment nourrir le monde en 2050’, Forum d’experts de haut niveau, Rome, 12 et 13 octobre, p. 2.
37. **Feedstuffs Ingredient Analysis Table., 2012** .Edition prepared by Amy Batal, Nick Dale and Mike Persia; 1Huvepharma LLC, 2 University of Georgia, Athens, Ga.; 3Iowa State University, Ames, Iowa.

38. **Feedstuffs Ingredient Analysis Table. 2015.** Edition prepared by Amy Batal and Nick Dale
1 Huvepharma Inc 2 University of Georgia, Athens, Ga.
39. **Frikha M., Safaa H.M., Serrano M.P., Arbe X., et Mateos G.G., 2009.** Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract of brown-egg laying pullets. *Poult. Sci.* 88, 994–1002.
40. **Gambo D., Momoh O.M., Dim N.I., et Kosshak A.S., 2014.** ‘Body parameters and prediction of body weight from linear body measurements in Coturnix quail’. *Livestock Research for Rural Development. Vol 26, Article #110.* Retrieved October 18, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd26/6/daud26110.html>
41. **García V., Gomez J., Mignon-Grasteau S., Sellier N., et Carré B., 2007.** Effects of xylanase and antibiotic supplementations on the nutritional utilisation of a wheat diet in growing chicks from genetic D+ and D- lines selected for divergent digestion efficiency. *Animal*, 1, 1435-1442.
42. **Gerkan M., and Mills A.D., 1993.** *Welfare of domestic quail. In : Savory C.I and Hungnes B.O, eds. Proceeding on the European symposium on poultry welfare pp158-176.*
43. **González-Alvarado J.M., Jimenez-Moreno E., González-Sanchez D., et Lazaro R., 2010.** Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 162(1-2), 37-46.
44. **Gous R.M., and Morris T.R., 2001.** “The Influence of Pelleted Feed on the Response of Growing Pullets to Photoperiods of Less than Ten Hours.” *British Poultry Science* 42: 203–206.
45. **Guegan Y 1986 :** L'élevage de la caille chair (bâtiments et équipement).
46. **Guérin J.L., 2012.** *Maladies des volailles.* 3e édition. GFA Ed. Groupe France Agricole rue Ginoux, 75015 Paris: 591 pages.
47. **Gutierrez R. J., 1993.** Taxonomy and biogeography of new world quail In K.E. chuch and T.V. daily. eds. quail III: national quail symposium. Kansas Department of Wildlife and Parks (Pratt):8-15.
48. **Guyomare'h H., and Guyomare'h J.C., 1984.** The influence of social factor on the onset of egg production in japanese quail. *Biology behavior* n°9, pp333-342.
49. **Gynieys A., 2003.** Collection créer un atelier de volailles en bio. Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural Bio Gard : 31-45.
50. **Hamilton R.M.G., et Proudfoot F.G., 1995.** Effects of ingredient particle size and feed form on the performance of Leghorn hens. *Can. J. Anim. Sci.* 75:109-144.

51. **Harriman A.E., et Milner J.S., 1969.** Preference of sucrose solution by Japanese quail in two bottle drinking tests. *Am Mid Natur* n°81, pp575-578.
52. **He T., Thacker P.A., McLeod J.G., et Campbell G.L., 2003.** Performance of broiler chicks fed normal and low viscosity rye or barley with or without enzyme supplementation. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* **16** (2) : 234-238.
53. **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.
54. **Heuzé V., Tran G., et Lebas F., 2015.** Faba bean (*Vicia faba*) :1-5. *Feedipedia Research Gate*: <https://www.researchgate.net/publication/282646696> .
55. **Huss D., Poynter G., et Lansford R., 2008.** Japanese quail (*Coturnix japonica*) as a laboratory animal model. *Laboratory Animals* **37** (11): 513-519.
56. **Immerseel F.V., De Buck J., Pasmans F., Huyghebaer G., Haesebrouck F., et Ducatelle R., 2004.** Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat for animal and public health, *Avian Pathology*, **33** (6): 537-549.
57. **Jacob J., 2012.** Antinutritional factors in feed ingredients, university of Kentucky In extension.org. Disponible sur: <http://articles.extension.org/pages/66921/antinutritional-factors-in-feed-ingredients> . Consulter le : 23/02/2016.
58. **Jacob J., et Pescatore T., 2013.** Avian digestive system. Cooperative Extension Service University of Kentucky: 1-4.
59. **Jensen A.H., and D.E., Becker., 1965.** Effect of pelleting diets and dietary components on the performance of young pigs. *J. Anim. Sci.* 24:392-397.
60. **Kaysi Y., et Melcion J.P., 1992.** Institut National de Recherche Agronomique Production Animale 5 (1), 3-17.
61. **Kerharo A., 1987.** L'élevage de la caille de chair en France. *Maison rustique*.
62. **Kovach J.K., 1974.** The behaviour of Japanese quail: Review of literature from a bioethological perspective. *Applied Animal Ethology*, 1(1), 77-102.
63. **Larbier M., et Leclercq B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles Institut national de la recherche agronomique : 274.
64. **Leeson S., et Summers J.D., 2005.** Commercial Poultry Nutrition Broiler chickens broilers breeders laying hens game birds pet birds turkeys ratites ducks geese University of Guelph. Ontario. Canada: 11-85.

65. Lucotte G., 1976. Production de la caille. Vigot frères.
66. Mateos G.G., Cámara L., Saldaña B., Guzmán P., et Lázaro R., 2002. Evaluating the energy content of ingredients in poultry diets. 20th European Symposium on Poultry Nutrition 24–27 August 2015 | Prague, Czech Republic.
67. Menasse V., 2004. Guide de l'élevage rentable. Edition De Vecchi S.A., 119 p.
68. Mills A.D., Crawford L.L., Domjan M., et Faure J.M., 1997. The behavior of the Japanese or domestic quail *Coturnix japonica*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* **21** (3): 261-281.
69. Mizutani M., 2003. The Japanese quail. Laboratory animal research station. Nippon Institute for Biological Science Kobuchizawa. Yamanashi. Japan : 143-163. *La voix du Paysan* 217.
70. Moula N., Philippe F.X., Ait Kaki A., Touazi L., Antoine-Moussiaux N., et Leroy P., 2014. 'Ponte et qualité d'œufs de cailles élevées en conditions semi intensives dans l'est algérien', *Archivos de Zootecnia*, vol, 63, no. 244, pp. 693-696.
71. Nahashon S.N., et Kilonzo-Nthenge A.K., 2011. Advances in soybean and soybean by-products in monogastric nutrition and health Chapitre 7 In Soybean and nutrition book edited by Hany A. El-Shemy: 309-325.
72. Nalle C.L., 2009. Nutritional evaluation of grain legumes for poultry. Th. Doctor of Philosophy in Poultry Nutrition At Massey. University, Palmerston North, New Zealand: 5-19.
73. Nanda S, Mallik BK, Panda PK, Nayak I, Samal SK et Das M. 2015 Effect of season on mortality of Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) in different age groups. *International Research Journal of Biological Sciences* **4** (7): 29-33.
74. Nasrollah V., 2009. 'Growth, feed Consumption and Carcass Composition of *Coturnix japonica*, *Coturnix ypsilophorus* and their Reciprocal Crosses', *Asian Journal of Poultry Science*, vol 3, no, pp. 132-137.
75. Ngom S., 2004. Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et la valeur nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal. Th (Maitre és Sciences) soutenu publiquement le 16 juillet 2004. Université Cheikh Anta Diop de Dakar : 8-18.
76. Nir I., Shefet G., et Aaroni Y., 1994. Effect of particle size on performance. 1. Corn. *Poult. Sci.*, 73, 45-49. Nir I., Hillel R., Shefet G., Nitsan Z., 1994b. Effect of particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poult. Sci.*, 73, 781-791.

- 77.NRC, 1998. Nutrient Requirements of Poultry. 9 th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- 78.Olawumi S.O., 2015. 'House x sex interaction effects on body weight and linear measurements of Coturnix quails', *Animal and Veterinary Sciences*, vol. 3, no 1, pp 18-21.doi: 10.11648/j.av.s.20150301.14.
- 79.Olkowski A.A., Olkowski B.I., Amarowicz R., et Classen H.L., 2001. Adverse effects of dietary lupine in broiler chickens. *Poultry Science* 80:621.
- 80.Oriol A., 1987. L'élevage de la caille, du faisan et du perdreau. La maison rustique.
- 81.Ouaffai A., Dahloum L., Fassih A., Milagh M., 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.
- 82.Özbey O., Yildiz N., et Esen F., 2006. 'The effects of high temperature on breeding characteristics and the living strength of the Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*)', *International journal of Poultry Science*, vol. 5, no 1, pp. 56 -59.
- 83.Padmakumar B., Reghunathan N.G., Ramakrishnan A., Unni A.K.K., et Ravindranathan N., 2000. Effect of floor density on production performance of Japanese quail reared in cages and deep litter. *Journal of Veterinary and Animal Sciences* 31: 37-39.
- 84.Péron A., Gomez J., Mignon-Grasteau S., Sellier N., Besnard J., Derouet M., Juin H., et Carré B., 2006. Effects of wheat quality on digestion differ between the D+ and D- chicken lines selected for divergent digestion capacity. *Poult. Sci.*, 85, 462-469.
- 85.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.
- 86.Ramzi H., 2013. Influence of the main cereal and feed form of diet on productive performance and digestive tract traits in brown-egg laying pullets from hatching to 17 week. Thèse de masters. Université of zaragoza.
- 87.Ratnamohan N., 1985. The management of Japanese quail and their use in virological research: A review. *Veterinary Research Communications* 9: 1-14.
http://www.lavoixdupaysan.org/8.php?subaction=showfull&id=1237287489&archive=&start_from=&ucat=8 consulter le 05/05/2016.
- 88.Rizoni et Luchetti, 1972. Elevage et utilisation de la caille domestique *Maison rustique*.

89. Roriz B.C., Sgavioli S., Garcia R.G., Naas I.A., Domingues C.H.F., Caldara F.R., Rombola L.G., Ayla C.M., et Bernnecke K., 2016. 'Storage Period Affects Weight Loss of Japanese Quail Eggs', *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 18, no. 4, pp. 589-592
90. Roshdy M., Khalil H.A., Hanafy A.M., et Mady M.E., 2010. Productive and reproductive traits of Japanese Quail as affected by two housing system. *Egyptien Poultry Science* 30 (I): 55-67.
91. Rossian, 1977. Les œufs qui guérissent l'allergie revue science et vie n°716.
92. Rougrière N., et Carré B., 2010. Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D- genetic lines selected for divergent digestion efficiency. *Animal*, 4, 1861-1872.
93. Sakande S., 1993. Contribution à l' Etude de l'influence des apports en protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du Poulet de chair (*Gallus domesticus*). Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar-Sénégal.
94. 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.
95. Sarfaraz K.M., Kaleem U.K., Fazal R., et Muhammad S., 2014. Medicoethnzoological studies of Quranic birds (Aves) from scientific perspectives. *PharmaBitika* 1(1):158-172.
96. Sauveur B., 1988. Reproduction des volailles et production d'œufs. INRA. *Smithsonite Mescellaneous collection* n°117, pp1-22.
97. Serrano M.P., Valencia D.G., Méndez J., and Mateos G.G., 2012. Influence of feed form and source of soybean meal of the diet on growth performance of broilers from 1 to 42 days of age. 1. Floor pen study. *Poult. Sci.* 91:2838-2844.
98. Serrano M.P., Frikha M., Corchero J., and Mateos G.G., 2013. Influence of feed form and source of soybean meal on growth performance, nutrient retention, and digestive organ size of broilers. 2. Battery study. *Poult. Sci.* 92:693-708.
99. Schmid I., et Wechsler B., 1997. Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. *Applied Animal Behaviour Science* 55: 103-112.

- 100. Shamna T.P., Peethambaran P.A., Jalaludeen A., Joseph L., et Muhammad Aslam M.K., 2013.** Broiler characteristics of Japanese quails (*Coturnix Coturnix japonica*) at different levels of diet substitution with *Azolla Pinnata*. *Animal Science Reporter* 7 (2): 76.
- 101. Shanaway M. M., 1994.** Quail production systems. A review. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome. 147.
- 102. Shojadoost B., Vince A.R., et Prescott J.F., 2012 .**The successful experimental induction of necrotic enteritis in chickens by *Clostridium perfringens*: a critical review. *Veterinary Research* 43:74.
- 103. Sigh N.P., 2010.** Quail production and management technology. Extension Folder N° 40: 3.
- 104. Sonale O.V., Chappalwar A.M., et Devangare A.A., 2014.** Effect of frozen storage on the physico-chemical quality and histology of quail breast meal. *Indian Journal of Veterinary & Animal Science Research* 43 (6) 426 – 435.
- 105. Svihus B., Choct M., et Classen H.L., 2013.** Function and nutritional roles of the avian caeca: a review. *World's Poultry Science Journal* 69: 249-259.
- 106. Wilson M.I, and Bermant G., 1972.** An analysis of social interaction in japanese quail. *Animal behavior* n°20, pp252-258.

Annexes



Annexe 01: Eclosion des œufs de caille .



Annexe 02: Mortalités des cailleteaux.



Annexe 03: Déplumage des calles.



Annexe 04: Eviscération des cailles



Annexe 05: Contrôle hebdomadaire de consommation et du poids des cailles