

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de Biologie des populations et des organismes



Mémoire

De fin d'Etude en vue de l'Obtention du Diplôme de Master II en Biologie
Option : Reproduction animale

Thème

Etude de l'évolution embryonnaire et de l'histomorphométrie des testicules chez la caille japonaise élevée dans des conditions contrôlées comparée avec un lot de témoins au CCZ (Zéralda)

Présenté par : M^{elles}

AISSIOU Amina

Soutenue publiquement le : 28/10/2015

MAHIEDDINE MAHMOUD Soumia

Devant le jury composé de :

Présidente :	M ^{me} CHAKHMA A	MAA/BPC	Univ. Blida 1
Promoteur :	M ^{elle} ZATRA Y.	MAA/BPO	Univ. Blida 1
Co-pro :	Dr BENDJOUDI D.	MCA/BPO	Univ. Blida 1
Examinatrice :	M ^{me} AMOKRANE A.	MAA/BPC	Univ. Blida 1
Invité :	M ^{elle} LARINOUNA F.	ING/CCZ.	Zéralda/Alger

.....2014 /2015.....

Remerciements

La réalisation de ce travail n'a été rendue possible que grâce à l'aide de DIEU ALLAH qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

nous remercions en premier lieu notre promotrice **M^{lle} Zatra Y.** de nous avoir encadrée, dirigée et soutenue, pour le temps et les moyens qu'elle a mis à notre disposition et son suivi attentif tout au long de la réalisation de ce travail, ses conseils et ses orientations ainsi que sa bonté et sa générosité.

Nos vifs remerciements vont à notre Co-promoteur **Dr BENDJOUDI D.** qui par son savoir a contribué à améliorer la qualité de ce mémoire, aussi pour l'importance qu'il lui a accordé, ses conseils et son soutien.

nos vifs remerciements s'adressent aussi à **M^{me} LARINOUNA FATIHA.** ; Directrice du CCZ ; d'avoir accepté de mettre à ma disposition les moyens nécessaires pour accomplir ce travail, aussi pour l'importance accordée.

nous remercions très sincèrement les **membres de jury** à savoir :

M^{lle}. CHAKHMA A d'avoir accepté de m'honorer en présidant le jury.

M^{lle}. AMOKRANE A d'avoir accepté de juger ce travail.

Un grand merci à nos familles pour leur présence, leur préoccupation et le souci qu'ils se sont fait pour nous, leurs encouragements et leur suivi, avec patience, du déroulement de notre projet.

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



Dédicace

J'ai le plaisir de dédie le fruit de mes années d'études :

A mes chers parents pour leurs conseils, leurs aides

Et leurs sacrifices qui m'ont toujours encouragé

Pour réaliser ce modeste travail.

A mes sœurs et mes frères

A toute ma famille de plus grand au plus petit.

*A tous mes amies : Noha, Ahlem, Rahma , Zahra , Yasmina ,
Imene, Randa , ,Hadjira, et mes amies de promo de
reproduction animale : 2014-2015*

A ma binôme Amina et toute sa famille

*A tous ceux que j'aime, que je respecte et ceux qui m'aiment et me
respectent, Je vous dis à tous Merci*

SOUUMIA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont très chères.

Amina



Résumé

Dans notre expérimentation, nous abordons la méthodologie pour cerner la biologie de la reproduction de la caille japonaise *Coturnix japonica*, qui a été réalisée au sein du centre cynégétique de Zéralda (CCZ) au niveau de l'extension de la Réserve de Chasse de Zéralda. D'autre part la fonction testiculaire pendant la croissance de cet animal a été étudiée au laboratoire des recherches sur les zones arides (LRZA) de l'USTHB.

Nous, ne disposons à ce jour que de très peu d'informations relatives au développement embryonnaire de la caille japonaise

Les résultats de la première partie effectuée au laboratoire montrent que le déroulement du développement embryonnaire reste en adéquation par rapport aux exigences de l'espèce vis-à-vis des conditions de stockage et d'incubation des œufs. Les différentes phases sont similaires à celles observées chez des couvais naturelles. Ainsi, nous avons obtenu une valeur moyenne de la perte d'eau égale à vingt et un pour cent du poids initial de l'œuf pour un lot d'une trentaine d'échantillons pris au hasard et suivis durant une période de dix sept jours d'incubation. La valeur du coefficient de perte de poids KW correspondante est égale à 0,162. Pour porter un jugement sur les conditions d'incubation nous avons contrôlé quelques paramètres biologiques sur un lot de cent cinquante œufs : taux de fécondité, taux d'éclosion, production de poussins, taux de viabilité. Les résultats moyens obtenus sont : taux de fécondité de 91%, taux d'éclosion de 76.83 % et une production de 131 poussins. Les cailleteaux nouveau-nés ont été suivis au cours de leur croissance selon un protocole expérimentale spécifique pour améliorer les performances de la reproduction lesquelles seront contrôlées et comparées à celles d'un lot témoin de poussins élevés dans des conditions normales.

Après éclosion, on choisit trois cailleteaux à chaque semaine d'âge de chaque lot sur une période de sept semaines à partir de l'éclosion, afin de suivre l'évolution des mesures biométriques (Poids corporels, dimorphisme testiculaire, Longueur du tarse et de l'aile pliée) et réaliser une étude histo-morphométrique des testicules.

Les résultats obtenus révèlent qu'il existe une corrélation positive est observée entre le poids corporel ($r=0,96$; $p<0,00$, $r=0,97$; $p=0,001$) et l'âge, le poids testiculaire

($r=0,87$; $p<0,001$, $r=0,84$; $p=0,001$)et l'âge , la longueur du tarse et de l'aile pliée, la longueur du bec et l'âge des cailleteaux chez les témoins et les contrôlée respectivement.

Un dimorphisme testiculaire en faveur du testicule gauche est observé a la 3^{ème} semaine jusqu'à la 7^{ème} semaine chez les témoins et les contrôlés.

L'histologie des testicules a révélé une progression de surface des tubes séminifères et une spermatogenèse complète avec apparition de spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères à l'âge de 4 semaines chez les contrôlées contrairement au témoin au l'apparition du 1^{er} spermatozoïde à la 5^{ème} semaine.

Mots clés : *Coturnix coturnix*, reproduction, testicule, histomorphométrie, contrôlées.

Abstract

This study Corry apart over the biology of reproduction of *Coturnix japonica*, done on (CCZ) and another side of testis function during the growth of this quarry on LRZA laboratory (USTHB).

The results are concerned of the fetus development hold on ad equation by rapport on requirements of this kind (conditions of stockpiling and incubation of the, eggs). The different observed at natural sit on eggs. Like that, the average value get of the lost water is 21% of the initial weight of the egg. The value of coefficient of lost weight KW is of 0.162. The rates of fertility and of that charring are a 91 and 76, 83% respectively, and production of 131 chicks.

A positive correlation is observed between the body weights ($r= 0,96$, $p<0,001$; $r= 0,97$, $p<0,001$), the testicular weights ($r= 0,87$; $p<0,001$, $r= 0,84$, $p<0,001$) the length of tarsus and folded using the length of beak and the age of quail at the witness and the respectively controlled, a dimorphism testicle in favor left testicular is observed from the third week to seventh at controlled witness.

The histology of testis has reveled surface progress of seminiferous tubes and a complete spermatology, with emergence of sperms in the light the seminiferous tubes at age of 4 weeks at the controlled contrary to witness to the emerge of 1st sperm in the 5th

Keywords: *Coturnix Coturnix*, reproduction, zéralda, testis, histology, controlled.

ملخص

يستهدف البحث الحالي دراسة بيولوجيا التكاثر في ذكور طيور السمان الياباني التابعة لمركز الصيد بزرالدة و من جهة أخرى دراسة التركيب النسيجي للخصية أثناء النمو في مخبرالبحث في المناطق الجافة LRZA (USTHB)

النتائج المتعلقة بمتابعة التطور الجنيني داخل البيض ليست كافية بسبب الظروف التي تسيطر عليها (شروط التخزين وحضانة البيض) المراحل المختلفة للتطور هي مماثلة لتلك التي لوحظت في الحضانة الطبيعية، وبالتالي فإن متوسط قيمة الخسارة من المياه التي تم الحصول عليها هي 21% من الوزن الأولي للبيض.

قيمة KW معامل فقدان الوزن هو 0,162. معدل الخصوبة والفقس هو 91 و 76, 83% على التوالي وإنتاج 131 فرخ.

لوحظ وجود علاقة ايجابية بين وزن الجسم ($r=0,96$; $p=0,001$; $r=0,97$; $p=0,01$) وزن الخصية ($r=0,87$; $p=0$; $r=0,84$; $p=0,01$) ، طول الجناح مطوية ، رسغ القدم و طول المنقار مع العمر عند طيور السمان. حيث لاحظنا ازدواج في شكل الخصية لصالح الخصية اليسرى ابتداء من الأسبوع الثالث حتى الأسبوع السابع .

اظهر الفحص النسيجي للخصية وجود تطور في مساحة الأنابيب المنوية مع ظهور الحيوانات المنوية في تجويف الأنابيب المنوية ابتداء من الأسبوع الرابع عند السمان الخاضع للسيطرة خلافا للسمان الشاهد حيث كان الظهور الأول للحيوانات المنوية في الأسبوع الخامس.

كلمات البحث: التكاثر ، الأنسجة ، الخصية، السمان الخاضع لسيطرة:

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Figure 1	Male et femelle de la caille japonaise	5
Figure 2	Coupe longitudinale dans un œuf de poule	9
Figure 3	Structure anatomique de l'appareil urogénital male chez la caille californienne (<i>Lophonicus californicus</i>) en période de reproduction	13
Figure 4	Représentation schématique de la spermatogenèse chez le coq	17
Figure 5	L'Ultrastructure d'un spermatozoïde de coq .	18
Figure 7	La réflexe photo sexuelle chez le canard.	20
Figure 6	Centre Cynégétique de Zéralda.	22
Figure 8	Ramassage de l'œuf.	23
Figure 9	Triés et stockage de l'œuf	23
Figure 10	Incubateur type Victoria I-72 au niveau de couvoir de CCZ.	24
Figure 11	Eclosoir type vectoria I-72 au niveau de couvoir de CCZ.	25
Figure 12	Sortie de poussin.	25
Figure 13	Mesure de la longueur (à droite) et la largeur (à gauche) de l'œuf de Caille japonaise	26
Figure 14	Pesé de l'œuf	26
Figure 15	Œuf placé horizontalement	29
Figure 16	Position de l'embryon sur le Jaune sous la coquille découpée	29
Figure 17	Cailleteaux après éclosion	30
Figure 18	Cailleteaux installés dans la poussinière	30
Figure 19	Poussinière d'accueil des poussins	30
Figure 20	Pesée du cailleteaux.	33
Figure 21	Mise en sac du cailleteaux avant la pesée	33
Figure 22	Mesure de la longueur du tarse	33
Figure 23	Mesure de la longueur de l'aile pliée.	34
Figure 24	Mesure de la longueur du bec	34
Figure 25	tubes héparines	35
Figure 26	Centrifugation du sang	35
Figure27	Localisation anatomique des testicules chez la caille.	35
Figure28	Prélèvement des testicules	36
Figure29	Pesée du testicule	36
Figure30	Principe fondamental de la réaction de compétition antigène anticorps	39
Figure31	Déroulement des étapes du test	40
Figure 32	le premier jour d'incubation	42
Figure 33	le troisième jour de développement embryonnaire	43
Figure 34	le sixième jour de développement embryonnaire	44
Figure 35	Le neuvième jour de développement embryonnaire	44

LISTE DES FIGURES

Figure 36	le douzième jour de développement embryonnaire	45
Figure 37	quinzième jour de développement embryonnaire	45
Figure 38	l'éclosion de l'œuf	46
Figure 39	Poussin à un jour après éclosion	46
Figure 40	Courbe de perte du poids des œufs au cours du temps (œufs d'élevage).	49
Figure 41	Evolution du poids corporel chez les deux lots expérimentale des cailleteaux mâles <i>Coturnix japonica</i>	52
Figure 42	L'évolution moyenne de la longueur du tarse, chez les cailleteaux mâles <i>Coturnix japonica</i> âgés de un jour jusqu'à sept semaines.	53
Figure 43	Evolution moyenne de la longueur de l'aile pliée, chez les cailleteaux mâles <i>Coturnix japonica</i> .	54
Figure 44	Evolution moyenne de la longueur du bec, chez les cailleteaux mâle <i>Coturnix japonica</i> .	55
Figure 45	Evolution du poids testiculaire droit et gauche en fonction de l'âge, chez la caille japonaise	56
Figure 46	Evolution du poids moyen des testicules en fonction de l'âge, chez la caille japonaise.	57
Figure 47	Évolution du contour des tubes séminifères au cours de la croissance.	58
Figure 48	Histologie du testicule des cailleteaux âgé de un jour après éclosion.	64
Figure 49	Histologie du testicule des cailleteaux de lots contrôlés à la première semaine	64
Figure 50	Histologie du testicule des cailleteaux de lots témoin à la première semaine	64
Figure 51	Histologie du testicule des cailleteaux de lots contrôlée à la troisième semaine.	65
Figure 52	Histologie du testicule de cailleteau de lot témoin à la troisième semaine	65
Figure 53	Histologie du testicule de cailleteau de lot contrôlé à la quatrième semaine	65
Figure 54	Histologie du testicule de cailleteau de lot témoin à la quatrième semaine.	66
Figure 55	Histologie du testicule de cailleteau de lot contrôlé à la cinquième semaine	66
Figure 56	Histologie du testicule de cailleteau de lot témoin à la cinquième semaine	66
Figure 57	Evolution du taux de testostérone avec l'âge chez les deux lots	67

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I	Les différents types de caille japonaise	5
Tableau II	Apports recommandés de protéines, acides aminés et minéraux pour la caille reproductrice (% du régime)	7
Tableau III	Contenu des différents puits de la cartouche	40
Tableau VI	Dimensions moyennes des œufs de la Caille japonaise issus d'élevage au centre cynégétique de Zéralda (C.C.Z).	48
Tableau V	Evolution du poids moyen des œufs de la caille japonaise depuis la ponte jusqu'à la fin de l'incubation (dix septième jours).	48
Tableau IV	Les différents paramètres biologiques	50
Tableaux IIV	Poids corporel, longueur de tarse, longueur de l'aile plié, longueur du bec, chez les deux lots de la caille japonaise au cours de la croissance.	51
Tableaux IIIV	Poids testiculaires, le dimorphisme testiculaire, contour des tubes séminifères, chez la caille japonaise au cours de la croissance	55

Liste des Abréviations

C : Cordon séminifère

°C : Degré Celsius

Cm³ : centimetre cube

cm : Centimètre.

C.C.Z : Centre Cynégétique de Zéralda.

CSS : Caractères Sexuels Secondaires.

ESM : Erreur standard à la moyenne

ECB : Eclosabilité.

EC (%): Pourcentage d'éclosion.

FEC(%) : Taux de fécondité

FSH: Hormone Folliculo-Stimulante .

g: Gramme.

GnRH: Gonadotropin-Releasing Hormone.

h: Heure.

H.E. : Hémalun-Eosine.

j : Jour.

L : Lumière

L : Longueur.

LH : Hormone Lutéinisante .

Ly : Cellule de Leydig

mm : Millimètre.

mg : Milligramme

min : minute

mm³ : millimètre cube

ME(%) : Taux de mortalité embryonnaire.

μm : micromètre

n : nombre d'individus

NOI : Nombre d'œufs incubés.

OC : Œufs clairs.

OF : Œufs fécondés.

OMI : Les œufs mis en incubation.

PE: Poussins éclos.

PT: parenchyme testiculaire

S : semaine.

ST : noyaux de la cellule de sertoli

Sp A : spermatide allongée

Sp R : spermatide ronde

Spc I : spermatocyte I

Spc II: spermatocyte II

Spg A: spermatogonie A

Spg B: spermatogonie B

Spz: spermatozoid

TA : tunique albuginée

TD : poids des testicules droit

TG : poids des testicules gauche

TI : tissu interstitiel

Tm : poids testiculaire moyen

TS : tube séminifère

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
 CHAPITRE I : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES	
I.1.-Rappel générale sur la Caille	3
I.1.1.-Historique et origine	3
I.1.2.- Systématique de la caille	3
I.1.3.- Caractéristique morphologique.....	4
I.1.3.1.-Morphologie.....	4
I.1.3.2.- Le plumage.....	4
I.1.3.3.- Le Sexage	4
I.1.3.4.-Dimorphisme sexuel.....	5
I.1.4.-Paramètre physiologique et biochimique.....	5
I.1.5.- Description des l'œuf de caille.....	5
I.1.6.- L'alimentation.....	6
I.1.6.2.- Comportement alimentaire chez la caille japonaise.....	6
I.1.6.2.- L'alimentation des cailleteaux.....	6
I.6.3.- Alimentation des cailles reproductrices.....	6
I.2.- Reproduction de la caille.....	7
I.2.1.- Caractéristique de la reproduction.....	7
I.2.1.1.- Maturité sexuelle.....	7
I.2.1.2.- Accouplement.....	8
I.2.1.3.- Sex-ratio.....	8
I.2.2.2.-Anatomie de d'œuf.....	8
I.2.2.- Anatomie et histologie de l'appareil génital male.....	11
I.2.2.1.- Embryologie et ontogenèse.....	11
I.2.3.- Physiologie de la reproduction.....	13
I.2.3.1.- Anatomie et structure des testicules.....	13

I.2.3.2.- Activité testiculaire.....	15
I.3.- Les facteurs influençant la reproduction	19
I.3.1.- L'éclairage.....	19
I.3.2.- La température	19

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1.- Objectif.....	22
II.2.- Succès de la reproduction de la caille japonaise suivie en captivité.....	23
II.2.1.-Matériel non biologique.....	23
II.2.2.-Matériel biologique et protocole de mesures en laboratoire.....	23
II.2.3.- Incubateur.....	24
II.2.4.- Eclosoir.....	25
II.2.5.- Mesures et méthodes d'analyse.....	26
II.2.6.- Suivi du développement embryonnaire	30
II.3.- Etude histomorphométrique du testicule chez la caille japonaise.....	30
II.3.1.- L'élevage des poussins.....	30
II.3.1.1.- Matériel biologique.....	32
II.3.1.2.- Méthodes.....	32
a.- Mesures biométriques.....	34
b.-Les sacrifices	36
c.- Technique d'histologie.....	38
d.- Analyse morphométrique des coupes histologiques des testicules.....	39
II.4.- Dosages biochimique	39
II.4.1.- Méthode d'analyse.....	39
II.4.2.- Principe.....	40
II.4.3.- Déroulement des étapes techniques.....	41
II.5.- Exploitation des données par l'analyse statistique	

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.1.- Succès de la reproduction de <i>Coturnix japonica</i> en captivité.....	42
III.1.1.1.-Description du développement embryonnaire.....	42
III.1.1.2.- Mise en évidence du coefficient de perte de poids <i>KW</i> des œufs durant	48

l'incubation chez *Coturnix japonica*

III.1.1.3.- Les paramètres biologiques du succès de reproduction	50
III.1.2.1.- Evolution des mesures biométriques et du diamètre des tubes séminifères	51
III.1.3.- Evolution du teneur de la testostérone plasmatique	67
Conclusion	71

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) qui fait probablement son apparition en Afrique dès les années 80 (Shanaway, 1994 ; Vali, 2008), et le plus petit oiseau de la famille des Gallinacés le plus répandu sur le globe (Moreau, 1951). Ce gibier du moins pour l'avoir consommé, a acquis une importance économique en élevage comme espèce produisant des œufs et de la viande appréciés pour leur saveur (Kayang *et al.*, 2004).

Outre son intérêt économique, la caille japonaise a été largement utilisée comme modèle animal pour la recherche scientifique, étant donné qu'elle se distingue par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, un taux de production d'œufs élevé, un intervalle de génération court et une durée d'incubation des œufs plus courte que celle de la poule (*Gallus gallus*) (Kaur *et al.*, 2008).

La Reproduction des oiseaux dépend de facteur externe (photopériode, précipitations, l'humidité, température et de la nourriture) ainsi que des facteurs intrinsèques (Lake, 1981; Loftis et Murton, 1968). Plusieurs travaux portent sur l'évolution des paramètres biométriques (poids Corporel, poids et volume testiculaires et protubérance cloacale), des paramètres biochimiques et hormonaux en relation avec l'âge et la maturité sexuelle chez la caille japonaise (Marin et Satterlee, 2004 ; Sedqyar *et al.*, 2008 ; Vatsalya A te arora, 2012). Par contre les travaux sur l'évolution histologique du testicule de *Coturnix japonica* au cours de la croissance postnatale sont encore limités. Des informations histologiques mettent l'accent sur la spermatogenèse, la spermiogenèse et/ou la présence de spermatozoïdes matures (Scheib, 1973 ; Sedqyar *et al.*, 2008 ; Vatsalya and Arora, 2012 ; Shil, et al 2014).

Notre but est de créer des conditions adéquates d'élevages d'oiseaux de fertilité et de rendement de reproduction performants qui peuvent produire d'autres générations d'oiseaux plus esthétiques et de qualité.

Le présent travail, dont l'intitulé est l'étude de l'évolution embryonnaire et l'histomorphométrie de la caille japonaise élevée dans des conditions contrôlées et comparées avec celles d'un lot témoin qui consiste en un suivi de l'évolution des paramètres biométriques (poids corporel, longueur de l'aile pliée et du tarse, poids et volume testiculaires et diamètre des tubes séminifères) et histomorphométrie du testicule au cours de la croissance postnatale des cailleaux mâles afin de mettre en évidence les éventuelles relations qui existent entre ces différents paramètres et de déterminer l'âge à la maturité sexuelle.

Ce manuscrit est structuré en trois chapitres dont le premier se veut un rappel sur la caille japonaise, la reproduction, et les facteurs influençant. Le deuxième chapitre est consacré au matériel et les méthodes d'étude des paramètres de reproduction et de l'histomorphométrie de testicule. Quant au troisième chapitre, il regroupe l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions. Nous finalisons ce travail par une conclusion générale, et proposons des perspectives.

1.1.- Rappel générale sur la Caille japonaise

1.1.1.- Historique et origine

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) est un oiseau sédentaire terrestre et marcheur inféodée aux agro-systèmes. C'est le plus petit animal, qui figure parmi les gallinacés les plus largement répandus sur la surface du globe et de la famille des phasianidés (comme le faisan et la perdrix). Son aire de répartition est l'Asie précisément le Japon, la Chine et l'Indochine (Moreau, 1951).

L'histoire de sa domestication de la Caille japonaise est partagée entre la Chine et le Japon. Cette espèce a été introduite au Japon au cours du XI^{ème} siècle (Howers, 1964). Le but de la domestication de ce gibier était ornemental et la sélection se basait sur les meilleures vocalisations.

L'exploitation et l'élevage de la caille japonaise appelé coturniculteur au Japon pour sa chair et ses œufs n'est réalisée qu'en 1910 (Wakasugi, 1984). Par la suite une destruction totale des longues années de travail d'amélioration et de sélection au cours de la 2^{ème} guerre mondiale, a repris peu à peu de l'ampleur pour être aujourd'hui, au Japon, le deuxième élevage avicole après la poule (Voufo et al., 2010).

C'est vers les années 50 que l'élevage de la caille japonaise a été introduit dans le monde entier. On estime probablement que c'est au cours des années 80, que la caille domestique a fait apparition en Afrique qui serait introduite par des missionnaires chrétiens qui auraient importé des petits groupes de caille (Shanaway, 1994 ; Vali, 2008).

1.1.2.- Systématique de la caille

Wetmore (1952) et Rizoni et Lucheti (1972), rapportaient que la caille japonaise était considérée comme étant une sous espèce de la caille commune (*Coturnix coturnix*) dont la dénomination était *Coturnix coturnix japonica*. ; ce n'est qu'en 1990 que Crawford (1990), aboutis à la classification réelle de la caille japonaise qui est devenue une espèce autonome dont le nom scientifique actuel est *Coturnix japonica* et qui appartient à :

Embranchement	Vertébrés
Classe	Oiseau
Ordre	Galliformes
S/Ordre	Gallinacés
Super famille	Phasianioidea
Famille	Phasiani
Genre	<i>Coturnix</i>
Espèce	<i>Coturnix japonica</i>

Plusieurs noms vernaculaires sont couramment utilisés pour désigner la caille par exemple: **essemame el yabani** en Arabe.

D'autres appellations suivant les pays et les régions :

- Japanese quail en anglais
- Japanischen wachteln en allemand
- Codorniz japonesa en espagnole
- Quaglia giapponese en italien

Les principales espèces de la caille appartenant au genre *Coturnix* sont les suivantes :

- Caille du japon (*Coturnix japonica*)
- Caille arlequine (*Coturnix delegorguei*)
- Caille de blés (*Coturnix coturnix*)
- Caille nattée (*Coturnix coromandelica*)

1.1.3.- Caractéristique morphologique

1.1.3.1.- Morphologie

La caille domestique est un oiseau très court, de forme arrondie et ramassé sur lui-même. Sa morphologie est caractérisée par une petite tête, un bec court et robuste légèrement recourbé à son extrémité et un cou moyennement développé. Les ailes ne sont pas très longue, mais très solides ; par conséquent, elle reste presque toujours au sol et ne s'envole que rarement pour des vols courts et bas. La queue est généralement courte. Les pattes, dépourvus d'ergot robuste, sont bien développés avec 3 doigts antérieurs liés à la base par une membrane très fine et un doigt postérieur libre (**Menassé, 1986**).

1.1.3.2.- Le plumage

Le mâle à une couleur crème uniforme ou rougeâtre comportant quelques plumes brunes sous la gorge, alors que la femelle, son plumage beige tacheté sous la gorge.

1.1.3.3.- Le Sexage

La différenciation entre les deux sexes n'est possible que vers 03 semaines d'âge. Avant cela tous les cailleteaux se ressemblent par leur duvet marron et la présence de traits jaunes au milieu du corps (**Woodard, 1973 ; Lucotte, 1975**).

D'après **Oriol (1987)** et **Ayache (2001)**, la distinction entre les deux sexes est très claire vu la différence de la couleur des plumes, de la forme du corps et du cloaque.

1.1.3.4.- Dimorphisme sexuel

La femelle est plus volumineuse et plus lourde que le mâle (**Sezer *et al.*, 2006**). Par conséquent, le mâle a une taille et un poids plus faible que la femelle (**Oriol, 1987**).

Chez les différentes lignées de caille (Tab. 1), le poids corporel varie considérablement entre le mâle et la femelle (**Gerken et Mills, 1993**).



Figure 1 : Male et femelle de la caille japonaise (Originale, 2015)

Tableau I : Les différents types de caille japonaise

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

(**Gerken et Mills, 1993**)

1.1.4.- Paramètre physiologique et biochimique

Les souches domestiques sélectionnées sur certains caractères tels que le poids vif ou la production d'œufs peuvent avoir certaines valeurs physiologiques différentes qui sont présentées en annexe I (**Cheng *et al.*, 2010**).

1.1.5.- Description des l'œuf de caille

Les œufs de caille de forme ovoïde (**Mizutani, 2003**), ont la particularité d'être tachés. Ces tâches varient d'une femelle à l'autre et est caractéristique de chaque pondeuse (**Lucotte, 1975**). Chaque œuf pèse en moyenne 10g, avec une longueur de l'ordre de 3cm et une largeur d'un peu moins de 2,5 cm (**Menassé, 1986**).

La couleur de la coquille des œufs de caille peu être verte, jaune, brune, blanche mouchetée de couleur marron ou noire de grandeur et de forme variables (**Lucotte, 1975**).

La composition de l'œuf comprend 47,4 % d'albumine, 31,9 % de jaune et 20,7 % représentant les membranes et la coquille. Ces dernières ont une épaisseur de 0,063 et 0,197 mm respectivement (**Mohmond et Coleman, 1967**).

1.1.6.- L'alimentation

1.1.6.2.- Comportement alimentaire chez la caille japonaise

La caille se caractérise par un tempérament de gaspilleur qui est plus élevé surtout au cours de la phase de croissance. Il conviendra donc 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**). D'après **Berge (1988)**, les différents types d'aliments présentés sont :

- Ponte : généralement granulé de 2,5 mm
- Démarrage : petites miettes de 0 à 17 jours.
- Finition : miettes plus grossières de 17 jours à l'abattage.

1.1.6.2.- L'alimentation des cailleteaux

Comme les poussins les cailleteaux doivent jeunés pendant les première 24 heures suivant leur éclosion.

Les cailleteaux doublent leurs poids à l'âge de 5 jours après éclosion (**Lucotte, 1975**). A l'âge de 5 à 6 semaines, ils peuvent atteindre un poids de 160 à 250g selon le sexe et la lignée (**Gerken et Mills, 1993**).

En période de croissance, surtout en démarrage, les besoins en protéine sont très élevés. Selon le niveau énergétique (2800 à 3000 Kcal /Kg), l'aliment devra renfermer de 23 à 27 % de protéines et diminuent ensuite rapidement (**Blum et al., 1989**).

Selon **Oriol (1987)**, on distribuera le 1^{er} jour comme nourriture de départ, une petite quantité de maïs finement broyé. Le 2^{ème} jour on donnera un aliment « caille démarrage » ou à défaut un aliment pintadeaux ou dindonneaux, sous forme de miettes assez fines. Les teneurs en lysine et en méthionine devront dépasser respectivement 1,30 et 0,40 % (**Larbier et Leclercq, 1992**).

1.1.6.3.- Alimentation des cailles reproductrices

Les besoins nutritionnels des cailles reproductrices sont très élevés par rapport à son poids vif. Chez la caille comme tous les espèces aviennes, la concentration énergétique de l'aliment n'a pas d'effet sur la ponte. Du fait des performances élevées de la caille japonaise et de sa faible consommation (20 g/j), les teneurs des aliments en protéine et en acides aminés soufrés à retenir sont nettement supérieures à celles de la poule (**Blum *et al.*, 1984**). Les recommandations alimentaires pour la caille reproductrice sont illustrées dans le tableau 2.

Tableau II : Apports recommandés de protéines, acides aminés et minéraux pour la caille reproductrice (% du régime)

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

(Blum *et al.*, 1989 modifié)

1.2.- Reproduction de la caille

1.2.1.- Caractéristique de la reproduction

1.2.1.1.- Maturité sexuelle

La caille japonaise est une espèce précoce, vu son âge à la maturité sexuelle. La distinction phénotypique entre ♂ et ♀ est évidente à 3 semaines d'âge par une différence de couleur du plumage et la maturité sexuelle se situe à un âge compris entre 38 et 48 jours chez les deux sexes (**Mizutani, 2003**). Il a été constaté d'après les travaux d'**Ottinger *et al.* (1979)**, que la première présence des spermatozoïdes chez le mâle se situait vers 26 jours d'âge, et à 35 jours d'âge leur nombre est plus important, le développement cloacal est atteint et le comportement sexuel commence au 35^{ème} jour, au 81^{ème} jour la copulation est maximale.

La maturité sexuelle chez la ♀ de la caille du Japon correspond à l'âge du premier œuf pondue ; elle se matérialise à l'âge de 35 jours sous un éclairage lumineux continu (**Reddish *et al.*, 2003**). Un programme lumineux continu avance la maturité sexuelle à 35 jours d'âge et

le début de ponte à 42 jours (Sauveur, 1988). Delville *et al.* (1984) ont constaté que les mâles vivant avec les femelles arrivent à leur maturité sexuelle avant ceux vivant en sexe unique.

1.2.1.2.- Accouplement

Chez la caille japonaise, le mâle est polygame et peut accoupler plusieurs femelles sans préférence sexuelle. L'accouplement dure quelques minutes, le mâle peut répéter cette opération plusieurs fois et avec plusieurs femelles puisqu'il n'a pas de préférences sexuelles.

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

Le mâle immobilise la femelle par les plumes de la tête ou de cou qu'il s'établit le contact cloacal, après les sujets des deux sexes secouent leurs plumes (Oriol, 1987)

Le mâle introduit non seulement le sperme mais aussi une grande quantité de mousse dans les voies génitales de la femelle, les mouvements rythmés du sphincter cloacal augmentent fortement quand le mâle est en présence de la femelle (Seiwert et Adkins-Regan, 1998). Ces mêmes auteurs suggèrent que la fonction de la mousse produite par la protubérance cloacale chez les mâles de la caille du Japon est de favoriser la motilité des spermatozoïdes et d'améliorer le taux de fécondation.

1.2.1.3.- Sex-ratio

L'importance des proportions du nombre des ♂ par rapport à celui des ♀ est due à son influence sur la reproduction, sur le taux d'éclosion et sur la fertilité. D'après Woodward *et al.* (1973), le meilleur taux de fertilité est obtenu par un sexe ratio de 01♂/02 ♀ (76,5 %) et le meilleur taux d'éclosabilité des œufs est obtenu par un équilibre 01♂/01 ♀ (86,4 %) ou bien encore 01♂/02 ♀ (82,4 %). L'influence de la charge ♂ et ♀ sur la fertilité sont présentes dans l'Annexe I.

1.2.2.2.- Anatomie de l'œuf

L'œuf est constitué de plusieurs composants qui sont dans l'ordre de leurs dépôts c'est-à-dire de l'intérieur vers l'extérieur (Fig. 1).

- Le jaune ou vitellus (ovocyte) ;
- Le blanc ou albumen ;
- Les membranes coquillières interne et externe ;
- La coquille.

Le poids moyen d'un œuf de la caille peut varier de 8 à 10 g ; cette variation selon Sauveur (1988), est beaucoup plus importante selon les espèces (annexe I).

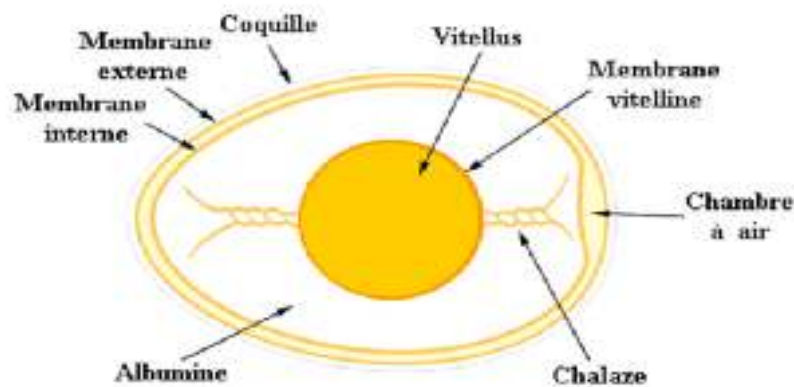


Figure 2 : Coupe longitudinale dans un œuf de poule (Fernandez, 2009)

A.- Structure interne de l'œuf

A1.- Jaune d'œuf ou vitellus

C'est une sphère de 3 centimètres recouverte d'une membrane vitelline kératineuse d'origine folliculaire et formée par deux types de vitellus déposés par couches concentriques et alternantes : le vitellus blanc et le vitellus jaune.

- La membrane vitelline est une membrane cellulaire, fine et transparente composée de 4 couches superposées dont deux d'origine ovarienne (zona radiata et couche périvitelline) et deux déposées après l'ovulation.
- Le vitellus blanc a une composition différente du vitellus jaune. Il est plus pauvre en pigment et en matière sèche.
- A la surface du jaune, on peut observer un petit disque clair : le blastodisque ou disque germinatif qui sera le lieu de division des cellules embryonnaires quant l'œuf sera fécondé. Le reste de la surface du jaune présente normalement une couleur jaune orange uniforme sans tâche visible.

- La surface de la membrane vitelline est composée de fibres connectées à la couche chalazifère ; ces connections disparaissent rapidement au cours de la conservation de l'œuf.

A2.- Blanc d'œuf ou albumen

Il peut être divisé en quatre couches bien distinctes qui ont chacune des propriétés particulières :

- La couche chalazifère, très ferme, qui entoure la membrane vitelline et se prolonge vers les deux bouts de l'œuf par les chalazes ;
- Le blanc liquide externe (23 % du blanc total) au contact des membranes coquillières
- Le blanc épais (57 % du blanc total) fixé aux deux extrémités de l'œuf et présentant une structure de gel ;
- Le blanc liquide interne (17 % du blanc total) entourant le jaune.

Les chalazes (3 % du blanc total) filaments spiralés allant du jaune aux deux extrémités de l'œuf à travers le blanc épais. Ils assurent le maintien du jaune dans une position centrale et leur rupture conduit à une remontée du jaune vers le point le plus élevé de l'œuf et à son adhérence aux membranes coquillières (**Sauveur, 1988, 1994 ; Lucotte, 1980 ; Beaumont et Cassier, 1998**).

A3.- Membranes coquillières

Deux membranes coquillières délimitent le blanc d'une épaisseur totale de 0,07 mm avec, 0,05 mm pour la membrane externe et 0,02 mm pour la membrane interne (**Sauveur, 1988**). La membrane externe colle à la coquille, alors que l'interne entoure l'albumen. Les deux membranes coquillières adhèrent l'une à l'autre sauf au niveau de la chambre à air qui n'existe pas au moment de la ponte mais apparaît immédiatement après lorsque le refroidissement de l'œuf entraîne une légère contraction de ses contenus. Cette dernière sera nécessaire à la respiration du poussin juste avant l'éclosion (**Sauveur, 1988, 1994 ; Beaumont et Cassier, 1998**). C'est la deuxième ligne de défense de l'œuf contre les bactéries ; cette barrière permet tout de même des échanges gazeux (échappement de CO₂, introduction d'O₂) (**COHEN, 2005**).

A4.- La coquille

Une membrane solide semi-perméable dont les nombreux pores laissent passer l'air et l'humidité (**Garcia, 2009**). Elle est composée de carbonate de calcium sous forme de calcite et d'une matrice organique en très faible concentration mais pressentie comme essentielle dans la mise en place de la structure de la coquille (**Krampitz et Grasser, 1988**). La coquille représente près de 10 % du poids de l'œuf et remplit plusieurs fonctions (**Board, 1969 ; Sauveur, 1994 ; Nys, 2001**).

*. La coquille représente une protection mécanique du futur embryon puisque c'est la première ligne de défense contre tous les micro-organismes et contre les insectes qui n'ont pas la force de la casser ;

*. Elle est la seule source de calcium sur laquelle l'embryon pourra compter pour bâtir son squelette ;

*. Elle est également perméable à la vapeur d'eau ; faute d'une hygrométrie suffisante, l'embryon mourrait desséché.

1.2.2.- Anatomie et histologie de l'appareil génital male

1.2.2.1.- Embryologie et ontogenèse

a.- Embryologie

Nous, ne disposons à ce jour que de très peu d'informations relatives au développement embryonnaire de la caille japonaise et nous avons choisi de faire référence aux travaux déjà réalisés chez l'embryon de poulet (**Van Tienhoven, 1983**). Chez cette espèce, la différenciation des gonades et la fonction gonadique ont été observés sur les jours 6-8 et 11-14 jours d'incubation alors que les cellules germinales primordiales (CGP) commencent à migrer entre l'endoderme et le mésoderme le jour 3-4 en développement.

Les PGC (les cellules germinales primordiales) aviaires proviennent de la zone centrale de blastodisque (**Fujimoto et al., 1976 ; Pardanaud et al., 1987 ; Nakamura et al., 2007**), puis migrent en avant à la région extra-embryonnaire appelé "croissant germinal" (**Fujimoto et al., 1976 ; Nakamura et al., 2007**). De telle région, PGC entrer ensuite dans les vaisseaux sanguins et extravasation de l'endothélium des capillaires vers les crêtes génitales par le mouvement amiboïde (**Cuminge et al., 1969 ; Dubois et al., 1969 ; Fujimoto et al., 1976 ; Nakamura et al., 2007**), en utilisant soit des pseudopodes ou processus de filopodia-like. Les PGC sédentaires avec des contributions de l'épithélium coelomique et les mésonéphros

donnent lieu à divers types de cellules dans les gonades en développement (site de la future gonade) (**Bishop-Calame, 1966 ; Carlon *et al.*, 1983**).

Les cellules germinales primordiales sont alors incorporées aux cordons sexuels primaires qui vont évoluer en tubes séminifères. Dans les cellules somatiques développement des gonades, PGC et entourant initier à former le bipotentiel des gonades (indifférents ou indifférenciées) (**Dubois *et al.*, 1970 ; Carlon *et al.*, 1985**)

b.- Ontogenèse de l'appareil génital mâle

A proximité de l'ébauche de testicule embryonnaire, gonades indifférenciées entrent dans le processus de détermination du sexe le jour 4 de la gestation (**Smith *et al.*, 2001 ; Clinton, 1998 ; Smith *et al.*, 2004**) pour donner naissance aux canaux de Müller et de Wolf Selon le sexe. En effet chez le mâle, DMRT1 (Doublesex and Mab-3- related transcription factor 1), a été signalé à être testicules-détermination gène (**Raymond *et al.*, 1999 ; Smith *et al.*, 2004**). En formation, le canal de Müller régresse alors que le canal de Wolf se développe et commence à se différencier pour donner naissance ultérieurement au tractus génital mâle (épididymes, canaux déférents et organe copulateur).

Enfin, les gonades différenciées sexuellement semblent devenir les gonades matures étant capable de produire des gamètes fonctionnels. Ce processus se déroule dans la fonction gonadique sous la régulation des hormones stéroïdes (testostérone) (**Romanoff, 1960 ; Clinton *et al.*, 2001**). La partie proximale du canal de Wolf est en contact avec les testicules. La portion adjacente se différencie pour donner l'épididyme, alors que la queue du canal de Wolf se développe pour donner naissance aux voies déférentes qui se terminent en un renflement appelé ampoule éjaculatrice.

• La testostérone

Bien que de faibles quantités soient également sécrétées par les glandes surrénales, la testostérone est une hormone stéroïdienne majoritairement sécrétée par les testicules, via les cellules de Leydig. Elle a une action permanente et surtout indispensable sur les vésicules séminales et la prostate. La testostérone produite par les testicules agit sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Cette action est inhibitrice puisqu'en se fixant sur des récepteurs cellulaires, elle ralentit l'activité de l'hypothalamus. La testostérone est fabriquée en réponse à la libération de la LH, cette dernière étant libérée à la suite d'une activation par la GnRH, et modifie alors le fonctionnement des organes qui la « commandent », d'où le terme de rétrocontrôle. Puisqu'elle ralentit leur fonctionnement, on dit que c'est un rétrocontrôle négatif

ou inhibiteur. De façon générale, la testostérone chez la caille est associée à l'activité sexuelle (Sanford *et al.*, 1977).

1.2.3.- Physiologie de la reproduction

1.2.3.1.- Anatomie et structure des testicules

a.- Localisation

Les testicules des oiseaux qu'ils sont internes (Fig. 2), situés entre la base des poumons et les segments intermédiaires des reins. Ils ont à peu près la forme d'un haricot (Bernard Sauveur, 1988). Ils sont suspendus à la paroi abdominale par un court ligament, le mésorchium (Doneley, 2011). Leur température est la même que la température centrale de l'animal (41- 43° C.).

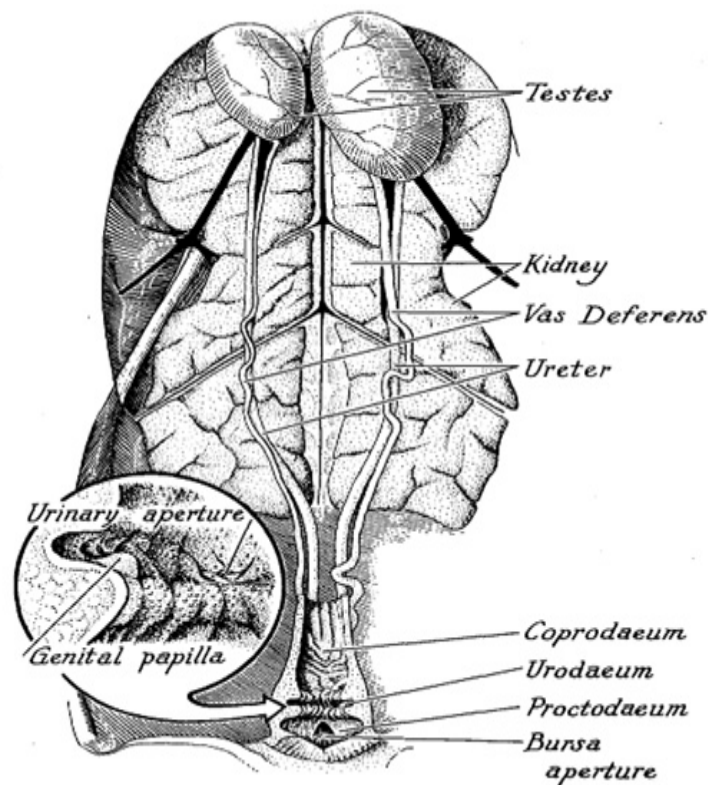


Figure 3 – Structure anatomique de l'appareil urogénital male chez la caille californienne (*Lophonicus californicus*) en période de reproduction (Lewin, 1963).

b.- Dimensions et poids testiculaire

La taille des testicules est identique chez certaines espèces mais beaucoup d'entre elles montrent une asymétrie des testicules. Cette différence de la taille est plus marquée à l'âge adulte (Deviche *et al.*, 2011).

Les dimensions (**Skrobanek et al., 2009 ; Vatsalya et Arora, 2012**) et donc le poids (**Sedqyar et al., 2008**) de chaque testicule varient considérablement avec l'âge, mais d'autres facteurs tels que l'origine génétique, l'alimentation ou la saison sexuelle participent au maintien d'une grande variabilité de développement entre individus (**Educagri, 2013**).

Le testicule est une glande tubulaire assure deux fonction : une fonction exocrine et une fonction endocrine. La fonction exocrine est la production de spermatozoïdes par l'épithélium de la muqueuse de tubule séminifère. La fonction endocrine est la production de l'hormone sexuelle mâle, la testostérone, par la cellule interstitielle (leydig) spécifique dans le tissu conjonctif inter tubulaire (**Elizabeth et Fredric, 2001 ; Faure, 2011**).

c.- Structure interne des testicules de la caille

Le mâle de caille japonaise est pourvu d'un testicule tubulaire composé, recouvert par un dense tissu conjonctif irrégulier, nommé Albuginée Tunica. Elle-même est constituée de deux parois distinctes, la paroi interne et la paroi externe (**Hodges, 1974 ; Lake, 1981 ; Al-Tememy, 2010**). Cette première tunique est doublée par le péritoine interne de la cavité abdominale ; bien que constituée de couches relativement denses de fibres élastiques, de collagènes et de fibroblastes (**Hien, 2002**), et la partie profonde de la tunique est riche par tanières branches (by dens branches) des vaisseaux sanguins des testicules (**Al-Tememy, 2010**). Il faut rappeler que les cloisons testiculaires sont absents chez la caille (**Hodges, 1974 ; Lake, 1981 ; Al-Tememy, 2010**).

Le testicule n'est pas clairement divisé en lobes car, il est cloisonné par l'existence d'un tissu conjonctif interstitiel peu abondant entre les tubes séminifères adjacents (**Hodges, 1974 ; Lake, 1981 ; Al Tememy, 2010**). Les tubules séminifères sont entourés par la gaine mince appelée tunica propria constitués de tissu conjonctif des fibres, des cellules myoïdes et les fibres musculaires lisses (**Al Tememy, 2010**). Cette paroi responsable des échanges entre les deux compartiments extratubulaire et intratubulaire du testicule, isolent l'épithélium séminifère du compartiment intratubulaire, donc du réseau artério-veineux du testicule (**Sauveur, 1988**).

Chez la caille, l'épithélium des tubules séminifère dispose de deux types de cellules : les cellules de Sertoli de support et les cellules spermatiques produisant les spermatozoïdes. Les cellules de soutien (cellules de Sertoli), situées dans la région basale de l'épithélium, entourent les cellules spermatiques adjacentes (**Sauveur, 1988 ; Al Tememy, 2010**).

L'extension de ces tubules vers l'épididyme est devenue comme tubules striés, moins de diamètre et bordées par des cellules de Sertoli seulement. Le strié tubules étaient anastomosé avec l'autre pour former rete testis qui est directement contacter avec des canaux efférents (**Hien, 2002 ; Al-Tememy, 2010**).

1.2.3.2.- Activité testiculaire

a.- Spermatogenèse

La spermatogenèse est l'ensemble des transformations subies par les cellules germinales (Fig. 3), depuis les spermatogonies souches jusqu'aux spermatozoïdes (**Sauveur, 1988 ; Hien, 2002**). Elle à lieu dans l'épithélium séminifère (**Guyer, 1909 ; Barbier et Leroy, 1970 ; De Reviers, 1971**). Ces transformations se font en étroite relation avec les cellules somatiques de l'épithélium séminifère, les cellules de Sertoli, et sont sous le contrôle des hormones gonadotropes hypophysaires (**Sauveur, 1988 ; Hien, 2002**).

La durée de la spermatogenèse chez la caille du japon est de 13 jours (**Amir et al., 1973 ; Lin et Jones, 1992**). Les spermatozoïdes apparaissent 11 jours après le début de la spermatogénèse dans l'épididyme et 12 jours dans la partie distale du canal déférent. Le transit des spermatozoïdes dans les voies déférents nécessite 24 heures (**Amir et al., 1973**). La durée de la prophase méiotique (stade spermatocyte 1) est 3,9 jours chez la caille (**Lin et al., 1990**). Chez le canard de barbarie et la caille, la spermiogène est encore plus rapide que chez le coq (respectivement 5 et 4,5 jours) (**De Reviers, 1968**). En comptant la durée de leur transit dans les voies déférentes, les premiers spermatozoïdes marqués apparaissent dans les éjaculats et entre 9,5 et 11 jours chez la caille (**Amir et al., 1973 ; Lin et al., 1990**).

En absence de femelles, le canal déférent peut servir comme un lieu de stockage transitoire des spermatozoïdes non éjaculés. Par contre en présence de femelles, les spermatozoïdes stockés seront éliminés une journée plus tard (**Amir et al., 1973**).

L'identification des type de spermatogonie présentes dans l'épithélium séminifère des testicules aviennes a été propose par **Lind et Jones (1992 ; 1993)** chez la caille du japon. Quatre types de spermatogonie ont été décrits chez la caille du japon (**Bakst et al., 2007**) qui défèrent selon leur coloration et leur ultrastructure : des spermatogonie sombres (dark) appelés aussi spermatogonie Ad. Elle est considérée comme spermatogonie souche ; deux types de spermatogonie pales (Ap1 et Ap2), et qui sont a des stades intermédiaires et ne

peuvent être différencié que par la microscope électronique à transmission et les spermatogonies B.

La spermatogenèse se déroule en trois phases consécutives, la division spermatogoniale (mitose), la méiose pendant laquelle les cellules passent d'un stock de « $2n$ » chromosomes à un stock final de « n » chromosomes et enfin la spermiogenèse (**Sauveur, 1988 ; Hien, 2002**).

1. Phase de multiplication : Spermatogonie souche Ad subit une division mitotique pour donner une nouvelle cellule Ad et autre spermatogonie Ap1. Cette dernière se divise à son tour en 2 cellules filles, Ap2. Chaque Ap2 se divise pour donner 2 spermatogonies B. La fin de cette phase, la spermatogonie B se divise par mitose et donne 2 spermatocytes primaires (**Lin et Jones, 1992**).

2. Phase de maturation (méiose1 et méiose 2) : Les spermatocytes primaires subissent la première division méiotique (réductionnelle) donnant naissance à des spermatocytes secondaires et des spermatides à la fin de la deuxième division méiotique (équationnelle) (**Sauveur, 1988 ; Lin et Jones, 1992 ; Hien, 2002**). Le rendement de ces divisions mitotique et méiotiques aboutit à 32 spermatides (cellule haploïdes à n chromosome) (**Lin et Jones, 1992**)

3. Phase de différenciation (spermiogenèse) : Cette phase qui comprend l'ensemble des processus de transformations des spermatides en spermatozoïdes par une réduction du cytoplasme et des transformations morphologique profonde aboutissant à un spermatozoïde immature (**Hien, 2002**). Ce dernier est composé : d'une tête contenant un acrosome, un perferatorium et un noyau ; d'une pièce intermédiaire contenant des mitochondries et d'une queue appelée flagelle (**Reviers, 1988**).

La spermiogenèse, est subdivisée en 12 étapes allant d'une spermatide ronde à un spermatozoïde immature. Cette dernière phase est achevée par la libération des spermatozoïdes à partir des cellules de Sertoli dans la lumière du tube séminifère. Ce phénomène est appelé spermiation (**Lin et al., 1990**).

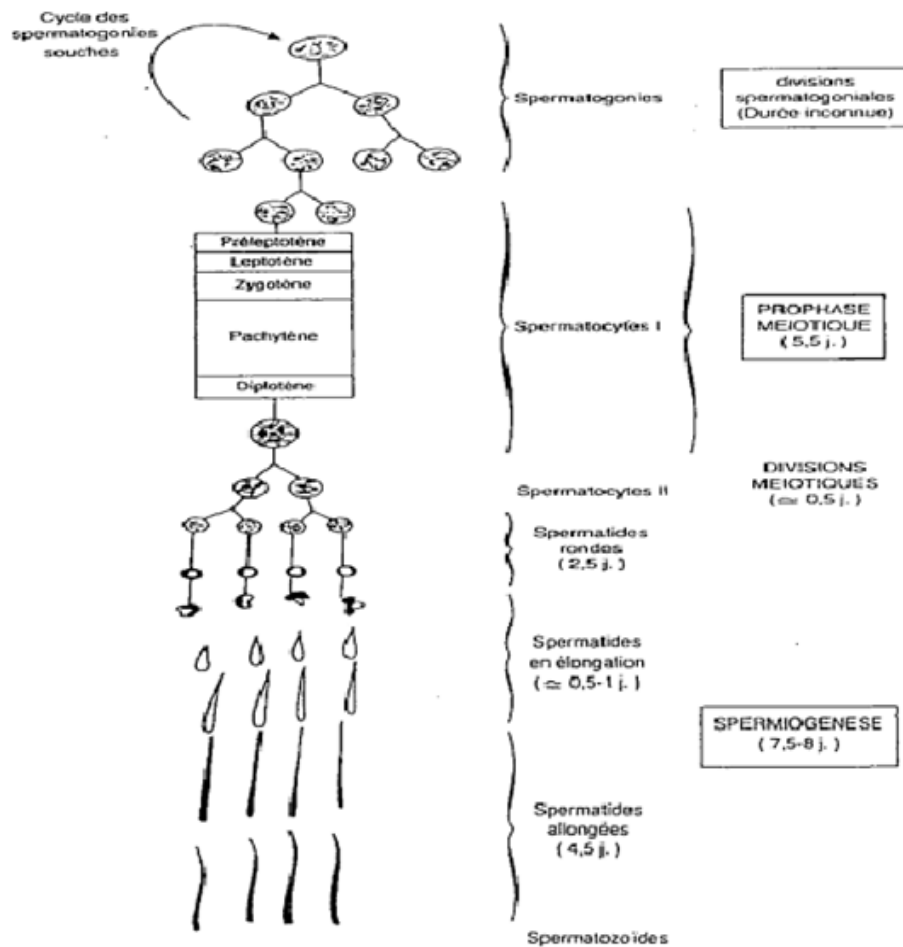


Figure 4 : Représentation schématique de la spermatogenèse chez le coq (De Reviers, 1971 ; Sauveur, 1988 ; Hien, 2002).

b.- Structure et Ultrastructure des spermatozoïdes

La caille japonaise avait un type sauropsidé de cellules de sperme, ce qui est typique de non passerine des oiseaux (Fig. 4). Les spermatozoïdes étaient vermiformes, avec une largeur maximale de 0,6 μm et une longueur totale entre 230 et 250 μm . Un acrosome (03,07 à 04,05 μm), noyau (de 20,8 à 23,8 μm), pièce intermédiaire (160 à 170 μm), et la queue (40 à 60 μm) ont été observées (Korn *et al.*, 2000).

Les principaux caractères des spermatozoïdes des cailles japonaises observées à la microscopie électronique à transmission (TEM) a montré un bouchon acrosomal entourant une perforatorium qui a inséré dans le noyau à l'extrémité postérieure. Seul un centriole distal

a été observé, ce qui a donné lieu à un axonème central avec une structure $9 + 2$ microtubulaire. L'axonème a été enfermé par une gaine spiralée mitochondriale dans la pièce intermédiaire région (64 à 74 % de la longueur totale du sperme), et numéros de mitochondries ont été estimés à plus de 1400 par le sperme, différente à celle de la dinde qui contient seulement 20 à 30 par les mitochondries du sperme (**Korn *et al.*, 2000**).

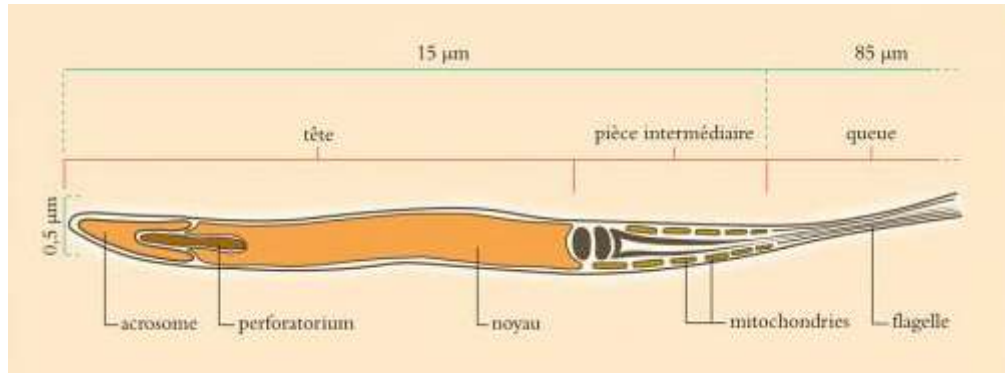


Figure 5 : Schéma représentant l'ultra-structure d'un spermatozoïde de coq (**Educagri, 2013**).

c.- Transport, maturation, stockage et survie de spermatozoïdes

Les spermatozoïdes étaient transportés à travers les conduits génitaux pendant un jour, à échéance rapidement dans la région de l'épididyme et brièvement stocké dans le canal déférent, en association avec une capacité limitée pour stocker les spermatozoïdes pendant de longues périodes dans les conduits génitaux masculins. Une durée de spermatogenèse de 14,4 - 15,8 jours et une production quotidienne de spermatozoïdes par les testicules et $92,5 \times 10^6$ spermatozoïdes par les testicules g. Il est à noter que les spermatozoïdes passent seulement environ 2 heures dans la zone de l'épididyme et environ 22 h au canal déférent (Fig. 7). Le développement de la motilité des spermatozoïdes par les cailles lors du passage dans les voies génitales semble suivre un schéma similaire à celui de la poule domestique (**Munro, 1938**). Il apparaît d'après le même auteur que leur maturation est principalement à l'intérieur de la région de l'épididyme des voies génitales. Les spermatozoïdes sont matures quand ils entrent dans ce conduit, comme suggérée par **Lake (1957)**, **Glover et Nicander (1971)**, **De Reviers (1972)** et **Amir *al.*, (1973)**.

1.3.- Les facteurs influençant la reproduction

A fin d'obtenir de bons résultats, il est important de bien maîtriser un certain nombre de facteurs.

1.3.1.- L'éclairage

Il joue un rôle considérable sur le développement des glandes génitales et sur la persistance des courbes de ponts (**Alain, 1987**). En effet, la lumière exerce sur la fonction sexuelle de la caille une double action :

- Elle stimule la fonction sexuelle et permet la mise en place du cycle reproducteur.
- Elle permet par les alternances jour/ nuit la synchronisation du pont.

1.3.1.1.- Action de la lumière sur les mâles

Les mâles recevant de longues stimulations lumineuses développent plus rapidement leur testicule que ceux recevant moins de lumière (**Lucotte, 1976**) donc l'activité des mâles diminué dans les courtes durées de lumière. Et le développement corporel durant la phase de croissance des pattes, des plumes, des griffes et du bec est sous l'action de la lumière (**Ayache, 2001**).

1.3.1.2.- Action de la lumière sur les femelles

L'exposition des femelles aux longues stimulations lumineuses augmente le volume de l'ovaire et le poids de la glande hypophysaire (**Lucotte, 1976**). Il est donc recommandé d'éclairer les futures reproductrices en photopériode supérieure ou égale à 12 heures (**Karharo, 1987**). Il est à noter que la durée de la lumière pour les adultes sera de 16 à 18 heures pour maintenir une bonne production d'œufs (**Oriol, 1986**).

1.3.1.2.1.- Voies d'action de la lumière chez les oiseaux

***.- Action de la lumière dans l'activité hypothalamo-hypophysaire :** Chez quelques espèces, la lumière agit inégalement à deux niveaux (benoit) ; soit indirectement, soit directement via des récepteurs photosensibles. L'énergie photonique de la lumière est alors transformée par ces photorécepteurs en signaux électriques qui induisent une cascade de réactions le long de l'axe hypothalamohypophyso-gonadique (Fig. 5).



Figure 6 : La réflexe photo sexuelle chez le canard (**Benoit et Assenmacher, 1967**)

N.S : Noyaux hypothalamiques impliqués
 F.N. : Fibres Nerveuses descendantes
 Res. Cap. : Réseau capillaire
 H.A. : Hypophyse antérieure
 H.P. : Hypophyse postérieure (lobe nerveux).

Les phases successives de la photo stimulation passent par un trajet complexe impliquant plusieurs organes : les yeux, l'hypothalamus, l'adénohypophyse et les testicules.

En réponse à une stimulation lumineuse, le rôle de l'hypothalamus est centré sur la transformation de l'information électrique émise par les photorécepteurs réiniens et/ou hypothalamiques, en une information hormonale au niveau de l'éminence médiane sous forme de LH-RH (Luteinizing Hormone Release Hormone) et de FSH-RH (Follicle-stimulating Hormone Release Hormone). (**Goldsmith *et al.*, 1989 ; Dawson et Goldsmith, 1997**).

La LH-RH est libérée dans la circulation et emprunte le système porte veineux jusqu'à l'hypophyse (**Lofts *et al.*, 1970 ; Follet et Robinson, 1980**). Et y stimulent la sécrétion des gonadostimulines qui, par la circulation générale, agissent sur les gonades (testicule ou ovaire).

1.3.2.- La température

La température joue un grand rôle pour la ponte et la fertilité.

1.3.2.1.- La ponte

La prise alimentaire est étroitement liée à la température ou, la diminution de la première implique l'augmentation de la deuxième car dans un milieu chaud la consommation chute rapidement. La faible consommation provoque un retard dans la croissance ainsi que dans la maturité sexuelle. Ce qui perturbe les performances de ponte chez la caille japonaise (**Benoit et Assenmacher, 1967**).

1.3.2.2.- La fertilité

La fertilité est très sensible aux variations de la température. La basse température réduit le nombre des spermatozoïdes produit (**Sauveur, 1988**). Les fortes chaleurs ont une grande influence sur la production et sur la qualité des spermatozoïdes qui dans un milieu chaud perdent leur motilité et leur qualité (**Sauveur, 1988 ; Brillard, 1990**).

L'étude de la biologie de reproduction de la caille japonaise *Coturnix japonica* d'une durée allant de Cinq mois, a été réalisée au sein du centre cynégétique de Zéralda (CCZ), d'autre part la fonction testiculaire pendant la croissance de cet animal a été étudiée au laboratoire des recherches sur les zones arides (LRZA) de l'USTHB au cours de la même période. La distribution géographique et la situation de ce centre sont présentées dans l'annexe II.



Figure 7- Centre Cynégétique de Zéralda.

2.1.- Objet de l'étude

Le présent travail a pour objectif :

- ✚ Le suivi du développement embryonnaire et la mise au point d'une méthode d'estimation de l'âge des œufs pendant la durée d'incubation avec prise en compte des variables biométriques de l'œuf ainsi que les pertes de poids des œufs le long du processus d'incubation. Parallèlement, nous avons étudié l'effet de la durée de stockage sur les taux d'éclosabilité et les mortalités embryonnaires.
- ✚ L'étude de l'effet de l'utilisation d'un aliment type caille reproducteur sur les performances de la reproduction des mâles.
- ✚ La réalisation d'un suivi de l'évolution des mesures biométrique et histologique du testicule au cours de la croissance postnatale des cailleteaux mâles japonais (*Coturnix japonica*).
- ✚ L'étude de la fonction testiculaire au cours de la croissance chez la caille japonaise.
- ✚ Les effets relatifs aux variations en concentration de testostérone circulante mâle sur les modifications morphologiques et testiculaires.

2.2.- Succès de la reproduction de la caille japonaise suivie en captivité

Dans ce chapitre nous abordons la méthodologie utilisée pour cerner la biologie de la reproduction de la caille japonaise. Nous présentons les mesures et les observations effectuées sur des œufs, le suivi du cycle de développement embryonnaire simultanément aux mesures des indicateurs du succès des incubations artificielles d'une part et d'autre part de vérifier l'effet de stockage des œufs sur les taux d'éclosion et la mortalité embryonnaire.

2.2.1.- Matériel biologique et protocole de mesures en laboratoire

Le matériel biologique utilisé pour notre étude est la caille japonaise *Coturnix japonica* issue de l'élevage du CCZ.

- **Collecte et tri des œufs**

Après le ramassage, les œufs sont déposés dans des plateaux, puis triés. Ils sont conservés dans une salle de stockage (Fig. 8 et 9), après qu'ils soient désinfectés par une fumigation au permanganate (KMnO_4) et au Formol (H_2CO) afin d'éviter toute contamination probable durant la phase d'incubation.

Les œufs mis en incubation (OMI) sont pris en compte dans notre analyse ($n= 180$). Cette population d'œufs a été suivie régulièrement, pendant toute la durée d'incubation et d'éclosion de 18 jours.



Figure 8 : Ramassage de l'œuf
(Originale, 2015)



Figure 9 : Triés et stockage de l'œuf
(Originale, 2015)

Dans le but de cerner et de consolider les résultats de cette première partie nous avons suivi le développement embryonnaire dans les conditions de déroulement de l'incubation au sein de l'unité couvoir. Les prélèvements ont été effectués au hasard, à intervalle fixe de 3 jours.

A chaque stade, dans le cas où l'œuf est fécond, nous avons procédé à la coupe de la coquille, par l'ouverture de l'œuf d'une façon horizontale et nous consultons les notices de références (Sauveur, 1988 ; Garcia-Fernandaz, 2009). Parallèlement, nous avons suivi l'évolution des paramètres de la perte du poids des œufs pendant toute la phase d'incubation de 15 jours, d'un échantillon $n = 30$ œufs. Chaque œuf a été numéroté et nous avons procédé à la mesure de sa longueur et de sa largeur. Le poids fut mesuré régulièrement tous les 3 jours à partir de la date de l'incubation, dans le but de calculer un coefficient KW (constante du poids), en même temps nous avons vérifié l'effet de stockage des œufs sur les taux d'éclosion et la mortalité embryonnaire à partir d'un échantillon de 180 œufs.

Les œufs numérotés ont été mis dans la chambre de stockage (la température ambiante 16° C.). Le processus d'incubation a été fait par l'incubateur automatique. Au 15^{ème} jour d'incubation les œufs ont été transférés à l'éclosoir.

2.2.2.- Incubateur

L'incubateur utilisé est un incubateur type VICTORIA I-72 professionnel de grande dimension (Fig. 10). Cet appareil est doté de système de sécurité innovant qui permet de maintenir constamment la température de fonctionnement constante, favorisant une formation correcte de l'embryon, empêchant les adhérences nuisibles aux parois de l'œuf. Cet incubateur de dimensions (2850 x 1980 x 2460 h) a une capacité œufs de caille égale à 18144. La durée de l'incubation des œufs de caille domestique est de 18 jours. Les œufs sont mis dans l'incubateur pendant 15 jours.



Figure 10 - Incubateur type Victoria I-72 au niveau de couvoir de CCZ
(Originale, 2015).

Température : la température de l'incubation idéale est de 37,7 à 38,7° C. Un thermomètre incorporé à la machine permet de vérifier la température et donc placer les œufs dans les bonnes conditions.

Hygrométrie : l'hygrométrie optimale se situe entre 40 et 50 %. Les pertes quotidiennes d'eau par les œufs à travers les pores des coquilles augmentent régulièrement au cours de la durée de l'incubation. En 15 jours d'incubation, la perte totale représente 15 à 16 % de poids initial de l'œuf.

Teneur de l'air en oxygène et en gaz carbonique : l'aération est assurée par deux trous de ventilation se trouvant sur le couvercle. Ces deux trous permettent une bonne oxygénation et une élimination des gaz carboniques résultant de la consommation de l'oxygène à travers les pores.

2.2. 3.- Eclosoir

C'est une couveuse artificielle de marque Victoria I-72 (Fig. 11), dans laquelle les œufs sont placés à l'âge de 15 jours pour séjourner pendant 3 jours à une température maintenue constante à 37,5° C. ; l'humidité relative varie de 67 % le 1^{er} jour à 86 % le 3^{ème} jour. Le retournement des œufs est arrêté deux jours avant l'éclosion. Quand la plupart des œufs sont éclos (12 à 48 heures), les poussins sont retirés de la couveuse et placés dans une éleveuse artificielle où ils séjourneront pendant trois (3) jours.



Figure 11 – Eclosoir type Victoria I-72
au niveau de couvoir de CCZ (Originale, 2015).



Figure 12: sortie de poussin
(Originale, 2015).

2.2.4.- Mesures et méthodes d'analyse

2.2.4.1- Mesures biométriques des œufs

Nous avons réalisé des mesures pour un échantillon de 30 œufs. Les mesures de la longueur de l'œuf en mm, et le diamètre de l'œuf en mm prises à l'aide de pied à coulisse.

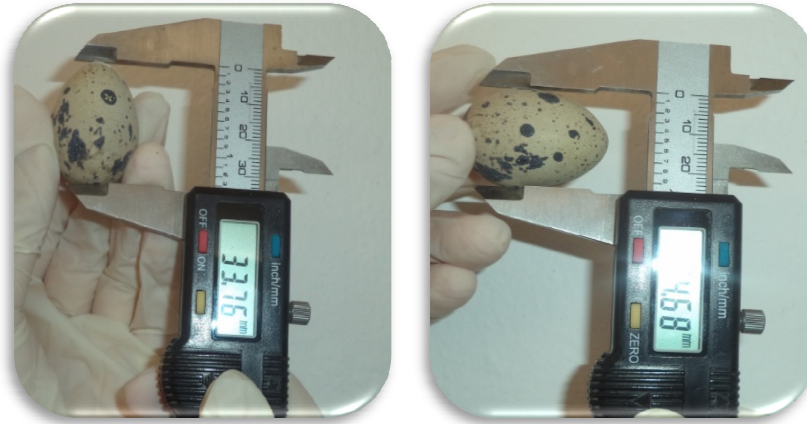


Figure 13: Mesure de la longueur (à droite) et la largeur (à gauche) de l'œuf de Caille japonaise (Originale, 2015).

2.2.4.2.- Mesures des pertes en poids des œufs au cours de l'incubation

Nous avons pris un échantillon de 30 œufs que nous avons pesé avant l'incubation pour déterminer leur poids initiaux (WT) puis chaque 3 jours jusqu'aux 17^{ème} jours d'incubation en vu d'estimer les pertes du poids à l'aide d'une balance électronique de (500g).



Figure 14: Pesé de l'œuf (Originale, 2015).

2.2.4.3.- Méthode d'analyse

-. **Poids frais :** Plusieurs formules ont été développées qui ont une application pratique sur les méthodes de calcul de la perte de poids. Elles donnent la perte de poids en pourcentage pour la période d'incubation entière après l'enregistrement de la perte de poids quotidienne pour

quelques jours seulement (Rahn *et al.*, 1976). Elles sont opérationnelles si la température et l'humidité restent constantes. Après quelques jours d'incubation, les pertes de poids fractionnelles peuvent être calculées et à la fin de l'incubation une droite de régression du type $Y = aX + b$ peut être établie.

Il existe une autre formule utile permettant d'estimer la perte de poids des œufs par la connaissance de la longueur (L) et la largeur (B) de l'œuf. Elle est utilisée pour estimer le poids frais de l'œuf, elle est très pratique quand les œufs ramassés ne sont pas frais ou ont été pris dans un nid avant la fin de la couvaison.

La relation entre la taille (**dimension**) de l'œuf et son poids est donnée par la formule :

$$WT = KW \times LB^2$$

- WT : poids initial des œufs en gramme.
- KW : coefficient de la perte du poids en gramme.
- L: longueur en mm.
- B: largeur en mm.

➤ **Coefficient de la perte de poids**

$$KW = \frac{WT}{LB^2}$$

WT : est le poids frais de l'œuf (Schonwetter, 1960-1977).

2.2.4.4.- Les paramètres biologiques et zootechniques

a.- Le taux d'éclosion

A la fin de chaque incubation le comptage des cailles nées et ceux handicapés est réalisé. Le calcul du taux d'éclosion est donné par la formule suivante :

$$EC\% = \frac{PE \times 100}{OF}$$

PE : Production de poussins (nombre de poussins produits).

OF : Nombre d'œufs fécondés.

b.- Le taux d'éclosabilité

Il est donné par la formule suivante :

$$\text{ECB}\% = \frac{\text{PE} \cdot 100}{\text{OF}}$$

NOI : Nombre d'œufs incubés.

c.- Le taux de fécondité:

Il est donné par la formule suivante :

$$\text{FEC}\% = \frac{\text{OF} \cdot 100}{\text{NOI}}$$

Nombre d'œufs fécondés = nombre d'œufs incubés – nombre d'œufs clairs.

d.- Le taux de mortalité embryonnaire

La mortalité embryonnaire correspond aux œufs fécondés dont l'embryon est mort au cours de l'incubation, il est donné par la formule suivante :

$$\text{ME}\% = \frac{\text{OEM} \cdot 100}{\text{OF}}$$

2.2.5.- Suivre du développement embryonnaire

Notre étude a porté sur l'évolution des embryons à différents stades d'incubation récupérés au niveau du couvoir, à raison de 3 œufs par jour et ceci pendant les 17 jours d'incubation. Pour cela, nous avons appliqué les méthodes de travail qui sont résumés comme suit :

- Observation de l'embryon *in vivo* (dans l'œuf) par l'ouverture d'une fenêtre dans la coquille de l'œuf embryonnaire ;
- Ensuite en dehors de la coquille, prise de photos ;
- Puis comparaison des différents stades obtenus.

➤ Détermination des stades du développement embryonnaire

Les modifications morphologiques visibles durant toute la période d'incubation (18 jours) et les événements cruciaux du développement sont photographiés et commentés. (Matérielle concerne l'ouverture de l'œuf et en annexe II)

🧪 Méthodes

Les œufs embryonnaires préalablement nettoyés à la surface grâce à un simple rinçage à l'eau distillée puis conservés à de basses températures dans le but de freiner leur développement normal qui peut avoir lieu au dessus de 21° - 22° C.

Pour observer les événements du développement embryonnaire, on réalise les étapes suivantes :

Nous avons procédé à l'ouverture d'une fenêtre dans la coquille :

- Placer l'œuf horizontalement, par conséquent l'embryon restera au pôle supérieur du jaune (Fig. 15) ;
- Tracer un trait qui fait le tour de l'œuf, posé dans la boîte de pétri verticalement ;
- A l'aide de la pince, percer la coquille au niveau du trait dessiné ;
- A partir de ce trou, utiliser les ciseaux pour découper le long du trait (il faut que la coquille découpée soit en un seul morceau) ;
- A l'aide d'une paire de pinces fines et sans trop les enfoncer pour ne pas léser l'embryon situ en-dessous, soulever la partie découpée.

Il est alors possible d'observer l'embryon à travers cette fenêtre (Fig.16).

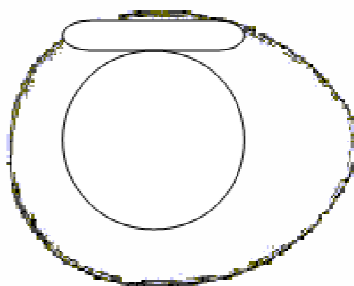


Figure 15 – Œuf placé horizontalement
(Originale, 2015)

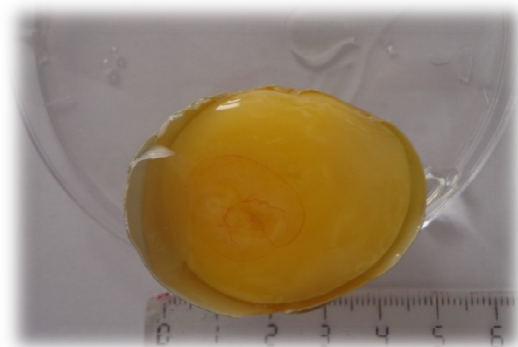


Figure 16 - Position de l'embryon sur le
Jaune sous la coquille découpée

2.3.- Etude histomorphométrique du testicule chez la caille japonaise

2.3.1.- L'élevage des poussins

2.3.1.1.- Matériel biologique

Entre le 28 juin et la fin de septembre 2015, deux expérimentations ont été réalisées chez *Coturnix japonica*, au cours de la croissance (1 jour après l'éclosion jusqu'à la septième semaine d'âge), avec un effectif initial de 131 cailleteaux qui vont être contrôlés.

Avant la mise en place des cailleteaux des deux lots en élevage, les locaux d'élevage ont été préparés en effectuant les opérations suivantes :

- Nettoyage et désinfection du local d'élevage par pulvérisation d'un désinfectant et par blanchiment du sol et des murs par de la chaux vive.
- Mise en place d'une litière composée de paille hachée d'une épaisseur d'environ 5 cm, pour isoler les cailleteaux du contact avec le sol ;
- Délimitation de la zone d'élevage par une garde en contre plaqué d'une hauteur de 60 cm, afin d'éviter l'éloignement des cailleteaux de la zone de chauffage, des abreuvoirs et des mangeoires ;
- Mise en place du matériel d'élevage (radian à gaz et abreuvoirs) ;
- Après éclosion des œufs (Fig. 17), chaque lot de cailleteaux a été transféré dans la poussinière (Fig. 18 et 19) préalablement réchauffée à une température comprise entre 38° à 40° C. pendant la 1^{ère} semaine d'élevage par un radian à gaz suspendu à un mètre du sol.



Figure 17 : Cailleteaux après éclosion (Original, 2015).



Figure 18 : Cailleteaux installés dans la poussinière (Original, 2015).



Figure 19 : poussinière d'accueil des poussins (Original, 2015).

-. Les poussins disposent de soin sanitaires et un contrôle continu pour empêcher toute propagation de maladies.

a.- Lot contrôlé

A partir de la 2^{ème} semaine, la température a été abaissée jusqu'à 34 - 35° C. puis maintenue entre 35 - 30° C, avec une humidité de 70° jusqu'à la fin de l'expérimentation.

L'éclairage de type continu utilisé, a été assuré par un néon de 18 Watt fixé au plafond pendant la 1^{ère} semaine.

A partir de la 2^{ème} semaine la durée d'éclairage est réduite de 24 heures à 6 heures en diminuant l'éclairage d'une durée de 30 min par jour ou cours de la période de l'expérimentation (7 semaines).

L'abreuvement a été renouvelé par cinq abreuvoirs de type alvéole d'une capacité de 0,5l.

L'eau d'abreuvement a été renouvelée deux fois (matin et soir) voire plus pendant les premiers jours d'élevage.

L'alimentation a été distribuée, dans des mangeoires assiettes au nombre de cinq, en *ad libitum* pendant la première semaine. La première distribution alimentaire n'a été effectuée qu'après que les cailleteaux ont suffisamment bu pour se réhydrater, soit 24h après la mise en place.

A partir de la deuxième semaine, nous avons procédé à la mise en place progressive des mangeoires 3^{ème} âge.

La nutrition est réalisée par deux types d'aliment :

-. Un aliment de croissance poulet de chair ou spécifique de 1^{ère} semaine des cailleteaux, composé de maïs, de tourteaux de soja, d'un complexe de minéraux et de vitamines, d'un antioxydant et d'un anticoccidien (Annexe II).

-. Un aliment poule pondeuse pour les reproducteurs, sachant que durant leur 1^{er} jours de la vie, les poussins ont reçu dans l'eau d'abreuvement un traitement de réhydratation et de détoxification « Toxidren^R » (Annexe I) ; par la suite, des anticoccidiens et des vitamines.

Cette alimentation permet de suivre l'effet d'un supplément énergétique sur les paramètres biométriques (poids corporel, aile plis tarse poids testiculaire).

b.- Lot témoin**b1.- Alimentation**

Les habitudes alimentaires varient au cours de la vie d'une caille japonaise. La nourriture a une influence considérable sur la vie du cailleteaux. Au 1^{er} jour de sa vie, le jeune poussin se nourrit grâce aux réserves contenues dans le vestige du sac vitellin.

❖ **1^{ère} phase : Le démarrage :** Cette période comme son nom l'indique, a pour objectif de « démarrer ». Chez la caille japonaise cette période s'étale sur les dix premiers jours de vie au cours desquels les cailleteaux sont concentrés autour des sources de chaleur des mangeoires et abreuvoirs grâce au cercle d'élevage.

L'installation des cercles de garde pour garder les cailleteaux près de la source de chaleur.

La mise en marche des radiateurs à gaz est effectuée un jour avant la réception des cailleteaux.

❖ **2^{ème} phase : La croissance :** A l'âge de deux à trois semaines de vie, les cailleteaux vont accéder à toute la surface de la poussinière et ne seront plus limités dans leur déplacement par le cercle d'élevage.

❖ **3^{ème} phase : Reproductrice :** A partir de quatre semaines, les cailles sont placées dans des batteries de reproduction. D'après Rosset (1987), il s'agit d'une batterie de 5 étages avec colonnes, avec les dimensions de 1 m de longueur, 50 cm de largeur et de 20 cm de hauteur. Ces batteries contiennent une inclinaison au niveau du plancher pour l'écoulement des œufs vers une croissance pour le ramassage des œufs.

De la première à la quatrième semaine, l'alimentation est du type chair (poulet de chair croissance). Ensuite à partir de la quatrième semaine, l'aliment spécifique à la poule pondeuse souvent distribué aux cailles reproductrices, donne d'excellents résultats.

b2.- Eclairage

Le programme lumineux appliqué est de type continu constant 24h / 24h. La luminosité est assurée par des néons de 18 w.

2.3.1.2.- Méthodes**a.- Mesures biométriques**

Les mesures biométriques ont été réalisées sur un échantillon de 3 cailleteaux prélevés à partir des deux lots expérimentaux (témoin est contrôlé) mis en élevage. A l'exception des

trois premières semaines après éclosion et en absence du dimorphisme sexuel phénotypique, les mâles ont été reconnus après sacrifice.

Les mesures biométriques ont été réalisées une fois par semaine du premier jour après l'éclosion (J1) jusqu'à l'âge de sept semaines.

a1.- Poids corporel

Les cailleteaux ont été pesés, chaque matin à la même heure, à l'aide d'une balance de d'une capacité de 1200 g (AND EK-1200i) (**Fig. 20 et 21**).

Pour éviter de stresser les oiseaux lors de la prise de la mesure du poids, nous avons utilisé un pochon. Une fois l'oiseau calme il est immédiatement pesé. A chaque fois nous déduisons le poids du pochon au résultat.



Figure 20 : pesée du cailleteau
(Originale, 2015).



Figure 21 : Mise en sac du cailleteau avant la pesée
(Originale, 2015).

a2.- Longueur du tarse

Cette mesure a été effectuée à l'aide d'un pied à coulisse (**Fig. 22**), entre les deux articulations du genou et des doigts, la valeur relevée est exprimée en millimètre.



Figure 22 : Mesure de la longueur du tarse
(Originale, 2015).

a3.- Longueur de l'aile pliée

La mesure sur l'aile a été réalisée à l'aide d'une règle graduée en millimètre (**Fig. 23**). La valeur lue correspond à la distance comprise entre l'articulation pliée du poignet et la plus longue des rémiges primaires.



Figure 23 : Mesure de la longueur de l'aile pliée.
(Originale, 2015).

a4.- Longueur du bec

La longueur du bec, correspondant à la distance entre la partie distale du nez et la dernière partie du bec, a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse (Fig. 24).



Figure 24 : Mesure de la longueur du bec.
(Originale, 2015).

a5.- Poids des testicules**a5.1.- Protocole de prélèvement des testicules**

Les caillies des deux lots ont été pesées puis sacrifiées (entre 9 et 12h). Le sang est recueilli dans des tubes froids héparines puis centrifugés (**Fig. 25**). à 4000 tour/min pendant 2 min (Figure 26). Le plasma congelé à -20°C, puis transporté jusqu' au laboratoire d'analyse médicale.

Le plasma recueilli est utilisé pour le dosage, par la technique radio-immunoenzymatique.



Figure 25: tubes héparines



Figure 26 : Centrifugation du sang

Après l'égorgeage, l'animal est fixée, sur la face ventrale, les pattes antérieurs et postérieurs sont tendues et écartées. Une boutonnière juste en avant de l'orifice a été réalisée. Une incision de la peau puis de la paroi musculaire. L'ensemble des organes digestifs a été extériorisé hors de la cavité abdominale, mettant en évidence l'appareil reproducteur mâle *in situ* (Fig. 27).

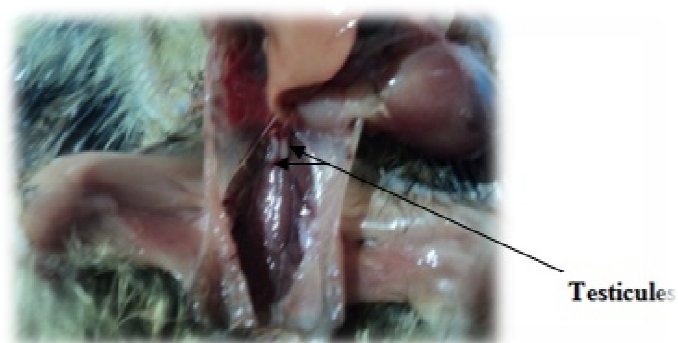


Figure 27 : Localisation anatomique des testicules chez la caille.

(Originale, 2015).

a5.2.- Poids testiculaires

Après avoir saigné les animaux, les deux testicules (droits et gauche) des deux lots (témoin et lot expérimentale) ont été prélevés délicatement à l'aide d'une pince fine (**Fig. 28**) et pesés séparément à l'aide d'une balance électrique de précision (0,0001g) (ANDER-180A) (**Fig. 29**), et sont fixés séparément dans du formol (10%) pendant 48h, puis transporté jusqu'à Alger au LRZA pour effectuer une étude histologique.



Figure 28 : Prélèvement des testicules
(originale, 2015)



Figure 29 : Pesée du testicule
(originale, 2015)

a6.- Technique d'histologie

La confection de coupe histologique permet l'observation des tissus au microscope photonique après une coloration spécifique. Elle comporte plusieurs étapes, rapportées essentiellement par **Martoja** (1967) et **Gabe** (1968).

Le matériel spécifique utilisé pour les techniques histologiques est présenté en annexe II.

a6.1.- Fixation

Etape primordiale, elle permet de conserver et immobiliser des constituants tissulaires/cellulaires dans un état aussi proche que possible du vivant. C'est une étape importante dans la réalisation des techniques de préparation des échantillons histologique. Nous avons utilisé dans notre étude le formole 10% (chaque tube est accompagné par une étiquette).

a6.2.- Inclusion

L'inclusion consiste à enfermer l'organe dans une cassette en plastique et à enrober les tissus à examiner avec de la paraffine. Pour que la lumière puisse passer à travers le tissu à examiner, il faut donc leur donner une consistance solide. L'inclusion est précédée de deux étapes essentielles.

✓ **Déshydratation** : Les cassettes contenant l'organe à étudier sont mises dans des caisses de bains d'alcool de degré croissant : 70° (2 bains), 96° (2 bains), 100° (2 bains) pendant 30 minutes pour chaque bain. L'intérêt de la déshydratation est d'éliminer le fixateur.

✓ **Eclaircissement** : L'alcool (éthanol) est ensuite remplacé par un solvant miscible à la paraffine : il s'agit de deux bains du butanol. La durée du premier bain est de 24 heures et le second bain est de durée illimitée. Cette substance élimine l'éthanol

✓ **Pénétration des pièces par de la paraffine** : Cette étape est effectuée à chaud (60° C.) et permet une pénétration de la paraffine en profondeur, sans risque de cuir les tissus. Les organes sont plongés dans trois bains :

- le premier bain est composé de butanol-paraffine (V /V) (pendant une heure).
- Le deuxième bain est composé de paraffine pure (pendant une nuit).
- Le troisième bain est composé de paraffine pure (pendant 4 heures).

✓ **Confection des blocs de paraffine** : Dans cette étape, on a utilisé des moules de métal et des cassettes en plastique sur lesquelles sont inscrites les indications de la pièce traitée. La paraffine fondue est versée dans les moules légèrement préchauffés à 45° C. où on dépose délicatement l'organe imprégné, la cassette est déposée sur le moule, le bloc n'est démoulé qu'après refroidissement totale sur une plaque froide et il est conservé au froid à une température de -4° C.

a6.3.- Confection des coupes

Tout d'abord, on a installé le bloc sur le porte bloc du microtome qui est réglé à 20µm afin d'éliminer le surplus de paraffine. Lorsque la pièce apparaît dans le plan de coupes, on ramène l'échelle à 5 µm pour obtenir des coupes fines sous forme de rubans.

a6.4.- Etalement des coupes

On dépose les rubans obtenus sur lames contenant de l'eau distillée chauffée à 37° C. A l'aide d'un diamant, les indications de l'organe sont gravées sur la lame correspondante. Les lames sont mises dans l'étuve à 30° C, pendant 15 minutes pour augmenter l'adhérence des coupes.

a6.5.- Coloration

Elle a pour but d'établir le contraste naturel des coupes et de rendre plus évidents les différents constituants cellulaires et tissulaires. C'est la coloration topographique Trichrome de Masson. Cette coloration met en évidence les éléments du tissu conjonctif en particulier le collagène en vert, le noyau en noir et le cytoplasme en rouge.

Avant toute coloration, les coupes doivent être débarrassées de paraffine et réhydratées, le xylène est utilisé pour le déparaffinage (2 bains de 5 mn), le passage pendant 5 minutes dans les alcools de degré décroissant : 100° (2bains), 96° (2bains) et 70° (1bain).

a6.6.- Montage et observation

Une fois colorées, les lames doivent passer dans les bains d'alcool de concentrations croissantes de façon à éliminer l'eau restant dans les coupes (70°, 96°, 100°) et enfin dans 2 bains de xylène. Le montage est l'opération qui consiste à fixer, à l'aide d'une substance appropriée (Eukit) au colorant utilisé une lamelle de verre sur l'échantillon histologique, nettoyées au xylène et enfin observées au microscope photonique (CONUS). Les photographies figurant dans ce mémoire ont été prises en différents grossissements à l'aide d'une photo microscope OPTIKA.

a7.- Analyse morpho-métrique des coupes histologiques des testicules

Pour estimer l'état physiologique du testicule au cours de la croissance chez la caille japonaise, nous avons conçu des mesures sur le tube séminifère.

Le contour des tubes séminifères a été mesuré sur 50 tubes circulaires pour chaque prélèvement (par testicules et par animale) (Courot, 1962).

Les coupes histologiques ont été colorées à l'hématoxyline-éosine et observées au microscope photonique. Les images ont été capturées à l'aide d'une caméra connectée à un photo-microscope, et grâce à un logiciel d'analyses et de traitement d'image Axio Vision Rel 4.6 développées par la société Carl Zeiss. Ce système d'analyse d'image est étalonné à l'aide d'une lame micrométrique graduée au (μm).

2.4.- Dosages hormonaux

Les effets relatifs des variations en concentration de testostérone circulante chez le mâle adulte sur les modifications morphologiques et testiculaires

2.4.1.- Méthode d'analyse

Le dosage de testostérone est effectué sur du sang total par le biais d'une méthode radio-immunoenzymatique par compétition à une détection finale en fluorescence (ELFA : Enzyme Linked Fluorescent Assay) à l'aide de l'appareille VIDAS[®] Testostérone II (TES2). Le dosage de testostérone est un test quantitatif automatisé permettant la mesure quantitatif de la testostérone totale dans le sérum ou le plasma, dans laquelle les anticorps anti-testostérone sont marqués au phosphate alcalin (conjugué) et dont le dosage s'effectue en mesurant un nombre de désintégrations par seconde.

2.4.2.- Principe

Le principe de la technique radio-immunoenzymatique est basé sur le déplacement d'un équilibre établi entre l'antigène, qui est la protéine liante (antigène testostérone) et l'anticorps qui est anti-testostérone marqué à la phosphatase alcaline (conjugué) (Fig. 30).

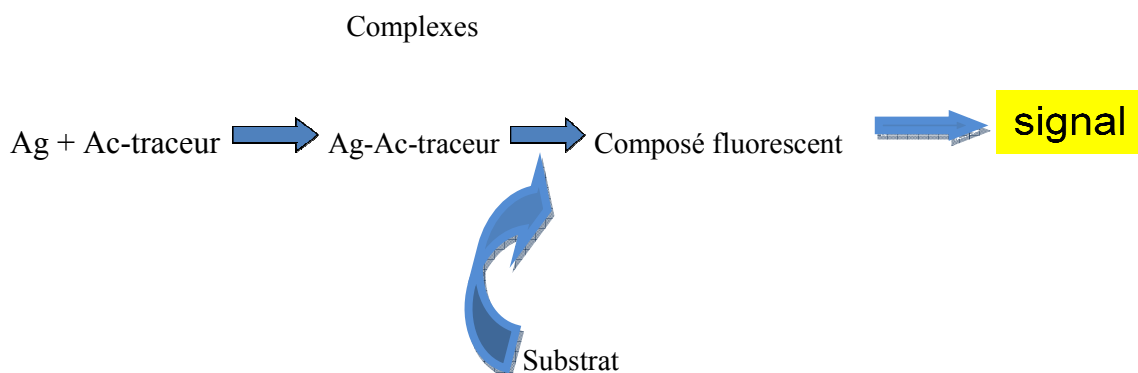
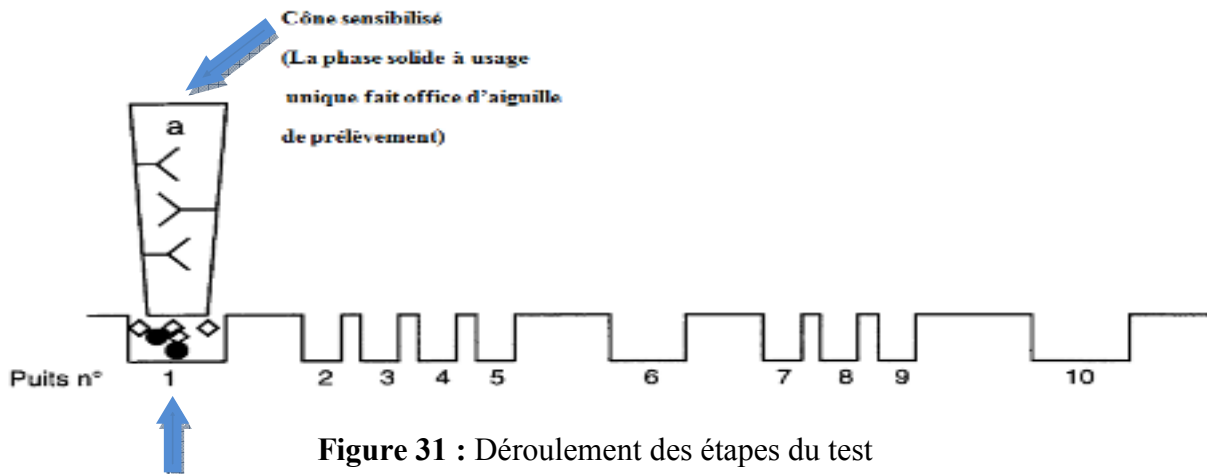


Figure 30 : Principe fondamental de la réaction de compétition antigène anticorps

2.4.3.- Déroulement des étapes techniques (Fig. 31)



A chaque étape, le cône aspire et refoule plusieurs fois le réactif contenu dans la cupule.

Dans une première étape, l'échantillon est prélevé puis transféré dans le puits contenant l'anticorps anti-IgE marqué à la phosphatase alcaline (conjugué). Le mélange échantillon/conjugué est aspiré et refoulé plusieurs fois dans le cône afin d'augmenter la vitesse de réaction. Cette opération permet aux IgE de se lier d'une part aux immunoglobulines fixées sur le cône et d'autre part au conjugué formant ainsi un "sandwich". Des étapes de lavage éliminent les composés non fixés. Lors de l'étape finale de révélation, le substrat (4-Méthyl-ombelliferyl phosphate) est aspiré puis refoulé dans le cône ; l'enzyme du conjugué catalyse la réaction d'hydrolyse de ce substrat en un produit (4-Méthyl-ombelliférone) dont la fluorescence émise est mesurée à 450 nm (Tab. 3).

Tableau 3 - Contenu des différents puits de la cartouche :

Puits	Réactifs
1	Puits échantillon
2	Conjugué : tampon phosphate + albumine bovine + anticorps anti-testostérone marqué à la phosphatase alcaline + conservateur (300µl).
3	Solution de prétraitement : tampon phosphate + albumine bovine + agent de dissociation + conservateur (600µl).
4-5-6	Puits vides.
7-8-9	Tampon de lavages : tris + surfactant + conservateur (600µl)
10	Cuvette de lecteur avec substrat : 4-Méthyl-ombelliferyl phosphate (0,6 mmol / L) + diéthanolamine* (DEA) (0,62 mol / L soit 6,6%) pH 9,2 azoture de sodium 1g / L (300µl)

2.5.- Exploitation des données par l'analyse statistique

Les valeurs sont exprimées pour tous les paramètres mesurés par la moyenne arithmétique $\bar{X}$ affectée de l'erreur standard (E.S.M).

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$\sum x_i$: Somme des valeurs individuel

n : nombre de valeurs

$$ESM = \frac{\delta}{\sqrt{n-1}}$$

Avec:

$$\delta^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}$$

δ = écart type

La validité statistique des différences est calculée par le test t de Student et Anova en utilisant le logiciel statistica.

La différence entre deux moyennes comparées est statistiquement significative si la probabilité "p", lue en fonction du nombre de degrés de liberté ($d.d.l = n_1 + n_2 - 2$) est égale ou inférieure à 5%.

- Si $p > 0,05$: la différence n'est pas significative.
- Si $0,01 < p < 0,05$: elle est significative.
- Si $0,001 < p < 0,01$: elle est très significative.
- Si $p < 0,001$: elle est hautement significative.

3.1.- Résultats et discussion

Les résultats obtenus pour cerner la biologie de reproduction de la caille japonaise (*Coturnix japonica*) seront présentés en quatre parties : la première, concerne l'étude du suivi embryonnaire au cours de l'incubation artificielle, la seconde porte sur les mesures biométriques, la troisième partie traite de l'étude histo-morpho-métrique des testicules au cours de la croissance et la dernière porte sur les résultats biochimiques du testostérone plasmatique .

3.1.1.- Succès de la reproduction de *Coturnix japonica* en captivité

3.1.1.1.-Description du développement embryonnaire

-. **1^{er} jour d'incubation** : l'œuf de la caille japonaise présente un début du développement sous forme d'une cicatrice de 2 à 3 mm de diamètre (Fig. 32).

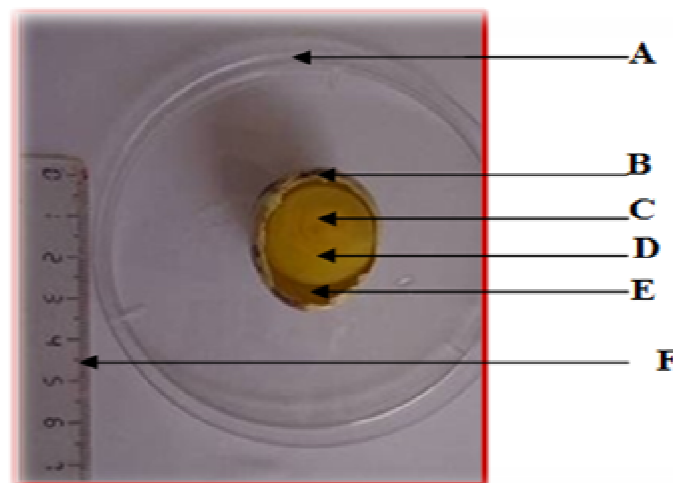


Figure 32: le premier jour d'incubation (originale, 2015)

A : Boîte de pétri, B : Coquille, C : Cicatrice, D : Vésicule vitelline, E : Albumen, F : Règle gradué.

Selon **Tyas Rini Saraswati, (2015)** le premier jour de développement n'est pas clairement visible, il y a le développement des cellules germinales comme un cycle avec des bords sombres, tandis que le milieu est plutôt brillant. La partie centrale est un zygote, cellules germinales appelée blastoderme.

-. **3^{ème} jour** : les îles de sang commencent à s'associer et forment un système vasculaire qui atteint un diamètre de 10 à 15 mm. L'embryon se distingue facilement dont sa longueur mesure de 5 à 6 mm (Fig.33).

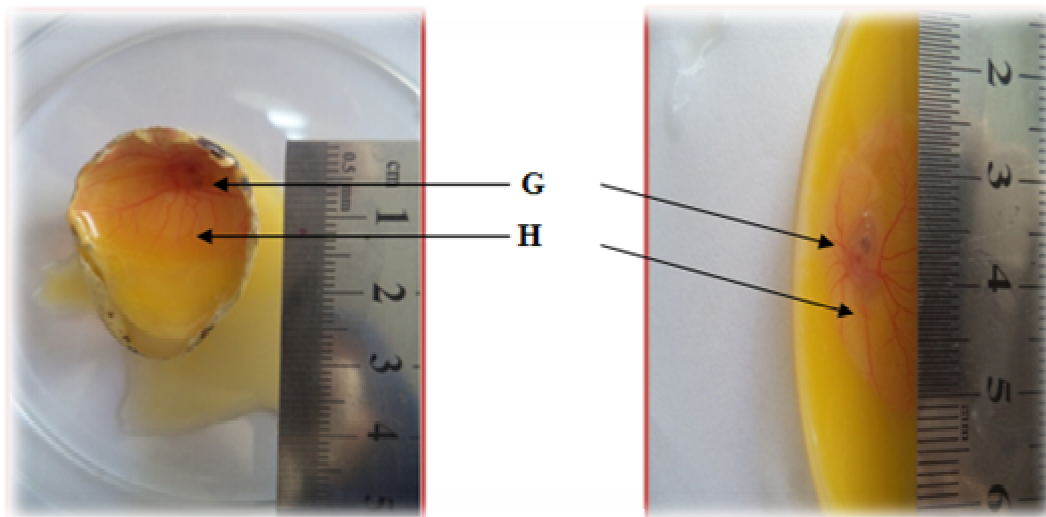


Figure 33: le troisième jour de développement embryonnaire (originale, 2015)

G : Embryon, **H :** Vaisseaux sanguins

Le troisième jour, le système circulatoire commence à se développer, la membrane vitelline qui joue un rôle dans la nutrition de l'embryon se répand sur la surface du jaune d'œuf. La tête et le corps peuvent être distingués, ainsi que le cerveau et la structure du cœur (Tyas Rini Saraswati, 2015).

-. **6^{ème} jour :** l'embryon apparait sous forme de tâche au milieu d'un fin réseau sanguin, la tête est formée, les yeux sont visibles, les ailes et les pattes commencent à se développer. Ces dernières se présentent sous forme de palette. Le bec aussi commence à se former. A partir de ce stade le volume de la chambre à air commence à augmenter (Fig. 34).

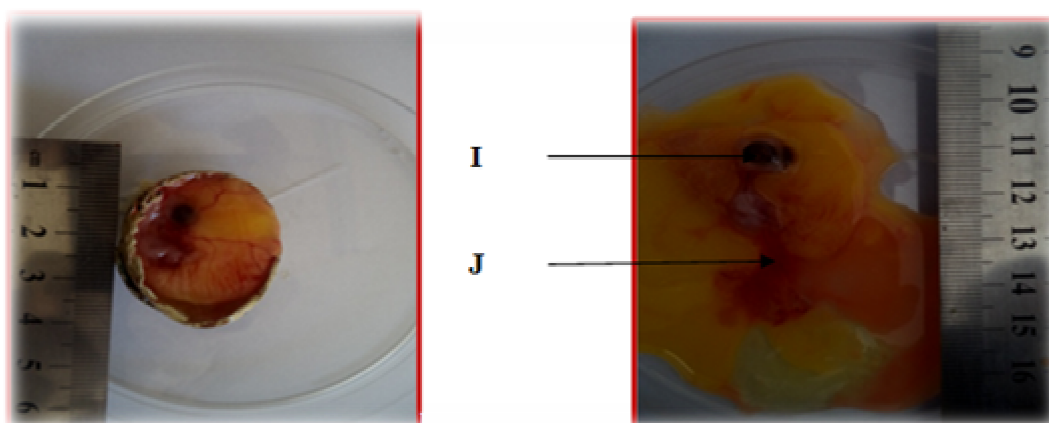


Figure 34: le sixième jour de développement embryonnaire (originale, 2015)

I : Œil, **J :** Allantoïde

A ce moment, d'après **Tyas Rini Saraswati, (2015)**, l'embryon commence à subir un essorage, le système nerveux central et le squelette peuvent être visualisés et vont prendre régulièrement de l'extension, avec un début de formation du bec.

-. **9^{ème} jour** : La taille de l'embryon est de 20 à 25 mm, on observe le début de différenciation embryonnaire marquée par la formation des différents organes et l'apparition des plumes, A ce stade l'embryon est devenu un poussin complet (Fig. 35).

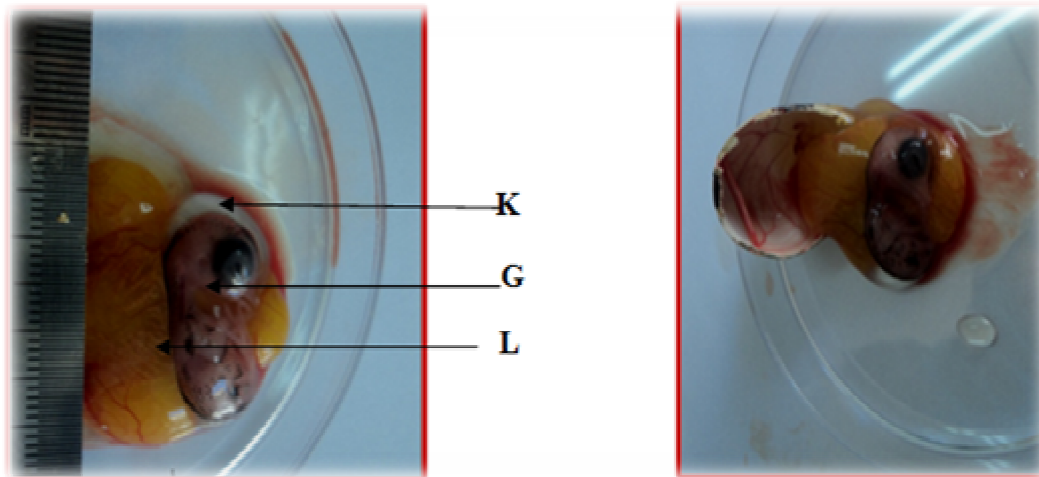


Figure 35 Neuvième jour de développement embryonnaire (originale, 2015)

K : Cavité amniotique, **L** : Amnios, **G** : Embryon

Nos résultats sont similaires à ceux de **Tyas Rini Saraswati, (2015)**. qui a signalé que la croissance des organes de l'embryon commence à se développer à ce stade

-. **12^{ème} jour** : Le poussin a beaucoup grossi et le jaune d'œuf se réduit de jour en jour. A partir de ce stade on observe, le début des battements cardiaques et les mouvements de l'amnios, ainsi que le développement de la chambre à air (Fig. 36).

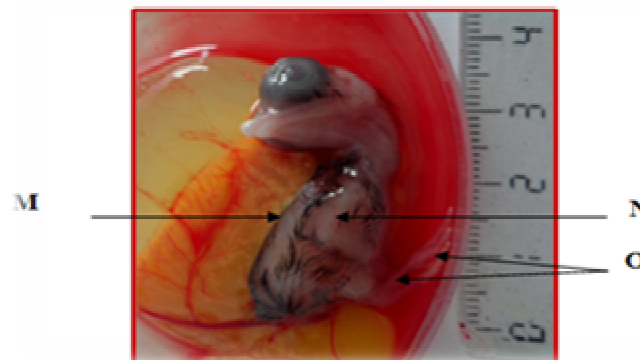


Figure 36: le douzième jour de développement embryonnaire (originale, 2015)

M : Duvets primaire, **N** : Aile, **O** : Patte

Tyas Rini Saraswati (2015) à constaté qu'on peut avoir une croissance dense de plumes qui couvrira l'ensemble du corps

🧩 Au 15^{ème} jour, les œufs sont transférés de l'incubateur vers l'éclosoir où ils séjournent pendant trois jours pour terminer leur développement embryonnaire.

-. **15^{ème} jour** : l'éclosion s'approche, on observe une forme totalement opaque occupant environ les 2/3 du volume de l'œuf ; c'est le poussin. A ce stade, la chambre à air doit occuper idéalement environ 1/3 de l'œuf. Le poussin a fortement grandi, et a consommé pratiquement toutes ses réserves (Fig. 37).

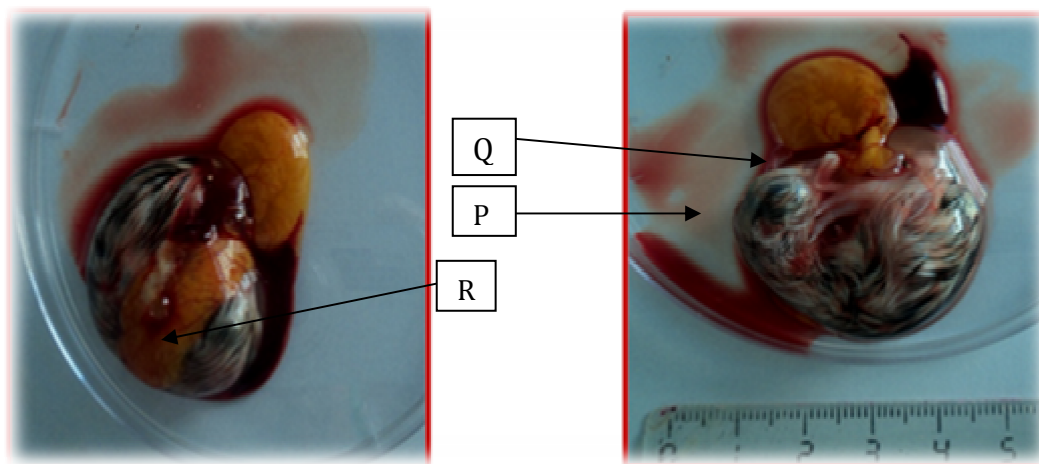


Figure 37: le quinzième jour de développement embryonnaire (**originale, 2015**)

P : Plumes, Q : Bec, R : Poussin

Un processus sérieux commence à ce moment là : c'est l'éclosion où la membrane de la coquille de l'œuf commence d'une manière circulaire à s'ouvrir, de sorte que la caille peut respirer.

Le taux d'humidité est très important (**Tyas Rini Saraswati, 2015**).

17^{ème} jour: le blanc d'œuf a complètement disparu. Le bec est situé dans la chambre à air. Le poussin étendu mesure 7cm et commence à se rétracter dans l'abdomen. Il est à ce moment parfaitement proportionné permettant ainsi la cassure de la coquille : c'est l'éclosion (Fig. 38).



Figure 38 : l'éclosion de l'œuf (originale, 2015)

18^{ème} jour : poussin sorti de la coquille va être transféré vers chambre d'élevage.



Figure 39 : Poussin à un jour après éclosion (originale, 2015)

D'après l'observation et la mesure du développement des organes de l'embryon à partir de l'âge d'un jour jusqu'à l'éclosion, nous pouvons constater que :

✚ Les annexes embryonnaires se forment tout au début du développement embryonnaire. Il y en a trois, elles remplissent chacune un rôle spécifique et indispensable au développement de l'embryon qui lui assure des fonctions de protection et d'autonomie métabolique (nutrition, excrétion et respiration). Les annexes prennent de l'importance ce qui explique l'augmentation de leurs poids durant l'embryogenèse.

a. Vésicule vitelline : c'est la première annexe à se former qui englobe le jaune d'œuf, elle s'étend dans tout l'espace au-dessus de l'embryon. La vésicule vitelline est arrosée par les deux artères allantoïdiennes qui donnent naissance à un riche réseau de capillaires. Ce réseau sanguin va permettre de transporter les substances nutritives du jaune jusqu'à l'embryon par le biais du cordon ombilical. L'utilisation du jaune est graduelle en début d'incubation, puis

s'accélère grandement pendant les derniers jours et ce c'est pour répondre à des besoins qui sont de plus en plus conséquents.

b. Amnios est une membrane qui entoure l'embryon comme un sac. Il est rempli de fluide qui sert à amortir les chocs mécanique et qui protège l'embryon contre la déshydratation.

c. Allantoïde : Elle envahit tout le cœlome extra-embryonnaire, et entoure l'amnios et la vésicule vitelline en refoulant l'albumen.

L'embryon au 14^{ème} jour sera entouré d'une double enveloppe '' l'amnios et l'allantoïde''. La mise en place de cette annexe rend compte de ses différentes fonctions, à savoir:

c1. Apport d'oxygène nécessaire à l'embryon et évacuation du dioxyde de carbone par l'intermédiaire de son réseau de vaisseaux.

c2. Mobilisation d'une partie du calcium de la coquille nécessaire à l'édification du squelette embryonnaire.

c3. Absorption d'eau et des produits digestifs de l'albumen par la vésicule allantoïdienne.

3.1.1.2.- Mise en évidence du coefficient de perte de poids KW des œufs durant l'incubation chez *Coturnix japonica*

Dans le tableau 4, les valeurs moyennes du poids, la longueur, la largeur et le coefficient de perte de poids calculées sur la base des mesures effectuées sur un lot de trente œufs de *C. japonica* sont présentés.

Tableau 4 : Dimensions moyennes des œufs de la Caille japonaise issus d'élevage au centre cynégétique de Zéralda (C.C.Z).

Nombre d'œufs	WT (g)	L (mm)	B (mm)	LB ² (mm ³)	$KW = WT/LB^2$
30	11,37	2,56	3,27	27,37	0,41

WT : poids initial moyen des œufs ; L : longueur des œufs ; B : largeur des œufs.

D'après le tableau 4, nous constatons que le poids moyen obtenu est de 11,37g. La longueur moyenne et la largeur moyenne sont respectivement de l'ordre de 25,64mm et 32,67mm. Le coefficient de perte de poids KW est de 0,16.

Le poids moyen des œufs que nous avons mesuré chez la caille japonaise se rapproche de celui de **Saveur (1988)**, **Nowaczewski, (2010)**, chez la caille japonaise de la Pologne, alors qu'il est inférieur à celui de **Sauveur, (1988)** chez la poule, l'oie, la dinde et le faisan. Nos résultats sont similaires à ceux observés chez les perdrix gabra dont le coefficient de perte du poids est de l'ordre de 0.55.

D'après **Sauveur, (1988)**. Les dimensions des mesures des œufs sont largement supérieures chez la poule.

Les différentes mesures biométriques du 1^{er} au 17^{ème} jour d'incubation sont résumées dans le **tableau 5**. Remarquant que la perte de poids pendant la phase d'incubation est proportionnelle à sa durée. La valeur de la perte totale cumulée enregistrée est 3,66 g pour un poids moyen initial de 11,37 g, soit une perte de l'ordre de 32,18 g pour 17 jours d'incubation et une perte quotidienne moyenne de 0,21 g/jours $[(WT - W_{17})/17]$.

Tableau 5 : Evolution du poids moyen des œufs de *C. japonica* de la ponte jusqu'à la fin de l'incubation (17^{ème} jours).

Poids des œufs (g)	WT	W 3	W6	W9	W12	W15	W17
Poids moyen (g)	11,37	11,07	10,52	10,10	9,80	9,43	7,71
(P*)	0	0,30	0,85	1,27	1,57	1,94	3,66
(P**)	0	2,64	7,51	11,18	13,82	17,06	32,18

WT : poids frais (initial) des œufs (g) ; W3, W6, W9, W12, W15, W18 : Poids des œufs pris chaque 3 jours au cours de l'incubation. (P*)=WT-WI et (P**)=100(WT-WI)/ WT. (P**) : Pertes cumulées de poids moyen en % ; (P*) : Pertes cumulées de poids moyen (g)

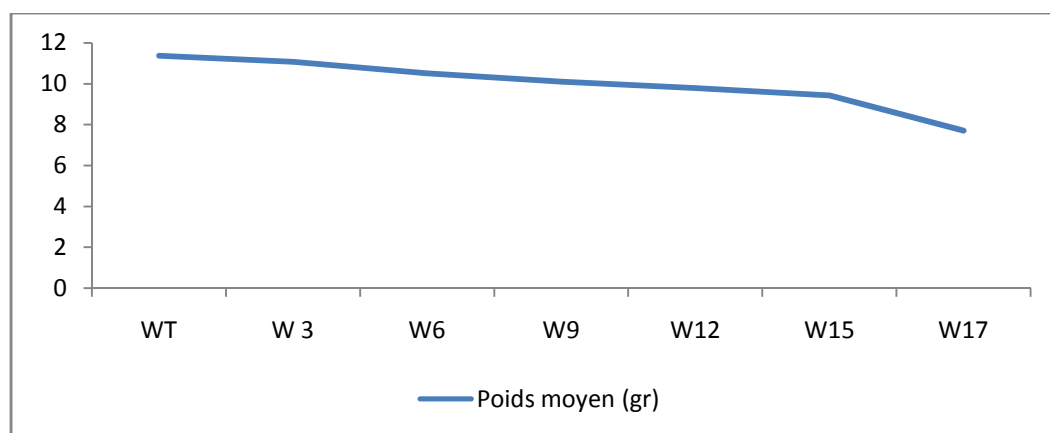


Figure 40 : Courbe de perte du poids des œufs au cours du temps (œufs d'élevage).

La figure ci-dessus représente le processus de la perte de poids des œufs de la caille japonaise en fonction du temps au cours de l'incubation. Nous constatons que la courbe est définie par l'équation $Y = 11.37 - 0.21X$. Donc, nous pouvons dire que la perte de poids le long de l'incubation et la prise en compte de la perte quotidienne pour le calcul du poids frais est un bon coefficient correcteur. Cette perte due à la respiration de l'embryon et comme tout être vivant consomme de l'oxygène et rejette de l'eau et du gaz carbonique. Cet embryon utilise progressivement les réserves dont il dispose pour son développement à savoir les protéines, eau et minéraux. Pour l'évaluation du poids de l'œuf au cours de l'incubation, nous avons tracé la courbe ci- dessus (Fig. 40).

Selon **Martin et Arnold, (1991)**, l'eau représente 68,25% de la masse totale des œufs avant l'incubation. D'après **Lundy (1969)** et **Burton et Tullett (1985)**, la quantité d'humidité pendant l'incubation peut affecter le taux d'éclosion et le poids du poussin.

En effet, l'incubation est un processus pendant lequel l'embryon va se développer jusqu'à devenir poussin en se nourrissant des substances contenues dans le blanc et le jaune de l'œuf. Durant cette incubation, l'embryon va respirer grâce aux pores de la coquille : l'oxygène va lui parvenir grâce à un réseau de vaisseaux sanguins qui va se développer jusqu'à atteindre la surface intérieure de la coquille. Pendant l'incubation, une grande quantité d'eau doit être autour des embryons pour les protéger du dessèchement à un stade précoce de développement (**Yoshizaki et Saito, 2002**). Inversement, à un stade avancé du développement, le séchage des embryons est nécessaire pour initier la respiration de l'air (**Bainter et Fehér 1974**).

D'après nos résultats La perte de poids est de 21%. **Nowaczewski et al., (2010)**, a constaté que la perte de poids jusqu'à la 15^{ème} journée d'incubation varie de 9,5 à 11,0%, chez les œufs de la caille japonaise, Cette perte est supérieure à celle observée chez les poulets et les œufs dindes et qui est d'environ 10 à 11% de l'eau perdue (**Ar et Rahn, 1980 ; Tullett et Deeming 1987**)

Ce paramètre a été utilisé pour estimer les échanges gazeux vitaux qui s'effectuent par les pores de la coquille. L'eau perdue va être remplacée, au fur et à mesure de l'incubation, par de l'air qui va venir augmenter le volume de la chambre à air. Le volume de cette chambre à air est vital pour le poussin au moment de l'éclosion pour deux raisons : pour respirer et pour découper la coquille (**Paganelli et al., 1978; Rahn et Ar, 1979**). La perte d'eau est aussi corrélée avec le taux de métabolisme embryonnaire et leur développement (**Rahn et AR, 1980; Burton et Tullet, 1985**). Cette perte d'eau trop élevée ou trop faible, influence sur le développement de l'embryon et par conséquent sur le taux d'éclosion (**Rahn et Ar, 1974**). Elle est elle même influencée par la température : Si la température optimale d'incubation de l'œuf est en dessus, elle cause une perte d'eau excessive (supérieure à 14%), conduisant à une mortalité embryonnaire par déshydratation. Par contre, les températures optimales inférieures baissent le taux d'éclosion en raison de la perte d'eau réduite (<12%), ceci provoque une surhydratation de l'embryon et une altération des échanges gazeux (**Romanoff, 1949**).

3.1.1.3.- Les paramètres biologiques du succès de reproduction

Dans le tableau 6, nous avons procédé à l'identification de la qualité des œufs en calculant :

- Nombre d'œuf incubés.
- Œufs avariés (œufs non fécond, mortalités embryonnaires).
- Production de Poussin.
- Taux d'éclosion

Tableau 6 : Différents paramètres biologiques.

NOI	OC	OF	ME	PE	FEC%	ECB%	EC%
150	10	140	9	131	91%	83,13%	76,83%

NOI : Nombre d'œufs incubés; **OC** : Œufs claires ; **OF** : Œufs fécondés; **ME** : Mortalité embryonnaire; **PE** : Production de poussins; **FEC(%)** : Taux de fécondité; **ECB(%)**: Taux d'éclosabilité ; **EC(%)** : Taux d'éclosion.

3.1.2.- Etude de la fonction testiculaire, au cours de la croissance, chez la caille japonaise

Les résultats concernent l'étude comparative des modifications des mesures biométriques et histo-morpho-métrique des cailles japonaises contrôlées et témoins au cours de leur croissance de l'éclosion à la septième semaine d'âge.

3.1.2.1.- Evolution des mesures biométriques et de la surface des tubes séminifères

a.- Evolution des mesures biométriques

1.- Evolution du poids corporel

Le poids corporel moyen, en fonction de l'âge chez les lots témoin et contrôlé de la caille japonaise, âgé d'un jour à sept semaines, est rapporté dans le **tableau 7**.

Tableaux 7 : Poids corporel, longueur de tarse, longueur de l'aile plie, longueur du bec, chez les deux lots de la caille japonaise au cours de la croissance.

	PC (mm)		LT (mm)		LA (mm)		LB (mm)	
(Semaine)	T	C	T	C	T	C	T	C
J1	7,6	7,6	17,38	17,38	30,95	30,95	3,82	3,82
S1	17	18,76	35,99	37,84	34,09	32,23	5,023	5,14
S2	30,85	23,49	46,05	53,79	56,24	42,63	6,3	7,14
S3	78,09	57,89	54,96	61,61	77,78	77,52	7,196	7,27
S4	96,4	102,17	61,35	62,32	88,11	92,14	7,556	7,7
S5	125,6	106,25	62,03	63,26	97,04	100	8,503	8,67
S6	130	108,83	62,22	65,55	105,2	105,48	8,68	9,12
S7	131,66	141	62,26	66,86	105,21	109,09	8,813	9,31

T : lot témoin ; **C** : lot contrôle.

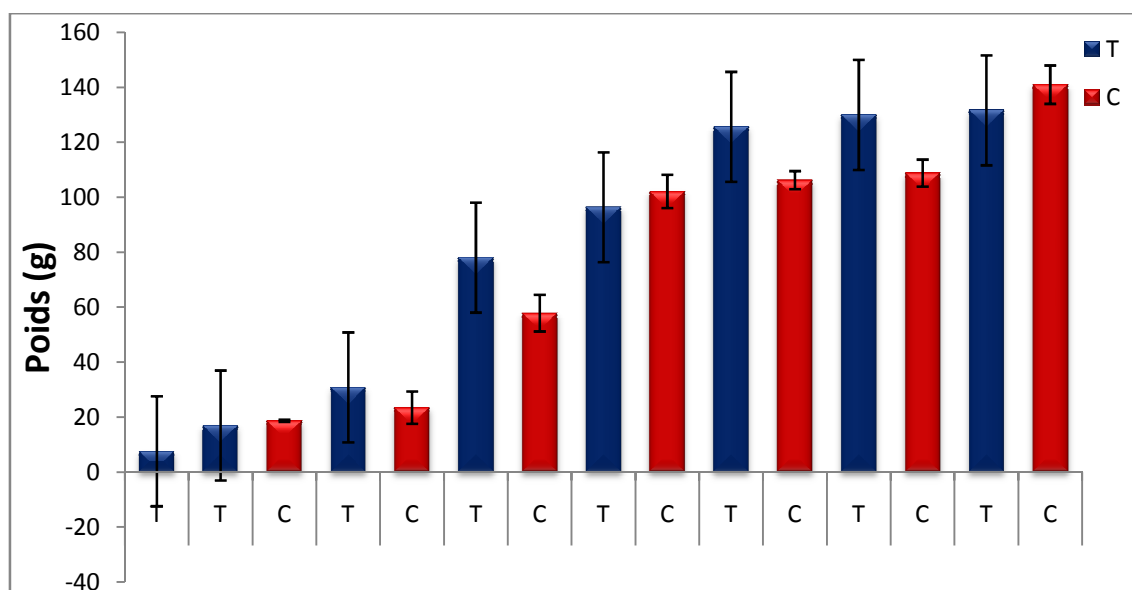


Figure 41 : Evolution du poids corporel chez les deux lots expérimentaux des cailleteaux mâles *Coturnix japonica*

Au 1^{er} jour d'âge, le poids corporel moyen des cailles est de 7,60g. Dès la 1^{ère} semaine, le poids corporel accuse une augmentation significative chez les témoins (+123% ; $P=0,002$) et chez les contrôlés (+147% ; $p=0,0001$) (Fig. 41). A partir de la 2^{ème} semaine, l'augmentation pondérale est plus prononcée chez les témoins que chez les contrôlés. En effet, en comparant les animaux de la 1^{ère} semaine, le poids des témoins augmente de façon significative (+81% ; $p=0,01$), alors que l'augmentation pondérale des contrôlés est non significative (+25% ; $p=0,4\%$). La 3^{ème} semaine par rapport à la 2^{ème} semaine, l'augmentation est significative (+153% ; $P=0,04$, +146% ; $p=0,01$) chez les témoins et les contrôlés respectivement. Cependant chez les animaux de la 4^{ème} et la 7^{ème} semaine, l'augmentation pondérale est plus prononcée chez les contrôlés (76% ; $p=0,007$, 30% ; $p=0,01$) que les témoins (23% ; $p=0,34$, 1% ; $p=0,88$), alors que chez ceux de la 5^{ème} semaine et 6^{ème} semaines l'augmentation n'est pas statistiquement significative ($p<0,05$). Il est à noter que le poids corporel à la 7^{ème} semaine augmente de façon hautement significative par rapport au 1^{er} jour, donc la corrélation est positive ($r=0,96$) chez les témoins et ($r=0,97$) chez les contrôlés. Notons que, malgré les augmentations significatives des poids corporels observées chez les contrôlés, les témoins présentent un poids corporel plus élevé que chez les contrôlés quelle que soit la semaine.

Les résultats montrent que la température, l'alimentation et la photopériode ont des effets combinés sur le poids corporel moyen, la masse et le volume des gonades et les paramètres biométriques de la caille japonaise mâles.

Chez les deux lots, l'évolution du poids corporel moyen obtenu dans notre expérimentation montre une augmentation progressive du premier jour à la septième semaine d'âge.

Les mêmes constatations ont été rapportées par plusieurs auteurs (**Almeida et al., 2002**) chez la caille « *coturnix japonica* » des lignées japonaises et italiennes, **Kızılkaya et al. (2005)** ; **Balcioglu et al., (2005)** ; **kizilkaya et al., (2006)** ; **Özbey et al., 2006** ; **Deyab (2008)** ; **Nasrollah Vali (2008)** ; **Vatsalya et Arora (2011)** ; **Berrama et al., (2011)** **Karaman (2013)** ; **Vatsalya et Arora(2012)**; **Ferrouk et al 2014** , **Dauda et al. (2014)** ; **Raji,A.O.et al 2014** ; **Ahmed Sultan 2015**) chez la caille japonaise .

Les différences de poids corporel observées entre le lot témoin et le lot contrôlé chez la caille japonaise à différents âges pourraient être dues à des différences de conditions d'élevage et d'alimentation en effet **Nasrollah Vali, (2008)** a signalé qu'une alimentation riche en protéine augmenterait le gain pondéral.

2.-Evolution de la longueur du tarse

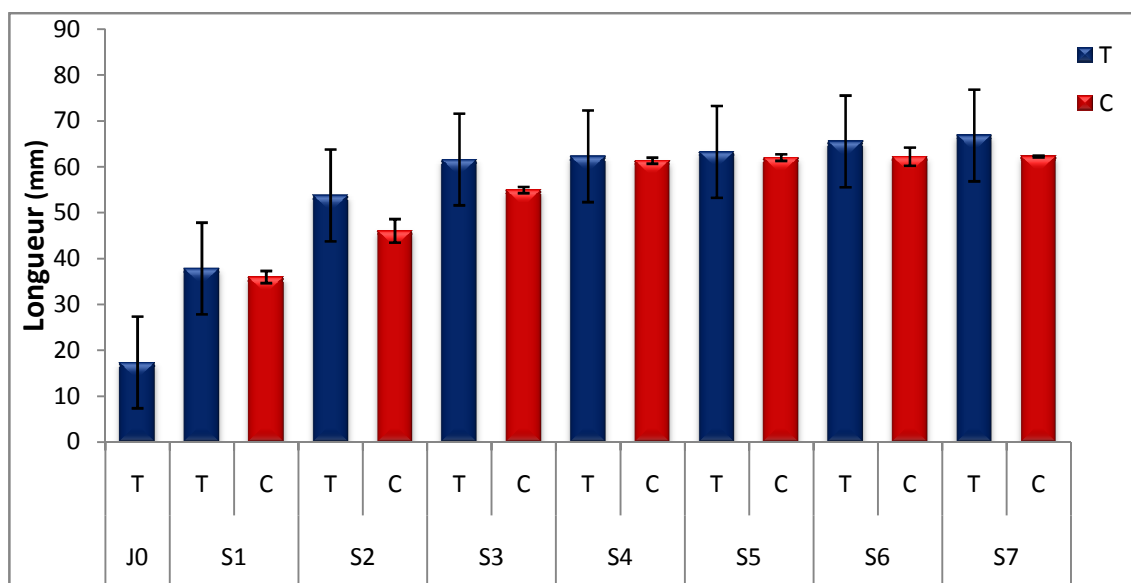


Figure 42 : L'évolution moyenne de la longueur du tarse, chez les cailleaux mâles *Coturnix japonica* âgés de un jour jusqu'à sept semaines.

A un jour après l'éclosion, la longueur moyenne du tarse des cailleaux mâles est de (17,38-+1.3) mm (**Fig. 42**). Au cours de la croissance l'augmentation du tarse est statistiquement significative, (107% ; $p=0,0006$, 26% ; $p=0,02$, 19% ; $p=0,002$) d'un jour à la 3^{ème} semaine (S3), chez les témoins et chez les contrôlés (118% ; $p=0,0003$; 42% ; $p=0,006$, 17 % $P=0,01$). Cette augmentation est suivie d'une phase relativement stationnaire entre la S4 et la S7. On remarque que les différences entre les semaines ne sont pas significatives $p < 0,05$. Il est à

noté qu'à la S7, la longueur du tarse augmente de façon hautement significative ($p=0,000$) comparativement au premier jour, donc la corrélation est positive ($r = 0,89$ et $0,85$) chez les témoins et les contrôlés respectivement.

(Skrobanek *et al.* (2004); M.ferrouk *et al.* (2014) ont rapporté des résultats identiques chez la même espèce. (Lilja, 1982) a signalé que le modèle de croissance des organes de la caille est caractérisée par un début rapide de développement des ailes, des pectoraux et des plumes.

3.- Evolution de la longueur de l'aile pliée

Au 1^{er} jour d'âge, la longueur moyenne de l'aile pliée est de $30,8 \pm 0,1$ mm. L'augmentation de cette aile n'est pas significative d'une semaine à l'autre et ceci que ce soit chez les témoins que chez les contrôlés à l'exception de la 2^{ème} semaine où l'augmentation est significative (65% ; $p=0,01$) chez les témoins et (32% ; $p=0,006$) chez les contrôlés. Cependant en comparant les cailles de la S7 (Fig. 43) aux cailles d'un jour après d'éclosion, les différences sont hautement significative et par conséquent une corrélation positive est observée que ce soit chez les témoins ($r= 0,96$) que chez les contrôlés ($r= 0,96$).

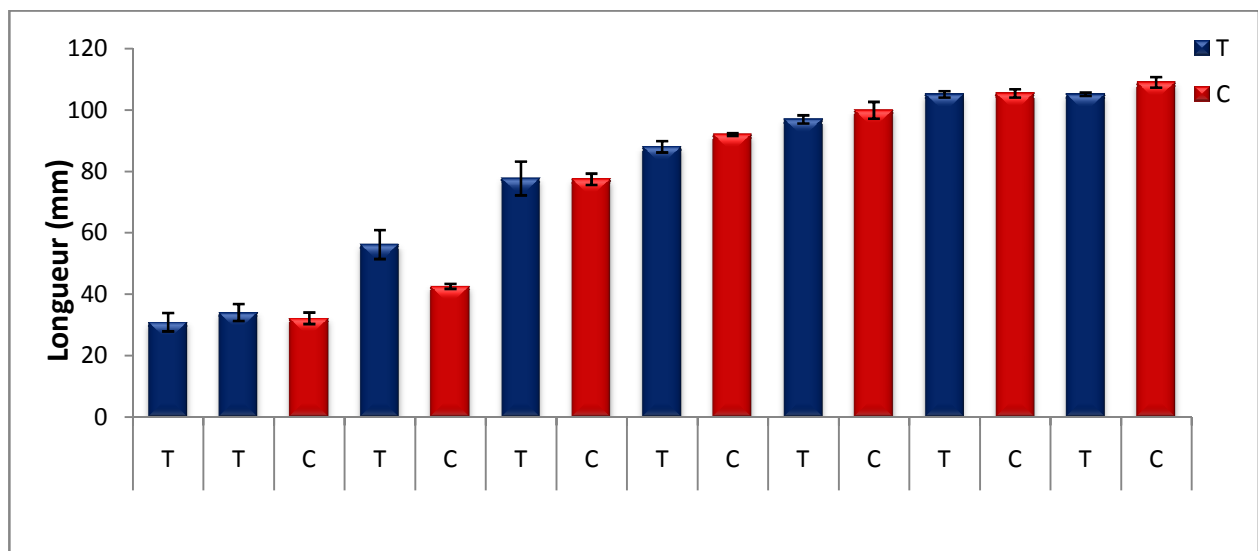


Figure 43 : Evolution moyenne de la longueur de l'aile pliée, chez les cailleteaux mâles *Coturnix japonica*.

4.- Evolution de la longueur du bec

La longueur moyenne du bec est de $3,82 \pm 0,3$ mm à un jour après éclosion (Fig. 44). Cette longueur augmente significativement (34% ; $P=0,03$) chez les contrôlés et non significative (31% ; $p=0,09$) chez les témoins à la S1. L'augmentation est suivie d'une phase relativement stationnaire entre la S2 et la S4 (Fig. 44).

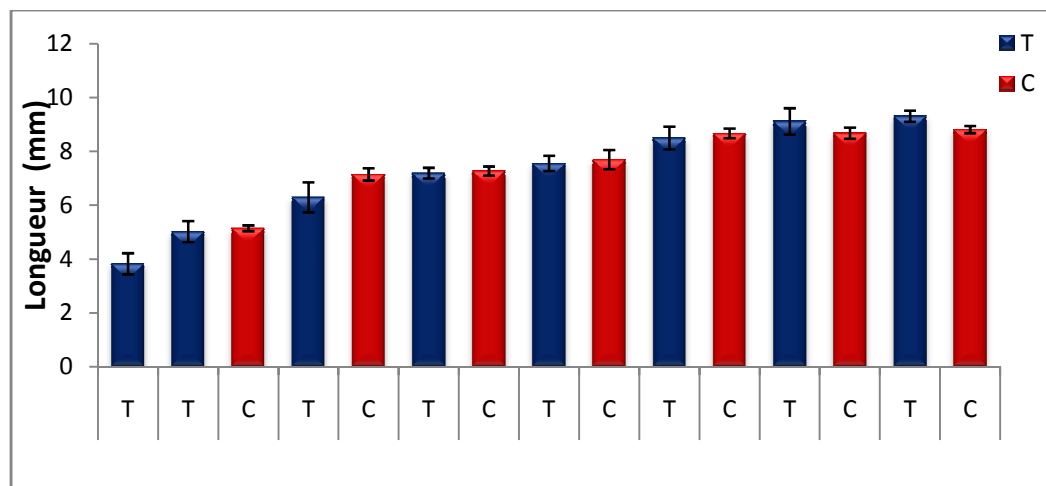


Figure 44 : Evolution moyenne de la longueur du bec, chez les cailleteaux mâle *Coturnix japonica*.

Chez les animaux de la S5 jusqu'à la S7, l'augmentation de la longueur moyenne du bec est plus prononcée chez les témoins, que chez les contrôlés. Cependant, ces augmentations ne sont pas significatives ($p < 0,05$). Il est à noter que la longueur moyenne du bec à la S7 augmente de façon hautement significative par rapport au 1^{er} jour, donc la corrélation est positive chez les témoins ($r = 0,96$) et les contrôlés ($r = 0,95$) (Fig. 44).

5.- Evolution du poids testiculaire et de dimorphisme

Le poids moyen et individuel des testicules, en fonction de l'âge chez la caille japonaise, est rapporté dans le **tableau 8** et la **figure 45**.

Tableaux 8: Poids testiculaires (PTG), le dimorphisme testiculaire (PTD), contour des séminifères (CTS), chez la caille japonaise au cours de la croissance

Age	PTG (g)		PTD (g)		PTm (g)		CTS (μm^2)	
(Semaine)	T	C	T	C	T	C	T	C
J1	0,002	0,002	0,001	0,001	0,003	0,003	408,968	408,968
S1	0,004	0,003	0,004	0,003	0,008	0,006	607,501	982,07
S2	0,007	0,008	0,006	0,006	0,014	0,024	977,372	1382,063
S3	0,018	0,029	0,017	0,026	0,035	0,018	2295,086	1934,108
S4	0,429	0,323	0,377	0,289	0,806	0,611	20861,157	29524,686
S5	0,86	0,593	0,861	0,493	1,531	1,086	25698,344	39688,524
S6	1,493	2,153	1,493	1,948	2,985	4,1	30237,49	58635,702
S7	2,828	3,679	2,281	2,337	5,11	6,016	49181,492	64344,379

J1 : 1^{er} jour ; T : Témoins ; C : Contrôlés.

*.- Dimorphisme pondéral testiculaire

Le **tableau 8** et la **figure 45** montrent qu'il existe un dimorphisme pondéral testiculaire en faveur du testicule gauche à partir de la deuxième semaine (S2) chez les deux lots (T et C). (Voir Tab, Annexe. XIII)

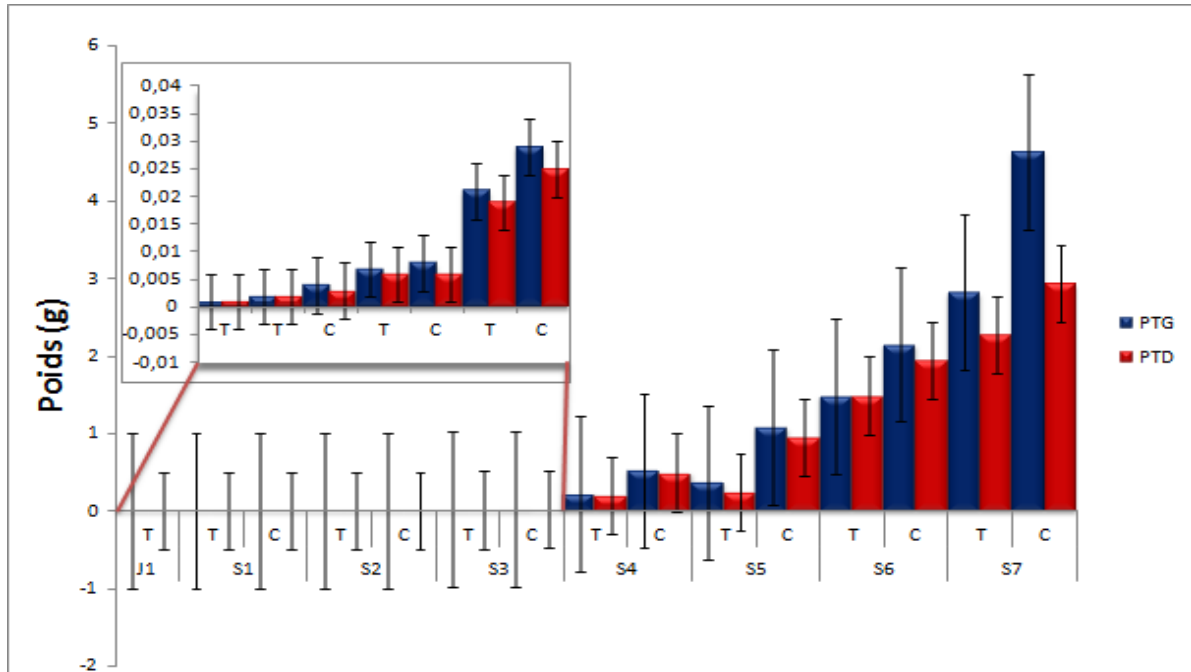


Figure45 : Evolution du poids testiculaire droit et gauche en fonction de l'âge, chez la caille japonaise

Un dimorphisme testiculaire en faveur du testicule gauche est observé. Selon les résultats de **Skrobanek et al. (2009)** et **Vatsalya et Arora (2012)**, Un dimorphisme pondéral en faveur du testicule gauche est également rapporté chez la même espèce à la troisième semaine, cette asymétrie du volume testiculaire en faveur du testicule gauche est plus évidente à partir du vingtième jour chez d'autres espèces d'oiseaux comme le dindon *Meleagris gallopavo* (**Noirault et al., 2006**), le coq *Gallus domesticus* (**Bull et al., 2007**) et l'oiseau *Jungle babbler* (**Bhavna et Geeta, 2010**). Cette asymétrie testiculaire pourrait être liée à des contraintes d'espace à l'intérieur de la cavité abdominale du mâle, certains organes tels que le foie et le gésier étant positionnés asymétriquement pourraient limiter l'espace disponible pour la croissance de chaque testicule (**Witschi, 1935**). Cette asymétrie pourrait aussi être due à un nombre inégal de cellules germinales primordiales apparaissant durant la vie embryonnaire (**Hocking, 1992**).

*.- Poids testiculaire

D'après la **figure (46)**, le poids testiculaire augmente de façon significative d'une semaine à l'autre et ceci que ce soit chez le témoin que chez les contrôlés, ces augmentations sont plus prononcées chez les contrôlées que chez les témoins mais ces différences demeurent non significatives. (Voir Tab, Annexe. XIII)

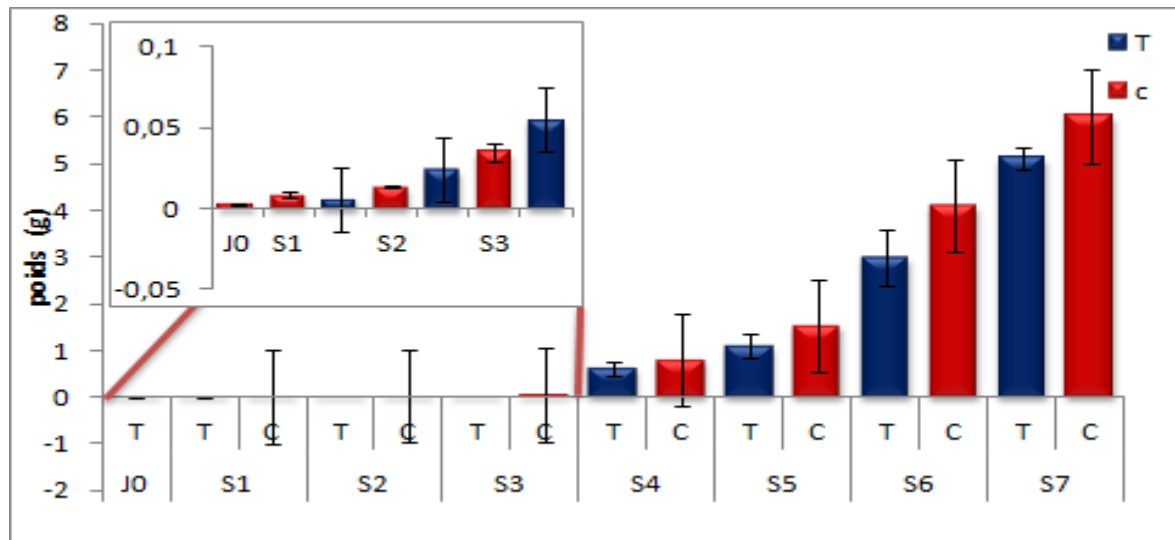


Figure 46: Evolution du poids moyen des testicules en fonction de l'âge, chez la caille japonaise.

Le poids testiculaire moyen est corrélé positivement avec l'âge (Témoins, $r = 0.88$; contrôlés, $r = 0.84$) et le poids corporel (Témoins, $r = 0,77$; contrôlés $r = 0,78$) (Fig. 46).

Chez la plupart des espèces d'Oiseaux, le développement des gonades est un signe de maturité et d'activité sexuelle sous des conditions favorables telles que la lumière et la photopériode, (Dawson *et al.*, 1985).

L'évolution du poids testiculaire en fonction de l'âge chez les cailleteaux montre que la croissance des testicules est faible durant les 4 premières semaines après L'éclosion, puis modérée entre la quatrième et la cinquième semaine, accélérée entre la cinquième et la septième semaine ,ces résultats sont comparables avec ceux de (Marin et Satterlee 2004 ;Sedqyar *et al.* 2008 ; Skrobanek *et al.* 2009 et Vatsalya & Arora 2012), (Vatsalya et Arora 2012) chez la même espèce

L'auteur (Purcell et Wilson 1975 ; Sedqyar et al. 2008) a signalé que la croissance testiculaire révèle une augmentation très importante du poids testiculaire. Cette croissance serait due à une sécrétion de LH, responsable de la sécrétion de testostérone qui stimulerait la croissance des testicules en l'accélégrant.

Notons que les contrôlés présentent un poids testiculaire plus élevé que le poids testiculaire des témoins, cette différence est due à l'effet de la lumière. (B.Sauveur et al., 1988) a signalé que chez la plupart des oiseaux, la durée de la photopériode est l'information la plus significative pour le contrôle du cycle sexuel. L'augmentation de la durée d'exposition de l'oiseau à la lumière constitue un facteur déclenchant le mécanisme du développement des gonades,

b.- Evolution structurale et morphométrique des testicules

L'étude histologique du testicule de *C. japonica*, à différents âges des deux lots (témoins et contrôlés) montre que la structure des testicules apparaît comme chez tous les mammifères formée de l'extérieure à l'intérieure d'une tunique albuginée (TA), d'un épithélium de surface (ES) et d'un parenchyme testiculaire (PT), formé de sections de tubes séminifères. Avant de décrire la structure histologique des testicules au cours de la croissance, une description histologique de chaque type cellulaire observée dans le testicule, est réalisée.

-. Les cellules de Sertoli localisées à la périphérie des tubes séminifères occupent un grand volume au niveau des tubes séminifères.

-. Le tissu interstitiel est observé entre les tubes séminifères ; il est constitué de cellules somatiques, cellules de Leydig, qui apparaissent comme de larges cellules rondes groupées autour des vaisseaux sanguins.

Cette étude est suivie d'une étude morphométrique où nous avons réalisé des mesures du contour des tubes séminifères sur 50 sections pour chaque caille japonaise. Les résultats sont rapportés dans le **tableau 8** et la **figure 47**.

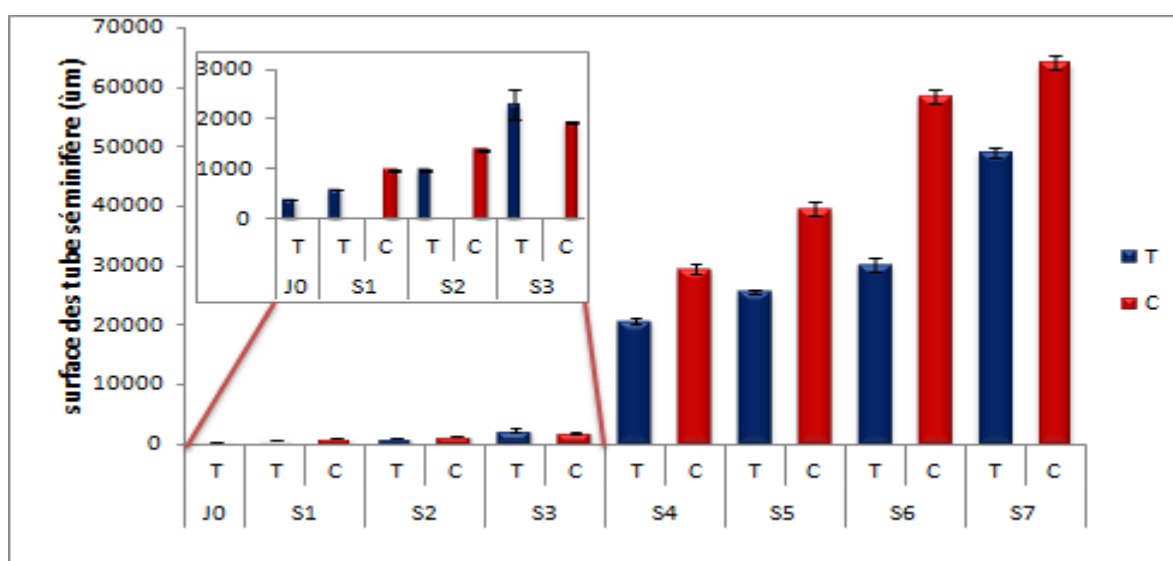


Figure 47 : Évolution du contour des tubes séminifères au cours de la croissance.

▪ **Du 1^{er} jour à la S2 :** On observe des cordons séminifères pleins sans lumière centrale renfermant des noyaux des cellules pré somatiques (appelées « pré-Sertoli ») et des cellules germinales primordiales.

L'étude morpho-métrique montre que la surface des tubes séminifères des caillies du 1^{er} jour, de S1 et de S2 présentent des différences significatives chez les témoins (+49% ; $p=0,0000$, +61% ; $p=0,0000$) et chez les contrôlés (+140% ; $p=0,000$, +41% ; $p=0,000$). En comparant les contrôlés avec les témoins de ces dites semaines, les différences sont hautement significatives (62% ; $p=0,000$, +41%, $p=0,000$) respectivement pour S1 et S2.

• **A la 3^{ème} semaine :** Un petit espace commence à se former à l'intérieur des cordons séminifères. Il constitue l'ébauche de la future lumière qui transformera les cordons pleins en tubes séminifères (Fig. 47).

L'étude morpho-métrique, montre que la surface des tubes séminifères chez les témoins est légèrement plus élevée que celle des contrôlés (+16% ; $P=0,2$).

• **A la 4^{ème} semaine :** Au cours de cette semaine, l'histologie des contrôlés diffère de celle des témoins par :

- L'apparition d'un espace inter-tubulaire chez les contrôlés.
- L'augmentation du nombre de couches des noyaux
- L'apparition des SPZ.

L'étude morpho-métrique confirme cette différence puisque la surface des tubes séminifères est largement plus élevée que celle des témoins (42% ; $p : 0,00$) et des contrôlés de S3 de (1427% ; $p : 0,00$) respectivement.

▪ **A la S5 :** Au cours de cette semaine, les témoins ressemblent aux contrôlés de S4. En effet :

- ✓ Le nombre de couches des noyaux devient plus élevé.
- ✓ La lumière est plus importante à l'intérieur des tubes séminifères.
- ✓ Quelque Spz au centre des tubes séminifères.

La surface des tubes séminifères des contrôlés est plus grande que celle des témoins (+54% ; $p : 0,00$) ainsi que celles des contrôlés de la S4 (42% ; $p=0,000$).

▪ **De S6 à S7 d'âge :** Dans tous les tubes séminifères, des cellules de Sertoli mûres sont caractérisées par un noyau clair situé vers le centre de l'épithélium séminifère ou parfois collé à la lame basale et des cellules de la spermatogenèse (spermatogonies, spermatocytes primaire

et secondaire, spermatides et spermatozoïdes) disposées de la périphérie jusqu'à la lumière des tubes séminifères. Les tubes séminifères sont entourés d'une seule couche de cellule périvitulaire.

L'étude morpho-métrique de la surface des tubes séminifères chez les deux lots présente une augmentation hautement significative en faveur du lot contrôlé (+10 ; $p : 0,0008$).

Le contour moyen des tubes séminifères est corrélé positivement chez les témoins et les contrôlés respectivement avec l'âge ($r = 0,93$; $r = 0,94$), le poids corporel ($r = 0,87$; $r = 0,93$) et le poids testiculaire ($r = 0,95$; $r = 0,90$).

Les testicules sont des glandes tubulaires composites situées dans la cavité abdominale de la caille. Contrairement à la plupart des mammifères, le testicule est entouré par une capsule de tissu conjonctif dense irrégulier, l'albuginée, qui est couverte par un péritoine. Alors que **Hodges, (1974)** a suggéré que la capsule testiculaire chez les oiseaux est composée de trois couches de tissu: une externe, mince tunique séreuse, une tunique albuginée épaisse et la plus intime et enfin une tunique très mince vasculosa.

Le développement de la tunique albuginée à la périphérie de la gonade induit avec le temps l'agrégation des cellules somatiques (pré-sertoli) et les cellules germinales (primordiales) afin de former les cellules testiculaires qui seront les futurs cordons des tubes séminifères reconnaissables à la périphérie des gonades (**Castro, 2006**).

Nos résultats à ce stade là montrent que les cordons séminifères pleins (sans lumière centrale) témoignent que les cailles sont impubères car les cellules de la lignée germinale sont indifférenciées. En effet, nos résultats sont similaires à ceux de **Zhang et al. (2012)2011**, chez le poussin (*Gallus domesticus*). Ces auteurs ont décrit que le diamètre du tube séminifère est petit avec l'absence de lumière à leur centre et un grand nombre de cellules de sertoli sont localisées le long de la membrane basale des tubes avec un nombre réduit de spermatogonies. D'après **Wei et al, (2011)** chez l'autruche beaucoup de cellules germinales primordiales et quelques spermatogonies ont été trouvées lors de l'intégrité des tubes séminifères ce qui n'était pas évident dans notre cas dans les testicules des poussins d'un jour. Dans le cas des poussins âgés de trente jours (S4) les spermatogonies étaient complètement différenciées, mais très peu de spermatocytes primaires ont été observés dans les testicules à l'âge de quarante cinq jours (S6).

Nos résultats histologiques ont révélé que le testicule de caille contient deux types de parenchyme: le tissu interstitiel et l'épithélium séminifère. Le tissu interstitiel contient des

vaisseaux sanguins, des cellules lymphatiques et des cellules de Leydig. Il n'y a pas de tissu interstitiel très développé (cloison) pour diviser les testicules en lobules parce qu'il y a très peu de tissu conjonctif entre les tubules séminifères adjacents et les cellules de Leydig. Ces résultats sont similaires à ceux de **Al-Tememy, (2010)** et **Scheib, (1973)** chez la caille ; **Zhang et al. (2012)** chez le coq ; **Bakst et al (2007)** chez la dinde. Ces auteurs ont signalé que les cellules leydig ont été trouvées seules ou en petits groupes, notamment dans le tissu interstitiel. Ces cellules sont reconnaissables à leur petit noyau rond et une acidophile et souvent un cytoplasme mousseux.

A partir de la troisième semaine, un petit espace commence à se former à l'intérieur des cordons séminifères et constitue l'ébauche de la future lumière qui transformera les cordons pleins en tubes séminifères. Ces résultats ont été observés aussi par **Scheib, (1973)** chez la caille japonaise.

A la quatrième semaine on a observé que la différence était plus importante entre les lots des contrôlés et des témoins, L'apparition de la lumière au centre des tubes séminifères et la présence de tous les types cellulaires de la spermatogénèse et l'apparition de quelques spermatozoïdes dans le testicule confirment un début de la puberté chez les cailles de lot contrôlé avec des variations individuelles observées à cet âge.

Ces résultats vont être expliqués par la durée idéale de lumière 14h 30min pour avoir le début d'une maturité sexuelle, contrairement au lot témoin où les tubes séminifères apparaissent identiques (présence de lumière au centre dans le compartiment tubulaire), et l'effet de l'alimentation de la reproduction sur le maintien de la maturité sexuelle précoce. **Farner, (1957)** tient compte du fait que le développement testiculaire du Moineau est nul en jours moins de 9 heures, ce qui n'est pas le cas chez le Coq (**De Reviers; 1974**). Aussi d'après **Lincoln et Davidson, 1977; D'Occhio et al , 1984; Lindsay et al , 1984; Poulton et Robinson, 1987; Sanford et al , 1993; Sanford et Baker, 2010**, Chez des béliers soumis à des traitements de photopériode de cycles longs (3-6 mois de JL ou croissants et 3-6 mois de JC ou décroissants), la taille des testicules sont favorisés en JC et défavorisés en JL

En effet, le testicule est composé de tubes séminifères et tout changement dans les menstruations testiculaire reflète les changements dans cette masse tissulaire et généralement de la spermatogénèse (**Al Salim et al., 1995**). De nombreuses études sur le volume des testicules ont été réalisées chez les oiseaux (**Skrobanek et al., 2009 ; Vatsalya et Arora, 2012**), les chiens (**Eilts et al., 1993 ; Paltiel et al., 2002**), les béliers de race Jamahiriya

(**Madani et al., 1989**) au cours de la croissance. Cependant, l'effet de l'alimentation affecte le nombre des cellules de sertoli et du volume des cellules de leydig ; ainsi, un régime alimentaire élevé (Protéines brutes) entraîne une augmentation du volume des cellules de leydig et du nombre de cellules de sertoli. Ces effets sont compatibles avec des changements dans le système endocrinien et les fonctions exocrines du testicule (**Hotzel et al., 1998**).

De nombreux travaux ont établi que l'alimentation affecte la taille des testicules (**Parker et Thwaites, 1972 ; Braden et al., 1974 ; Alkass et al., 1982**) et la production des spermatozoïdes chez le bélier (**Oldham et al., 1975 ; Pomares et al., 1991**)

Les résultats histologiques des testicules de la caille de lot des témoins âgés de cinq à sept semaines montrent que les tubes séminifères sont organisés sous forme d'un épithélium séminifère pluristratifié contenant deux types de cellules : cellules de sertoli mature et des cellules germinales révélant une spermatogenèse complète. Alors que les contrôlés qui ont déjà acquis leur maturité sexuelle à la quatrième semaine puis et pour suit leur développement jusqu'à la septième semaine ou la durée de l'éclairement continu à diminué jusqu'à (6h) de lumière. Des études ont été réalisées par **De Reviers, (1974)** chez le coq, montrent que les jours longs (16h) sont les plus favorables au développement testiculaire. Mais à l'âge adulte ils provoquent une régression partielle des testicules alors que les jours courts (8h) permettent le maintien du poids testiculaire.

D'autre part à l'âge adulte, les changements dans l'alimentation induisant des variations de la taille des testicules et du taux de production de spermatozoïdes. Ces effets sont principalement attribués à des changements dans la taille des tubes séminifères et du rendement de la spermatogenèse

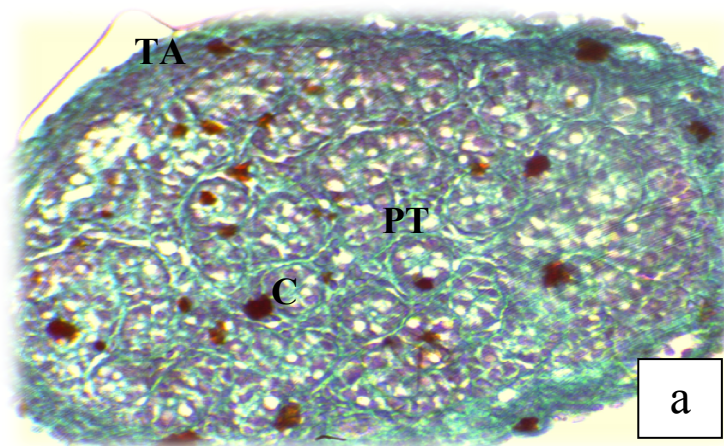
D'après **Al-Tememy, (2010)** chez la caille japonaise et **Deviche et al., (2011) ; Zhang et al., (2012)** chez d'autres espèces d'oiseaux, la structuration globale des tubes séminifères caractérisée par la formation de manière complexe est très anastomotique.

Les tubes séminifères des testicules de la caille délimitée par un épithélium formé par des cellules germinales et des cellules de sertoli. Les spermatogonies sont les cellules les plus immatures de la spermatogenèse ; ce sont de petites cellules rondes, qui se trouvent à côté de la membrane basale

Bacha et Bacha (2000) a décrit que le déroulement de la spermatogenèse chez les oiseaux ressemble à celui des mammifères. La spermatogenèse est caractérisée d'abord par une série

de divisions mitotiques des spermatogonies pour donner des spermatocytes primaires et des spermatocytes secondaires. Ces cellules subissent une division méiotique aboutissant à la formation des spermatides. Ces dernières se différencient pour former des cellules mobiles, les spermatozoïdes.

En conclusion, la croissance pondérale des testicules de la caille japonaise est favorisée par un temps idéal de lumière (14h30min) qui assure un démarrage précoce de la spermatogenèse et lui permet de devenir plus efficace que celle du lot des témoins (24h de lumière). De même la production des spermatozoïdes est la plus élevée chez la caille du lot des contrôlés par rapport au témoin. Mais après la maturité sexuelle l'effet favorable de ce temps ne dure pas chez le contrôlée, seul les temps moins de cette lumière sont capables de maintenir la progression de la production de spermatozoïdes et la maturité sexuelle précoce.



: Tunique albuginée; PT : parenchyme testiculaire ; C: cordons séminifères ; a : G40.

Figure 48: Histologie du testicule des cailleteaux âgé de un jour après éclosion.

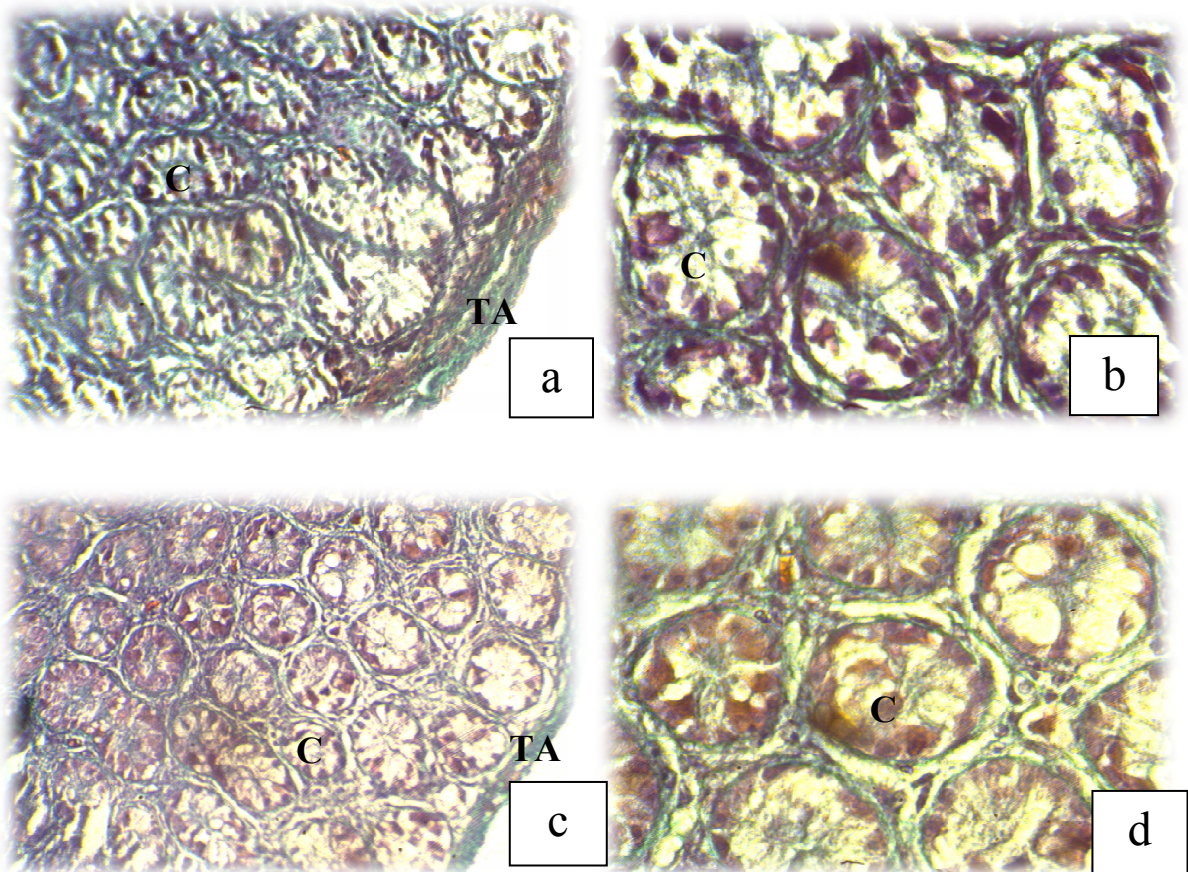


Figure 49: Histologie du testicule des cailleteaux de la première semaine

TA : Tunique albuginée; C: cordons séminifères, a : contrôlé ; G40, b : contrôle : G100, c : témoin ; G40, d : témoin ; G100

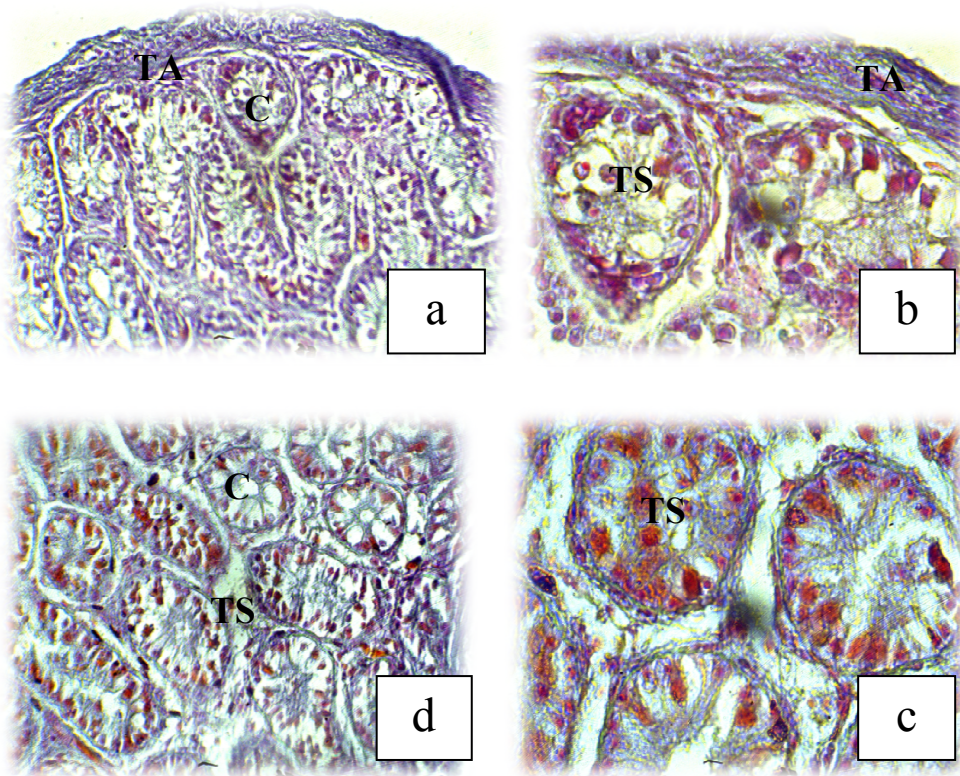
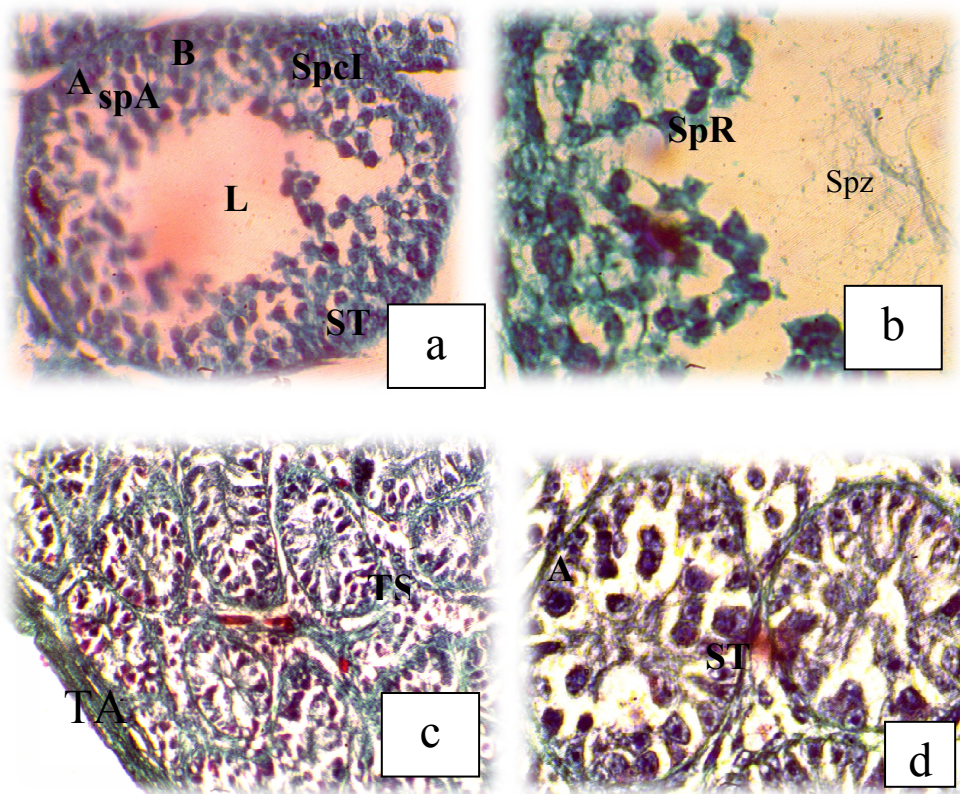


Figure 50: Histologie du testicule de cailleteau de lot de la troisième semaine
 a : contrôlé ; G40, b : contrôlé : G100, c : témoin ; G40, d : témoin ; G100, TA : Tunique albuginée;
 C: cordons séminifères ; TS : tube séminifère



TA: tunique albuginée; TS: tube séminifère; ST: noyau de la cellule de Sertoli ; A: spermatogonie A ;
 a : contrôlé ; G40, b : contrôlé : G100, c : témoin ; G40, d : témoin ; G100

Figure 51: Histologie du testicule de cailleteau de lot de la quatrième semaine.

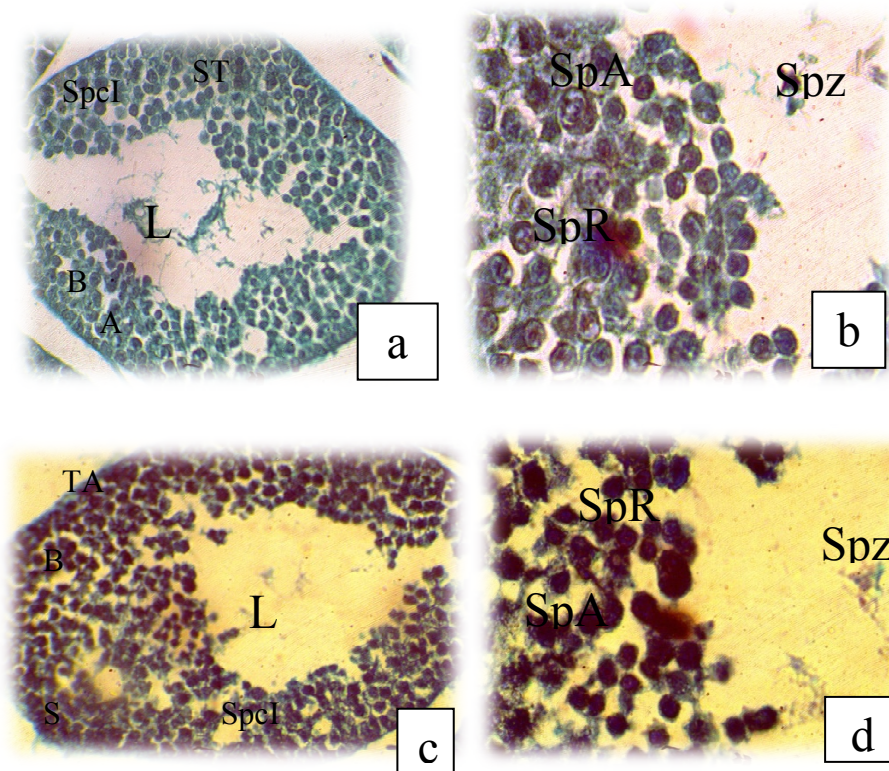


Figure 52: Histologie du testicule de cailleveau de lot de la cinquième semaine

a : contrôlé ; G40, **b :** contrôlé ; G100, **c :** témoin ; G40, **d :** témoin ; G100

TA: tunique albuginée; **C:** cordons séminifères; **TS:** tube séminifère; **L:** lumière; **ST:** noyau de la cellule de Sertoli ; **A:** spermatogonie A ; **B:** spermatogonie B; **Spcl:** spermatocyte; **SpR:** spermatide ronde; **SpA:** spermatide allongée; **TI:** tissu interstitiel ; **Spz :** spermatozoïde.

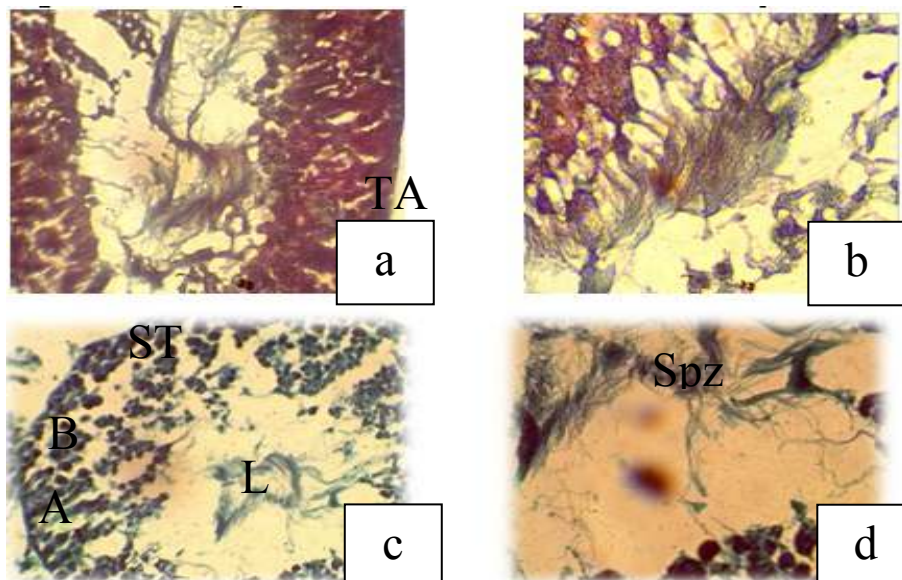


Figure 53: Histologie du testicule de cailleveau de lot de la septième semaine

TA: tunique albuginée;; **L:** lumière; **ST:** noyau de la cellule de Sertoli ; **A:** spermatogonie A ; **B:** spermatogonie; **Spz :** spermatozoïde.

a : contrôlé ; G40, **b :** contrôlé ; G100, **c :** témoin ; G40, **d :** témoin ; G100

3.1.3.- Evolution des teneurs de la testostérone plasmatique

Le dosage de testostérone est effectué sur du sang total par le biais d'une méthode radio-immunoenzymatique dans laquelle les anticorps anti-testostérone sont marqués par un radioélément. Il faut rappeler que le dosage est effectué en mesurant un nombre de désintégrations par seconde (Fig. 54).

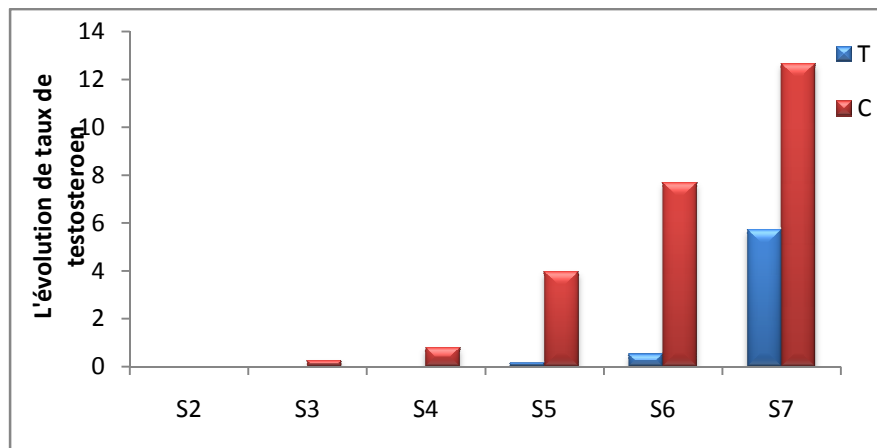


Figure 54: Evolution du taux de testostérone avec l'âge chez les deux lots.

- **De J 1 à S1**

Le dosage n'a pas été effectué à cause de la quantité insuffisante de sang recueilli après l'égorgement de l'animal.

- **De la S2 à la S4**

D'après la **figure 54**, le taux de testostérone était plus faible dans la S2 (0,02 nmol/L), puis augmente brièvement pour atteindre 0,80 nmol/L à la S4 chez les cailloteaux du lot des contrôlés.

L'étude morpho-métrique et histologique confirme cette augmentation puisque la surface des tubes séminifères à la S4 est plus grande que celle des semaines précédentes.

Chez le témoin à la S2 et la S3, le taux n'a pas été détecté par l'appareil, car la concentration de testostérone dans le sang était indétectable <0,17 nmol/L.

A la S4, il y a une légère augmentation du taux de testostérone de 0,02 nmol/L pour atteindre 0,15 nmol/L à la S5 (Fig. 54).

- **De la S5 à la S7**

Chez le lot des contrôlé, le taux de testostérone augmente de la S5 à la S7 (12,67 nmol/L).

Au cours de cette période, le niveau de testostérone dans le sang de caillies était deux fois plus élevé par rapport à la S5 (3,97 nmol/L). Par contre chez le lot témoins, le taux continue d'augmenter jusqu'à un pic d'activité sexuelle de 5,73 nmol/L à la S7.

Les résultats présentés ici peuvent être résumés comme suit.

L'augmentation de la concentration de testostérone constatée au cours des semaines successives d'observations suggère que les caillies mâles atteignent la pleine activité sexuelle à l'âge de 4 semaines suite à une exposition à un traitement lumineux et alimentaire.

La caille atteint la maturité sexuelle rapide, et les transformations métaboliques qui se placent dans l'organisme des oiseaux sont très dynamiques.

La sécrétion croissante de la testostérone entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie confirme que la maturité sexuelle chez les caillies commence à ce moment-là. La testostérone est considérée comme l'une des principales hormones responsables de processus de reproduction, et l'augmentation de sa teneur dans le plasma du sang est corrélé avec la maturation sexuelle [Duchala et al. 1984, Schlinger et Callard 1989]. Chez les mâles témoin nos résultats sont similaires à ceux observés chez les mâles de dinde selon Yang et al. [1998]. Le niveau de testostérone variait de 0,4 à 2,0 ng.cm-3 jusqu'à la maturité sexuelle, tandis qu'il est élevé à environ 4,0 ng.cm-3 à l'âge de 29 semaines. En ce moment, une augmentation de la production de sperme a été observée. En effet, nos résultats s'apparentent aussi à ceux de Barbara Blaszczyk et al. (2006), le niveau de testostérone a augmenté de façon significative à partir de la sixième semaine à la huitième semaine, avec des différences significatives ($P < 0,01$). Ils sont similaires à celle de Purohit et al. (1978), qui a mesuré les niveaux de testostérone plasmatique, au printemps et l'hiver chez des hybrides de coqs et de faisan et ils les ont comparés avec ceux des coqs et de faisans non hybrides. Les testicules du faisan étaient inactifs en hiver mais active au printemps alors que les testicules hybrides étaient inactifs en hiver et au printemps contrairement à ceux des coqs qui étaient actifs au cours de ces saisons. Les faibles niveaux de testostérone chez les hybrides pendant deux saisons pourraient être attribués à la dépréciation de l'activité de biosynthèse des stéroïdes des cellules de Leydig et peuvent être causalement liés à l'absence de caractères sexuels secondaires et l'interruption de la spermatogenèse chez les hybrides de la poule et le faisan.

Dans l'étude réalisée sur le lot des contrôlés soumis à un programme de photopériode spécifique, la sécrétion de testostérone augmente rapidement au cours du temps.

Selon nos résultats, le témoin atteint le début de maturité sexuelle à l'âge de cinq semaines où la durée de lumière est de 24h alors que ce niveau est atteint chez le lot des contrôlés à la quatrième semaine pour une durée de 14h30min. A partir de ces constatations on peut conclure que la durée de lumière parfaite de 14h30min, est sans effet apparent sur la phase pré pubère du développement des testicules pour atteindre la maturité sexuelle précoce. cela peut être montré par d'autres auteurs comme **Cui et al., (2003)** chez les agneaux, ou la testostérone pourrait jouer un rôle important dans l'initiation de la puberté et la maturité sexuelle. Aussi semble être liée principalement à l'effet de la lumière mais aussi à d'autres facteurs comme l'alimentation et la température, qui ont une influence significative sur les performances de la reproduction, comme il a été aussi prévu par **Herrera-Alarcon et al. (2007)** chez les agneaux que l'effet d'un supplément énergétique se traduit par des niveaux en androgène plasmatique plus élevés.

En conséquence, le poids corporels avant la puberté et la concentration en testostérone fournissent une bonne indication pour la fonction de la reproduction et le début de puberté.

En effet, nos résultats sont similaires à ceux de **Schanbacher et Lunstra (1976)** et **Dufour et al. (1984)** chez des béliers Suffolk. Les concentrations de testostérone des béliers étaient effectivement maximales en jour court (8h) et plus basses en jour long (de 16h à 12h). Les jours longs ou croissants auraient un effet inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophys-testiculaire, ce qui cause une baisse de la sécrétion de testostérone qui est généralement observée (**Langford et al, 1987; Pelletier et Almeida, 1987**). Les variations de testostérone liées aux changements de saison ou de photopériode (**Schanbacher et Lunstra, 1976; Dufour et al, 1984; Pelletier, 1986; Langford et al, 1999**). Chez des béliers soumis à des traitements de photopériode de cycles longs, la concentration de testostérone dans le sang est favorisée en jours courts et défavorisée en jours longs (**Lincoln et Davidson, 1977; D'Occhio et al, 1984; Pelletier, 1986; Langford et al, 1987; Poulton et Robinson, 1987; Sanford et al, 1993; Sanford et Baker, 2010**).

Une augmentation continue du taux de la testostérone après le maintien de la maturité sexuelle chez le lot contrôlé est constatée. Des résultats comparables sont rapportés chez le coq (**De Reviers, 1974**), les durées d'éclairement des jours longs (16h) sont les plus favorables au développement testiculaire, mais à l'âge adulte ils provoquent une régression partielle des testicules alors que les jours courts (8h) permettent le maintien du poids testiculaire.

Des résultats contradictoires ont été rapportés par plusieurs auteurs pour différentes espèces **Element-Boulianne. (2012).** chez les béliers les concentrations de testostérone sont indépendantes du traitement de la photopériode appliquée.

Ces auteurs ont émis l'hypothèse qu'un rythme circannuel endogène était le principal agent impliqué dans la régulation des changements hormonaux.

Conclusion et perspectives

Notre recherche sur la biologie de la reproduction chez la caille japonaise élevée dans des conditions spécifique (alimentation, lumière, température) simulée au laboratoire a permis de cerner l'évolution du cycle biologique dans sa phase d'incubation et d'élevage de cailleteaux.

Les différentes étapes de l'évolution du fœtus durant l'incubation, se termine par l'étude des caractéristiques spécifiques du développement embryonnaire et espèrent que cette étude servira de clé aides de laboratoire pour ceux qui utilisent la caille japonaise pour leurs enquêtes.

De l'ensemble des résultats obtenus chez les cailles japonaises élevées dans des conditions contrôlées, nous retiendrons que :

- Les paramètres biométriques (poids corporel, longueur de l'aile pliée et du tarse, et longueur du bec) sont en corrélation positive avec l'âge.
- Le poids corporel, le volume et le poids testiculaire sont en corrélation positive et présentent une augmentation importante à l'âge de quatre semaines.
- L'histologie montre que la caille à la 4 semaine présente un aspect histologique (spermatogenèse complète) et morphométrique comparable à celui du témoin de la 5 semaine du témoin
- Les teneurs plasmatiques moyennes en testostérone sont relativement supérieures à celles des témoins ce qui correspond à l'installation de la puberté précoce chez le lot des contrôlés.

Le but de la présente étude était d'évaluer les effets d'une préparation photopériodique de la caille japonaise, afin d'optimiser l'activité de reproduction durant toute la période de la reproduction, permis d'obtenir des paramètres de reproduction variant indépendamment de la photopériode naturelle.

Aussi l'atteinte de valeurs supérieures concernant la taille des testicules ainsi que pour les performances reproductives (fertilité, prolificité) par les cailles préparés en photopériode montre l'avantage de programme photopériodique à cycles courts sur la capacité de reproduction.

La mise en évidence d'une corrélation positive entre la taille des testicules et la fertilité a permis de confirmer que le traitement photopériodique de la caille japonaise favorise l'atteinte de meilleurs taux de fertilité.

Les résultats obtenus pour la croissance testiculaire et le développement des tubes séminifères nous ont permis d'aborder l'étude quantitative de l'établissement de la spermatogenèse, dont nous rapportons par ailleurs les résultats détaillés

La maturité des spermatozoïdes dans la lumière indiquée leur efficacité en matière de reproduction selon un programme photopériodique à cycles courts combinée à une alimentation riche en protéine.

Les résultats présentés ont confirmé que la concentration de testostérone augmenter dans le plasma sanguin au cours des semaines successives d'observation suggère que la caille japonaise mâles soumis à un programme photopériodiques et une alimentation spécifique atteignent l'activité sexuelle à l'âge de 4^{ème} semaine peut être impliquée dans le contrôle physiologique de processus de maturation sexuelle.

Cependant, les expérimentations portant sur les effets des perturbateurs endocriniens et environnementaux sur la fonction de reproduction de la caille japonaise peuvent constituer une ou plusieurs perspectives d'avenir.

Tableau I: Valeurs des paramètres physiologiques et biochimiques chez le mâle (Woodard *et al.*, 1973)

Paramètres	Valeurs
Physiologiques	
Température corporel	42.2° C.
Fréquence respiratoire	56(40-85) resp/min
Fréquence cardiaque	369(249-494) batt/min
Reproduction	
Puberté pour la femelle	42 j
Puberté pour le mâle	36 j
Durée de formation de l'œuf	24 h
Poids des testicules	2500 mg
Concentration en spermatozoïdes	5.9 millions/mm ³
Poids de l'œuf	8-9 g
Nombre d'œuf/100J	80-90
Incubation	16-17 j
Sanguins	
Hématocrite	43 %
Hémoglobine	14.5 %
Globules rouges	5.1million/mm ³
Leucocytes	24000/mm ³
Indice de réfraction du plasma	1.3423
Volume sanguin	6.5 % poids corporel
Distribution des leucocytes dans le sang	
Neutrophile	50 %
Lymphocytes	46 %
Monocytes	2 %
Eosinophiles	1 %
Basophile	1%

Resp : respiration ; batt : battement

Tableau II : L'influence de la charge (♂/♀) sur la fertilité.

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

(Andréa, 1974)

**Tableau III: Répartition des constituants dans les œufs de différentes espèces avicoles
(Sauveur, 1988)**

Poids total	Poids total de l'œuf (g)	Part de chaque constituant (%)		
		Jaune	blanc	Coquille et membranes
Oie grise	155	30-33	55-58	11-33
Cane pekin	92	33	57,5	9,5
Dinde(lourde)	80-90	31-35	54-58	8,5-10,5
Cane Barbarie	75-85	33-37	50-53	11-13
Cane Khaki	55-65	33-36	53-56	9,5-11
Poule Gallus	50-70	25-33	57-65	8,5-10,5
Pintade	35-45	25-35	50-60	15
Faisane	29-32	30-32	52-55	9-10,5
Pigeonne	18	18-22	65-75	7-9
Caille	8-10	30-33	52-60	7-9

I- Présentation du lieu d'étude : Centre Cynégétique de Zéralda

Le Centre Cynégétique de Zéralda s'étend sur une superficie de 19,75 ha, et se situe à 30 Km à l'ouest d'Alger au lieu dit Foret des planteurs. Il fait partie de la Daïra de Zéralda (wilaya de Tipaza). Il est limité au Nord par l'exploitation agricole collective E. A. C n° 67 et le chemin de Wilaya n° 13 reliant Zéralda à Mahelma.

Le Centre Cynégétique de Zéralda a été créé par **décret n° 83-76 du 8 Janvier 1983**.

Les principales missions de l'établissement sont :

- La production d'espèces cynégétiques ou exotiques en vue d'enrichir le patrimoine cynégétique national.
- La promotion et le développement de la Cynégétique par la sélection des espèces gibiers locales et par l'introduction de nouvelles espèces et leur acclimatation.
- L'organisation des recherches dans le domaine cynégétique et notamment en matière alimentaire et sanitaire.
- La participation à l'organisation des lâchers et le suivi de ces opérations dans le but de tirer les conséquences sur l'acclimatation et la reproduction du gibier introduit.



Figure 1 : lieu d'étude : Le Centre Cynégétique de Zéralda

1-Aliment complet supplémenté vitaminé :
CROISSANCE POULET CHAIR

Composition :

Mais, Tourteaux se Soja, Calcaire, Phosphate, Sel, Acides Aminés, Oligo-éléments, Poly vitamine, Antioxydant

Supplémentations :

Anticoccidien salinomycine (Coxistac)

Antioxydant B.H.T

Vitamine A.D3.E

Poids net : 50 Kg (Minimum)

Recommandation :

Utilisation : du 1^{ère} au 42^{ème} jour

Normes de consommation :

90g/ sujet/jours

Prévoir 2,25Kg/sujet/jour pendant la période de croissance

2- TOXIDREN**COMPOSITION**

1 ,000 g contiennrnt : Vitamine A 7, 000,000 UI- Vitamine D3.200.000, UI- Vitamine E 2,000 mg- Vitamine C 15,000 mg- Vitamine K 3,500 mg- Vitamine B6 1,500 mg- Vitamine B12 6 mg- Acide folique 200 mg- Excipients (Chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorure de potassium et sulfate de magnésium) q.s.p. 1,000 g. Autres composant : BHA 750 mg- BHT 750 mg

INDICATIONS

Réhydratant et détoxifiant

POSOLOGIE ET ADMINISTRATION

Délayer dans l'eau de boisson

Pour toutes les espèces animales : 50-100 g dans 100 litres d'eau de boisson pour 3-12 jours

Pour la volaille : 1 sachet de 200 g à délayer dans 200 litres d'eau. Avant et après les vaccinations et pendant tout traitement.

Grâce aux oligo-éléments et la vitamine C, **TOXIDREN** peut être utilisé efficacement chez les volailles pendant les grandes chaleurs

RECOMMANDATIONS

A conserver à l'abri de la lumière et de la chaleur.

PRESENTATION

Sachet de 200 gr

Boite de 20 sachets

CONSERVER A L'ABRI LUMIERE ET DE LA CHALEUR

AGITER AVANT EMPLOI

NE PAS DEPASSER LA DOSE PRESCRITE

A NE DELIVRER QUE SUR ORDONNANCE DEVANT ETRE CONSERVEE PENDANT LA DUREE DU TEMPS D'ATTENTE DU MEDICAMENT

USAGE VETERINAIRE.

FICHE TECHNIQUE N°1: DÉSHYDRATATION

1 bain d'alcool 70°	conservation illimitée
1 bain d'alcool 70°	30 min
2 bains d'alcool 96°	30 min
2 bains d'alcool 100°	30min

FICHE TECHNIQUE N°2: COLORATION TOPOGRAPHIQUE AU TRICHOME DE MASSON**1- Réactifs:****1.1- Hématoxyline de Groat: (préparation à froid)**

Acide sulfurique	0,8 ml
Alun fer	1 g
Eau distillée	50 ml
Hématoxyline	0,5 g
Alcool 95°	50 ml

Laisser reposer pendant une heure et filtrer (Se conserve pendant trois mois environ)

1.2- Fuchsine acide-Ponceau: (préparation à froid) (Conservation illimitée)

Fuchsine acide	0.1 g
Ponceau	0.2 g
Eau distillée	300 ml

Après reconstitution et dissolution, ajouter :

Acide acétique	0.6 ml
----------------------	--------

1.3- Orange G acide phosphomolybdique: (préparation à froid) (Conservation illimitée.)

acide phosphomolybdique	1 g
Orange G	2 g
Eau distillée	100 ml

1.4 - Vert lumière acétique: (Préparation à froid) (Conservation illimitée)

Vert lumière	0.1 g
Eau distillée	100 ml

Ajouter après dissolution:

Acide acétique	2 ml
----------------------	------

Préparation du réactif de travail**2 - Mode opératoire:**

- Hydrater ;
- Colorer par Hématoxyline de groat 2 min ;
- Laver à l'eau courante pendant 5 min ;
- Colorer par le mélange fuchsine Ponceau pendant 2 min environ ;
- Rincer à l'eau acétifier à 1% ;
- Colorer par l'orange G acide phosphomolybdique pendant 30 S ;
- Rincer à l'eau acétifier à 1% ;
- Colorer par vert lumière pendant 8 min environ ;
- Laver à l'eau acétifier à 1% ;
- Déshydrater et monter à l'Eukit.

3 - Résultat: les noyaux sont colorés en noir, le cytoplasme en rouge le tissu conjonctif en vert.

MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR L'HISTOLOGIE



Balance mono plateau de marque
Mettler et Sartorius



Balance de précision de marque



Les étapes de la déshydratation



Collage des cassettes en plastique sur les
moules de métal de marque tissu –TEK111



Etuve de séchage à 58° de marque Binde



Distillateur de marque Heating Mantle



Microscope photonique de marque KONUS



La plaque chauffant de marque Leica



Microtome de marque Leica



Protocole expérimentale du dosage de la testostérone

Le dosage associe à la méthode immunoenzymatique par compétition à une détection finale en fluorescence (ELFA).

Le cône (SPR^R) à usage unique sert à la fois de phase solide et de système de pipetage. Les autres réactifs de la réaction immunologique sont prêts à l'emploi et pré-répartis dans la cartouche.

Toutes les étapes du test sont réalisées automatiquement dans l'instrument. Elles sont constituées d'une succession de cycles d'aspiration/refoulement du milieu réactionnel.

L'échantillon et le réactif de pré-traitement sont mis en présence pour libérer la testostérone de ses protéines de liaison.

L'échantillon prétraité est prélevé puis transféré dans le puits contenant un anticorps anti-testostérone marqué à la phosphatase alcaline (conjugué). Il s'effectue une compétition entre l'antigène présent dans l'échantillon et l'antigène testostérone fixé sur le cône vis-à-vis des sites de l'anticorps spécifique anti-testostérone conjugué.

Des étapes de lavage finale de révélation, le substrat (4-Méthyl-ombelliferyl phosphate) est aspiré puis refoulé dans le cône ; l'enzyme du conjugué catalyse la réaction d'hydrolyse de ce substrat en un produit (4-Méthyl-ombelliféron) dont la fluorescence émise est mesurée à 450 nm. La valeur du signal de fluorescence est inversement proportionnelle à la concentration de l'antigène présent dans l'échantillon.

A la fin du test, les résultats sont calculés automatiquement par l'instrument par rapport à une courbe de calibration mémorisée, puis imprimés.

Composition et reconstitution des réactifs du coffret :

30 cartouches TES2	SRT	Prêtes à l'emploi
30 cônes TES2 1*30	SPR ^R	Prêts à l'emploi
Contrôle TES2 1*1 ml (lyophilisé)	C1	Reprendre par 1 ml d'eau distillée. Attendre 5 à 10 minutes puis homogénéiser. Après reprise, stable 4 semaines à 2-8°C, ou jusqu'à la date de péremption du coffret à -25+-6°C. Il est possible de réaliser 5 cycles de congélation/décongélation. Sérum caille+ testostérone+ conservateur. Les donnée MLE fournissent l'intervalle de confiance en ng/ml ('Contrôle C1 Dose Value Range ').
Calibration TES2 1*2 (lyophilisé)	S1	Reprendre par 2 ml d'eau distillée. Attendre 5 à 10 minutes puis homogénéiser. Après reprise, stable 4 semaines à 2-8°C, ou jusqu'à la date de péremption du coffret à -25+-6°C. Il est possible de réaliser 5 cycles de congélation/décongélation.

		Sérum caille+ testostérone+ conservateur. Les donnée MLE fournissent l'intervalle de confiance en ng/ml ('Contrôle S1 Dose Value') ainsi que l'intervalle de confiance en 'Relative Fluorescence Value'('Calibration (S1) RFV Range').
--	--	---

Le cône

Le cône est sensible au moment de la fabrication par de la testostérone. Chaque cône est identifié par le code 'TES2'. Utiliser uniquement le nombre de cônes nécessaires et laisser les cônes inutilisés dans leur sachet. Refermer complètement le sachet après ouverture.

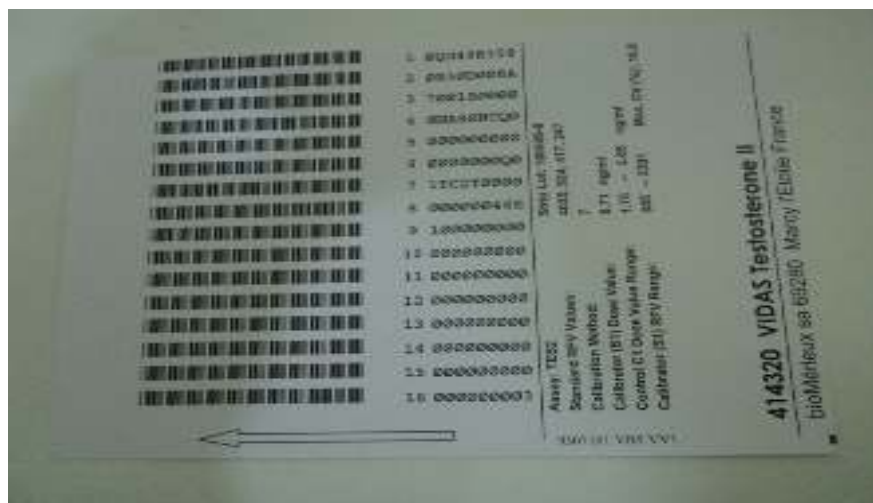
La cartouche

La cartouche est composée de 10 puits recouverts d'une feuille d'aluminium scellée et étiquette comporte un code à barres reprenant principalement le code du test, le numéro de lots et la date de péremption du coffret. Le premier puits comporte une partie prédécoupée pour faciliter l'introduction de l'échantillon. Le dernier puits est une cuve permettant la lecture en fluorométrie. Les différents réactifs nécessaires à l'analyse sont contenus dans les puits intermédiaires.

Description de la cartouche TES2 :

Puits	Réactifs
1	Puits échantillon
2	Conjugué : tampon phosphate + albumine bovine + anticorps anti-testostérone marqué à la phosphatase alcaline + conservateur (300µl).
3	Solution de prétraitement : tampon phosphate + albumine bovine + agent de dissociation+ conservateur (600µl).
4-5-6	Puits vides.
7-8-9	Tampon de lavages : tris + surfactant + conservateur (600µl)
10	Cuvette de lecteur avec substrat : 4-Méthyl-ombelliferyl phosphate (0,6 mmol / L) + diéthanolamine* (DEA) (0,62/ mol / L soit 6,6%)pH 9,2 azoture de sodium 1g/L (300µl)







REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Almeida M.I. M., Oliviera E.G., Ramos P. R., Veiga N. et Dias K., 2002- Growth performance of meat male quails (*Coturnix* sp.) of two lines under nutritional environments. *Arch.Vet. Sci.*, **7**, 103-108.
- Al Salim A., Murchison P.J.T., Rana A., Elton R.A., Hargreave T.B., 1995- Evaluation of testicular volume by orchidometers compared with ultrasonographic measurements. *Br. J. Urol.*, **76**, 632-635.
- Al-Tememy H.S.A., 2010- Histological study of testis in Quail (*Coturnix coturnix japonica*) *Al-Anbar J. Vet. Sci.*, **3**, 36-44.
- Alkass J.E., Bryant M.J., Walton J.S., 1982- Some effects of feeding and body condition upon sperm production and gonadotropin concentrations in the ram. *Anim .prod.*, **34**, 265-277.
- Amir D., Braun Kilon et Schindler., 1973 -Passage and disappearance of labelled spermatozoa in the genital tract of the male Japanese quail in segregation or cohabitation. *Annl. Biol. anim. Biochim. Biophys.* **13**, 321-328.
- Andréa B., 1974- l'élevage de la caille domestique. La maison rustique
- Ar A., and Rahn H., 1980 -Water in the avian egg overall budget of incubation; *American Zoologist* **20**,373-384.
- Bacha W.J., Bacha L.M., 2000- Color atlas of veterinary histology. Second Ed.
- Baehr J.C., Maissiat J., Picaud J.L., 2000- Biologie animale vertébrés. Cours et QCM .Edi . dunod. Paris.
- Bainter K. Jr .,and Fehér G., 1974- Fate of egg white trypsin inhibitor and start of proteolysis in developing chick embryo and newly hatched chick; *Develop. Biol* **36**, 272-278.
- Bakst M.R., Akuffo V., Trefil P. et Brillard J.P., 2007- Morphological and histochemical characterization of the seminiferous epithelial and Leydig cells of the turkey. *Anim. Reprod. Sci.*, **97**, 303-313.
- Balcioğlu M. S., Kizilkaya K., Yolcu H. I. et Karabağ K., 2005- Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. *South Afr. J. Anim. Sci.*, **35**, 83-89.

- **Błaszczuk¹ B., Tarasewicz Z., Udała J., Gączarzewicz² D., Stankiewicz¹ T., Szczerbińska² D., Romaniszyn² K., Jasieniecka¹ J., 2006** - Les variations de la testosterone dans le plasma sanguin et les concentrations de cholestérol pendant maturation sexuelle des caillies Pharaon , *Doktora Judyma* **6**, 71-466 Szczecin, Pologne
- **Barbier Y. et Leroy P., 1970** -Cycle annuel du testicule de la pintade. *Bull. Bioch., C~V.*, **2**, 119-147.
- **Beaumont A ., Cassier P., 1998-** Travaux pratiques de biologie animale Zoologie. Embryologie. Histologie. 3e Edi. DUOD .Paris
- **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*, **23**, Article
- **Berges G., 1988-** Elevage de la caille. L'aviculture française. Informatique technique des services *quail poultry sci* ,**59** ,424-427.
- **Bernard Sauveur ., 1988-** reproduction volailles et production d'œufs .INRA.
- **Blum A., 1984-** Alimentation des animaux monogastriques (porcs, lapin, volailles), INRA.
- **Blum J.C., Cabrera-Saadoun M.C., Larbier M., Laury V ., Leclercq B., Lessir M., Plouzeau M., Sauveur B., Stevens P., 1989** - Recommandations alimentaires. 47-145. In « Alimentation des animaux monogastriques porc, lapin volailles». INRA, 2^e Ed quae. 291p.
- **Board R. G., 1969** -The microbiology of the hen's Egg. *Adv.,Appl . Microbiol .*,**11**, 245-281
- **Braden A.W.H., Turnbull K.E., Mattner P.E., Moule G.R., 1974-** Effect of protein and energy content of the diet on the rate of sperm production in rams. *Aust. J. Biol. Sci.*, **27**, 67-73.
- **Braun I., 2004-** physiologie et maitrise de la reproduction chez les reptiles et les oiseaux .thèse *méd . vét., alfort* ,200p.
- **Burton F. G., and Tullet S .G., 1985-** The effect of egg weight and shell porosity on the growth and water balance of the chicken embryo; *Comparative Biochemistry and Physiology* **81**,377-385.
- **Castro de Brito L. F., 2006** -Nutrition metabolic hormones, and sexual development in bulls., Thés de Docteur en philosophie.

- **Catherine E.B., 2012-** Influence d'un programme photopériodique alternant les jours longs et les jours courts sur la capacité de reproduction chez le bélier, Université Laval.
- **Clark G.A. Jr. 1964-** Ontogeny and evolution in the megapodes (Aves: Galliformes). Postilla, Yale Peabody Mus. Nat. Hist., **78**, 1-37.
- **Clulow J. et Jones R. C.,1982** - Production, transport, la maturation, le stockage et la survie de spermatozoïdes chez la caille japonaise mâle, *Coturnix coturnix*
- **Cohen B., 2005** - L'œuf extraordinaire, la valeurs nutritive de l'œuf Disponible sur : <http://www.canadaegg.ca/francais /index.html> .
- **Courot M., 1962** - Développement du testicule chez l'agneau. Etablissement de la spermatogénèse. *Ann. Biol. Anim. Biophys.*, **2**, 25-41
- **Crawford R.D., 1990** - Origins and history of poultry species. Crawford R. edition poultry breeding and genetics. *Develop. anim . vét .sci.*, **22** ,1-41 . Amsterdam, Elsevier.
- **Cui S., Chen Y.F., You H.N., He Y.Q., MCnEILLY A.S., 2003** - Sexual developement and the effects of active immunization against GnRH in Chinese Tanyang ram lambs *Anim. Reprod. Sci.*, **15**, 77(3-4), 129-39.
- **Delville Y., Sullon J., Hendrick J. C., and Balthazart J., 1984** - Effect of the presence of female on the pituitary-testicular activity in male Japanese quail. *Gen. comp endocrinol.*, **55**, 295-392.
- **DELARUE M., 2005**-Disponible sur http://www.inra.fr/actualites/NATURE/ypoule_biblio.htm
- **Deviche P., Hurly L.L., et Bobby Fokidis H., 2011-** Chap 2: Avian Testicular Structure. Function, and Regulation in Hormones and Reproduction in Vertebrates *Birds*, D.O. Norris & K.H. Lopez (eds.), Elsevier, **4**, 27-70.
- **Deyab I. M. A .S ., 2008** - Divergent selection for growth and egg production traits in Japanese quail. Ph. D. Agricultural Sciences, Al-Azhar University, Cairo, Egypt, 90 p
- **D'occhio M.J., Schanbacher B.D et Kinder J.E. 1984** - Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of contrasting short (8L: 16D) and long (16L:8D) photoperiods. *Biol. Reprod.* **30**,1039-1054.

- **Doneley B, 2011**-Avian medecine and surgery practice companion and aviary birds. Manson publishing, Londres, 19-30.
- **Duchala C.S., Ottinger M.A., Russek E., 1984**- La distribution de développement de monoamines dans le cerveau de caille japonaise mâle (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry .Sci* . **3**, 1052 -1060.
- **Dufour J.J., M.H. Fahmy et F. Minvielle., 1984**- Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *J. Anim. Sci*. **58**, 416-421.
- **Eilts B.E., Williams D.B., Moser E.B., 1993**- Ultrasonic measurement of canine testes. *Theriogenology*, **40**, 819-828.
- **Elizabeth et Fredric., 2001**- Comparative veterinary histology with clinical correlates, First edition, Manson publishing / the veterinary press.
- **Emre Karaman., Dogan Narinc., Mehmet Ziya Firat., and Tulin Aksoy.,2013**- production, modeling, and education Nonlinear mixed effects modeling of growth in Japanese quail. *Poultry Sci* **92** 1942–1948
- **Fernandez Violaine Garcia., 2009** - Qualité du partenaire et qualité de l'œuf chez les
- **Franquinet R. foucrier J., 1998**- Atlas embryologie descriptive .Edi . DUNOD. , Paris
- **Fure A.K., 2010**- Généralité sur la procréation, la méiose, la spermatogenèse ; Université Joseph Fourier de Grenoble. Année universitaire.
- **Gabe., 1968**- Techniques histologiques. *Masson. Paris*. 345p.
- **G. Dauda, O. M. Momoh, N. I. Dim and D. M. Ogah., 2014** - growth, production and reproductive performance of japanese quails (*coturnix coturnix japonica*) in humid environment
- **Glover T.D., GARCIA FERNANDEZ ., VIOLAINE ., 2009** -qualité du partenaire et qualité de l'œuf chez les oiseaux. Thèse de doctorat, la défonce Nanterre, Paris, 245 pages

- **Gerkan M. and Mills A. D .,1993** - Welfare of domestic quail In Savory C.I and Hunghe B.O, eds. Procceeding on the 4th European symposium on poultry welfare pp158-176.
- **Guyer M.F., 1909** - The spermatogenesis of the domestic guinea (*Numida meleagris* dom.). *Anat. ANZ.*, **34**, 502-513.
- **Herrera-Alarcon J., Villagomez-Amezcuca E., Gonzalez-Padilla E., Jimenez-Serveriano H., 2007-** Stereological study of postanal testicular developement in Blackbelly sheep. *Theriogeonology*, **68**,582-591
- **Hodges R. D., 1974** -The reproductive system. I. The male reproductive system. PP. 300-326. In *The Histology of the Fowl*. Academic Press, London. PP. 300-326. In *The Histology of the Fowl*. Academic Press, London.
- **Hotzel M. J., Markey C. M., Walkden-Brown S. W., Blackberry M. A., Martin G. B., 1998** - Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merio rams. *J. Reprod. Fert.*, **113**, 217-230.
- **Howers J. R ., 1964** - Japanese quail as found in Japans Quail Q n°1, pp19-30 *India J. Anim Sci*, **50**, 518-520.
- **Hugues Artése.-** L'élevage de la caille pp5.
- **Johnson A. I., 2000-** reproduction in the female . in sturkie's avian physiology . 5 ème ed . academic press , USA, ,569-600
- **Jones R. C., et Lin M ., 1993-** Spermatogenesis in birds. *Oxford Rev. Reprod. Biol.*, **15**, 233-264
- **Kaur, S., Mandal, A. B., Singh, K. B. et Kadam, M. M. 2008.-** The response of Japanese quails (heavy body weight line) to dietary energy levels and graded essential amino acid levels on growth performance and immuno-competence. *Livestock Sci.*, **117**, 255-262.
- **Kayang B. B., Vignal A., Inoue-Murayama M ., Miwa M ., Monvoisin J. L., ITO S et Minvielle F. 2004-** A first generation micro-satellite linkage map of the Japanese quail. *Anim. Gen.*, **35**, 195-200

- **Kerharo A ., 1987** -élevage de la caille de chair en France maison rustique
- **Kizilkaya K., Balcioğlu M.S., Yolcu H.I. et Karabağ K. 2005-** The application of exponential method in the analysis of growth curve for Japanese quail. *Arch. Geflügelk.*, **69**, 193-198.
- **Kizilkaya K., Balcioğlu M.S. Yolcu H.I., Karabağ K. et Genc I.H. 2006-** Growthcurve analysis using nonlinear mixed model in divergently selected Japanese quails. *Arch. Geflügelk.*, **70**, 181-186.
- **Krampitz G., Graser G. 1988-** Molecular mechanisms of biomineralization in the formation calcified shells. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **27**, 1145-1156.
- **Krobanek M ., Hrbata M. Baranovska M. Jurani 2014-** Growth of Japanese Quail Chicks in Simulated Weightlessness., **73**,157-164.
- **Lake P. E., 1957** -The male reproductive tract of the *fov/L J.Anat.* **91**, 116-129.
- **Lake P. E., King A.S., Melelland J., 1981** -Male genital organs., editors Form and functions in Birds. London: Academic Press. **2**, 1-61.
- **Langford G. A., Ainsworth L., Marcus G.J et Shrestha J. N. B., 1987-** Photoperiod entrainment of testosterone, luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, and prolactin cycles in rams in relation to testis size and semen quality. *Biol.. Reprod.* **37**, 489-499.
- **Larbier M et Leclerc q ., 1992-** Nutrition et alimentation des volailles, INRA
- **Leska A ., 2012-** Seasonal changes in the expression of the androgen receptor in the testes of the domestic goose (*Anser anser f. domestica*). *Gen. Comp. Endocrin.*,179
- **Lewin V., 1963-** Reproduction and development of young in a population of California quail. *The Condor*, **65** (4), 249-178.
- **Lilja C., 1982-** Postnatal growth and organ development in the quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Growth* **46**, 88-99.
- **Lincoln G. A. et Davidson W., 1977** - The relationship between sexual and aggressive behaviour, and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle of rams, and the influence of photoperiod. *J. Reprod. Fertil.* **49**, 267-276.

- **Lindsay D. R., Pelletier J., Pisselet C et Courot M., 198** -Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J. Reprod. Fertil.* **71**, 351-356.
- **Lin M., Jones R. C ET BLACKSHAW A.W., 1990** -The cycle of the somniferous epithelium in the Japanese quail (*coturnix coturnix japonica*) and estimation of its duration *J.Repro. Fert.*, **88**, 481 -490.
- **Lin M., Jones R .C., 1992-** Renewal and proliferation of spermatogonie during spermatogenesis in the Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*. *Cell Tissue Res.*, **267**,591
- **Lucotte G., 1975-** L'élevage de la caille (Précis de coturniculteur). Ed. Vigot Frères, 82p.601.
- **Lucotte G., 1976** - Production de la caille. Vigot frères.
- **Lucotte G., 1980** - abreges de Biologie animale et humaine PCEM 1 . MASSON .Paris pp 387. Chapitre II: embryologie.
- **Lundy H., 1969** -A review of the effects of temperature, humidity, turning and gaseous environment in the incubator on hatchability of hen's eggs. In: T C Carter and B M Freeman, editors. Oliver and Boyd, (Edinburgh, UK). The Fertility and Hatchability of the Hen's Egg. Pages 143–176.
- **Madani M.O.K., Rahal M.S., Zawia M.T., Eluwhaishi B.A., 1989** - Puberty and early sexual development in Libyan fat-tailed ram lambs. *Br. Vet. J.*, **145**, 276-288.
- **Martin P. A., and Arnold T. W., 1991** - Relationships among fresh mass, incubation time, and water loss in Japanese quail eggs. *The Condor* **93**, 28-37.
- **Marin, R.H. et Satterlee, D. G., 2004** - Cloacal gland and testes development in male Japanese quail selected for divergent adrenocortical responsiveness. *Poult. Sci.*, **83**, 1082-1034.
- **Martoja R., et Martoja M., 1967** - Initiation aux techniques de l'histologie animale. *Masson* (Eds.).
- **M .Clinton., 1998** -“Sex determination and gonadal development a bird's eye view,” *Journal of Experimental Zoology*, **281**(5), 457–465, View at Google Scholar
- **Menasse V., 1986** - Elevage rentable des cailles. Ed. de vecchi. 125p.
- **Metmore A., 1952** - A revised classification for the birds of the World .Paris, 345p.

- **Mizutani M., 2003** - The Japanese quail. Laboratory Animal Research Station, Nippon Institute for Biological Science, Kobuchizawa, Yamanashi, Japan, **143-163**.
- **Mohmond T. H., Coleman T.H., 1967** - A comparison of the proportion of component parts of Bobwhite and Coturnix eggs. *Poult. Sci.*, **46**, 1168-1171.
- **Mostapha F., Nouria B., Imen S., ABD AL SAMAD I et Jean-Marie E .,2014-** étude morphométrique et histologique du testicule de la caille du japon (*coturnix japonica*) au cours de la croissance post-natale *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 2015, **140** (1), 45-60
- Munro S.S., 1938.** -Functional changes in fowl spermduring their passage through the excurrent ducts of the male. */ . exp. Zool.* **79**, 71-92.
- **Nicander L., 1971-** Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis. *J. Reprod. Fert., Suppl.* **13**, 39-50.
- **N. Carlon., J. Pizant and A. Stahl., 1983** -“Mesonephric origin of the gonadal primitive medulla in chick embryos,” *Anatomy and Embryology*, **166**(3), 399-414pp., View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
- **N. Carlon and A. Stahl., 1985** -“Origin of the somatic components in chick embryonic gonads,” *Archives d'Anatomie Microscopique et de Morphologies Experimental*, **74**,(1), , 52–59., View at Google Scholar · View at Scopus
- **N. Korn R. J. Thurston B. P. Pooser, and T. R. Scott., 2000-**Ultrastructure of Spermatozoa from Japanese quail. **79** (1) 86–93
- **Nowaczewski, S., K. Witkiewicz, H. Kontecka, S. Krystianiak, A. Rosiński, 2010-** Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results. *Arch. Tierz.* **53**, 720-731
- **NYS Y., 1990-** Régulation endocrinienne du métabolisme calcique chez la poule et calcification de la coquille .Thèse de docteur de l’université paris 6.
- **NYS Y., 2001** -La coquille d’œuf un biomatériau composite . *J . Pour la science* . **289** , , 48-54 .
- **Oldhan C.M., Adams N.R., Gherardi P.B., Lindsay D.R., Mackintosh J.B., 1978** - The influence of level of fed intake on sperm-producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust. J. Agri. Res.*, **29**, 173-179.

- **Ollo Chérubin HIEN., 2002.**-Effet de l'amélioration de la condition sanitaire sur le développement testiculaire, la l h et la ponte de la pintade locale de la Burkina Faso.
- **Oriol A., 1986** - l'élevage de la caille .Ed . maison rustique .
- **Oriol A ., 1987** - L'élevage de la caille, du faisan et du perdreau. La maison rustique.
- **Ottinger M.A., and Brinkley H.J., 1979** - Testosterone and sex related physical characteristics during the maturation of the male Japanese quail "*Coturnix japonica*". *Biol Reprod* ., **20**, 905-909.
- **Ozbey, O., Yildiz, N. ET Esen F. 2006** - The effects of high temperature on breeding characteristics and the living strength of the Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.*, **5**, 56-59.
- **Paganelli C.V, Ackerman R.A et Rahn H., 1978** - L'œuf aviaire: In vitro conductances à l'oxygène, du dioxyde de carbone et la vapeur d'eau dans le développement de retard. In: J Piiper (éditeur) de la fonction respiratoire chez les oiseaux, adultes ou embryonnaires. *Ed : Springer-Verlag*, Berlin, Allemagne, page : 212-218.
- **Paltiel H.J., Diamond D. A., Di Canzio J., Zurakowski D., J.G., Atala A., 2002-** Testicular volume ,Comparison of orchidometer and US measurement in dogs, *Radiology*. **222**, 114-119
- **Pardanaud L., Buck C., and F. Dieterlen-Lièvre, 1987** -"Early germ cell segregation and distribution in the quail blastodisc," *Cell Differentiation.*, **22**, 47-59.,View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
- **Parker G.V., Thwaites C.J., 1978** - The effects of undernutrition on libido and semen quality in adult Merino rams. *Aust.J. Agri. Res.*, **23**, 109-115.
- **Pelletier J. et G. Almeida., 1987-** Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-France rams. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* **34**, 215-226.
- **Pelletier J. 1996** - Les mécanismes de contrôle de la saisonnalité de la reproduction chez le bélier. Controls mechanisms of the seasonality of reproduction in the ram. Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France, Paris, France. *inist-cnrs* **82**, 27-38.
- **Pettingill O.S., Jr. 1985** - Ornithology in laboratory and field. Burgess, Minneapolis, Minnesota, USA, Academic Press Inc., 378-380.

- **Pomares C.C., Galloway D.B., Holmes J.H.C., Tilbrook A.J., Clarke I.J., 1991** - The effects of lupin and cowpea supplement on reproductive characteristics in rams, *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **23**, 80.
- **Poulton A.L. et Robinson T.J., 1987** - The response of rams and ewes of three breeds to artificial photoperiod. *J. Reprod. Fertil.* **79**, 609-626.
- **Purcell, S.M. & Wilson, W.O. 1975** - Growth and maturation of testes in young coturnix and modification by exogenous FSH, LH and testosterone – A stereologic evaluation. *Poult. Sci.*, **54**, 1115–1122
- **Purohit V.D., Basrur P.K., Smith V.G. 1978** -Testosterone levels in the blood plasma of male chicken-pheasant hybrids. *Poult Sci.* Mar :**57**(2),513-7
- **Rahn H. A et AR Paganelli, C.V., 1979** - oiseaux Comment respirer œufs. Ed : Scientific, American, page: 46-55.
- **Rahn H et AR., 1980** - Un échange de gaz de l'œuf aviaire: le temps, la structure et la fonction. Ed : zoologiste, Américain, page : 477-484.
- **Rahn H et AR A., 1974** - L'œuf aviaire: Le temps d'incubation et la perte d'eau. Ed: Condor pp: 147-152.
- **Raymond C. S., Kettlewell J. R., Hirsch B., Bardwell V. J., and Zarkower D.,1999.**- “Expression of Dmrt1 in the genital ridge of mouse and chicken embryos suggests a role in vertebrate sexual development. *Develop.Biol.*, **215**(2). 208–220.,View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- **R. Dubois and Y. Croisille., 1970-** “Germ-cell line and sexual differentiation in birds,” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B: Biol Sci.*, **259**(828),73–89 pp. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
- **R. Dubois., 1969** - “The mechanism of entry of the primordial germ cells into the vascular network in chick embryo,” *Journal of Embryology and Experimental Morphology.*, **21**, (2), 255–270 pp., View at Google Scholar · View at Scopus.
- **Reddish J.M., Nestor K.E., Lilburn M.S., 2003-** Breeding and genetic: Effect of Selection for Growth on Onset of Sexual Maturity in Randombred and Growth-Selected Lines of JAPANESE Quail. *Poult. Sci.*, **82**, 187-191.
- **Reviere D.M., 1968-** Détermination de la durée des processus spermatogénétiques chez le coq à l'aide de thymidine tritiée. *Proc. 6th Int. Congr. Anim Reprod et A.I.*, Paris. **1**, 183-185.

- **Reviere D.M., 1971-** Le développement testiculaire chez le coq. I. Morphologie de l'épithélium séminifère et établissement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, **11**, 531-546
- **Reviere D.M., 1972-** Evaluation des réserves spermatiques dans les voies déférentes du Coq. *Annls Biol.anim. Biochim. Biophys.* **12**, 5-11.
- **Reviere D.M., 1974-** Le développement testiculaire chez le coq. II. Morphologie de l'épithélium séminifère et établissement de la spermatogenèse. *Ann. Bio. Anim. Biochem. Biophys.*, **11**, 531-546.
- **Reviere D.M., 1988-** Appareil génital mâle et production des spermatozoïdes. Dans : Sauveur B et de REVIERS M (ed.). Reproduction des volailles et production d'œufs. Paris, Fr. : INRA; **18**,141-181.
- **Rizoni et Luchitti ., 1972** -Elevage et utilisation de la caille domestique. Maison rustique
- **Romanoff A.L., et Romanoff A.J., 1949-** the avian egg. Wiley, New York.
- **Ron Johonsson** - management of artificially incubated bird eggs by weight loss .curator of birds Miami metrozoo, pp: 177-179.
- **Sanford L.M., W.M., Palmer et B.E. Howland. 1977** - Changes in the profiles of serum LH, FSH and testosterone, and in mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. *J. Anim. Sci.* **45**, 1382-1391.
- **Sanford L.M., J.K. Voglmayr W.W. Vale et B. Robaire., 1993-** Photoperiod-mediated increases in serum concentrations of inhibin, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone are accentuated in adult shortened-scrotum rams without corresponding decreases in testosterone and oestradiol. *Biol. Reprod.* **49**, 365-373.
- **Sanford L.M. et Baker S.J., 2010** - Prolactin regulation of testosterone secretion and testes growth in DLS rams at the onset of seasonal testicular recrudescence. *Reproduction* **139**,197-207.
- **Savel J., 1971** -Biologie animale II. Embryologie .Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris. oiseaux. Université Paris Ouest La Défense Nanterre.
- **Sauveur B., 1988** - Reproduction des volailles et Production d'œufs, INRA, Paris, 449p-
- **Sauveur, B .,1994** -L'œuf et les ovoproduits , *Coll. Sci. t tech agro-alimentaires*. 344 pages.

- **Schanbacher B .D., et Lunstra D .D., 1976-** Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finish Landrace and Suffolk rams. *J. Anim. Sci.* **43**: 644-650.
- **Scheib D., 1973** - Les cellules sécrétrices testiculaires du poussin de la caille japonaise: Différenciation de leur ultrastructure et rapport avec leurs potentialités stéroïdiennes. *Dev. Growth Diff.*, **15** (4), 315-328.
- **Schlinger BA., Callard GV., 1989** - récepteurs d'œstrogènes chez la caille cerveau: une fonctionnelle relation de l'aromatase et de l'agressivité. *Biol Reprod* . **40**, 268-275.
- **Sedqyar M., Weng Q., Watanabe G., Kandiel M. M., Takahashi S., Suzuki A. K., Taneda S. ET Taya K., 2008** - Secretion of inhibin in male Japanese quail (*Coturnix japonica*) from one week of age to sexual maturity. *J. Reprod. Dev.*, **54** (2), 100-106.
- **Sezer M., Berberoglu E., Ulutas Z., 2006-** Genetic association between sexual maturity and Weekly live-Weights in laying-type Japanese quail. *South Afri. J. Anim. Sci.*, **36** (2), 142-148.
- **Shanaway M.M., 1994-** Quail production systems: A review. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 145p.
- **Skrobanek P., Hrbata M., Baranovska M. et Jurani M. 2004** - Growth of Japanese quail chicks in simulated weightlessness. *Acta Vet. Brno*, **73**, 157-164.
- **Skrobanek P., Baranovska M., Sarnikova B., Jurani M., Zeman M. et Cigankova, V. 2009** - Effect of Simulated Microgravity on Sexual Development of Male Japanese quail. *Acta Vet. Brno*, **78**, 563-569.
- **Smith C. A. and Sinclair A. H., 2001-**“Sex determination in the chicken embryo,” *Journal of Experimental Zoology*, **290**, (7), 691–699, View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- **Stanley M. Purcell and Wilbor O. Wilson., 1974** - Growth and Maturation of Testes in Young *Coturnix* and Modification by Exogenous FSH, LH, and Testosterone a Stereologic Evaluation.
- **Stevenson TJ ., 2012** -Variation in the gonadotrophin-releasing hormone-1 and the song control system in the tropical breeding rufous-collared sparrow (*Zonotrichia capensis*) is dependent on sex and reproductive state. *Gen .Comp. Endocrinol.*, **178**, 1-7.

- **S. Bishop-Calame ., 1966** - “Experimental study of the organogenesis of the urogenital system of the chicken embryo,” *Archives d'Anatomie Microscopique et de Morphologie Experimentale*, **55**, (2), 215–309,. View at Google Scholar · View at Scopus.
- **T. Fujimoto., A. Ukeshima., and R. Kiyofuji, 1976** - “The origin, migration and morphology of the primordial germ cells in the chick embryo,” *Anatomical Record*, **185**, (2), 139–145,. View at Google Scholar · View at Scopus.
- **Tulletts G. 1987** - Egg shell formation and quality In **WELLS R .G. BELYAVIN C.G.**, (ed) , *Egg quality-current problems and recent advances , poult . Sci. Symp .* **20**, 123-146, Butterworths, London.
- **Tulletts .G., and Deeming D. C., 1987.-** Failure to turn eggs during incubation: effects on embryo weight, development of the chorioallantois and absorption of albumen; *British. Poultry .Sci.*,**28**,239–243
- **T. R .Saraswati ., S. Tana., 2015.-** Development of Japanese Quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) Embryo. *nternat. J. Sci. Eng.*, **8**(1), 38-41.
- **Vali N., 2008.** - The Japanese quail: A Review. *Int. Poumtru. Sci.*, **7**(9). 925-931.
- **Van Tienhoven A., 1983. Vatsalya V., Arora, 2012.-**Allometric Growth of testes in Relation to AGE, Body Weight and Selected Blood Parameters in Male Japonica Quail (*Coturnix japonica*). *Int. J. Pout. Sci.*, **11**(4), 251-258.
- **Vatsalya V. et Arora K.L. 2012.-** Allometric growth of testes in relation to age, body weight and selected blood parameters in male Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.*, **11**, 251-258.
- **Voufo M. P., Nzegang M., Bidima I. M., Meutchieye F., Tamba P., 2010.-** Dossier spécial L'élevage des cailles, la reproduction , l'alimentation, les soins , La voix du pays (Mensuel d'information, de formation et de débat sur le monde rural Cameroun), 30p ([http://www.lavoixdupaysan.org/8.php?subaction=showfull&id=i237287489&archive=&start_from=&ucat=8&\[07.07.201010:55:57\]](http://www.lavoixdupaysan.org/8.php?subaction=showfull&id=i237287489&archive=&start_from=&ucat=8&[07.07.201010:55:57])).Consulte,21juin 2015
- **Yang J, Long D .W., Inpanbutr N ., Bacon W, . l . 1998** - Effets de la photopériode et de l'âge sur les modèles de sécrétion de l'hormone lutéinisante et de testostérone et de la production de sperme chez les mâles intérieures dindes. *Biol. Reprod* **59**, 1171-1179.

- **Y. Nakamura., Y. Yamamoto., F. Usui., 2007-** “Migration and proliferation of primordial germ cells in the early chicken embryo,” *Poult .Sci*, **86**(10), 2182–2193., View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
- **Yoshizaki N., and Saito H., 2002** -Changes in shell membranes during the development of quail embryos; *Poult. Sci* **81**, 246-251
- **Wakasugi N., 1984** - Japanese quail .In : J L Mason (Ed). Evolution of domestic Animals. L.Longman, London end New York.
- **Walter JB., 2007**-Reproductive biology and phylogeny of birds : phylogeny , morphology , hormones , fertilization, 6A Barrie GM . jamieson edition , enfield , NH:science publishers ., 609 p .
- **Wei L., Peng K.M., Liu H., Song H., Wang Y., Tang., 2011** - Histological examination of testicular cell development and apoptosis in the ostrich chick, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* **35**, 7-14.
- **Woodard A.E., Abplanalp H ., Vohra P., 1973-** Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japonica*). Department of Avian Sciences University of California, Davis, CA 95616. <http://animalscience.ucdavis.edu/Avian/Coturnix.pdf>
- **Zhang X.Y., Wen X.X., Zhao L., He J.P., 2012.-** Immunolocalization of Smad 4 protein in the testis of domestic fowl (*Gallus domesticus*) during postnatal development.. *Acta histochemica*, **114**,429-433.

INTRODUCTION

RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

MATERIEL ET METHODES

RESULTATS ET DICCUSSION

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES