

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**دراسة الوطنية للبيطرة الحراش الم**

**ECOLE NATIONALE VETERINAIRE EL-HARRACH**

**MEMOIRE**

**En vue l'obtention du Diplôme de Magister en Sciences Vétérinaires**

**Option : ZOOTECHNIE**



**CARACTERISATION ZOOTECHNIQUE  
ET PARAMETRES GENETIQUES DE  
LA CAILLE JAPONAISE  
*Coturnix japonica***

Présenté par : **Dr BERRAMA Z. Ep SOUAMES**

**Membres du jury :**

Président : Mr **GUEZLANE L.** Professeur à l'ENV EL HARRACH

Promoteur : Mr **KAIDI R.** Professeur à l'ISV SAAD DAHLEB  
BLIDA

Co –Promotrice : Mme **MEFTI H.** Chargée de cours à l'ISV SAAD  
DAHLEB BLIDA

Examinatrice : Melle **AIN BAAZIZ H.** Maître de Conférences à l'ENV EL  
HARRACH

Examineur : Mr **BELHAMRA M.** Maître de Conférences à l'Univesité  
de BISKRA

ANNEE UNIVERSITAIRE 2006 / 2007

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le Bon Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement Professeur **GUEZLANE L.**, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'El Harrach pour avoir accepté de présider , d'animer et de conduire avec la plus grande probité ma soutenance.

A Monsieur **KAIDI R.**, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université SAAD DAHLEB (Blida), pour avoir accepté de diriger ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour toute l'aide et les précieux conseils qu'il m'a prodigué tout au long de ce mémoire.

A Madame **MEFTI née KORTEBY H.**, Enseignante, Chargée de cours à l'Institut des Sciences Agronomiques de l'Université SAAD DAHLEB (Blida); j'aimerais profiter de cette occurrence pour lui exprimer toute ma gratitude, eu égard à l'attention aux orientations et aux soucis qu'elle a eu durant toute cette période, de me voir achever mon travail avec les meilleurs résultats possibles et probablement de nouvelles perspectives.

A Mademoiselle **AIN BAZIZ H.**, Maître de Conférences à l'ENV, pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce mémoire. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

A Monsieur **BELHAMRA M.**, Maître de Conférences à l'Université de Biskra : c'est pour moi l'occasion de lui témoigner de toute ma reconnaissance pour avoir accepté d'examiner ce travail. Hommages respectueux.

A Monsieur **MEFTI M.**, Responsable du service de la Recherche Bibliographique à l'Université de Blida. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour son aide précieuse et sa grande gentillesse.

Je tiens à remercier vivement l'équipe de l'ITELV (**ZADI, ZINEB, ABDERRAZAK, TOUMI** et **SIDAHMED**).

Ma gratitude et ma reconnaissance vont également à Mr **YEKHFLEF H.**, Mme **SAADOU** du Département de Zootechnie de l'Institut National d'Agronomie.

Mes vifs remerciements à l'ensemble des enseignants (es) de l'ENV ainsi qu'aux responsables de la Sous Direction de la Post-Graduation et de la Recherche.

A tout ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

*À la mémoire de mon Père « **SALAH** ». Que Dieu le Tout Puissant puisse l'accueillir dans son vaste paradis.*

*À ma Mère « **FATMA** » et ma Belle Mère « **DJOUHER** » qui m'ont précieusement soutenue. Je les remercie pour tous les sacrifices et les bénédictions qu'elles se donnent pour ma réussite. Dieu les protège.*

*À mon époux « **SAMIR** » qui pour me soutenir dans mes efforts et dans mes ambitions, fait preuve d'une grande patience et d'autant de conviction.*

*À mes deux adorables enfants « **MOHAMED ANIS** et **RAYHANE MANEL** ». que Dieu les protège.*

*À mes chers frères.*

*À ma chère sœur et mes Belles sœurs, neveux et nièces.*

*À ma belle famille.*

*À tous mes proches et à tous mes amis.*

## Résumé

A partir d'une étude menée sur deux échantillons d'œufs ( $N_1=1159$  et  $N_2=854$ ) issus de cailles japonaise *coturnix japonica* nous avons voulu apporter une première contribution à l'analyse des paramètres zootechnique et génétique d'une population de référence élevée et contrôlée au niveau de la station ITELV de Baba Ali

La première partie de ce travail a fait ressortir les grands traits et les acquis scientifiques des différentes recherches sur la caille japonaise. Notre recherche bibliographique a pris en compte les aspects liés aux paramètres de la biologie de l'espèce, de sa reproduction et a également mis l'accent sur les causes de certaines variations observées chez les populations d'élevage.

Notre expérimentation comprend une première partie d'analyse approfondie des différentes caractéristiques de l'œuf incubable et une deuxième partie où à partir des deux lots d'œufs  $N_1$  et  $N_2$  nous avons sélectionnée une génération parentale en se basant sur les critères de meilleurs poids à l'âge de six semaines et du GMQ. Les analyses ont porté sur la génération parentale issue de la période fin ponte et la génération fille issue de deux périodes de ponte (début et pic).

Les différents résultats font ressortir que :

- Pour les deux populations, l'estimation des corrélations entre les différents caractères de l'œuf a révélé une corrélation forte et positive entre le poids, la longueur et la largeur de l'œuf, contre une corrélation faible entre le poids et l'indice de forme de l'œuf.
- Le poids, la longueur, la largeur ainsi que l'indice de forme des œufs enregistré sont respectivement de :  $11.86 \pm 1.15g$ ,  $3.042 \pm 0.16cm$ ,  $2.35 \pm 0.09cm$  et  $1.29 \pm 0.06cm$  pour le lot1 et de  $11.75 \pm 1.27g$ ,  $3.015 \pm 0.17cm$ ,  $2.34 \pm 0.10cm$  et  $1.288 \pm 0.07cm$  pour le lot2.
- L'étude des performances d'incubation des œufs des deux populations a révélé, un taux de fertilité moyen de 83.9 à 94.6%, un taux d'éclosion moyen de 75.58 à 89.32% pour les œufs incubés et de 88.66 à 95.94% pour les œufs fertiles. Le taux de mortalité embryonnaire moyen varie de 5 à 11%.
- Pour la population sélectionnée le poids de l'œuf incubé a légèrement diminué pour les deux périodes de ponte (début et pic) par rapport aux parents. Les œufs clairs présentent les caractéristiques des œufs normaux par contre les œufs non éclos présentent des poids lourds et des poids légers.
- L'étude zootechnique des caractères de croissance a révélé que la caille japonaise présente une croissance plus ou moins rapide et une grande variabilité du poids. A l'âge d'abattage les cailles parents ont présenté un poids moyen de  $161.54 \pm 21.61g$  (lot1) et  $151.31 \pm 19.23g$  (lot2). La descendance a enregistré une légère homogénéisation du poids corporel.
- De fortes valeurs de GMQ sont enregistrées aux trois premières semaines d'âge contre de faibles valeurs à la sixième semaine. La quantité d'aliment ingérée est de  $2.56g/j$  (lot1) et  $3.08g/j$  (lot2) à la première semaine d'âge contre  $25.47g/j$  (lot1) et  $26.4g/j$  (lot2) à la sixième semaine d'âge. L'indice de consommation réalisé est estimé à 3.84 (lot1) et 2.09 (lot2) à la deuxième semaine d'âge contre 9.5 (lot1) et 16.92 (lot2) à la sixième semaine d'âge.
- L'étude des paramètres génétiques des caractères de croissance a révélé, des corrélations positives entre le poids vifs des parents entre la quatrième et la sixième semaine d'âge ( $0.4$  à  $0.6$ ) ( $p < 0.01$ ). De fortes corrélations ( $0.8$  ;  $0.9$ ) entre le poids vif et le GMQ à la deuxième semaine d'âge.

Mots clés : *Coturnix japonica*, poids de l'œuf, performance d'incubation, caractères de croissance, corrélation

## **Abstract**

From a study of two cohorts of eggs ( $n_1=1159$  and  $n_2=854$ ) derived from Japanese quail (*Coturnix japonica*), we aimed, and for the first time, to contribute to the analysis of zootechnic and genetic parameters of a reference population bred and controlled at the ITELV station of Baba Ali.

The first part of the work defined the general traits and scientific background of various studies on Japanese quail. Our bibliographic studies included all aspects linked to parameters of the biology of species, its reproductive profile with emphasize on the causes of observed variations.

Our experimental procedures included a first part that dealt with a detailed analysis of different characteristics of incubated egg and the second part, where, from the two cohorts mentioned above, we have selected the parent generation based on the following criteria: optimum weight at six weeks of age, and the average daily gain of weight. The analysis focused on the parent generation derived from the period of clutch (end) and the daughter generation derived from two periods of clutch (start and peak).

The various results revealed:

For the two populations, correlation estimates amongst different characteristics revealed a strong and positive correlation between weight and size of the egg against a weak correlation between weight and shape index of the egg.

External characterisation of incubated eggs from *Coturnix Japonica* derived from the initial population, revealed the following:  $11.86\pm 1.15$ g weight,  $3.042\pm 0.16$ cm length,  $2.35\pm 0.09$ cm width and a shape index of  $1.295\pm 0.06$  for cohort 1. Furthermore, cohort 2 showed the following characteristics:  $11.75\pm 1.27$ g weight,  $3.015\pm 0.17$ cm length,  $2.34\pm 0.10$ cm width and a shape index of  $1.288\pm 0.07$ cm.

The study of incubation performances of eggs derived from the initial and selected population revealed respectively high level of fertility, in the range of (83.9 to 94.6%), hatchability of incubated eggs and fertile eggs of (75.58-89.32%) and (88.66-95.94%) respectively.

Moreover, a 5 to 11% level of embryonic mortality was recorded.

For the selected population, the weight of the incubated egg decreased slightly for the two periods of laying (start and peak) as compared to parents but increased when reaching reproduction age.

Eggs having non chick release were similar to normal eggs, in sharp contrast to the unhatched eggs that could present as light and heavy weights.

Zootechnic study of growth characteristics revealed that the Japanese quail shows a more or less rapid growth and a huge variability in growth.

At slaughter age, parent quail demonstrated an average weight of  $161.54\pm 21.61$ g for cohort 1 and  $151.31\pm 19.23$ g for cohort 2. Offsprings recorded a slight homogenisation of body weight.

High values of average daily gain weight were recorded during the first weeks but with lower values at 6 weeks of age.

Food quantity ingested during the first week was in the range of 2.56g/day and 3.08g g/day for cohort 1 and cohort 2 respectively but increased to 25.47g/day and 26.40g/day at 6 weeks old for cohort 1 and cohort 2 respectively.

Consumption index achieved was of the order of 3.84 and 2.09 for cohort 1 and cohort 2 respectively at 2 weeks against 9.50 and 16.92 09 for cohort 1 and cohort 2 respectively at 6 weeks old.

Finally, the study of genetic parameters of growth traits revealed the following :

Positive correlation of body weights amongst parental lines at 4 and 6 weeks of age ( $P<0.01$ ).

Strong correlation (0.8; 0.9) between body weight and the average daily gain weight at 2 weeks of age.

Strong correlations (statistically not significant) were seen between body weight and food quantity ingested as well as body weight and consumption index.

Key Words : *Coturnix japonica*, egg weight, hatching performance, growth traits, correlation.

## ملخص:

من خلال دراسة أقيمت على عينتين من البيض (1159، 854) المتحصل عليها من طرف السمان الياباني (*Coturnix japonica*)

أردنا إعطاء إسهام أولي بتحليل الثوابت التدرجية و الوراثة لمجتمع مرجعي من السمان الياباني المربي و المراقب في محطة

التجارب للمعهد التقني لتربية الحيوانات لبابا علي ITELV

الجزء الأول من هذا العمل أبرز الخطوط العريضة للمكتسبات العلمية لمختلف البحوث المجرات على طائر السمان الياباني.

بحثنا البيولوجرافي أخذ بعين الاعتبار الجوانب المتصلة بالثوابت البيولوجية و تكاثر هذا النوع من الطيور. و أكدنا على أسباب بعض التغيرات الملاحظة في المجتمعات التدرجية.

دراستنا التجريبية تشتمل على جزء أول نتطرق فيه إلى تحليلات عميقة لمختلف خصائص البيض المحضون و جزء ثاني قمنا فيه بانتقاء من خلال مجموعتي البيض ، جيل الإباء حسب معياري أحسن وزن في الأسبوع السادس و أحسن ربح متوسط للوزن اليومي. خصت التحاليل كل من جيل الآباء المتحصل عليه في فترة آخر تبيض و جيل الأبناء المتحصل عليه في فترتي أول و قمة التبيض. أعطت مختلف النتائج ما يلي:

تقدير الارتباط المتبادل بين مختلف صفات البيض بالنسبة لكلتا المجتمعين أظهر إارتباط قوي و موجب بين وزن البيضة و طولها ووزن البيضة و عرضها. مقابل ارتباط ضعيف ما بين الوزن و معامل شكل البيضة.

وزن البيضة:  $11.86 \pm 1.15$  غ ، طولها  $3.042 \pm 0.16$  سم عرضها  $2.35 \pm 0.09$  سم و معامل شكلها:  $1.29 \pm 0.06$  أما قدر بالنسبة للمجموعة الثانية، قدرت النتائج كما يلي: وزن البيضة:  $11.75 \pm 1.27$  غ طولها:  $3.01 \pm 0.17$  سم عرضها:  $2.34 \pm 0.10$  سم و معامل شكلها:  $1.288 \pm 0.07$  .

أعطت النتائج التالية على التوالي: لا المجتمعين دراسة خصائص تحضين بيض ك

$89.32\%$  ونسبة تفريخ البيض - نسبة تفريخ البيض ما بين  $75.58\%$  و معدل الى  $94.6\%$   $83.9\%$  خصوبة البيض معدل  $11\%$  و  $5\%$  نسبة الوفيات الجنينية المسجلة تتراوح ما بين معدل  $95.94\%$  -الخصب ما بين  $88.66\%$  .

أما بالنسبة لوزن بيض الحيوانات المنتقاة فقد نقص قليلاً في كلتا الفترتين (أول و وقمة التبيض) مقارنة مع وزن بيض يتصف البيض الغير الخصب بمواصفات البيض العادي أما البيض الذي لم يفقس فأظهر وزناً ثقيلاً و وزناً الأباء خفيفاً لدراسة التدرجية لخصائص نمو السمان الياباني أظهر نمو سريع و تغيرات كبيرة بالنسبة للوزن. قدر معدل وزن السمان لجيل الآباء في سن الدبح بـ  $161.54 \pm 21.61$  غ (المجموعة 1) و  $51.31 \pm 19.23$  غ (المجموعة 2). وزن خلف هذه الحيوانات بين قليلاً من التجانس. أرقام عالية للربح المتوسط للوزن اليومي سجلت خلال الأسابيع الثلاثة ضد أرقام ضعيفة في الأسبوع السادس. في الأسبوع الأول كمية الغذاء المتناولة من طرف المجموعة الأولى هي  $2.56$  غ في اليوم و  $3.08$  غ في اليوم من طرف المجموعة الثانية ضد  $25.47$  و  $26.40$  غ في اليوم للمجموعة 1 و 2 على الترتيب في الأسبوع السادس. قدر معامل الإستهلاك الغذائي بالأسبوع الثاني بـ  $3.84$  للمجموعة 1 و  $2.09$  للمجموعة الثانية مقابل  $9.50$  للمجموعة 1 و  $16.92$  للمجموعة 2 بالأسبوع إرتباط متبادل موجب بين وزن الآباء في الأسبوع الرابع و الأسبوع ، السادس. دراسة الثوابت الوراثية لخصائص النمو أظهرت إرتباطات متبادلة قوية بين الوزن و الربح المتوسط للوزن اليومي بالأسبوع الثاني من عمر السمان . السادس (0.4-0.6).

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>AMH :</b>	Anti Mullerian Hormon
<b>CJ :</b>	<i>Coturnix japonica</i>
<b>cm :</b>	Centimètre
<b>FSH :</b>	Follicle Stimulating Hormon
<b>g :</b>	Gramme
<b>G<sub>0</sub> :</b>	Génération parentale
<b>GMQ :</b>	Gain moyen quotidien
<b>G<sub>n+1</sub> :</b>	Première génération
<b>GnRH :</b>	Gonadotropin-Releasing-Hormon
<b>ITELV :</b>	Institut technique d'élevage
<b>LH :</b>	Luteinizing Hormon
<b>LH-RH :</b>	Luteinizing Hormon –Releasing Hormon
<b>ME :</b>	Mortalité Embryonnaire
<b>MEM :</b>	Mortalité Embryonnaire Moyenne
<b>MEP :</b>	Mortalité Embryonnaire Précoce
<b>MET :</b>	Mortalité Embryonnaire Tardive
<b>Sem :</b>	Semaine

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Caractéristiques de quelques espèces de cailles.....	2
Tableau2 : Les paramètres d'élevage de la caille japonaise.....	7
Tableau3 : Evolution des besoins alimentaires des cailles en engraissement et en reproduction.....	9
Tableau4 : Composition de l'aliment en fonction des stades physiologiques des cailles japonaises.....	10
Tableau5 : Poids des principaux organes des mâles adultes.....	28
Tableau6 : Consommation alimentaire et gains de poids.....	29
Tableau7 : Effet du poids de l'œuf sur la maturité sexuelle des femelles.....	31
Tableau8 : Effet du poids de l'œuf sur la mortalité embryonnaire.....	33
Tableau9 : Effet du poids de l'œuf sur le poids du cailleteau à 42 jours.....	35
Tableau10 : Effet du poids de l'œuf sur la consommation alimentaire.....	36
Tableau11 : Effet du poids de l'œuf à incuber sur le taux de survie des cailles.....	36
Tableau12 : Effet du poids de l'œuf à incuber sur la production des œufs.....	37
Tableau13 : Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de croissance.....	40
Tableau14 : Effet de l'équilibre mâle/femelle sur la fertilité et l'éclosabilité des œufs.....	41
Tableau15 : Effet de la période de stockage sur les performances d'incubation des œufs.....	42
Tableau16 : Effet de la période de stockage des œufs sur le taux de mortalité.....	43
Tableau17 : Effet de la période de stockage des œufs sur les performances de ponte.....	44
Tableau18 : Effet de la période de stockage sur la perte du poids de l'œuf stocké.....	44
Tableau19 : Effet du taux de protéines dans la ration sur le poids corporel de la caille de l'éclosion à la 6 <sup>ème</sup> semaine d'âge.....	46
Tableau20 : Effet des principales vitamines.....	47
Tableau21 : Effet de la température sur la consommation et le taux de survie des cailles.....	48
Tableau22 : Estimation de l'héritabilité du poids corporel.....	50

Tableau23 : Corrélations phénotypiques et génétiques entre le poids corporel de l'éclosion à 6 semaines d'âge.....	51
Tableau24 : Corrélations entre les caractères externes de l'œuf.....	52
Tableau25 : Composition centésimale des aliments.....	63
Tableau26 : Poids des œufs de la population initiale.....	70
Tableau27 : Poids des œufs des reproducteurs sélectionnés.....	74
Tableau28 : Longueur des oeufs des parents.....	79
Tableau29 : Longueur des œufs des reproducteurs sélectionnés.....	82
Tableau30 : Largeur des œufs des parents.....	86
Tableau31 : Largeur des œufs des reproducteurs.....	89
Tableau32 : Indice de forme des œufs des parents.....	93
Tableau33 : Indice de forme des œufs des reproducteurs.....	96
Tableau34 : Corrélations entre les caractères externes des œufs incubés des parents.....	100
Tableau35 : Corrélations entre les caractères externes des œufs clairs des parents.....	101
Tableau36 : Corrélations entre les caractères externes des œufs non éclos des parents.....	102
Tableau37 : Corrélations entre les caractères externes des œufs incubés des reproducteurs en début et en pic de ponte.....	102
Tableau38 : Corrélations entre les caractères externes des œufs clairs des reproducteurs en début et en pic de ponte.....	103
Tableau39 : Corrélations entre les caractères externes des œufs non éclos des reproducteurs en début et en pic de ponte.....	104
Tableau40 : Performances d'incubation des œufs de la population initiale.....	105
Tableau41 : Performances d'incubation des œufs des reproducteurs.....	106
Tableau42 : poids vif des cailles à différentes semaines d'âge.....	111
Tableau43 : Poids moyen de la génération Gn+1.....	123
Tableau44 : Gain quotidien moyen des cailles japonaises.....	125
Tableau45 : Quantité alimentaire ingérée moyenne.....	134
Tableau46 : Indice de consommation.....	136
Tableau47 : Corrélations des poids vifs - poids vifs des parents.....	138
Tableau48 : Corrélations des poids vifs – poids vifs des reproducteurs.....	139

Tableau49 : Corrélations poids vifs – GMQ des parents.....	140
Tableau50 : Corrélations poids vifs – GMQ des reproducteurs.....	141
Tableau51 : Différentiel de sélection du poids vif.....	142
Tableau52 : Réponse à la sélection du critère poids vif.....	143

## LISTE DES FIGURES

Figure1 : Courbe de ponte.....	22
Figure2 : Représentation des valeurs du poids de l'œuf.....	23
Figure3 : Distribution des jours d'éclosion des œufs de cailles.....	25
Figure4 : Taux de mortalité embryonnaire.....	26
Figure5 : Courbe de croissance.....	28
Figure6 : Evolution de la mortalité aux trois premières semaines de vie.....	30
Figure7 : Relation entre le poids de l'œuf et le poids du cailleteau à l'éclosion.....	34
Figure8 : Distribution du poids des œufs incubés des parents.....	71
Figure9 : Distribution du poids des œufs clairs et non éclos des parents.....	72
Figure10 : Distribution du poids des œufs incubés des reproducteurs.....	75
Figure11 : Distribution du poids des œufs clairs des reproducteurs.....	77
Figure12 : Distribution des œufs non éclos des reproducteurs.....	78
Figure13 : Distribution de la longueur des œufs incubés des parents.....	80
Figure14 : Distribution de la longueur des œufs clairs et non éclos des parents.....	81
Figure15 : Distribution de la longueur des œufs incubés des reproducteurs.....	83
Figure16 : Distribution de la longueur des œufs clairs des reproducteurs.....	84
Figure17 : Distribution de la longueur des œufs non éclos des reproducteurs.....	85
Figure18 : Distribution de la largeur des œufs incubés des parents.....	87
Figure19 : Distribution de la largeur des œufs clairs et non éclos.....	88
Figure20 : Distribution de la largeur des œufs incubés des reproducteurs.....	90
Figure21 : Distribution de la largeur des œufs clairs des reproducteurs.....	91
Figure22 : Distribution de la largeur des œufs non éclos des reproducteurs.....	92
Figure23 : Distribution de l'indice de forme des œufs incubés chez les parents.....	94
Figure24 : Distribution des indices de forme des œufs clairs et non éclos des parents.....	95
Figure25 : Distribution des indices de forme des œufs incubés des reproducteurs.....	97
Figure26 : Distribution des indices de forme des œufs clairs des Reproducteur.....	98
Figure27 : Distribution des indices de forme des œufs non éclos des reproducteurs.....	99
Figure28 : Distribution du poids des cailles parents à 2, 4 et 6 semaines d'âge.....	113

Figure29 : Evolution du poids des parents caillés en fonction de l'âge.....	115
Figure30 : Distribution du poids chez les parents mâles et femelles à 2 et 4 semaines d'âge.....	116
Figure31 : Distribution du poids des parents mâles et femelles à la 6 <sup>ème</sup> semaine d'âge.....	118
Figure32 : Evolution du poids des parents mâles et des parents femelles.....	119
Figure33 : Distribution du poids des reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge.....	120
Figure34 : Evolution du poids des parents et des reproducteurs sélectionnés.....	122
Figure35 : Evolution du gain moyen quotidien des parents.....	126
Figure36 : Distribution du GMQ des parents à 2, 4 et 6 semaines d'âge.....	127
Figure37 : Evolution des GMQ des parents mâles et femelles.....	128
Figure38 : Distribution des GMQ des parents mâles et des parents femelles à 2,4 semaines d'âge .....	129
Figure39 : Distribution des GMQ des parents femelles et des parents mâles à 6 semaines d'âge.....	131
Figure40 : Distribution des GMQ des reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge....	132
Figure41 : Evolution des GMQ et des parents et des reproducteurs sélectionnés.....	133
Figure42 : Evolution de la quantité alimentaire ingérée.....	135
Figure43 : Evolution de l'indice de consommation alimentaire.....	137

## TABLE DES MATIERES

### PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

#### Premier chapitre : Généralités

1- Historique.....	1
2- Classification.....	1
3- Description.....	3
3-1 Morphologie.....	3
3-2 Le dimorphisme sexuel.....	3
3-3 La caille à l'état sauvage.....	4
3-4 Différence entre caille sauvage et caille domestique.....	5
4- Quelques paramètres d'élevage.....	6
5- Alimentation.....	8

#### Deuxième chapitre : Reproduction

1- La différenciation sexuelle chez la caille japonaise.....	10
1-1 La différenciation des gonades et conduits.....	10
1-2 Effet des hormones.....	10
2-Anatomie de l'appareil reproducteur et physiologie de la reproduction chez les oiseaux.....	11
2-1 Appareil génital femelle.....	11
2-1-1 L'ovaire.....	11
2-1-2 L'oviducte.....	12
2-2 Appareil génital mâle.....	13
2-3Axe hypothalamo-hypophyso- ovarien .....	13
3- Effet de la photopériode sur la reproduction .....	14
4- Cycle ovulatoire .....	15
4-1 Formation de l'œuf .....	16
4-1-1 La formation du jaune .....	16
4-1-2 Formation du blanc et des enveloppes.....	17
4-2 Heures moyennes de l'oviposition .....	18
4-3 Séquences de ponte .....	18
5- Systèmes de reproduction.....	19
6- Le comportement sexuel.....	19
7- Couvaion .....	19
7-1 Incubation naturelle .....	19
7-2 Incubation artificielle .....	20
8- Développement embryonnaire .....	20

### Troisième chapitre : Les performances zootechniques

1- Performances de reproduction.....	21
1-1 Précocité.....	21
1-2 Performances de ponte.....	22
1-2-1 Le cycle de ponte.....	22
1-2-2 Caractères de l'œuf.....	23
1-2-2-1 Caractères externes.....	23
1-2-2-2 Caractères internes.....	23
1-3 Prolificité.....	24
1-4 Fertilité.....	24
1-5 Durée d'incubation.....	24
1-6 Taux d'éclosion.....	25
1-7 Mortalité Embryonnaire.....	26
2- Performances de croissance.....	27
2-1 Poids corporel et courbe de croissance.....	27
2-2 Consommation alimentaire.....	29
2-3 Gain moyen quotidien (GMQ).....	29
2-4 Indice de consommation.....	30
2-5 Taux de mortalité des cailleteaux.....	31
3- Facteurs de variations des performances zootechniques de la caille japonaise.....	31
3-1 Facteurs liés à la génétique.....	31
3-1-1 Poids de l'œuf.....	31
3-1-1-1 Effet du poids des œufs à incuber sur les performances de reproduction.....	31
3-1-1-1-1 Précocité sexuelle.....	31
3-1-1-1-2 Fertilité.....	31
3-1-1-1-3 Eclosabilité.....	32
3-1-1-1-4 Mortalité embryonnaire.....	33
3-1-1-2 Effet du poids de l'œuf à incuber sur les performances de production.....	33
3-1-1-2-1 Croissance.....	33
3-1-1-2-1-1 Poids du cailleteau à l'éclosion.....	33
3-1-1-2-1-2 poids de la caille à l'abattage.....	35
3-1-1-2-1-3 Consommation alimentaire et indice de consommation.....	35
3-1-1-2-1-4 Taux de survie des cailles.....	36
3-1-1-2-2 Production des œufs.....	37
3-1-2 Effet de certains caractères d'œuf.....	37
3-2 Facteurs liés au milieu.....	38
3-2-1 Age des reproducteurs.....	38
3-2-1-1 Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de reproduction.....	38
3-2-1-1-1 Fertilité.....	38
3-2-1-1-2 Eclosabilité.....	39
3-2-1-1-3 Mortalité embryonnaire.....	40
3-2-1-2 Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de croissance.....	40
3-2-2 Sexe ratio.....	41
3-2-3 Periode de stockage.....	42

3-2-3-1 Effet de la période de stockage sur les performances de reproduction.....	42
3-2-3-2 Effet de la période de stockage sur les performances de production.....	43
3-2-3-2-1 Croissance.....	43
3-2-3-2-2 Production des œufs.....	44
3-2-4 Effet de l'alimentation.....	45
3-2-4-1 Moment de l'alimentation.....	45
3-2-4-2 Restriction alimentaire et alimentation <i>ad libitum</i> .....	45
3-2-4-3 Taux de protéines dans l'alimentation.....	46
3-2-4-4 Taux de calcium.....	47
3-2-4-5 Les vitamines.....	47
3-2-5 Température.....	48
3-2-6 La photopériode.....	49

#### Quatrième chapitre : **Paramètres génétiques**

1 Paramètres génétiques.....	50
1-1 Héritabilité.....	50
1-1-1 Poids corporel et vitesse de croissance.....	50
1-1-2 Performance de ponte.....	51
1-2 Les corrélations.....	51
1-2-1 Corrélations entre les poids vifs de la caille à différentes semaines d'âges.....	51
1-2-2 Corrélations entre caractères externes et internes de la qualité de l'œuf.....	52
1-2-3 Corrélations entre les caractères externes et ses performances d'incubation.....	53
1-2-4 Corrélations entre les caractères externes de l'œuf et le poids de la caille.....	53
2-Réponse à la sélection.....	54
3- Variabilité des caractères de croissance.....	54
3-1 Effet espèce.....	54
3-2 Effet sexe.....	55
3-3 Effet de la sélection.....	55
4- L'hétérosis.....	55
4-1 Poids corporel.....	55
4-2 performance de ponte.....	55
5- La dépression de la consanguinité.....	56
5-1 Poids corporel.....	56
5-2 Performance de ponte.....	56

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

I Objectif de l'étude.....	57
II Matériels et méthodes .....	58
1- Description de la station d'élevage.....	58
2- Le matériel.....	59
2-1 Matériel animal.....	59
2-2 Matériel d'incubation.....	60
2-3 Matériel d'élevage.....	61
3- Méthodes.....	64
III Résultats et discussion.....	70
1- Paramètres zootechnique et génétique relatifs aux caractères externes des œufs.....	70
1-1 Paramètres zootechniques.....	70
1-1-1 Poids des œufs.....	70
1-1-2 Longueur des œufs.....	79
1-1-3 Largeur des œufs.....	86
1-1-4 Indice de forme des œufs.....	93
1-2 Paramètres génétiques.....	100
1-2-1 Les corrélations.....	100
1-2-1-1 Les œufs des parents.....	100
1-2-1-2 Les œufs des reproducteurs.....	102
2- Paramètres zootechniques relatifs aux performances d'incubation.....	105
2-1 Population initiale.....	105
2-2 Les reproducteurs.....	106
3- Paramètres zootechnique et génétique relatifs aux performances de croissance.....	111
3-1 Paramètres zootechniques.....	111
3-1-1 Poids vifs des caillies.....	111
3-1-2 Le gain moyen quotidien.....	125
3-1-3 Consommation alimentaire.....	134
3-1-4 Indice de consommation.....	136
3-2 Paramètres génétiques relatifs aux performances de croissance.....	138
3-2-1 Les corrélations phénotypiques.....	138
3-2-1-1 Corrélations poids vifs-poids vifs.....	138
3-2-1-2 Corrélations poids vifs-gain moyen quotidien.....	140
3-2-2 Différentielle de sélection.....	142
3-2-3 Réponse à la sélection.....	143
Conclusion	
Références bibliographiques	

**PREMIERE PARTIE**

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Introduction Générale**

Depuis la deuxième guerre mondiale, l'aviculture s'est développée pour devenir dans de nombreux pays parmi, les premières productions animales tant par le volume des viandes produites, que par le tonnage des aliments composés.

Le dynamisme de l'aviculture s'explique par la conjugaison de nombreux facteurs. La nature même des espèces concernées, dont les cycles de production sont relativement courts, à manipulation aisée, à progrès génétique rapide, assurant une souplesse nécessaire pour adapter en permanence l'offre à la demande.

L'aviculture représente l'une des voies sur lesquelles s'est engagée l'Algérie. En effet elle offre les meilleurs rendements de conversions des calories végétales en calories animales et de transformations des protéines.

La diversité des produits a connu une évolution spectaculaire au XX<sup>ème</sup> siècle, aboutissant à de véritables industries avicoles.

De même, l'élevage de caille « coturniculture » a connu ces deux dernières décennies un essor considérable, participant à la diversité des produits avicoles. En donnant lieu à des industries florissantes et même à de notable courants commerciaux d'exportation.

En Algérie les carcasses de cailles sont très demandées. Selon des éleveurs privés (source non bibliographiée), l'œuf de caille est exporté vers les pays de la péninsule Arabe. Ils sont connus par leur vertu anti-allergisante et Anti-asthmatique.

Selon WOODARD et *al.* (1973), la caille présente des paramètres génétiques de croissance identiques à ceux observés chez la poule, d'où son utilisation comme un animal pilote pour les recherches génétiques.

A la différence du poulet, où les schémas de sélection sont très ciblés, la sélection de la caille est très souvent effectuée d'une façon massale. Ainsi, selon les objectifs, chaque élevage a développé une souche dont les caractéristiques lui sont propres, ce qui explique, la grande hétérogénéité des populations et des performances zootechniques.

Cependant, l'aviculture Algérienne a été marquée par des contraintes structurelles qui selon (BOUKHELIFA, 1993) sont liées à :

- la dépendance à l'égard du marché mondial des intrants avicoles,
- l'incohérence du fonctionnement des filières avicoles,
- la faiblesse des performances technico-économiques réalisées par les ateliers avicoles.

La faiblesse des performances confirmées par (FERRAH, 1996); cité par (BENOUARAB, 1998); à laquelle il rajoute l'extrême variabilité des performances zootechniques enregistrées par les ateliers avicoles.

Ce mémoire s'articulera autour de deux parties :

- une partie bibliographique dans laquelle seront abordés les principes fondamentaux et pratiques des espèces aviaires en général et de la caille en particulier.
- une partie expérimentale qui touchera le troisième aspect de faiblesse de l'aviculture Algérienne et dans laquelle on traitera :
  - une caractérisation morphologique, zootechnique et génétique de l'œuf de caille
  - une caractérisation zootechnique et étude des paramètres génétiques des critères de croissances.

Les données concerneront une population parentale provenant d'une incubation en fin ponte et la progéniture provenant d'une incubation de début et pic de ponte (la fin ponte non réalisée par manque de temps).

L'objectif final est l'homogénéisation du cheptel ainsi d'opter pour un choix d'une méthode de sélection et par voie de conséquence, la récupération des œufs impropres à l'incubation pour leur valeur thérapeutique.

## **I Généralités**

### **1- Historique**

La caille japonaise a été domestiquée au Japon depuis le XII<sup>ème</sup> siècle (TAKA-TSUKASA, 1935 ; HOWES, 1964 ; WAKASUGI, 1984).

Au début, les Japonais sélectionnaient et élevaient la caille comme oiseau de chant (KOVACH, 1974), ce n'est qu'aux alentours de 1910, qu'une sélection systématique de la meilleure caille pondeuse a commencé (YAMASHINA, 1961) depuis, l'élevage de caille est passé à l'intensif pour la commercialisation des œufs et la production de viande (HOWES, 1964 ; WAKASUGI, 1984).

En 1941, près de deux millions de cailles japonaises ont été élevées. Cependant, la majorité de ces cailles domestiquées ont été perdues pendant la deuxième guerre mondiale. Après cette guerre, l'industrie japonaise des œufs de caille a été reconstituée de quelques oiseaux domestiqués restants, probablement avec l'addition des lignées de cailles domestiquées en Corée, Chine et Taiwan ainsi que des cailles capturées dans la nature (MIZUTANI, 2003).

Ce n'est qu'en 1950, que la caille japonaise a été introduite en Europe où des lignées spécifiques pour la production des œufs et de viande ont été créées peu de temps après (GERKEN et MILLS, 1993).

### **2- Classification**

Selon WHETMORE, 1952 ; La caille japonaise appartient à

L'ordre : Galliformes (forme de poule)

Sous ordre : Galli

Superfamille : *Phasiannoidea*

Famille : *Phasianidae*

Les phasianidés constituent la famille d'oiseaux la plus utile à l'homme, elle est également la plus répandue dans le monde (MENASSE, 1986)

La caille domestique (genre *Coturnix*) était classée comme une sous espèce de la caille européenne commune (*Coturnix coturnix*) avec un nom scientifique de *Coturnix coturnix japonica* (WHETMORE 1952). Récemment, la caille japonaise est classée comme une espèce distincte à cause de sa non hybridation avec la caille sauvage dans la nature ou en captivité (CHENG et KIMURA 1990) avec un nom scientifique de *Coturnix Japonica*.

Le genre *Coturnix* peut être divisé en plusieurs espèces qui peuvent être réparties en trois grands ensembles selon leur origine, constituant respectivement, les groupes d'Afrique, d'Asie, d'Australie et de la Nouvelle Guinée ( MENASSE, 1986). Parmi ces espèces :

La caille des blés : « *Coturnix coturnix* »

Appelée aussi caille commune, répandue en Europe dans de vastes aires d'Asie du nord et en Afrique du nord. Lorsque le froid arrive, elle migre jusqu'à l'Afrique centrale et méridionale et l'Asie méridionale.

La caille Arlequin : « *Coturnix deleorguei* »

L'aire de diffusion de cette espèce comprend toute l'Afrique centrale et méridionale et Madagascar.

La caille de Nouvelle Zélande : « *Coturnix novaezelandiae* »

Considérée comme espèce disparue.

La caille de Chine : « *Excalfatoria chinensis* »

Dite aussi caille naine de chine, c'est l'espèce la plus petite de l'ordre des galliformes répandue en chine sud-orientale, en Inde et d'autres régions de l'Asie orientale ainsi qu'en Asie sud orientale.

**Tableau 1 : Caractéristiques de quelques espèces de cailles**

<b>Espèce</b>	<b>Taille (cm)</b>	<b>Utilisation</b>	<b>Elevage</b>	<b>Habitat</b>
<b>Caille des blés</b>	18 - 20	Repeuplement, chair	Facile	Batterie, volière
<b>Caille arlequin</b>	18 - 20	Ornement	Assez facile	Volière
<b>Caille de Chine</b>	12	Ornement	Très facile	Cage, volière

**Source MENASSE, 1986**

### **3- Description**

#### **3-1 Morphologie :**

La caille domestique est un oiseau dont la conformation physique est proche de celle de la perdrix. Sa tête est munie d'un bec court et robuste, légèrement recourbé à son extrémité ; un cou moyennement développé, qui semble plus court qu'il n'est en réalité, car cet oiseau en position de repos a tendance à rentrer sa tête dans ses épaules.

Le corps de la caille domestique est massif, arrondi, couvert d'un plumage dense aux couleurs plus ou moins vives.

CHENG et KIMURA (1990) rapportent que le type de plumage de la caille sauvage a été conservé chez plusieurs lignées de cailles domestiques. Les ailes ne sont pas très longues, mais très solides. Les pattes à 4 doigts de couleur grise, dépourvues d'ergots, robustes et bien développées, avec trois doigts antérieurs liés à la base par une membrane fine, et un doigt postérieur libre de dimension réduite.

#### **3-2 Le dimorphisme sexuel :**

Les deux sexes peuvent se distinguer extérieurement dès la troisième semaine d'âge ; les mâles se reconnaissent par une couleur rouge brique très caractéristique réparties uniformément sur les parties latérales de la tête (joues) et la poitrine. Les adultes présentent un bec noirâtre et brillant.

Les femelles, bien qu'ayant un plumage dont la teinte est moins intense que celle des mâles, présentent une ligne sombre qui va des commissures du bec jusqu'en dessous de l'œil. Sur la poitrine, des plumes de couleur grise-beige avec des points noirs très caractéristiques.

Les mâles féconds se reconnaissent également par la présence dans la région du cloaque d'une excroissance rosée et dépourvue de plumes. Une pression sur ces glandes fait sortir une mousse blanche. Le cloaque des femelles est allongé transversalement.

Les mâles poussent des cris très sec, chantent comme les castagnettes, décrivant le son : Pick-Per-Awik ou ko-turro-neex. Par contre les femelles caquettent ; on dit que la caille margotte ou qu'elle carcaille (SANFORD; 1957).

Les mâles ont un comportement agressif marqué, moins lourds que les femelles, leur poids est d'environ 100 à 140 grs, alors que les femelles sont beaucoup plus dociles avec un poids de 120 à 160 grs. (Voir photo ci-dessous)



### **3-3 La caille à l'état sauvage**

Les cailles sauvages sont des animaux aux corps lourds par rapport aux ailes, elles possèdent de fortes pattes qui leur permettent d'effectuer des bonds puissants (saut de caille) (RIZZONI et LUCHETI, 1979).

Elles restent presque toujours au sol où elles courent avec beaucoup de rapidité et de légèreté, elles ne s'envolent que rarement pour des vols courts et bas.

Les cailles sauvages vivent dans un habitat assez varié, qui comprend les champs cultivés, les plaines herbeuses, les zones buissonneuses et les broussailles, aussi bien dans les plaines que dans les régions montagneuses, (jusqu'à 2000 mètres d'altitude).

Ces oiseaux se nourrissent surtout de graines, d'insectes, de larves et de gastropodes. Lorsque la nourriture commence à manquer, ils ont tendance à se déplacer dans une autre zone beaucoup plus favorable. Ils vivent en solitaire ou en

couple et pendant la période de reproduction en petits groupes familiaux constitués de parents et de leurs nichées.

La reproduction a lieu au printemps, que ce soit dans les régions de plaines ou de montagnes. Les mâles font entendre leurs cris hauts, sonores, monocordes et guère agréables et les femelles leur répondent avec un cri d'appel plus faible et flutté.

Les mâles défendent avec acharnement le territoire où ils vivent avec une ou plusieurs femelles, ce qui provoque souvent des luttes féroces.

### **3-4 Différence entre caille sauvage et caille domestique**

Le cailleteau domestique d'un jour a un duvet jaune avec des lignes noires, très semblable au cailleteau sauvage ; on le reconnaît facilement car il est un peu plus gros et il a des couleurs plus vives. Morphologiquement, il ressemble aux poussins de pintade ou de faisan (RIZZONI et LUCHETI, 1979).

Les cailles sauvages et les cailles domestiques se reconnaissent par leur conformation et leur plumage. Ainsi chez le mâle, la couleur du cou et de la gorge est beaucoup plus soutenue chez la race domestique que chez son homologue sauvage, alors que les femelles, les plumes de la même région sont lancéolées et tachetées de formes arrondies de couleur pâle chez la forme sauvage (LUCOTTE, 1974).

D'après RIZZONI et LUCHETI (1979) la caille domestique sélectionnée, élevée en cages peut se reconnaître par rapport à la caille sauvage, par sa poitrine qui est un peu plus étroite, surtout chez les femelles, la partie postérieure du corps qui est plus développée et élargie.

Le chant du mâle domestique est très différent de celui du mâle sauvage mais le chant des femelles est très semblable.

KAWAHARA (1973) avait rapporté que la majeure différence entre la forme sauvage et la forme domestique est que la dernière est plus lourde et présente une production d'œufs plus importante.

#### **4- Quelques paramètres d'élevage**

La plupart des cailles japonaises destinées pour la production d'œufs ou de viande est élevée en intensif (GERKEN et MILLS, 1993).

En effet, de l'éclosion jusqu'à l'abattage, l'élevage de caille domestique est considéré comme une petite version de l'élevage de poule (WILSON, 1972 ; KERHARO, 1987 ; PANDA et SINGH, 1990).

La caille japonaise peut être logée au sol ou en batterie. Les cailleteaux destinés pour la production de viande sont habituellement élevés au sol, tandis que les lignées pondeuses et reproductrices sont élevées presque exclusivement en cages (KOVACH, 1974 ; RIZZONI et LUCHETTI, 1979 ; MENASSE, 1986 ; GERKEN et MILLS, 1993).

Les oiseaux élevés au sol sont mis dans des chambres fermées, le sol est couvert de sciures de bois. La densité de la bande est généralement de 70 à 100 oiseaux/m<sup>2</sup> avec une taille de bande de plusieurs milliers par unité d'élevage (SCHMID et WECHSLER, 1997). Cependant, l'élevage de cailles de chair peut être aussi effectué dans des batteries d'engraissement, avec une densité de 120 à 150 cailleteaux /m<sup>2</sup> de cage (KERHARO, 1987).

Les dimensions de longueur, largeur et hauteur des cages pour reproducteurs et les cailles pondeuses sont respectivement de 100cm x 50cm x 16 à 20cm, généralement rangées dans des batteries . Chaque cage contient 60 à 80 oiseaux (120 à 160 oiseaux/m<sup>2</sup>) selon le poids vif des lignées utilisées (GERKEN et MILLS, 1993). Les planchés de cages sont inclinés pour faciliter la collecte des œufs. Les fientes sont collectées sur un tapis ou sur feuilles de papier placées sous chaque cage.

Les cailleteaux exigent une température particulièrement élevée les premiers jours . Par la suite, ce besoin est réduit jusqu'à rendre inutile le chauffage artificiel, tout en nécessitant toujours un endroit protégé. Le local doit être isolé tant pour lutter contre les pertes de chaleur en hivers que les gros écarts de températures extérieures en été. KERHARO, (1987) rapporte que la température ne doit en aucun cas descendre au dessous de 18 °C dans les locaux d'élevage (voir tableau 2).

A partir du troisième jour, l'aération devient très importante car l'élevage en concentration implique l'élimination des gaz (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>...), qui deviennent néfaste pour la production. Les modes de renouvellement préconisés sont mentionnés au tableau 2.

L'humidité, est importante pour cet animal originaire des climats tropicaux qui craint la sécheresse ou l'excès d'humidité, une valeur de 70% a été rapportée par la plupart des auteurs.

L'éclairage des bâtiments s'effectue à l'aide des néons et programmeurs qui permettent de moduler la quantité de lumière nécessaire pour chaque stade physiologique du cailleteau.

Un régime lumineux de 24h pour l'engraissement et de 16 à 24 heures par jour pour les reproducteurs et pondeuses a été noté par de nombreux auteurs (KEKHARO, 1987 ; GERKEN et MILLS, 1993). L'intensité de la lumière est de 45 lux.par surface au démarrage et de 10 lux. à l'engraissement. Cette intensité lumineuse est parfois utilisée pour contrôler les agressions (BERGES, 1988).

**Tableau 2 : Les paramètres d'élevage de la caille japonaise**

Age en (semaines)	Température (°C)		Humidité relative (%)	Ventilation (m <sup>3</sup> /h / kg de poids vif)	Eclairage	
	Sous - éleveuse	Ambiante			<u>Durée</u>	Intensité watts/m <sup>2</sup>
<b>1</b>	40 - 35					
<b>2</b>	30					
<b>3</b>	25					
<b>4</b>	>18	22 - 24	70	4 - 5	Toute la journée + veilleuse la nuit	3
<b>5</b>	>18					
<b>6</b>	>18					
<b>7</b>	>18					
<b><u>Reproducteurs</u></b>		22 -24		4 - 5	16 - 18	5

Source : KERHARO, 1987

## **5- Alimentation :**

En bon gallinacés qu'elles sont, les cailles domestiques mangent un peu de tout, ce qui ne pose pas de problèmes pour un élevage à caractère familial. Pour un élevage de rapport, en revanche, le régime alimentaire doit être le plus équilibré possible, car il conditionne le haut rendement de la production des œufs et de la viande, toutefois il ne faut pas oublier que la caille domestique pond 300 à 400 œufs par an, et atteint l'âge d'abattage entre 35 à 40 jours.

D'après RIZZONI et LUCHETTI (1979) l'aliment doit être toujours disponible mais sans toutefois qu'il reste des refus d'un jour à l'autre dans les mangeoires.

MENASSE (1986) rapporte que l'aliment sec et l'eau peuvent être distribués à part ou bien, en pâtée en le mélangeant avec de l'eau. Il faudra veiller dans ce dernier cas, à ne préparer et à ne donner que la quantité qui sera consommée dans les quatre heures pour éviter les fermentations.

Les besoins nutritifs de la caille japonaise sont particulièrement élevés et varient en fonction du stade physiologique des animaux ainsi, il existe trois types d'aliments : aliment pour reproducteurs et pondeuses, aliment de démarrage pour cailleteaux de 1 à 23-25 jours et aliment pour engraissement de 25 jours à l'abattage.

Chacun de ces types d'aliment doit correspondre évidemment aux exigences des animaux de cet âge. En pratique, le changement d'aliment se fait sur deux jours, avec moitié de l'aliment démarrage et moitié de l'aliment engraissement.

Les besoins en protéines pour la caille japonaise sont de l'ordre de 25 à 28% durant les premières semaines et atteignent 20% à la 6<sup>ème</sup> semaine (WOODARD et al, 1973 ; LUCOTTE, 1974 ; KERHARO, 1987).

Parallèlement pour les besoins énergétiques, WOODARD et al. (1973) rapportent que *Coturnix* peut utiliser un aliment contenant 2200 à 3400 Kcal/kg d'énergie métabolisable lorsque le niveau de protéine dans l'aliment est de 25%.

Le tableau 3 donne les besoins en principaux éléments nutritifs des cailles japonaises et leur évolution.

**Tableau 3 : Evolution des besoins alimentaires des cailles en engraissement et en reproduction.**

	<b>Cailleteaux</b>	<b>Cailles engraissement</b>	<b>Reproducteur</b>
	de 0 à 3 semaines	de 4 à 7 semaines	
<b>Energie métabolisable (Kcal/kg)</b>	2900	2600	2600
<b>Protéines (%)</b>	25	20	20
<b>Lysine (%)</b>	1.3	1.2	/
<b>Glycine (%)</b>	1.28	1.28	/
<b>Méthionine (%)</b>	0.74	0.71	/
<b>Calcium (%)</b>	1	1	3
<b>Phosphore (%)</b>	0.8	0.8	0.8
<b>Zinc (%)</b>	75	75	75
<b>Sélénium (mg/kg)</b>	1	1	1
<b>Potassium (%)</b>	0.11 - 0.28	0.11 - 0.28	0.11
<b>Vitamine A (UI/kg)</b>	3300	3300	3303
<b>Vitamine D3 (UI/kg)</b>	1200	1200	1200
<b>Vitamine E (UI/kg)</b>	40	40	40
<b>Acide pantothénique</b>	40	40	/

**Source : WOODARD et al., 1973**

## **II - Reproduction**

### **1- La différenciation sexuelle chez la caille japonaise**

#### **1-1 La différenciation des gonades et conduits:**

L'appareil sexuel de la caille est différencié tôt dans la vie embryonnaire. Avant la différenciation, la structure des femelles et des mâles est indiscernable, les deux sexes possèdent des gonades bilatérales qui consistent en medulla et cortex.

Chez le mâle, le premier cordon sexuel de la medulla se développe en tubules séminifères, avec les cellules de Sertoli et les spermatozoïdes. Chez la femelle, c'est le cortex qui se différencie et donne l'oocyte.

Chez la caille, comme beaucoup d'autres espèces aviaires, c'est seulement la gonade gauche qui se développe en ovaire, tandis que les deux gonades mâles se développent en testis.

Les canaux de Müller sont présents dans les deux sexes. Chez le mâle, ces canaux régressent, tandis que chez la femelle, le canal gauche se différencie et donne naissance à l'oviducte, par contre, le canal droit régresse.

#### **1-2 Effet des hormones :**

Il est apparent que c'est la concentration des œstrogènes qui détermine si la gonade se développera en testis ou en ovaire (SCHEIB, 1983 ; STEVENS, 1997). Ainsi, l'inhibition de l'aromatase, enzyme finale dans la synthèse d'œstrogène avant la différenciation sexuelle, entraîne un développement des tissus testiculaires (ELBRECHT ET SMITH, 1992 ; ADKINS-REGAN et WADE, 2001).

Chez les oiseaux, l'hormone anti-Müllérienne (AMH) est responsable de la régression des canaux de Müller. On pense que la quantité importante de l'œstrogène produite dans l'ovaire gauche en comparaison avec l'ovaire droit, pourra protéger le canal de Müller gauche contre l'hormone anti-Müllérienne (SMITH et SINCLAIR, 2001).

La différenciation des gonades et des canaux est sensible à la perturbation de la balance œstrogénique. Le traitement d'un embryon mâle avec de l'œstrogène

pendant la différenciation sexuelle, entraîne la formation d'un ovotestis gauche (glande mixte) (SCHEIB, 1983 ; BERG et *al.*, 1999)

Toutefois, il est à noter que l'ovotestis chez l'embryon caille ne peut persister jusqu'à l'âge adulte (SCHEIB ET REYSS-BRION, 1979).

## **2- Anatomie de l'appareil reproducteur et physiologie de la reproduction chez les oiseaux.**

### **2-1 Appareil génital femelle :**

En dehors de la saison de reproduction, les organes sexuels chez les oiseaux ont un volume réduit, ce qui explique leur adaptation au vol.

Pendant la saison sexuelle, ces organes grossissent énormément et leur poids peut se multiplier par 500.

Les jeunes cailles, comme toutes les femelles aviaires, possèdent deux ovaires et deux oviductes, qui par la suite, seule la partie gauche sera développée et fonctionnelle. L'ovaire droit ne subsiste que chez certaine espèce, mais jamais l'oviducte droit.

#### **2-1-1 L'ovaire :**

Situé au sommet de la cavité abdominale, sous l'aorte et la veine cave postérieure.

Il s'appuie dorsalement sur le rein et le poumon, et ventralement sur le sac aérien abdominal gauche, il est suspendu à la paroi dorsale par un repli du péritoine contenant les vaisseaux sanguins, nerfs et muscles lisses de soutien (SOLTNER, 1993).

Sa structure est très différente de celle des ovaires des mammifères. Il est de couleur brun-rougeâtre avec l'aspect d'une grappe dont les grains seraient des follicules de dimensions différentes.

L'ovule est la cellule germinale femelle, composée d'une membrane externe entourant la vésicule germinative. Chaque follicule est fixé à l'ovaire par un pédicule. Au niveau du stigma (point de rupture du follicule lors de l'ovulation) les vaisseaux sanguins sont moins denses, ce qui évitera l'hémorragie lors de l'ovulation.

La principale fonction de l'ovaire est la production des ovules qui arrivent progressivement à maturité l'un après l'autre grâce à un fin réseau de vaisseaux sanguins. Une fois détachée de l'ovaire, l'ovule tombe dans l'oviducte.

### **2-1-2 L'oviducte :**

C'est un tube étroit, fluxueux, d'aspect extérieur assez homogène, de couleur rose pâle, suspendu par un repli du péritoine.

Les fibres musculaires lisses, vaisseaux sanguins et nerfs, sont indispensables pour les sécrétions de l'oviducte (blanc de l'œuf et coquille), et la progression de l'œuf par les mouvements péristaltiques.

D'un point de vue histologique et physiologique, l'oviducte peut être divisé en plusieurs segments :

- **Ostium abdominal** : Situé entre l'ovaire et le pavillon
  
- **L'*infundibulum* ou pavillon** : Zone très fine non rattachée à l'ovaire, en forme d'entonnoir, c'est l'endroit de stockage des spermatozoïdes et le lieu de fécondation.
  
- **Le magnum** : c'est la zone la plus riche en cellules et glandes sécrétrices, l'ovule y transite et s'entoure alors de 40 à 50 % d'albumen.
  
- **L'isthme** : Légèrement plus rétréci que le magnum. Ces 4 derniers centimètres « Isthme rouge » à l'opposé de l'isthme blanc antérieur, sont richement vascularisés. C'est à ce niveau que se déposent les membranes coquillières autour de l'albumen, ainsi que la matrice de la coquille.
  
- **Utérus ou glandes coquillières** : Il a la forme d'une poche. A son niveau, l'albumen est achevé par imbibition ou plumping, les membranes coquillières sont mises sous tensions et la coquille minéralisée se dépose.
  
- **Le vagin** : Il est étroit et musculeux, séparé de l'utérus par un resserrement appelé « jonction utéro-vaginale », qui joue un rôle primordial dans la progression et la conservation des spermatozoïdes.  
C'est un simple lieu de transit pour l'œuf ; il débouche dans la partie gauche du cloaque, carrefour des voies intestinale, urinaire et génitale.  
Au moment de la ponte, le vagin s'extériorise et dépose l'œuf à l'extérieur afin d'éviter le contact avec les matières fécale et urinaire.

## **2-2 Appareil génital mâle :**

L'appareil reproducteur mâle des oiseaux comprend trois parties :

- **Les testicules** : Sont internes, au nombre de deux, forme d'un haricot. Situés entre la base du poumon et les reins, leurs taille est variable suivant l'espèce, l'âge, l'individu et la saison.
  
- **Les voies déférentes** : Rappèlent en plus court celles des mammifères : retetestis, canaux efférents, canal épидidymaire, canal déférent, deux vésicules spermatiques.
  
- **Appareil éjaculateur** : La caille domestique mâle possède sous la queue une grosse protubérance rouge, divisée extérieurement par un sillon médian, pleine de sperme.  
Au moment de l'accouplement cette protubérance vient en contact avec l'ouverture cloacale de la femelle où le mâle y éjacule. Les oiseaux ne possèdent pas de glandes annexes.

Le sperme des oiseaux domestiques est très concentré et assez peu abondant. Les spermatozoïdes se distinguent de ceux des mammifères par l'aspect filiforme de leur noyau, la taille réduite de l'acrosome avec présence d'un perforatorium et la grande longueur de leur flagelle.

## **2-3 Axe hypothalamo-hypophyso- ovarien :**

Le système reproducteur des oiseaux est complexe. Il comporte l'hypothalamus, la glande pituitaire, l'ovaire, l'oviducte (déposition de l'albumen, membranes coquillières et coquille), le foie (formation du jaune) et le squelette (source des matières minérales pour la coquille) (FRANK et ROBERT, 1999).

A l'éclosion, les poussins femelles ne possèdent pas de canal qui relie l'hypothalamus à la glande pituitaire antérieure et l'ovaire, ce n'est qu'à la puberté, que cette communication est établie. Ainsi, la femelle mature commence à recruter les follicules à partir de l'ovaire aboutissant, au début de la production de l'œuf.

Lorsque les femelles perçoivent la lumière du jour, suffisante pour initier le développement reproducteur, l'énergie lumineuse est convertie en impulsions nerveuses dans l'hypothalamus. Ces messages nerveux stimulent la libération de la LHRH qui passe dans la glande pituitaire antérieure par la circulation sanguine où elle stimule la production et la libération de l'hormone folliculo-stimulante (FSH) et l'hormone lutéïnisante (LH).

Au niveau de l'ovaire, la FSH et la LH régulent la croissance des follicules, leur sécrétions et stimulent le développement de la grappe ovarienne et l'ovulation.

Au niveau de l'ovaire, les petits follicules produisent les androgènes et les œstrogènes qui, par rétroaction sur l'hypothalamus, aident à la régulation du niveau des hormones sexuelles et à la stimulation du développement des caractères sexuels secondaires.

Chez la femelle, ces hormones stéroïdiennes entraînent la transformation de la poulette en poule, en particulier, l'élargissement de l'oviducte pour la sécrétion de l'albumen. Le foie devient un organe principal du métabolisme lipidique, produisant une classe particulière de lipides destinés à la production du jaune d'œuf.

Les os longs s'impliquent dans le métabolisme du calcium et plusieurs changements s'observent sur l'apparence de l'oiseau (perte de quelques plumes primaires, développement des plumes pré-nuptiales, l'élargissement de l'os pubien pour le passage de l'œuf).

### **3- Effet de la photopériode sur la reproduction :**

La photopériode agit sur la reproduction des oiseaux de deux façons. D'abord elle stimule la fonction sexuelle, puis elle permet, comme chez tous les mammifères photosensibles, la mise en place du cycle reproducteur.

Chez les oiseaux domestiques, la stimulation photopériode est à l'origine d'une maturité sexuelle précoce (SAUVEUR, 1996).

WOODARD et *al.*, (1973) avaient montré que sous un régime de lumière continu, l'activité ovarienne est maximale.

MATHER et WILSON (1964) avaient rapporté un développement testiculaire post natal avec production des spermatozoïdes à 26 j d'âge, chez des cailles soumises à un régime lumineux de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité par jour.

Contrairement à ce qui existe chez les mammifères, la perception de l'information lumineuse chez les oiseaux est beaucoup plus importante par voie transcrânienne que par voie oculaire (SAUVEUR, 1996)

Ce même auteur, a montré que l'obscurisme du crâne par de l'encre de chine pendant les jours longs, bloque la réponse sexuelle du moineau, alors que la privation oculaire est sans effet.

Pareillement, CECILIA et *al.*, (2003) ont montré que chez la caille japonaise, les photorécepteurs oculaires (rétiniens) ne sont pas nécessaires dans la transmission de l'information lumineuse pour la régulation du rythme de ponte.

D'après (FOSTER et FOLETT, 1985) la lumière transmise par voie crânienne est perçue grâce à un pigment photorécepteur ( rhodopsine) et ceci à la fois par l'hypothalamus medio basal et la glande pinéale.

#### **4- Cycle ovulatoire :**

L'ovulation est gouvernée par le contrôle indépendant du cycle circadien et la maturation folliculaire (FRANK et ROBERT, 1999)

Chaque soir, en réponse à la stimulation lumineuse, l'hypothalamus sécrète la GnRH à destination hypophysaire, suivie d'une décharge de LH, qualifiée de « premier pic ». La LH agit sur le plus gros follicule, le plus mur, nommé F1, stimulant la sécrétion de progestérone. Cette dernière a une rétroaction positive sur l'hypophyse, d'où une sécrétion supplémentaire de LH qualifiée de « deuxième pic ou pic préovulatoire ». Cette nouvelle sécrétion de LH provoque alors l'ovulation, qui entraîne rapidement une chute de la progestérone (SOLTNER, 1993).

Pour que le follicule suivant (F2) soit capable de répondre à la première décharge de LH (1<sup>er</sup> pic) par une sécrétion de progestérone, il faut qu'il soit mûr. Or cette maturation n'intervient que toutes les 25 à 26 heures environ. Donc il arrive un moment où la première décharge de LH se produit alors qu'aucun follicule n'est assez mûr, créant ainsi le jour de pause. Ce n'est que le lendemain soir lors d'une stimulation lumineuse que le follicule mur répondra, d'où le début d'une nouvelle série de ponte.

#### **4-1 Formation de l'œuf :**

La formation de l'œuf se déroule en deux grandes étapes :

- ❖ La formation du jaune au niveau de l'ovaire.
- ❖ La formation du blanc et des enveloppes de l'œuf dans l'oviducte.

##### **4-1-1 La formation du jaune :**

Le jaune d'œuf est une émulsion d'eau, de lipoprotéines et de protéines, plus des minéraux et des pigments. Aucune de ces substances n'est synthétisée par l'ovaire.

Ainsi, d'après (WALLACE, 1985 ; YOSHIZAKI et YONEZAWA, 1996), le vitélogène, protéine précurseur du jaune d'œuf, ainsi que les autres substances sont synthétisées dans le foie et transportées par le système vasculaire à l'oocyte.

La vitellogénèse est l'accumulation du jaune de l'œuf dans un follicule ovarien, c'est un long processus qui se déroule en trois phases :

##### **◆ Phase initiale d'accroissement lent :**

Commence dès la vie embryonnaire du cailleteau. Dès l'éclosion, le petit ovaire contient déjà tous les oocytes pour la vie de la femelle. Ces oocytes augmentent de volume après dépôt de quelques gouttes du jaune.

##### **◆ Phase intermédiaire :**

Commence par un follicule « mystérieusement » sélectionné et dont la taille augmente par dépôt d'un vitellus blanc très riche en protéine et pauvre en lipide.

##### **◆ Phase du grand développement :**

Se déroule dans les jours précédant l'ovulation, d'une durée de 5 à 7 jours chez la caille et 6 à 14 jours chez la poule. Sur l'ovaire, plusieurs follicules sont simultanément en phase grand accroissement avec un décalage d'une journée.

Le dépôt du jaune se fait en couches concentriques, tandis que le disque germinatif « l'oocyte » migre vers le sommet, laissant à partir du centre une trace ou « latebre ».

#### **4-1-2 Formation du blanc et des enveloppes :**

L'ovulation chez la caille japonaise se produit peu de temps après l'oviposition, 15 à 20mn (WOODARD et MATHER, 1964) et 30mn (OPEL, 1966).

L'ovulation proprement dite, est l'ouverture du follicule au niveau du stigma et libération d'un jaune, qui est capté par l'entonnoir de *l'infundibulum*, puis débute une progression de 24 à 25 heures jusqu'à l'expulsion de l'œuf ou «oviposition».

Dans *l'infundibulum*, le passage de l'œuf est rapide, il est de (15 à 30mn) chez la caille japonaise et (20mn) chez la poule. A ce niveau, un dépôt d'une couche de fibrilles de composition voisine de celle du blanc épais se fait autour du vitellus pour la protection du jaune contre les transferts d'eau en provenance du blanc.

Pour la sécrétion du blanc, le passage de l'œuf dans le magnum dure 2 à 2h 30mn chez la caille japonaise et 2 à 3h chez la poule. La totalité des protéines du blanc est sécrétée par les cellules sécrétrices du magnum.

Dans l'isthme, l'œuf de caille séjourne 1h 30mn à 2h à cause de la sécrétion des membranes coquillières qui est relativement épaisse pour un début de formation de la coquille. Il s'agit d'un entrelacs de protéines qui se gonfle pour former un filet fibreux très dense. L'isthme rouge est le lieu de sécrétion de la couche mamillaire, matrice protéique de la coquille.

Jusqu'ici, l'œuf a parcouru assez rapidement l'oviducte, il va maintenant séjourner 19 à 20heures dans l'utérus pour s'entourer d'une coquille.

A la sortie de l'isthme, l'œuf se gonfle par hydratation des protéines du blanc. En même temps, l'utérus sécrète du sodium, potassium, bicarbonate de calcium qui s'accumulent dans le blanc. C'est pendant cette phase, qu'apparaissent dans le blanc, les différentes couches : blanc épais, blanc liquide et chalazes qui résultent d'une rotation de l'œuf dans l'utérus. Puis vient la formation de la coquille, constituée essentiellement de cristaux de carbonates de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) recouvert d'une cuticule organique. Chez la caille japonaise, le dépôt de calcaire se fait lentement (les cinq premiers jours).

La pigmentation de la coquille de l'œuf de *Coturnix* débute 2 à 3h avant l'oviposition (POOLE, 1964 ; TANAKATA et *al.*, 1977) ou 21h 30mn après l'oviposition précédente (WOODARD et MATHER, 1964).

Les pigments responsables de la coloration de la coquille de l'œuf de *Coturnix* sont l'ooporphyrine et la biliverdine (POOLE, 1964).

D'après (SOH et KOGA, 1999) la prostaglandine induit la sécrétion de l'ooporphyrine par la glande coquillière (utérus). Ce pigment va s'accumuler dans l'épithélium de l'utérus pour se déposer à la surface de la coquille (POOLE, 1967 ; SOH et *al.*, 1993).

Dans le vagin, la sécrétion de la prostaglandine et de la progestérone entraîne un accroissement des contractions utérines, l'œuf passe dans le vagin et de là à l'extérieur : c'est l'oviposition.

#### **4-2 Heures moyennes de l'oviposition :**

Le moment de la ponte de la caille japonaise dépend du programme lumineux. Sous un régime de 14h de lumière et 10h d'obscurité, la ponte a principalement lieu au cours des six dernières heures de lumière (LUCOTTE, 1974 ; HOUDELIER et *al.*, 2002).

SAUVEUR (1988) a rapporté que chez la caille domestique, la plupart des œufs sont pondus entre 16h et 24h. Cependant, un pic de ponte a été observé entre 17h et 19h

WILSON et HUANG (1962) ont comparé la distribution du temps de ponte entre la poule et la caille, ils ont trouvé que chez la poule, 75% de la totalité des œufs sont pondus la matinée, alors que chez la caille 75% de la ponte, a lieu entre 3h et 18h. WOODARD et *al.* (1973) ont rapporté que chez la caille japonaise, près de 20 % des œufs sont pondus à l'obscurité.

#### **4-3 Séquences de ponte :**

Les oiseaux domestiques pondent leurs œufs selon des séquences régulières.

Les femelles cailles possèdent des séries de ponte de 6 à 7 jours consécutifs suivi d'un arrêt de ponte d'un jour appelé « jour de pause » (MENASSE, 1986).

Le jour de pause est un blocage de l'ovulation, c'est le dernier jour de la série de ponte.

## **5- Systèmes de reproduction :**

Les sujets destinés à la reproduction peuvent être groupés dans des cages ou séparés par des compartiments spéciaux (MENASSE, 1986)

Ce dernier système, qui implique chaque jour le transfert des mâles dans les cages des femelles, semble être laborieux, mais il devient indispensable dès que le but en est la sélection et l'amélioration des races (RIZZONI et LUCHETTI, 1979).

D'après MENASSE (1986) le meilleur moment de transfert des mâles dans les cages des femelles est le matin de bonheur, pour une durée de 5 à 10 minutes. Cette opération peut être répétée tous les 2 à 3 jours.

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

## **6- Le comportement sexuel**

D'après (FARRIS, 1964 ; BEACH et INMAN, 1965 ; WILSON et BERMANT, 1972) les premières approches sont faites par le mâle.

Au cours des différentes phases du comportement sexuel, le mâle est très ardent et agressif alors que la femelle est passive (LUCOTTE, 1974).

Le mâle marche à pattes raides sur les doigts, les plumes dressées et le cou allongé (KOVACH, 1974). Après quelques mouvements d'approche et de poursuite, il maintient la femelle par les plumes du sommet de la tête, force celle-ci à prendre la position accroupie. Lorsque la femelle est ainsi immobilisée, le mâle pose les deux pattes sur son dos, déploie ses ailes et penche sa queue sur celle de la femelle et s'accouple avec elle en rapprochant les deux cloaques (LUCOTTE, 1974).

Une fois le côchage est terminé, le mâle libère sa prise et descend ; les deux oiseaux secouent leurs plumes et le mâle peut répéter sa parade ou chanter (KOVACH, 1974).

## **7- Couvaion**

Chez les oiseaux, la couvaion, terme qui englobe l'incubation des œufs et les soins des jeunes est le point culminant de la reproduction, il existe deux types :

### **7-1 Incubation naturelle :**

Chez la caille japonaise, l'instinct de la couvaion s'est affaibli ou totalement disparu (RIZZONI et LUCHETTI, 1979). De même, SAUVEUR (1988) avait rapporté que la caille ne couvait jamais en claustration.

## **7-2 Incubation artificielle :**

D'après (WOODARD et al, 1973) les œufs de *Coturnix* peuvent être incubés avec succès, dans la plupart des incubateurs commerciaux adaptés ou non aux œufs de cailles. Ces derniers, doivent être installés dans un local sombre, frais, aéré et humide, loin des bruits excessifs et les vibrations (RIZZONI et LUCHETTI, 1979).

L'incubateur doit avoir un ventilateur pour assurer une bonne circulation d'air et doit être équipé pour assurer un retournement automatique des œufs ( 90°) au moins 4 à 6 fois par 24 heures. D'après WOODARD et al. (1973), le retournement des œufs est indispensable au début de l'incubation, d'où une absence pendant les 3 à 4 premiers jours peut entraîner quelques malformations embryonnaires.

La température et l'humidité optimales des incubateurs sont respectivement de 38.5 et de 60 %.

## **8- Développement embryonnaire :**

Le développement embryonnaire de la caille est extrêmement rapide, il dure un peu plus de 15 jours (LUCOTTE, 1974). Ce développement s'effectue en trois stades : formation, développement et nutrition (RIZZONI et LUCHETTI, 1979)

Pendant la première période de formation, les ébauches de tous les organes se forment, puis ils se complètent et se perfectionnent pendant le stade de développement. Tandis que le stade de nutrition, l'embryon commence à se nourrir du vitellus.

De nombreux auteurs (PADGETT et IVEY, 1960 ; ABOIT et CRAIG, 1964) avaient comparé les stades de développement embryonnaire de la caille et la poule, ils avaient rapporté qu'après 24h d'incubation chez la caille, 1 à 12 somites ont pu être observées et les plis neuraux sont déjà fermés chez quelques sujets.

Ils ont conclu que cette période correspond à 30h d'incubation chez l'embryon poule, et le 5<sup>ème</sup> jour d'incubation de l'embryon caille correspond à 6 jours ou 6 jours et demi chez l'embryon poule.

Cependant, les études de GREEN et VINCE (1973) ont montré que pendant les trois derniers jours, les stades de développement embryonnaires chez la caille et la poule sont identiques.

### **III Les performances zootechniques**

#### **1- Performances de reproduction**

##### **1-1 Précocité**

La caille japonaise est de loin, l'oiseau domestique le plus précoce (LUCOTTE, 1974 ; SAUVEUR, 1988).

Selon certains auteurs, la maturité sexuelle de la femelle varie de 4 à 8 semaines (KOVACH, 1974) et de 5 à 6 semaines (GERKEN et MILLS, 1993). Cette variation est fonction de la photopériode (GERKEN et MILLS, 1993).

Quant aux mâles, la maturité sexuelle n'est atteinte qu'à partir de la 9<sup>ème</sup> semaine d'âge (KERHARO, 1987).

De nombreux auteurs (KERHARO, 1987 ; SAUVEUR, 1988 ; MIZUTANI, 2003) s'accordent à dire que la femelle caille pond son premier oeuf à 6-7 semaines d'âge et les premiers œufs fécondés n'apparaissent qu'à partir de la 8<sup>ème</sup> semaine d'âge (KERHARO, 1987).

Cependant, RIZZONI et LUCHETTI (1979) rapportent que les orientaux ont réussi, avec une alimentation particulière à obtenir le premier œuf à 4 semaines d'âge seulement.

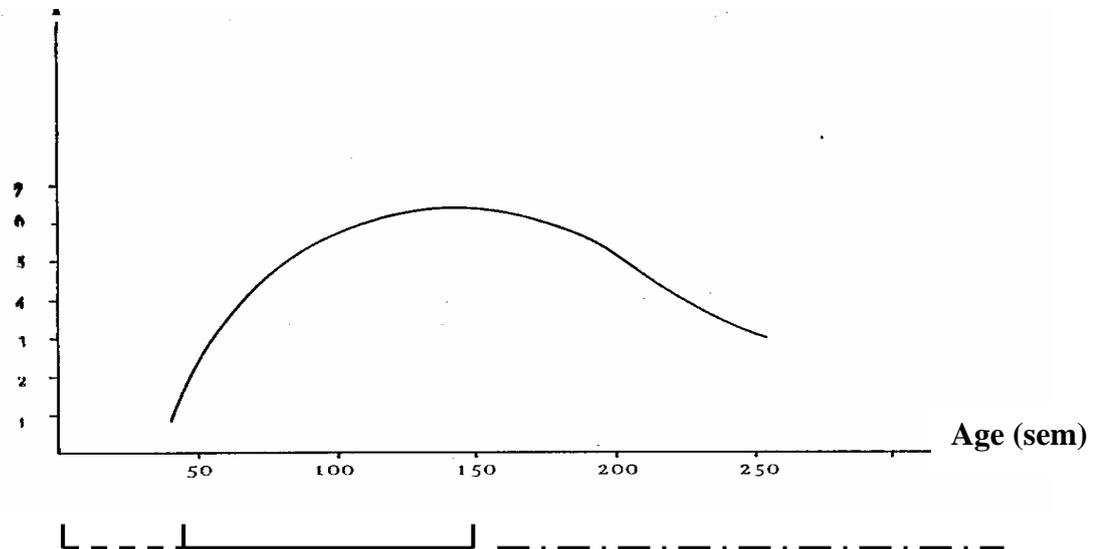
D'après (SAUVEUR, 1996) une maturité sexuelle trop précoce induit, chez les oiseaux domestiques, la ponte d'œufs trop petits, difficilement incubables avec une plus grande fragilité des coquilles (même en fin de ponte), des troubles de l'oviposition, tels que le prolapsus de l'oviducte et l'apparition des doubles ovulations. De ce fait, l'âge d'entrée en ponte des femelles est donc l'objet d'un contrôle strict.

Une vitesse de maturation sexuelle de 0.07 jours chez la caille contre 0.029 et 0.02 jours respectivement chez le poulet et la dinde a été rapporté par (MIGNON-GRASTEAU et BEAUMONT, 2000).

## 1-2 Performances de ponte :

### 1-2-1 Le cycle de ponte

Nombre moyen d'œufs/ femelle/sem



- 35 à 40 jours (7 semaines) : Elevage des jeunes
- 16 semaines (4mois) : Utilisation pour la reproduction
- . - . - Possibilité de maintien des reproductrices pour la production d'œufs jusqu'à un an

**Figure 1 : Courbe de ponte (KERHARO, 1987)**

La caille japonaise est une pondeuse exceptionnelle. Déjà, en 1921, TUKA (cité par MENASSE, 1986) parlait d'une production de 150 à 250 œufs par an.

En 1924, le Japonais KODURA (cité par MENASSE, 1986) avait souligné qu'une femelle mise dans de bonnes conditions, pourra pondre jusqu'à 30 œufs par mois, soit 360 œufs par an.

En 1979, RIZZONI et LUCHETTI rapportent chez certains sujets, une performance de ponte pouvant aller jusqu'à 480 œufs par an, c'est à dire, plus d'un œuf par jour en moyenne, et que dans un élevage, 10 à 20% des pondeuses peuvent dépasser une production de 350 œufs par an.

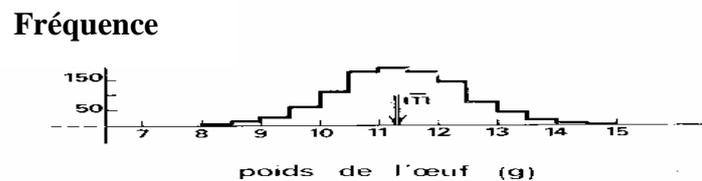
Cependant, SAUVEUR (1988) estime qu'une ponte de deux œufs par jour par le même sujet n'étant pas rare.

La durée de ponte s'étend sur 8 à 10 mois (BAUMGARTNER, 1994) ou de 8 à 12 mois (SAUVEUR, 1988), et le moment du pic étant observé entre le 4<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> mois où l'intensité de ponte peut dépasser 100% (SAUVEUR, 1988).

## **1-2-2 Caractères de l'œuf**

### **1-2-2-1 caractères externes**

L'œuf de caille est de forme ovoïde, son poids varie de 9 à 12g (LUCOTTE, 1974), 7 à 15g (NAZLIGÜL et al., 2001). Selon WOODARD et al. (1973), le poids de l'œuf de caille correspond à 8% de son poids corporel. KUL et SEKER en (2004) ont rapporté une longueur moyenne de 3.34cm, une largeur moyenne de 2.5cm et un indice de forme de 1.33.



**Figure 2: Représentation des valeurs du poids de l'œuf (LUCOTTE, 1974)**

La couleur et les formes des taches de la coquille sont variables d'une femelles à une autre, caractéristique à chaque pondeuse (WOODARD et al 1973, LUCOTTE, 1974). Cette couleur varie entre le brun foncé, bleu, vert et blanc. Les taches sont d'une grandeur et de forme différentes, de couleur noires ou marrons.

### **1-2-2-2 Caractères internes**

D'après MOHMOND et COLEMAN (1967), la composition de l'œuf de caille est la suivante : 47.4% d'albumen, 31.9% de jaune et 20.7% de coquille et membranes.

KUL et SEKER (2004) ont enregistré des poids moyens respectifs de  $6.75g \pm 0.04$  et  $3.69g \pm 0.02$  pour l'albumen et le vitellus avec une longueur et une largeur d'albumen de  $(4.63 \pm 0.04cm$  et  $3.58 \pm 0.03cm)$  et un diamètre du jaune de  $(2.75 \pm 0.01cm)$ .

### **1-3 Proliféricité :**

*Coturnix japonica* est une espèce très proliférique, le nombre de cailleteaux obtenus varie entre 180 et 240 par femelle et par an (SAUVEUR, 1988).

### **1-4 Fertilité :**

De nombreux auteurs s'accordent à dire que le taux de fertilité chez la caille japonaise est supérieur à 80% (KERHARO, 1987 ; SHANAWAY, 1994 ; FAROOQ et al, 2001). Pareillement, KHURSCHID et ses collaborateurs (2004) rapportent un taux de 80.86%.

La proportion des œufs clairs est un paramètre très important à considérer, une proportion de 5% chez la caille japonaise est une bonne performance (LUCOTTE, 1974).

D'après (WOODARD et al.,1973) la fertilité demeure à son optimum lors d'une présence continue du mâle dans les cages des femelles. Cependant, lors d'un isolement des mâles dans un accouplement massif, la fertilité ne persiste que 10 à 12 jours (SITTMAN et ABPLANALP, 1965 ; WOODARD et al., 1973).

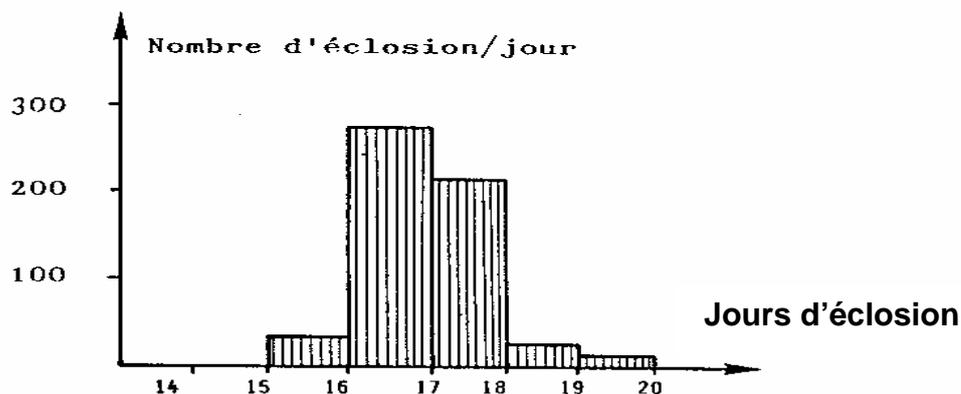
WENWORTH et MELLEEN (1963) estiment que la durée moyenne de la fertilité suite à une seule insémination artificielle par rapport à la saillie naturelle (mâle / femelle pendant 16h) est de 4.6 vs 5.1jours.

### **1- 5 Durée d'incubation :**

Une durée d'incubation moyenne de 380 heures (15.8j) de la mise en incubateur au bêcheage et de 10h du bêcheage à l'éclosion a été rapportée par (WOODARD et al, 1973).

Pareillement, KERHARO (1987) estime que la durée d'incubation des œufs de cailles mis dans de bonnes conditions de stockage est généralement courte (15-16j). Cependant, de nombreux auteurs (LUCOTTE, 1974 ; RIZZONI et LUCHETTI, 1979 ; MENASSE, 1986) ont observé un plus grand nombre d'éclosion au 17<sup>ème</sup> jour d'incubation. (Voir figure3).

La durée d'incubation varie avec la souche ; dans les lignées consanguines, le temps d'incubation peut aller jusqu'à 18 jours (WOODARD et al, 1973).



**Figure 3 : Distribution des jours d'éclosion des œufs de cailles  
(LUCOTTE, 1974)**

#### **1- 6 Taux d'éclosion :**

Le taux d'éclosion des œufs de la caille domestique est de l'ordre de 85 à 90% des œufs fécondés et 75 à 80% des œufs mis en incubation (KERHARO, 1987).

De même, LUCOTTE (1974) estimait qu'un taux d'éclosion de 60% des œufs mis en incubation était considéré comme une bonne performance chez la caille japonaise.

Pareillement, des travaux récents, rapportent des taux d'éclosabilité de 71.16% (FAROOQ et *al.*, 2001), 67.60% (KHURSHID et *al.*, 2004) pour les œufs fécondés et 56.80% (FAROOQ et *al.*, 2001), 55.14 % (KHURSHID et *al.*, 2004) pour les œufs mis en incubation.

D'après (KERHARO, 1987), il peut y'avoir jusqu'à 10% de malformations dans les éclosions dues à des erreurs techniques lors de l'incubation et à la consanguinité des reproductrices.

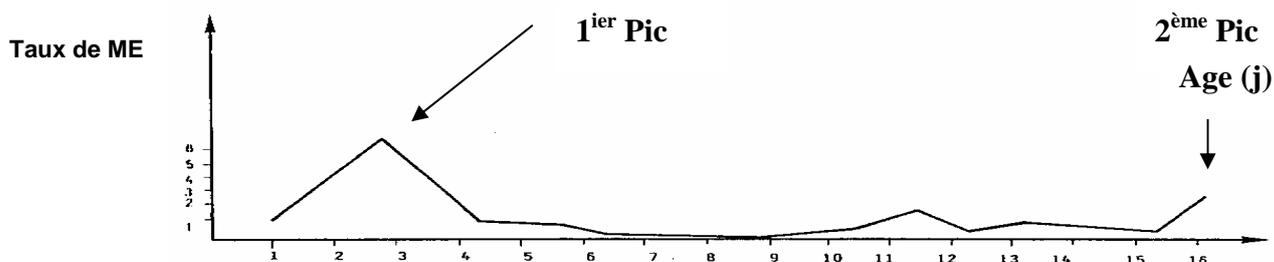
### **1-7 Mortalité Embryonnaire :**

Le taux de mortalité embryonnaire est de l'ordre de 10 à 20 % chez la caille japonaise (LUCOTTE, 1974).

Des travaux récents de FAROOQ et ses collaborateurs (2001) ont cité un taux important de mortalité embryonnaire (28.84%).

Cependant, WOODARD et *al.* (1973) ainsi que LUCOTTE, 1974 ont montré que les pics de mortalité embryonnaires s'observent à deux périodes différentes : Les trois premiers jours d'incubation et juste avant l'éclosion. Par ailleurs, un autre pic de moindre importance s'observe à la mi-incubation, dû essentiellement à une déficience alimentaire. (Voir figure 4)

FAROOQ et *al.* (2001) et KHURSHID et *al.* (2004) ont donné respectivement des taux de 20.25% et 14.5 % pour la mortalité embryonnaire précoce, 3.6 et 11.93 % pour la mortalité embryonnaire tardive.



**Figure 4 : Taux de mortalité embryonnaire (LUCOTTE, 1974)**

KHURSHID et *al.* (2004) ont fait ressortir plusieurs étiologies des mortalités embryonnaires comme, la mauvaise conservation des œufs (durée de conservation, température, humidité...), le déséquilibre alimentaire, l'exposition des parents à des conditions de stress, défaut d'incubation ou à des équipements d'incubation et d'éclosion.

Par contre, WOODARD et *al.* (1973) estimaient que les pics de mortalité embryonnaire étaient généralement dus à :

- l'incapacité de l'embryon à développer ses organes vitaux
- le mal fonctionnement de ses organes
- la période critique lors de la mise en place de la respiration pulmonaire.

## **2 - Performances de croissance**

### **2-1 Poids corporel et courbe de croissance :**

La vitesse de croissance d'un animal dépend de son espèce (MIGNON-GRASTEAU et BEAUMONT, 2000). Ainsi, les animaux de petite taille ont une croissance plus rapide (RICKLEFS, 1979).

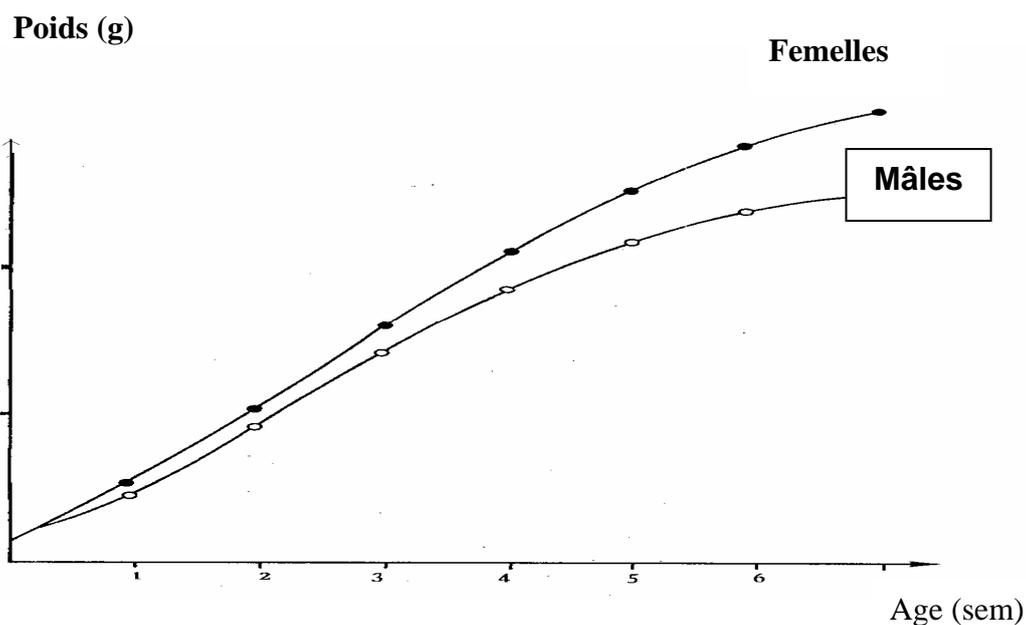
La caille japonaise est un oiseau domestique très remarquable, puisque sa vitesse de croissance est très rapide. Une moyenne de 0.228g/ jour chez la caille japonaise contre 0.089g/jour chez le poulet et 0.022g/jour chez la dinde a été rapportée par (MIGNON- GRASTEAU et BEAUMONT, 2000).

A la naissance, le cailleteau pèse entre 8 et 10 g. A cinq jours, son poids double et à huit jours, il triple (GERKEN et MILLS, 1993). A cinq semaines d'âge, l'oiseau atteint son poids d'abattage compris entre 160 et 250 g (SCHMID et WECHSLER, 1997).

LUCOTTE (1974) a rapporté trois principales caractéristiques de croissance chez la caille japonaise. La croissance est d'abord prodigieusement rapide, ralentit progressivement puis, elle s'arrête lors de la maturité sexuelle (comme le montre la figure 3).

Les femelles prennent plus de poids que les mâles et leur évolution pondérale est plus rapide (LUCOTTE, 1974 et MENASSE, 1986). Ainsi, le poids maximum des mâles correspond à un poids que les femelles atteignent une semaine avant (MENASSE, 1986).

A la maturité sexuelle, les poids corporels sont de l'ordre de 130 g chez les mâles et 10 à 20 g de plus, chez les femelles. Cette supériorité du statut pondéral chez la femelle est généralement due à l'augmentation du poids du foie et surtout de l'appareil génital.



**Figure 5 : Courbe de croissance(KERARHO, 1987)**

Le tableau 5, nous donne les valeurs moyennes des principaux organes des mâles adultes et on remarque que la masse des deux pectoraux représente presque 20% du poids total de l'animal.

**Tableau 5 : Poids des principaux organes des mâles adultes**

<b>Poids total</b>	<b>134g</b>
<b>Cœur</b>	<b>0.89g</b>
<b>Foie</b>	<b>2.81</b>
<b>Gésier et tube digestif</b>	<b>4.34g</b>
<b>Testicules</b>	<b>3.78g</b>
<b>Pectoral et bréchet</b>	<b>30g</b>

Source : LUCOTTE, 1974

## **2-2 Consommation alimentaire :**

Le cailleteau à l'engraissement est un animal très gaspilleur, d'où il est important d'attacher un grand intérêt à la forme de présentation de l'aliment en fonction du stade de développement, à la forme des mangeoires et à leur remplissage (LUCOTTE, 1974 ; KERHARO, 1987).

Le calcul de l'aliment consommé par un groupe de cailleteaux a permis d'aboutir à une estimation de la quantité moyenne hebdomadaire d'aliment ingéré. Cette dernière est de l'ordre de 60, 90 et 100 g respectivement pour la première, deuxième, et troisième semaine et enfin 125 g par semaine pendant la phase de finition (LUCOTTE, 1974).

D'après certains auteurs, la consommation journalière et individuelle est de l'ordre de 15 à 20g par sujet par jour (LUCOTTE, 1974) et de 28 à 30 g par sujet et par jour (KERHARO, 1987).

## **2- 3 Gain moyen quotidien (GMQ) :**

**Tableau 6 : Consommation alimentaire et gain de poids**

<b>Age en semaines</b>	0	1	2	3	4	5
<b>Poids (gr)</b>	5.9	37.9	63.8	84	100	111.20
<b>Gain de poids par semaine (gr)</b>	–	32	25.9	20.12	16	11.2
<b>Consommation alimentaire par semaines en (gr)</b>	–	60.8	95.9	109.4	112.9	115.4
<b>Consommation cumulée en (gr)</b>	–	60.8	156.3	265.7	378.6	494

**Source : KERHARO, 1987**

KERHARO (1987) a rapporté un très fort taux de démarrage des cailleteaux, sachant que le gain moyen quotidien est de 4.6g / j à la première semaine contre 1.6 g / j à la cinquième semaine. De même, ces auteurs ont rapporté que la valeur alimentaire des aliments diminue très rapidement avec la croissance des cailleteaux.

#### **2- 4 Indice de consommation :**

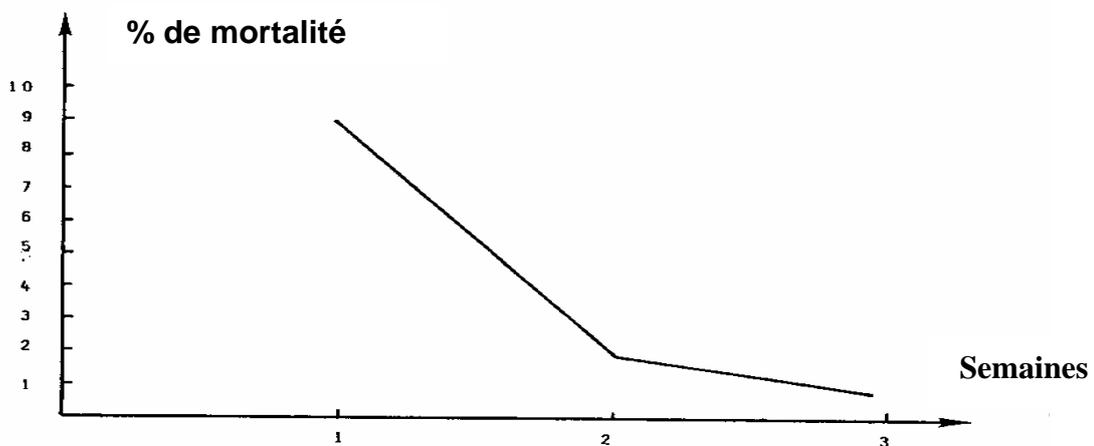
L'indice de consommation de la caille japonaise à l'engraissement varie de 3.5 à 4.2 (KERHARO, 1987).

D'après ces mêmes auteurs, l'indice de consommation chez les reproducteurs et les pondeuses est le même. Cependant, 3 kg d'aliments consommés sont nécessaires pour la production d'un kg d'œufs. D'ailleurs, ce qui confirme le caractère remarquable des performances de ponte chez la caille japonaise.

#### **2- 5 Taux de mortalité des cailleteaux :**

La mortalité dans un élevage de caille peut atteindre le niveau de 10 à 15 %. Cependant, la plupart de ces mortalités s'observent à la première semaine après éclosion (GERKEN et MILLS 1997).

De même, LUCOTTE (1974) rapporte qu'un pic de mortalité des cailleteaux est observé aux environs du troisième jour de croissance et qui correspond au passage du mode interne au mode externe de nutrition.



**Figure 6 : Evolution de la mortalité aux trois premières semaines de vie  
LUCOTTE, 1974**

La mortalité des cailleteaux est plus élevée chez les femelles que chez les mâles (WOODARD et ABPLANALP, 1971).

Les affections des organes reproducteurs et les prolapsus de l'utérus sont les causes les plus communes de la mortalité chez les femelles adultes. Par contre, chez les mâles les blessures de la tête sont les causes les plus fréquentes (GERKEN et MILLS, 1993).

### **3- Facteurs de variations des performances zootechniques de la caille japonaise**

#### **3-1 Facteurs liés à la génétique**

##### **3-1-1 Poids de l'œuf :**

##### **3-1-1-1 Effet du poids des œufs à incuber sur les performances de reproduction**

###### **3-1-1-1-1 Précocité sexuelle**

Selon certains auteurs (IPECK et *al.*, 2004), l'augmentation du poids de l'œuf destiné à l'incubation, réduit l'âge d'entrée en maturité sexuelle ( $P < 0.01$ ).

**Tableau 7 : Effet du poids de l'œuf sur la maturité sexuelle des femelles**

<b>Groupe de poids des œufs à incuber (g)</b>	<b>Age des femelles à la maturité (j)</b>	<b>Poids des femelles à la maturité sexuelle (g)</b>
5,5 – 6,2	43,6	181,4 ± 5,12
6,3 – 7,0	42	194,7 ± 5,68
7,1 – 7,8	41,6	203,4 ± 6,94

**Source : IPECK et *al.*, 2004**

###### **3-1-1-1-2 Fertilité**

De nombreux auteurs notent une augmentation de la fertilité avec l'augmentation du poids de l'œuf (PETECK et *al.*, 2005).

SACHDEV et *al.* (1985) ont trouvé une fertilité importante pour les œufs lourds (10.1-11.0 g) par rapport aux œufs légers (7.01-8.9 g).

De même, SARICA et SOLEY (1995) ont trouvé une très bonne fertilité pour les œufs dépassants un poids de 11.6 g. Quant aux œufs de 9.5 g, la fertilité était beaucoup moins importante.

Des travaux récents de (SEKER et *al.*, 2004) confirment que la plus haute fertilité a été enregistrée pour la classe de poids dépassant 11.5 g. Ces mêmes auteurs

rapportent des taux de fertilité de 61.74% ; 58.79% ; 78.77% respectivement pour les classes des poids de [9.5-10.5g] ; [10.51-11.5 g] ; [11.51-12.5 g].

### **3-1-1-1- 3 Eclosabilité**

De nombreux travaux rapportent que le taux d'éclosabilité augmente avec le poids de l'œuf (FAROOQ et *al.*, 2001 ; MURAD et *al.*, 2001).

Déjà, en 1984 des études faites sur la poule par PRABKARON et *al.* ont trouvé des taux d'éclosion plus élevés dans la classe des œufs lourds que les œufs légers.

SACHDEV et ses collaborateurs (1985) ont noté une plus grande éclosabilité des œufs fertiles de la caille japonaise dont le poids était compris entre (10.1-11 g) par rapport aux poids de (7.01-8.9 g).

Pareillement, SARICA et SOLEY (1995) ont observé un plus grand taux d'éclosion pour les œufs de (10.6-11.5 g) et un taux d'éclosion plus bas pour les œufs dont le poids était inférieur à 9.5 g.

Des taux d'éclosabilité des œufs incubés de 46.44% ; 58.31% ; 67.9% respectivement pour les classes de poids de [9.5 -10.5 g] ; [10.51-11.5 g] ; [11.51 - 12.5 g] ( $P < 0.01$ ) ont été rapporté par (SEKER et *al.*, 2004).

Des études récentes de PETECK et ses collaborateurs, 2005 mettent en évidence l'augmentation du taux d'éclosion avec l'augmentation du poids de l'œuf.

Par contre, PROUDFOOT et HULAN (1981) ; SAYLAM (1999) ont trouvé que le taux d'éclosabilité n'avait aucun effet significatif sur le poids de l'œuf fertile.

SZEZERBINKA et ZUBRECKI (1999) ont donné un taux d'éclosion des œufs fertiles de 81% pour les classe de poids (11-11.99 g) et (12-12.99 g) et un taux de 76.1% et 75% respectivement pour les catégories de poids de (13-13.99 g) et (14-14.99 g).

### **3-1-1-1-4 Mortalité embryonnaire**

**Tableau 8 : Effet du poids de l'œuf sur la mortalité embryonnaire**

<b>Poids des œufs (g)</b>	<b>MEP</b>	<b>MEM</b>	<b>MET</b>	<b>ME</b>
9.5-10.5	8.84	0.49	3.71	13.04
10.51-11.5	7.98	0.14	4.65	12.77
11.51-12.5	10.77	0.18	5.42	16.37

**Source : SEKER et al., 2004**

L'augmentation du poids de l'œuf est à l'origine d'une augmentation significative de la mortalité embryonnaire (KHURSHID et *al.*, 2004).

D'après le tableau ci-dessus, le taux de mortalité embryonnaire le plus élevé est enregistré dans la classe des œufs les plus lourds et les plus légers.

Pareillement, KÜCÜKYILMAZ et ses collaborateurs (2001) ont rapporté des taux de mortalité embryonnaire de 38.7% ; 22% ; 30.7% respectivement pour les classes de poids des œufs de [9 - 9.99 g] ; [10 - 10.99 g] et supérieur à 13 g.

### **3-1-1-2 Effet du poids de l'œuf à incuber sur les performances de production**

#### **3-1-1-2-1 Croissance**

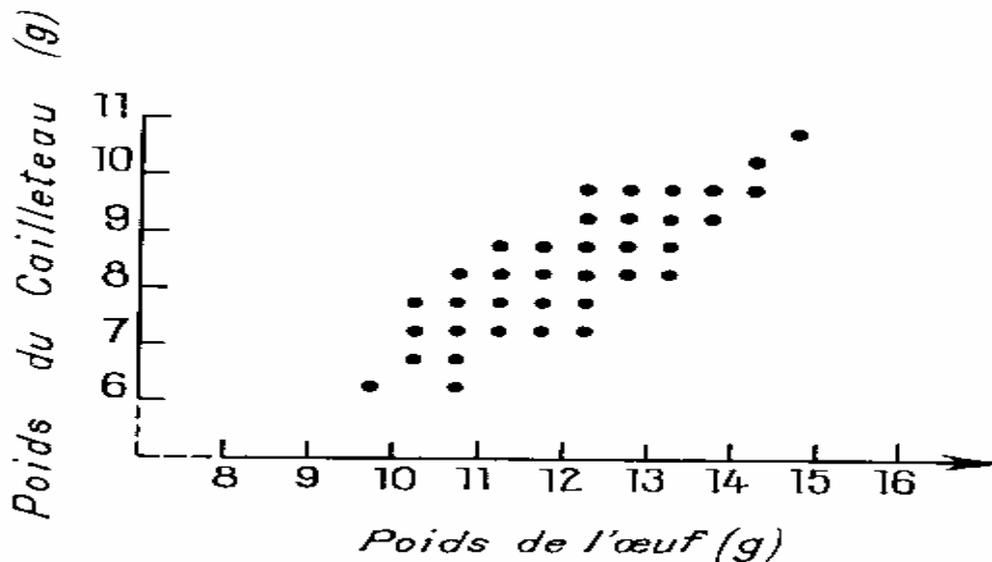
##### **3-1-1-2-1-1 Poids du cailleteau à l'éclosion :**

Une étroite relation entre le poids de l'œuf et le poids du cailleteau d'un jour a été retrouvée dans différents travaux de recherche (KSELEN et PANNIA 1976 ; KÜCÜKYILMAZ et *al.*, 2001).

YILDIVIN et YETIZIR (1998) ont rapporté l'effet du poids de l'œuf sur le poids du cailleteau d'un jour. Des classes de poids des œufs de (11 – 11,99 g) ; (12 – 12,99 g) ; (13 – 13,99 g), le poids des cailleteaux d'un jour était respectivement de 6,98 g ; 7,56 g et 8,39 g ( $P < 0,01$ ) avec un coefficient de corrélation de 0,67.

D'autres études plus récentes (SEKER et *al.*, 2004), ont rapporté l'effet très significatif du poids de l'œuf sur le poids du cailleteau d'un jour.

D'après ces mêmes auteurs, des classes de poids des œufs de (9-10,5 g) ; (10,51-11,5 g) ; (11,51 - 12,5 g), le poids moyen des cailleteaux d'un jour était respectivement de 7,36 g ; 7,93 g et 8,49 g (  $P < 0,001$  ).



**Figure 7 : Relation entre le poids de l'œuf et le poids du cailleteau à l'éclosion (LUCOTTE, 1974)**

D'autres résultats similaires ont été rapporté par de nombreuses études qui confirment l'augmentation du poids du cailleteau avec l'augmentation du poids des œufs (YANNAKO-POULOS et TSERVENI – GOUSI, 1987 ; FOO, 1995 ; FAROOQ et al., 2001) .

Cependant, UDDIN et al. (1994) ont rapporté une corrélation positive entre le poids de l'œuf et le poids du cailleteau d'un jour.

SEKER et al en (2004) ont rapporté un faible taux de poussins éclos à partir des oeufs trop petits ou excessivement gros.

D'après (ULUOCAK et al., 1995), l'utilisation des œufs dont la taille est nettement inférieure à la normale peut avoir un caractère héréditaire pour la future génération.

MURAD et ses collaborateurs (2001) ont déduit que le poids du cailleteau à l'éclosion varie de 67 à 68% du poids de l œuf mis à l'incubateur, tandis que WILSON en (1991) avait rapporté un taux variant de 62 à 76%.

### **3-1-1-2-1-2 poids de la caille à l'abattage**

**Tableau 9 : Effet du poids de l'œuf sur le poids du cailleteau à 42j**

<b>Poids de l'œuf (g)</b>	<b>Poids du cailleteau à 42 j (g)</b>
<10.51	183.8±1.40
10.51-11.5	187.4±1.93
11.51-12.5	196.3±1.57
>12.5	198.8±1.88

**Source : PETEK et al., 2005**

Lorsque le poids de l'œuf à incubé est petit ou moyen, les cailleteaux d'un jour sont plus petits et leur poids à 42 jours est plus faible (FAROOQ et al., 2001).

Dans une étude récente, (PETEK et al., 2005) ont souligné que le poids du cailleteau à l'éclosion ainsi que sa croissance sont étroitement liés aux poids de l'œuf à incubé. De ce fait, plus le poids des œufs à incubé est élevé, plus le poids du cailleteau à l'éclosion et à l'abattage (42 jours) est élevé. Cet effet est statistiquement significatif ( $P < 0,005$ ).

De même, IPEK et al. (2004) rapportent un effet significatif des poids des œufs sur le poids moyen et la croissance des cailleteaux ( $P < 0,05$ ).

### **3-1-1-2-1-3 Consommation alimentaire et indice de consommation**

L'indice de consommation et de conversion alimentaire sont des facteurs économiques les plus importants de la productivité.

PETEK et al. (2005) rapportent que le poids de l'œuf à incubé n'a aucun effet significatif sur la consommation et l'indice de consommation alimentaire, mais par contre, l'effet est beaucoup plus marqué pour la progéniture ( $P < 0,05$ ).

**Tableau 10 : Effet du poids de l'œuf sur la consommation alimentaire**

Poids moyen des œufs à incuber (g)	Consommation alimentaire g / caille/ j
< 10,51	33,23
10,51 – 11,5	29,80
11,51 – 12,5	30,97
> 12,51	29,69

**Source PETEK et al., 2005**

#### **3-1-1-2-1-4 Taux de survie des cailles**

De nombreux auteurs (KIRK et al., 1980 ; DEEMING, 2000) estiment que la fréquence de la mortalité des cailleaux est élevée lorsque les œufs à incuber sont de petits calibres.

De même, les travaux de nombreux auteurs (AMONG et al., 1984 ; PETEK et al., 2005) confirment que le meilleur taux de survie des cailles est obtenu chez le groupe de cailles issues des œufs de poids moyens.

**Tableau 11 : Effet du poids de l'œuf à incuber sur le taux de survie des cailles**

<b>Poids moyen des œufs à incuber (g)</b>	<b>Taux de survie (%)</b>
< 10,51	76,25
10,51 – 11,50	90,25
11,51 – 12,50	84,50
> 12,51	77

**Source : PETEK et al., 2005**

IPEK et al. (2004) trouvent par contre, qu'il n'existe aucun effet significatif du poids des œufs à incuber sur la mortalité des cailleaux.

### **3-1-1-2-2 Production des œufs**

D'après PETEK et *al.* (2005), le poids des œufs à incuber a un effet significatif sur la production des œufs ( $P < 0,01$ ) et plus le poids des œufs à incuber augmente, plus la production des œufs diminue (voire tableau ci-dessous).

**Tableau 12 : Effet du poids de l'œufs à incuber sur la production des œufs**

<b>Poids moyen des œufs à incuber (g)</b>	<b>Age à 50 % de production</b>	<b>% Production des œufs</b>	<b>Poids moyen des œufs pondus (g)</b>
< 10,51	57	71,05 ± 1,14	12,01 ± 0,11
10,51 – 11,5	59	68,68 ± 1,25	12,14 ± 0,12
11,51 – 12,5	58	66,10 ± 1,26	12,16 ± 0,08
> 12,51	62	62,87 ± 1,14	12,51 ± 0,09

**Source : PETEK et *al.*, 2005**

Par contre, les travaux de SARICA et SOLEY (1995) rapportent que l'augmentation progressive de la production des œufs était en corrélation positive avec le poids des œufs à incuber.

Pareillement, PETEK et *al.* (2005) rapportent que les cailles issues des œufs petits, pondent plus que celles issues des œufs larges.

De nombreux auteurs KÜCÜKYLIMAZ et *al.* (2001) ; PETEK et *al.* (2005) s'accordent à dire que le poids moyen des œufs produits par des cailles issues d'œufs petits est statistiquement plus faible que celui des œufs produits par des cailles issues d'œufs gros.

### **3-1-2 Effet de certains caractères d'œuf :**

Le poids et l'épaisseur de la coquille, la taille et l'index de forme des œufs de caille japonaise (KHURSHID et *al.*, 2004) ainsi que la couleur de l'œuf (LUCOTTE 1974) peuvent affecter les performances d'éclosabilité des œufs de caille japonaise.

SHANAWAY (1994) et KHURSHID et *al.* (2004) ont montré que les œufs de grande taille avaient une meilleure éclosabilité que les œufs de petite taille.

Par contre, LUCOTTE (1974), WILSON (1991) et KALITA (1994) ont observé des taux d'éclosabilité plus élevés pour les œufs ayant une taille moyenne par rapport aux œufs petits et larges.

De même, KHURSHID (2004) a noté que l'augmentation du poids et l'épaisseur de la coquille diminue le taux d'éclosabilité.

Les œufs, dont la coquille est soit complètement décolorée ou trop foncée, éclosent peu par rapport aux œufs dont la couleur est tachetée.

## **3-2 FACTEURS LIES AU MILIEU**

### **3-2-1 AGE DES REPRODUCTEURS :**

#### **3-2-1-1 Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de reproduction**

##### **3-2-1-1-1 Fertilité**

Plusieurs travaux de recherches ont montré que la fertilité chez la caille japonaise diminue avec l'augmentation de l'âge des parents (WOODARD et ABPLANALP, 1967 ; INSKO et *al.*, 1971 ; WOODARD et *al.*, 1973 ; KLING et SOARES, 1982 ; NARRAHARI et *al.*, 1988)

De même, des études menées par SEKER et *al.* (2004), ont conclu que l'âge des parents a un effet très significatif ( $p < 0.01$ ) sur la fertilité ; ces mêmes auteurs ont rapporté un taux de fertilité de 78.92% et 62.07% pour les groupes d'âges de 10 et 20 semaines.

Pareillement, des taux similaires ont été déjà cités dans les travaux de ERENSAYIN (2002) .

En comparant les travaux de (SEKER et *al.* 2004), Dixon et *al.*, (1992) ont obtenu un taux de fertilité de 87% chez des cailles âgées de 11-13 semaines ; quant à KUMAR et *al.* (1990) ont révélé un taux de fertilité variant de 71 à 81.4% chez des cailles âgées de 20 semaines.

### **3-2-1-1-2 Eclosabilité**

L'âge des parents a un effet très prononcé sur l'éclosabilité des œufs de caille (WOODARD et *al.*, 1973) ; ces mêmes auteurs rapportent une élévation du taux d'éclosion entre la 8<sup>ème</sup> et la 24<sup>ème</sup> semaine d'âge et une diminution du taux au delà de la 24<sup>ème</sup> semaine d'âge.

Pareillement, NARRAHARI et *al.* (1988) ; ELIBOL et *al.* (2002) ont trouvé une diminution du taux d'éclosion des œufs incubés avec l'augmentation de l'âge des parents.

Dans une étude effectuée sur deux groupes de femelles âgées respectivement de 37 semaines et 66 semaines, SAHAN et IPEK (2000) ont révélé que le taux d'éclosion des œufs incubés et des œufs fertiles était très élevé chez les femelles âgées de 37 semaines.

De même, SEKER et *al.* (2004) ont trouvé un taux d'éclosion des œufs incubés de 64.3% et 57.93% respectivement pour les groupes d'âge de 10 et de 20 semaines. D'ailleurs, de nombreux auteurs ont rapporté des taux d'éclosion des œufs incubés de 40% à 66 % chez des cailles domestiques âgées de 11 à 13 semaines (DIXON et *al.*, 1992) contre un taux de 51.1% à 67.7% chez des cailles âgées de 20 à 24 semaines (KUMAR et *al.*, 1990).

Des taux d'éclosabilité des œufs fertiles de 74.72% et 69.44% respectivement chez des cailles âgées de 10 et 20 semaines, ont été rapportés par( ERENSAYIN, 2002).

Il est à noter que le taux d'éclosion des œufs fertiles était plus élevé chez les jeunes sujets en comparaison avec les sujets âgés (ERENSAYIN, 2002)

Contrairement, les travaux de SEKER et *al.* (2004) ont rapporté des taux d'éclosabilité des œufs fertiles de 82.53% et 93.33% respectivement pour les sujets âgés de 10 et 20 semaines, avec une différence significative ( $P < 0.05$ ).

De plus, ce taux de 93.33% chez les sujets âgés de 20 semaines pourra s'expliquer par le faible taux de mortalité embryonnaire (SEKER et *al.*, 2004).

### **3-2-1-1- 3 Mortalité embryonnaire**

La mortalité embryonnaire est étroitement liée à l'âge des parents, elle est plus importante pour les femelles âgées en comparaison avec les jeunes femelles (NOVO et *al.*, 1997 ; SAHAN et IPEK, 2000) .

Des taux de mortalité embryonnaire précoce de 6.1% et 6.9% respectivement chez des femelles âgées de 31 et 52 semaines ont été révélés par les travaux d' ELIBOL et *al.* (2002).

Ces mêmes auteurs ont rapporté des taux de mortalité embryonnaire tardive de 3.8% et 6.6%, respectivement pour les groupes d'âge de 31 et 52 semaines, avec une différence significative ( $P < 0.05$ ).

Par contre, SEKER et *al.* (2004) n'ont trouvé aucune différence significative entre les groupes d'âges et les mortalités embryonnaires à différents stades de développements.

### **3-2-1-2 Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de croissance**

De nombreux travaux de recherches (TSERVENI-GOUSHI, 1986; YANNAKOPOULOS et TSERVENI-GOUSHI, 1987; SHANAWAY, 1987; REIS et *al.*, 1997) ont rapporté que le poids du cailleteau d'un jour et son gain de poids quotidien augmentent avec l'âge des parents.

Par contre, d'autres travaux récents (YILDIRIM et YETISIR, 1998; SEKER et *al.*, 2004; PETEK et *al.*, 2004) estiment que l'âge des parents n'a pas d'effet significatif sur le poids corporel de la progéniture .

**Tableau 13 : Effet de l'âge des reproducteurs sur les performances de croissance**

Age des parents (sem)	Poids corporel (g)		Indice de consommation	Taux de mortalité (%)
	A l'éclosion	42j		
20	8.7	182	3.67	6.74
37	8.3	183.9	4.31	8.29

**Source : SEKER et *al.*, 2004**

### **3-2-2 SEXE RATIO**

Selon certains auteurs (WOODARD et *al.*,1973), le meilleur taux de fertilité est obtenu par un sexe ratio de un mâle pour deux femelles et le meilleur taux d'éclosion des œufs est obtenu par un équilibre de un mâle pour une femelle ou bien encore un mâle pour deux femelles (tableau14)

**Tableau 14 : Effet de l'équilibre mâle/femelle sur la fertilité et l'éclosabilité des oeufs**

<b>Ratio</b>	<b>Fertilité (%)</b>	<b>Eclosabilité(%)</b>
1/1	76,5	86,4
1/2	82,1	82,4
1/3	61,0	79,9
1/4	44,4	77,7
1/5	64,4	78,2

**Source : WOODARD et *al.*, 1973**

Cependant, BAZER et *al.* (2002) a rapporté que l'optimum des performances de reproduction chez la caille japonaise est obtenu à partir d'un sexe ratio de un mâle pour trois femelles. D'après ce même auteur, la fertilité, la consommation alimentaire et le poids des mâles à l'abattage sont significativement affectés par le sexe ratio.

Par contre, l'éclosabilité, la mortalité embryonnaire ne sont pas influencés par le sexe ratio.

WOODARD et ABPLANALP (1967) ont observé une diminution de la fertilité avec un sexe ratio élevé. Cette diminution de la fertilité pourra s'expliquer par un comportement d'accouplement préférentiel.

### **3-2-3 PERIODE DE STOCKAGE des oeufs**

#### **3-2-3-1 Effet de la période de stockage sur les performances de reproduction**

De nombreux auteurs (ELIBOL et *al.*, 2002 ; PETEK et DICKMEN, 2004) ont montré qu'une longue période de stockage avant incubation, diminue la fertilité chez la caille japonaise.

PETEK et *al.* (2005) ont rapporté une diminution de la fertilité de 4,6% en moyenne après une période de stockage de 15 jours par rapport à une période de 5 jours (tableau 15)

**Tableau 15 : Effet de la période de stockage sur les performances d'incubation des œufs**

Période de stockage	Fertilité %	Eclosabilité des œufs %		Mortalité Embryonnaire %		
		totaux	fertiles	1-7	7-14	14-17
5j	93.6	82.1	88.1	3.3	1.38	5.22
15j	89	80.2	87.6	3.06	3.19	2.5

**Source : PETEK et DICKMEN (2004)**

D'après ce même tableau, la période de stockage des œufs n'a pas d'effet significatif sur l'éclosabilité des œufs totaux et fertiles (PETEK et DICKMEN, 2004).

Mais les travaux de PETEK et *al.* (2005) ont noté que l'augmentation de la période de stockage réduit l'éclosabilité des œufs fertiles et incubés.

D'ailleurs, des résultats similaires ont été rapporté par de nombreux auteurs (KIRK et *al.*, 1980 ; UDDIN et *al.*, 1994 ; BRAKE et *al.*, 1997 ; DEEMING, 2000).

De nombreux auteurs (BRAKE et *al.*, 1997 ; DEEMING, 2000 ; PETEK et *al.*, 2005) ont montré que le taux de mortalité embryonnaire précoce et tardive augmentait avec la période de stockage. Cette augmentation est liée d'une part à une perte hydrique et d'autre part à une dégradation de l'albumen.

Cependant, PETEK et DICKMEN (2004) ont observé un retard du développement embryonnaire après une longue période de stockage.

### **3-2-3-2 Effet de la période de stockage sur les performances de production :**

#### **3-2-3-2-1 Croissance**

De nombreux auteurs (PETEK et *al.*, 2005) s'accordent à dire que la période de stockage des œufs destinés à l'incubation n'a pas d'effet significatif sur le poids corporel des cailleaux à l'éclosion et à 42 jours d'âge. Ils rapportent des poids corporels de 8.15 ; 8.20 ; 8.20 ; 8.12 g à l'éclosion et 193.5 ; 190.8 ; 188.8 ; 193.3 g à 42 jours d'âge pour une durée de stockage respectivement de 1, 3, 5, 7 jours.

PETEK et DICKMEN en (2004) avaient constaté qu'une période de stockage de 5 jours n'avait aucun effet significatif sur le poids corporel du cailleau à l'éclosion ; mais pour une période de stockage de 15 jours, le poids corporel à 42 jours était réduit d'une façon significative par rapport à une période de 5 j ( 191.3 vs 174.4 grs). Par contre les travaux de SACHDEV et *al.* (1985) ont montré que plus la période de stockage est courte, plus le poids des cailleaux à l'éclosion augmente.

Il semblerait, d'après (PETEK et DICKMEN, 2004) que l'indice de consommation augmente avec la durée de stockage. Ces mêmes auteurs ont trouvé une augmentation significative de l'indice de consommation après une période de stockage de 15 j par rapport à une période de stockage de 5 j.

Il est à signaler, qu'en (2005), PETEK et ses collaborateurs n'ont pas trouvé d'effet significatif de la durée de stockage sur l'indice de consommation.

La période de stockage des œufs destinés à l'incubation n'a pas d'effet significatif sur le taux de mortalité des cailles (PETEK et *al.*, 2005).

**Tableau 16 : Effet de la période de stockage des œufs sur le taux de mortalité**

<b>Période des stockages des œufs</b>	<b>Taux de mortalité des cailles</b>
5j	7,46 %
15j	7,58 %

**Source : PETEK et *al.* (2005)**

Par ailleurs, des travaux menés par PETEK et DICKMEN (2004) ont montré que le taux de survie des cailles issues des œufs stockés pendant 3 et 5 jours était significativement supérieur à celui des cailles issues des œufs stockés pendant 1 et 7 jours.

### **3-2-3-2-2 Production des œufs :**

Des résultats trouvés par PETEK et *al.* en 2005 ont montré qu'une période de stockage de 3 jours est à l'origine d'une bonne performance de ponte.

**Tableau 17 : Effet de la période de stockage des œufs sur les performances de ponte**

<b>Période de stockage</b>	<b>Age à 50 % de production</b>	<b>Production des oeufs</b>	<b>Poids moyen des œufs (g)</b>	<b>consommation alimentaire g/caille/j</b>	<b>conversion d'aliments</b>
<b>1j</b>	59j	66,93±0,9	12,26±0,07	32,37	48,42
<b>3j</b>	60j	69,87±0,8	12,29±0,05	31,48	45,04
<b>5j</b>	59j	65,96±1,01	12,22±0,07	29,60	44,98
<b>7j</b>	59j	65,94±1	12,32±0,09	30,25	46,72

**Source : PETEK et *al.*, 2005**

Cependant, il est à signaler que d'après ce même tableau, le poids moyen des œufs est le même pour les différentes périodes de stockage.

Une longue durée de stockage des œufs de cailles japonaises destinés à l'incubation, augmente les pertes de poids des œufs (PETEK et DICKMEN, 2004)

**Tableau 18 : Effet de la période de stockage sur la perte du poids de l'œuf stocké**

<b>Durée de stockage des œufs (j)</b>	<b>Poids des œufs frais (g)</b>	<b>Perte du poids des œufs pendant le stockage (g)</b>
5	12.36	0.49
15	12.33	0.73

**Source : PETEK et DICKMEN (2004)**

### **3-2-4 EFFET DE L'ALIMENTATION**

#### **3-2-4-1 Moment de l'alimentation**

Afin d'étudier l'impact de la période d'alimentation sur les performances de reproduction de la caille japonaise, HASSAN et ses collaborateurs (2003) ont effectué une étude expérimentale qui consiste à tester quotidiennement deux périodes d'alimentation sur deux lots de cailles japonaises âgées entre 44 et 60 jours, l'un était alimenté de 6h à 14h (lot 1) et l'autre de 14h à 22h (lot 2).

A l'issue de cette étude, les auteurs ont rapporté une baisse du poids corporel, du taux d'infertilité, du taux d'éclosabilité et de la production des œufs pour le lot 1 en comparaison avec le lot 2. Par contre, ces mêmes auteurs n'ont pas trouvé un effet significatif de la période d'alimentation sur la mortalité embryonnaire et le poids de l'œuf.

#### **3-2-4-2 Restriction alimentaire et alimentation *ad libitum***

De nombreux auteurs ont rapporté l'effet d'une restriction alimentaire sur les paramètres de reproduction. Les travaux de HASSAN et ses collaborateurs (2003) ont montré que la prise alimentaire peut être réduite de 15 à 30% de la prise *ad libitum* entre la 2<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine d'âge, sans affecter les performances de reproduction de la 6<sup>ème</sup> à la 13<sup>ème</sup> semaine d'âge.

Ces mêmes auteurs avaient rapporté également qu'une restriction alimentaire précoce chez les cailleaux femelles, peut réduire seulement le poids corporel entre la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine d'âge.

Pareillement, les résultats de HOCKING et *al.* (2002) ont montré qu'une restriction alimentaire est à l'origine d'une bonne production d'œufs et d'un taux de fertilité et d'éclosabilité élevé, contrairement à une alimentation *ad libitum*. De plus, la mortalité embryonnaire a diminué de 50% chez ces mêmes sujets.

### **3- 2- 4- 3 Taux de protéines dans l'alimentation**

Les travaux de nombreux auteurs (WOODARD et *al.*, 1973) ont montré que les niveaux de protéines de 20 et 25% n'avaient aucun effet significatif sur le poids corporel des cailles âgées entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> semaine, mais à un taux de 30% le poids corporel augmentait de façon significative (voir tableau 19).

**Tableau 19 : Effet du Taux de protéine dans la ration sur le poids corporel de la caille de l'éclosion à la sixième semaine**

		<b>POIDS CORPOREL (g)</b>			
% de protéine		<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>
Age (sem)					
<b>0</b>		6,8	6,8	6,8	6,8
<b>2</b>		14,8	17,2	40,4	30,1
<b>3</b>		27,4	32	69	44,7
<b>4</b>		27,3		89	67,1
<b>5</b>		42,2	87,2	96,4	94,7
<b>6</b>		118	117	113,5	111,2

**Source : VOHRA et ROUDY BUSH, 1971 (cité par WOODARD et *al.* ; 1973)**

Pareillement, d'après ce même tableau, à 5 semaines d'âge, aucune différence significative n'a été observée pour le poids corporel des cailles ayant reçues un taux de protéine de 30 et 35%.

Ces mêmes auteurs ont rapporté qu'à 6 semaines d'âge, le poids corporel est le même pour un taux de protéine de 20 –25 –30- 35%.

WOODARD et *al.* (1973) ont trouvé qu'avec un taux de protéines de 20%, la production d'œufs était optimale.

Dans une autre étude, ces mêmes auteurs ont montré que le poids moyen des œufs était faible avec un taux de protéines de 15% par rapport aux niveaux de protéines de 20 –25 –30% où les poids moyens étaient respectivement de 8,5 – 9,5 – 9,8 – 9,9 g.

Pareillement, SYED et *al.* (2000) ont observé qu'un apport protéique de 24% est à l'origine d'une bonne performance de croissance et un apport de 22% est à l'origine d'un meilleur indice de consommation.

D'après HOCKING et *al.* (2002), une faible concentration protéique dans la ration provoque une augmentation de la prise alimentaire, de la mortalité embryonnaire et une diminution de la production d'œufs. Par contre, une faible teneur protéique dans la ration n'avait aucun effet significatif sur la fertilité et l'éclosabilité.

### **3- 2- 4- 4 Taux de calcium**

Selon certains auteurs, une augmentation du taux de calcium dans la ration de 0,44 à 2,3% et du ratio Ca / P de 0,7 à 2,9% n'avait aucun effet significatif sur la croissance des cailleteaux et l'indice de consommation. Néanmoins, il a été recommandé pour les reproducteurs un taux de calcium de 2,5 à 3% et un taux de phosphore de 0,8%.

### **3-2- 4- 5 Les vitamines**

**Tableau 20 : Effet des principales vitamines**

	<b>Vitamines</b>	<b>Principales fonctions</b>
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	<b>A</b>	-Augmentation de la production des œufs. -Bon développement sexuel
	<b>D3</b>	-Très importante en élevage de caille -Diminution du taux de non éclosabilité des oeufs
	<b>E</b>	-Augmentation du taux de fécondation -Augmentation de la vitalité des embryons
<b>Vitamines Liposolubles</b>	<b>B1</b>	-Augmentation de la consommation alimentaire
	<b>B2</b>	-Augmentation de la croissance et de l'éclosabilité
	<b>B6</b>	-Augmentation de la croissance
	<b>B12</b>	-Vitamine de croissance -Augmentation des performances de croissance de 50 à 60%

**Source : MENASSE, 1986**

### **3-2- 5 TEMPERATURE**

Les effets négatifs du stress dus à la haute température est un problème largement connu depuis longtemps chez la volaille. Les oiseaux de petite taille semblent être moins affectés par la haute température que les oiseaux de grande taille (OZBEY et OZCELIK, 2004).

De nombreux auteurs (SMITH et OLIVER, 1971 ; DONKOU, 1989 ; HORST et BECKER, 1992) ont montré que les hautes températures ont un effet défavorable sur le poids corporel et la vitesse de croissance chez la volaille.

Pareillement, une étude récente (OZBEY et OZCELIK, 2004) a fait ressortir l'effet défavorable des hautes températures chez la caille japonaise.

Le tableau ci-dessous, nous montre qu'une température de 35° réduit significativement la consommation alimentaire et augmente de façon significative l'indice de consommation.

D'ailleurs, plusieurs auteurs (PARKER et *al.*, 1972 ; LEESON, 1986 ; AL FATAFTAH, 1987 ; POYRAZ et *al.*, 1991) ont confirmé ces résultats.

La haute température a un effet néfaste sur le taux de survie des cailles (OZBEY et OZCELIK, 2004) ; cet effet est plus prononcé chez les espèces de grande taille (YALCIN, 1981 ; LEESON, 1986).

**Tableau 21 : Effet de la température sur la consommation et le taux de survie des cailles**

<b>Température</b>	<b>Consommation Alimentaire (g)</b>	<b>Indice de consommation</b>	<b>Taux de survie %</b>
18 – 24°C	570,43	3,35	88,14
35°C	538,49	3,83	86,36
P	< 0,001	< 0,01	<0,05

**Source : OZBEY et OZCELIK, 2004**

### **3-2- 6 LA PHOTOPERIODE**

Certains auteurs rapportent l'effet favorable de la photopériode sur les performances zootechniques.

BOON et *al.*(2000) ont mis en évidence qu'une photopériode plus longue (18L, 6N) est à l'origine d'un gain de poids excessif par rapport à une photopériode plus courte (6L, 18N), le poids atteint est de 262 g vs 213 grs.

## **IV Paramètres génétiques**

### **1 Paramètres génétiques**

#### **1-1 Héritabilité**

##### **1-1-1 Poids corporel et vitesse de croissance**

Chez la caille japonaise, les estimations de l'héritabilité du poids corporel et de la vitesse de croissance, de la 2<sup>ème</sup> semaine à la maturité sexuelle, sont en moyenne de 0.40 dans les populations non sélectionnées et les populations qui ont subi de courtes périodes de sélection du poids corporel (MARKS, 1990).

Cependant, des travaux de nombreux auteurs portant sur la sélection, avaient trouvé que l'héritabilité du poids corporel diminuait avec la sélection (DARDEN et MARKS, 1988 ; NESTOR et *al.*, 1996 ). Cette diminution de l'héritabilité était d'autant plus rapide lors d'une sélection pour diminuer le poids corporel à 4 semaines d'âge que pour l'améliorer (NESTOR et *al.*, 1996).

**Tableau 22 : Estimations de l'héritabilité du poids corporel**

<b>Age</b>	<b>héritabilité</b>
l'éclosion	0.007
la 1 <sup>ère</sup> sem	0.39
la 2 <sup>ère</sup> sem	0.45
la 3 <sup>ère</sup> sem	0.58
la 4 <sup>ère</sup> sem	0.61
la 5 <sup>ère</sup> sem	0.55
la 6 <sup>ère</sup> sem	0.44

**Source : AKBAS et *al.*, 2004**

D'après le tableau 22, les estimations de l'héritabilité sont basses au premier âge. L'héritabilité la plus élevée est observée à la 4<sup>ème</sup> semaine. Cela pourra expliquer que la caille japonaise devient moins sensible aux conditions du milieu avec l'âge.

BAUMGARTNER (1994) ; ADEOGUN et ADEOYE (2004) ont enregistré respectivement des estimations d'héritabilité du poids corporel variant de (0.43-0.95) et (0.2 - 0.8). Ces héritabilités élevées indiquent la possibilité de sélectionner par rapport au critère poids.

Une estimation de l'héritabilité de la vitesse de croissance de  $(0.38 \pm 0.27)$  avait été rapportée par AKBAS et OUZ (1998).

### 1-1-2 Performances de ponte

Chez *Coturnix japonica*, plusieurs auteurs ont rapporté de fortes estimations d'héritabilité du poids de l'œuf (0.54) (KAWAHARA et INOUE 1966), (0.50) (KENJI et al., 2003) et (0.60) (KRESS, 1979)

Pour l'héritabilité de l'âge au premier œuf et le nombre total des œufs, des estimations moyennes avaient été rapportées (0.36 vs 0.39) (MARKS et KINNEY, 1964), (0.32 vs 0.36) (SITTMANN et al., 1966). Par contre, KRESS, (1979) avait enregistré une forte héritabilité de 0.58 pour le nombre total des œufs.

## 1-2 Les corrélations :

### 1- 2-1 Les corrélations entre les poids vifs de la caille à différentes semaines d'âge

Tableau 23 : Corrélations phénotypique et génétique entre le poids corporel, de l'éclosion à 6 semaines d'âge.

Poids corporel	Sem0	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
Sem0		0.79	0.70	0.47	0.37	0.38	0.39
Sem1	0.05		0.86	0.87	0.82	0.63	0.66
Sem2	0.05	0.59		0.90	0.84	0.80	0.80
Sem3	0.04	0.63	0.82		0.97	0.75	0.78
Sem4	0.03	0.59	0.74	0.91		0.84	0.87
Sem5	0.03	0.46	0.69	0.72	0.83		0.99
Sem6	0.03	0.40	0.59	0.68	0.75	0.83	

Source : AKBAS et al., 2004

En haut de la diagonale : Corrélations génétiques

En bas de la diagonale : Corrélations phénotypiques

D'après (AKBAS et al., 2004), toutes les corrélations entre les poids vifs de la caille japonaise (de l'éclosion à 6 semaines d'âge) sont positives et que les corrélations

génétiques sont plus fortes que les corrélations phénotypiques, d'où une sélection sur le poids à un âge précoce aura des effets positifs sur le poids à un âge tardif. ADEOGUN et ADEOYE (2004) ont rapporté des corrélations phénotypiques entre le poids à la sixième semaine et le poids de l'éclosion à la cinquième semaine, respectivement de 0.10, 0.11, 0.28, 0.47, 0.62, 0.72.

Il est à signaler que, les corrélations entre les poids vifs des deux périodes adjacentes sont plus fortes que celles de deux périodes éloignées.

SAATCI et *al.* (2006) ont enregistré une très forte corrélation de 0.85 entre le poids vif de la quatrième semaine et celui de la cinquième semaine d'âge.

De même, REDDISH et *al.* (2003) ont rapporté chez des cailles japonaises sélectionnées pendant 40 générations, sur le meilleur poids à 4 semaines d'âge, une corrélation positive entre le poids à 35 jours et l'âge de la maturité sexuelle.

### **1- 2- 2 Corrélations entre les caractères externes de l'œuf**

**Tableau 24 : Corrélations entre les caractères externes de l'œuf**

Caractères externes de l'œuf	Largeur de l'œuf	Longueur de l'œuf	Index de forme	Epaisseur moyenne de la coquille	Poids de la coquille
Poids de l'œuf	0.80*	0.76**	0.22**	0.21*	0.60**
Largeur de l'œuf		0.35**	-0.34**	0.18**	0.42**
Longueur de l'œuf			0.77**	0.15*	0.53**

**Source : KUL et SEKER (2004)**

KUL et SEKER (2004) ont rapporté chez la caille japonaise, des corrélations phénotypiques positives et statistiquement significatives entre le poids et la taille de l'œuf. Pareillement, ces mêmes auteurs ont trouvé une relation indirecte entre le poids de l'œuf et la qualité de la coquille de l'œuf ( $r = 0.60$ )

Par contre, OZCELIK (2002) avait enregistré une corrélation positive mais faible ( $r=0.1$ ) entre le poids et l'index de forme.

### **1-2-3 Corrélations entre les caractères externe et interne de la qualité de l'œuf :**

Il a été mentionné que les caractères de la qualité interne de l'œuf changent avec les caractères externes de l'œuf. Ainsi, de fortes corrélations positives ont été rapportées entre le poids de l'albumen, le poids de vitellus avec le poids de l'œuf (0.94, 0.78), la longueur de l'œuf (0.70, 0.60) et la largeur de l'œuf (0.77, 0.61) (KUL et SEKER, 2004)

### **1-2-4 Corrélations entre les caractères externes de l'œuf et ses performances**

#### **d'incubation :**

Le poids de l'œuf présente une corrélation positive mais faible avec l'éclosabilité des œufs ( $r = 0.17$ ). Par contre, le poids, l'épaisseur de la coquille ainsi que l'index de forme de l'œuf sont négativement corrélés avec le taux d'éclosion (KHURSHID et *al.*, 2004).

Ces mêmes auteurs ont rapporté une corrélation phénotypique négative entre le poids de l'œuf et la mortalité embryonnaire précoce contre une corrélation positive entre le poids de l'œuf et la mortalité embryonnaire tardive ( $- 0.4$  vs  $0.19$ ).

### **1-2-5 Corrélations entre les caractères externes de l'œuf et le poids vif de la caille**

KENJI et *al.* en (2003) ont trouvé chez la caille une corrélation phénotypique et génétique positive entre le poids de l'œuf et le poids corporel.

D'après (KHURSHID et *al.*, 2004), il existe une forte corrélation positive entre le poids de l'œuf et le poids du cailleteaux à l'éclosion ( $r = 0.77$ ). Il a été rapporté une faible corrélation positive à moyenne entre le poids du cailleteau à l'éclosion et la longueur de l'œuf ( $r = 0.31$ ), la largeur de l'œuf ( $r = 0.33$ ), poids de la coquille ( $r = 0.29$ ) et l'épaisseur de la coquille ( $r = 0.12$ ).

## **2 Réponse à la sélection :**

Sur 29 générations de cailles japonaises sélectionnées sur le meilleur poids à six semaines d'âge, le poids corporel a augmenté de 70% par rapport au poids de la population non sélectionnée (210g vs 130g) (WOODARD et *al.*, 1973).

MARKS (1993) avait trouvé un progrès génétique de 4.3g entre la première et la dixième génération sélectionnée sur le meilleur poids vif à la quatrième semaine d'âge. Cette réponse à la sélection a diminué avec l'augmentation du nombre de génération de sélection. Ainsi, pour la même lignée de caille, le progrès génétique est de 0.2g entre la 81<sup>ème</sup> et 85<sup>ème</sup> génération.

Une sélection à long terme sur le faible poids corporel chez la caille japonaise a donné un progrès génétique moyen positif pendant 61-62 générations mais qui est devenu négatif pendant 63-65 générations (SUDA et *al.*, 2002 )

## **3- Variabilité des caractères de croissance**

### **3 -1 Effet espèce**

Selon les espèces, plusieurs auteurs ont rapporté une variabilité du poids vif (OGUZ, 1996 ; MINVIELLE et *al.*, 1999). Ainsi, pour *Coturnix japonica* un poids de 135.8g et 161.20 à la 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semaine contre un poids de 127g et 152.70g pour *Coturnix ypsilophorus* à la même semaine d'âge a été rapporté par (VALI et *al.*, 2005). Ces mêmes auteurs ont rapporté également une différence de l'héritabilité du poids à 42 jours entre les deux espèces (CJ : 0.24 ; CY : 0.45).

En (2002) ALMEIDA et ses collaborateurs ont enregistré une grande variabilité du gain de poids et de la consommation alimentaire entre deux espèces de caille.

Ainsi, la caille italienne a enregistré un meilleur gain de poids et une consommation alimentaire plus importante par rapport à la caille japonaise de l'éclosion à la septième semaine d'âge.

### **3 -2 Effet sexe :**

Plusieurs auteurs rapportent la variabilité du poids vif entre les deux sexes (KAWAHARA et SAITO, 1976 ; BAUMGARTNER, 1994 ; MINVIELLE et *al.*, 2000).

### **3 -3 Effet de la sélection**

Marks (1993) avait rapporté que la différence de poids corporel entre des individus sélectionnés et non sélectionnés est très petite à la naissance, mais qui augmente rapidement dans les deux premières semaines de vie.

## **4 L'hétérosis**

### **4 -1 Poids corporel**

PIAO et *al.* (2002) ont rapporté un effet hétérosis positif sur le poids corporel à 4 et 6 semaines d'âge lors d'un croisement de deux lignées de caille japonaises de poids différents.

Par contre, Aucun effet hétérosis n'a été observé chez des croisés issus de parents, dont le poids vif n'était pas très différent (CHAHIL et *al.* , 1975 ; OKAMOTO et *al.*, 1982 ; GERKEN et *al.*, 1988).

Un effet hétérosis très faible pour le poids corporel, lors de croisement de lignées très apparentées, a été observé par SATO et ses collaborateurs en (1989).

### **4 -2 Performance de ponte**

Plusieurs auteurs ont rapporté un effet hétérosis positif pour le poids de l'œuf (SATO et *al.*, 1989 ; MORITSU et *al.*, 1997 ; PIAO et *al.*, 2002).

MINVIELLE et *al.* (2000) ont rapporté un effet hétérosis positif pour le nombre d'œufs pondus qui devient plus large après l'âge de six mois.

Pareillement, plusieurs auteurs ont signalé un effet hétérosis pour le nombre d'œufs et l'âge au premier œuf pondu (OKAMOTO et *al.*, 1982 ; MORITSU et *al.*, 1997 ; MINVIELLE et *al.*, 2000).

## **5 - La Dépression de la consanguinité :**

La propriété génétique la plus distincte chez la caille domestique semble être sa sensibilité très prononcée à la consanguinité (SITTMANN et *al.*, 1966 ; WEBB, 1972 ; LUCOTTE, 1974 ;)

### **5 -1 Poids corporel**

D'après (SITTMANN et *al.*, 1966), à six semaines d'âge, une consanguinité moyenne de 10% a réduit le poids corporel de 2g chez les mâles et 4g chez les femelles.

### **5-2 Performance de ponte**

Le poids de l'œuf de caille répond faiblement à la consanguinité, par contre le taux de ponte répond de façon très marquée. Le nombre total des œufs diminue de 1.5 œufs pour chaque 10% de consanguinité.

Les effets néfastes de la consanguinité sur l'éclosabilité des œufs de cailles et la viabilité des cailleteaux s'avèrent deux fois plus grave chez la caille que chez la poule ou la dinde (WOODARD et *al.*, 1973). Ainsi, ces mêmes auteurs rapportent que sous un système d'accouplement consanguin (Frère x Sœur) de 150 lignées, aucune n'a survécu après trois générations de « Sibing » continu.

**DEUXIEME PARTIE**

**PARTIE EXPERIMENTALE**

## **I) OBJECTIF DE L'ETUDE**

L'élevage de caille en Algérie a connu ces deux dernières décennies un essor considérable. Cette importance est due à la demande croissante de sa viande (notamment dans la restauration) et de ses œufs ( connus pour leur vertu antiallergisante et antiasthmatique).

L'élevage de caille se réalise en trois étapes :

- Elevage des reproducteurs sélectionnés : production d'œufs
- Incubation : production des cailleteaux
- Elevage des cailleteaux : production de viande.

La production d'œufs et la production de viande sont des spéculations indissociables. L'œuf est l'unité biologique fondamentale de l'existence des poussins qui seront destinés au remplacement du cheptel reproducteur ou à l'élevage de la caille chair.

Ce présent travail vise à déterminer sur le plan zootechnique et génétique les caractères externes de l'œuf de caille japonaise, ainsi que leur performance d'incubation et les caractères de croissance de cet animal.

Pour cela

Le poids moyen, la longueur et la largeur moyennes ainsi que l'index de forme des œufs de caille incubés, clairs et non éclos de la population initiale et de la population sélectionnée, en deux périodes de ponte(début et pic) seront déterminés.

Les corrélations phénotypiques reliant ces caractères externes de l'œuf incubé, clair et non éclos seront estimées pour les deux populations.

Les performances d'incubation de ces œufs (de la population parentale et des reproducteurs sélectionnés) seront mis en évidence.

Les traits de croissance des cailleteaux issus de ces œufs seront mis en évidence :

Pour cela, de la première à la sixième semaine d'âge, les poids moyens et les GMQ des cailleteaux de la population parentale et de sa progéniture seront évalués, ainsi que la quantité d'aliment ingéré et l'indice de consommation des parents.

Aussi, les corrélations phénotypiques reliant ces différents traits de croissance seront estimées

En finalité, la différentielle de sélection ainsi que la réponse à la sélection seront établies.

## **II ) MATERIELS ET METHODES**

### **1- Description de la station d'élevage**

Cette étude est réalisée à la ferme expérimentale de l'ITELV (institut technique des élevages) de Baba Ali, créée en 1976, située à quelques kilomètres d'Alger. Cette station se trouve à l'étage bioclimatique sub-humide à frais.

En dehors de l'élevage de caille, elle s'occupe d'autres élevages : aviaires (poule et autruche) cunicoles, caprins, bovins, ovins et apicoles.

La durée de l'expérimentation est de six mois (du **29/01/2005 au 02/08/2005**).

A partir de la population de caille japonaise initiale qui existait au sein de la station, deux lots d'œufs sont incubés pour donner naissance à la population parentale, puis cette dernière a subi une sélection sur le poids et le GMQ pour l'obtention de la génération G1.

## 2 - Le matériel

### 2- 1 Matériel animal

#### 2-1-1 Les animaux

L'étude a porté sur une espèce de caille domestique, c'est la caille japonaise « *Coturnix japonica* » comme le montre la photo1



**Photo 1 :**  
*Coturnix*  
*japonica*

#### 2-1-2 Les œufs

La taille, la forme et la couleur des œufs de caille utilisés dans notre expérimentation sont illustrées dans la photo 2. La couleur de base est blanche ; les taches sont noires ou marrons, petites, moyennes ou grandes.



**Photo 2**  
**Œufs de caille**

## 2-2 Matériel d'incubation

### 2-2-1 L'incubateur

L'incubateur est de type vertical (photo3), d'une capacité de 14000 œufs, composé de :

- d'un chariot dans lequel des plateaux d'œufs peuvent être placés
- d'un ventilateur pour le brassage de l'air
- un thermomètre et un hygromètre pour régler respectivement la température (37 à 37.7° C) et l'humidité (42 à 60%)
- le retournement des œufs est automatique
- un thermostat.



Photo 3 : Incubateur

### **2-2-2 Mireuse**

Le mirage est réalisé par une lampe manuelle, le quatorzième jour d'incubation

### **2-2-3 Eclosoir**

L'éclosoir utilisé (Photo4) est d'une capacité de 5000 oeufs composé :

- plusieurs caisses
- un thermomètre (36.7°C)
- un hygromètre (85%)
- une source de lumière



**Photo 4 : Eclosoir**

## **2- 3 Matériel d'élevage**

### **2- 3- 1 Bâtiments**

Plusieurs locaux ont été utilisés dans notre expérimentation :

- des locaux fermés conçus pour des élevages au sol, dans lesquels les cailleaux de l'éclosion à la deuxième semaine d'âge sont tenus dans des cercles fermés sur côtés (photo5) avec une surface d'environ 1x1m pour 200 sujets (cela permet d'éviter l'entassement des cailleaux dans les coins). Ces locaux sont dotés de fenêtres placées aux parties supérieures des murs.
- un local équipé d'une batterie pour reproducteurs (photo6).



**Photo 5 : Cercles fermés**



**Photo 6 : Batterie pour reproducteurs**

### **2- 3- 2 Température**

La température est assurée par des radians à gaz. Pour l'élevage au sol, la température doit être maintenue entre 38 et 40°C pendant la première semaine. Pour cela, chaque enclos est réchauffé par un radian ou une éleveuse à gaz. Au terme de la deuxième semaine, la température est baissée jusqu'à 34-35°C en réduisant le nombre de radians.

Au-delà du 25<sup>ème</sup> jour, la température du local est maintenue à 20 °C, cette dernière est valable pour les reproducteurs.

Le contrôle de la température est effectué par un thermomètre accroché à mi-hauteur des plafonds.

### **2- 3- 3 Eclairage**

Un éclairage de type continu est pratiqué dans les deux types de bâtiments.

### **2- 3- 4 Litière**

Des copeaux de bois sont utilisés comme litière de la première à la sixième semaine d'âge des animaux.

### **2- 3- 5 Les mangeoires et les abreuvoirs**

Pendant les deux premières semaines, l'aliment est distribué dans des assiettes ou alvéoles. A partir de la troisième semaine d'âge, des mangeoires rectilignes sont utilisés.

L'eau est distribuée dans des abreuvoirs d'un litre.

Pour les reproducteurs, les batteries sont dotées de mangeoires, où la distribution de l'aliment est manuelle, tandis que l'eau est distribuée automatiquement.

### **2- 3- 6 Aliment**

Trois types d'aliments sont utilisés : Croissance, finition et ponte.

La composition des deux premiers est mentionnée dans le tableau 25.

**Tableau 25 : Composition centésimale des aliments**

Aliment Période	Maïs %	Tourteau de soja %	Son %	Calcaire %	Phosphate bicalcique %	CMV %
<b>Croissance</b>	55	36	5	1.8	1.2	1
<b>Finition</b>	62	23	12	1.2	0.8	1

### 3- Méthodes

#### 3-1 Les œufs

➤ 1<sup>ère</sup> étape : Ramassage (Photo7)

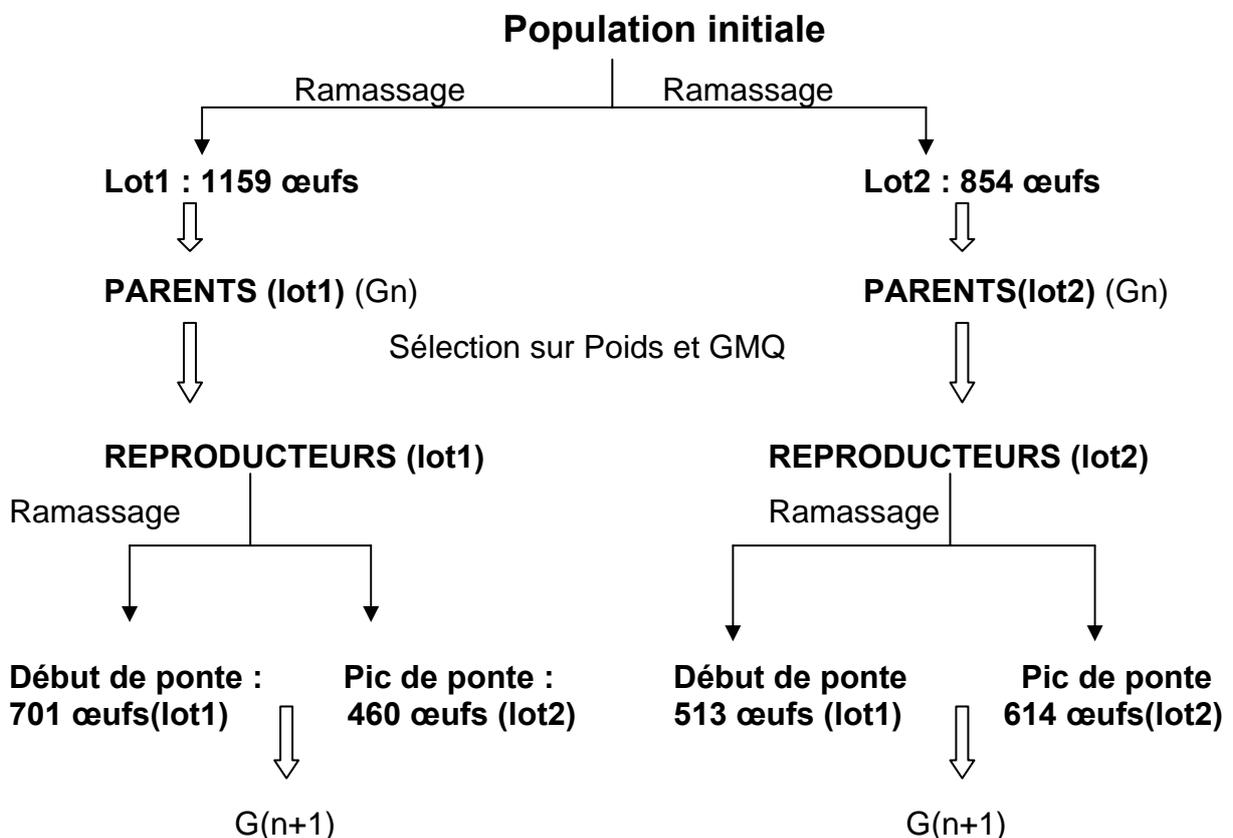
Le ramassage des œufs est fait une fois par jour, le matin entre 9 et 10h pendant une semaine, période à laquelle, les œufs sont stockés à température inférieure à 20°C .

#### Population initiale

**1159** œufs pour le lot 1 et **854** œufs pour le lot 2 sont ramassés à partir de la population de caille initiale en période de fin de ponte.

#### Reproducteurs

Le ramassage des œufs des reproducteurs s'est effectué sur deux périodes de ponte différentes : Début et pic de ponte, selon le schéma suivant :



### **Remarque**

Après un tri, les œufs cassés, fêlés, trop gros ou trop petits, sales et complètement décolorés (coquille blanche) sont éliminés.



**Photo 7 : Ramassage des œufs**

### ➤ **2<sup>ème</sup> étape : Pesée et Mensuration**

- Au dernier jour du ramassage, tous les œufs sont pesés par une balance de précision (0.01g).
- Les mesures de la longueur et de la largeur des œufs sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse.
- L'index de forme des œufs est calculé
- Chaque œuf est identifié par un numéro d'identification
- Les œufs sont disposés dans des alvéoles (avec la pointe de l'œuf vers le bas), puis transportés à la salle d'incubation.

➤ **3<sup>ème</sup> étape : Incubation**

- Dans la salle d'incubation, les œufs sont placés dans des plateaux à incubation.
- La température de l'incubateur est réglée à 37°C et l'humidité à 60%.
- Le quatorzième jour d'incubation, le mirage des œufs est effectué le plus rapidement possible à l'aide d'une lampe manuelle, pour éliminer les œufs clairs qui ne sont pas fécondés.
- Un numéro d'identification des œufs clairs est mentionné pour déterminer les caractères externes de l'œuf clair.
- Chaque classe d'œufs est mise dans des caisses avant de les faire rentrer dans l'éclosoir.
- Après seize jours d'incubation, l'éclosion à lieu.
- Les cailleteaux sont laissés 24h de plus dans l'éclosoir, pour permettre d'une part à leur duvet de sécher et d'autre part, attendre l'éclosion des autres oeufs.
- Les œufs non éclos sont dénombrés, leur numéros d'identification sont reportés afin de déterminer les taux d'éclosion et les caractères externes.
- Tous les oeufs non éclos seront cassés pour déterminer le stade de la mortalité embryonnaire et la fertilité des œufs non éclos.

### **3-2 Les cailleteaux**

◆ **Parents**

Après éclosion, **876** (lot1) et **684** (lot 2) cailleteaux sont pesés et transférés dans deux locaux différents où ils sont mis dans des cercles fermés ; ces enclos sont préalablement réchauffés par des radians à gaz.

➤ **1<sup>ère</sup> étape : Identification et pesée**

- Au terme de la première semaine, tous les cailleaux étaient identifiés par un numéro au niveau de la patte.
- A la fin de chaque semaine, les cailleaux sont pesés à jeun par une balance de précision et cela pendant six semaines d'âge.
- Le sexage est effectué à la troisième semaine d'âge en se basant sur les caractères externes du plumage.

**Remarque**

À la fin de la deuxième semaine, tous les cercles étaient enlevés pour assurer le même milieu pour tous les sujets.

➤ **2<sup>ème</sup> étape : Mise en place des reproducteurs**

- A partir de la sixième semaine, les reproducteurs sont sélectionnés sur le meilleur poids vif. Toutes les femelles dont le poids est supérieur à 150g (lot 1), 145g (lot 2) sont prises. Quant aux mâles, un poids supérieur à 145g (lot 1) et 130g (lot2) sont triés. Les répétitions (deux lots) permettent d'obtenir une meilleure fiabilité des résultats.
- A la fin de la sélection, les reproducteurs étaient transférés dans un autre local où ils étaient maintenus dans des batteries spéciales pour reproducteurs.
- Avec un équilibre de mâles / femelles de 1/3 et une densité de 30 sujets par cage.
- Après une semaine de la mise en reproduction, une deuxième sélection est effectuée sur le meilleur gain quotidien moyen des reproducteurs calculés entre la première et la sixième semaine.
- L'intensité de sélection est de 30% pour le lot1 contre 40 % pour le lot2 et elle est la même pour les mâles et les femelles du même lot.

### 3- 3 L'alimentation

#### ♦ Parents

L'aliment croissance est distribué pendant cinq semaines. Le changement d'aliment a été fait progressivement (50% d'aliment croissance + 50% d'aliment ponte). Ces derniers sont distribués pendant deux jours à partir de la sixième semaine d'âge.

#### ♦ Génération (G<sub>n+1</sub>)

Pour les deux périodes de pontes, les quatre lots étaient nourris par un aliment finition pour poulet de chair.

A fin de calculer la quantité ingérée des parents et des reproducteurs, au début de chaque semaine, un sac d'aliment est pesé avant distribution puis repesé à la fin de chaque semaine y compris les refus dans les mangeoires.

### 3-4 Méthodes d'analyses et les statistiques

#### ❖ Les paramètres zootechniques et génétiques des caractères externes des œufs :

- L'indice de forme de l'œuf = Longueur de l'œuf / Largeur de l'œuf.
- Le poids moyen, la longueur moyenne et l'index de forme moyen des œufs de caille, les valeurs maximales et minimales ainsi que les corrélations qui relient les caractères externes de l'œuf sont calculés par le logiciel de statistique **SPSS.11.5**.

#### ❖ Les paramètres zootechniques relatifs aux performances d'incubation

$$\text{Taux de } \frac{\text{Nombre d'œufs incubés} - \text{Nombre d'œufs clairs}}{\text{Nombre d'œufs incubés}} \quad \times 100$$

$$\text{Taux d'éclosion= } \frac{\text{Nbre d'œufs incubés} - (\text{Nbre de mortalité embryonnaire} + \text{Nbre d'œufs clairs})}{\text{Nbre d'œufs incubés}} \quad \times 100$$

$$\text{Taux d'éclosion= des œufs fertiles} = \frac{\text{Nbre d'œufs fertiles} - \text{Nbre de mortalité embryonnaire}}{\text{Nbre d'œufs fertiles}} \times 100$$

$$\text{Taux de mortalité = embryonnaire} = \frac{\text{Nombre de mortalité embryonnaire}}{\text{Nombre d'œufs incubés}} \times 100$$

❖ **Paramètres zootechniques relatifs aux performances de croissance :**

$$\text{Le gain moyen quotidien (g/j)} = \frac{\text{Poids final} - \text{poids initial}}{\text{Nombre de jour de mesure}}$$

Quantité ingérée (g) = Quantité distribuée – Refus.

$$\text{Indice de consommation} = \frac{\text{Quantité ingérée}}{\text{Gain quotidien moyen}}$$

Les poids moyens, les GMQ moyens, les valeurs maximales et minimales ainsi que les écarts type sont établies par le logiciel statistique **SPSS 11.5**

**Les paramètres génétiques relatifs aux performance de croissance :**

Les corrélations :

$$r_{XV} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}}$$

Les distributions : Les distributions normales qui sont à la base de tout travail d'amélioration génétique seront établies pour les différents critères de sélection et à différentes périodes.

Les courbes de croissance et de l'évolution de GMQ sont illustrées .

Différentielle de sélection du poids (DS) :

DS = Poids moyen des reproducteurs sélectionnés – Poids moyen des parents

Progrès génétique = Poids moyen de la génération (n+1) – Poids moyen des parents

Les corrélations entre les différents caractères de croissance des caillies ainsi que les courbes gaussienne sont établies par le logiciel statistique **SPSS 11.5**.

## II) RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1 - Paramètres zootechnique et génétique relatifs aux caractères externes des œufs

#### 1-1 Paramètres zootechniques :

##### 1-1-1 Poids des œufs :

Les poids moyens des œufs incubés, clairs et non éclos collectés à partir de la population initiale de caille japonaise et des reproducteurs sélectionnés sur deux périodes de ponte différentes (début et pic) sont représentés dans les tableaux 26 et 27

Les figures 8, 9, 10, 11 et 12 illustrent les distributions du poids des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs.

**Tableau 26 : poids des œufs de la population initiale :**

Poids des œufs	Lot1			Lot2		
	Min(g)	Moyenne $\pm\sigma$ (g)	Max(g)	Min(g)	Moyenne $\pm\sigma$ (g)	Max(g)
Œufs incubés	9	11.86 $\pm$ 1.15	14.99	9	11.75 $\pm$ 1.27	14.99
Œufs clairs	9.72	11.92 $\pm$ 1.23	14.52	9.04	11.71 $\pm$ 1.34	14.99
Œufs non éclos	9	11.64 $\pm$ 1.19	14.91	9	11.77 $\pm$ 1.45	14.22

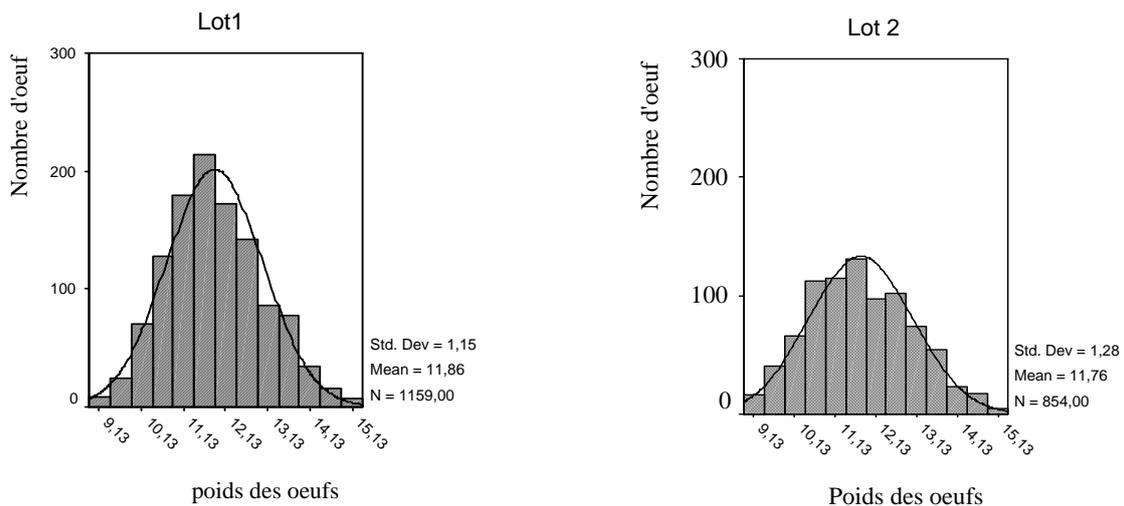
Le poids moyen des œufs incubés pour le lot1 et le lot2 est respectivement de 11.86  $\pm$ 1.15g et 11.75 $\pm$ 1.27g avec un minimum de 9g et un maximum de 14.99g pour les deux lots.

Ces poids moyens des œufs incubés montrent une similarité aux résultats rapportés par AKINCI et BAYRAM (2003) (11.9g) et ceux de LUCOTTE (1974) qui parlait d'une moyenne de poids des œufs de caille japonaise voisine de 11g.

Par contre, le poids moyen des œufs incubés est supérieur à celui retrouvé par WOODARD et *al.* (1973) (10g) et PANDA et SINGH (1990) (10.3g).

Pour les deux lots, le poids moyen des œufs clairs et non éclos n'est pas très différent de celui des œufs incubés.

## Les œufs incubés

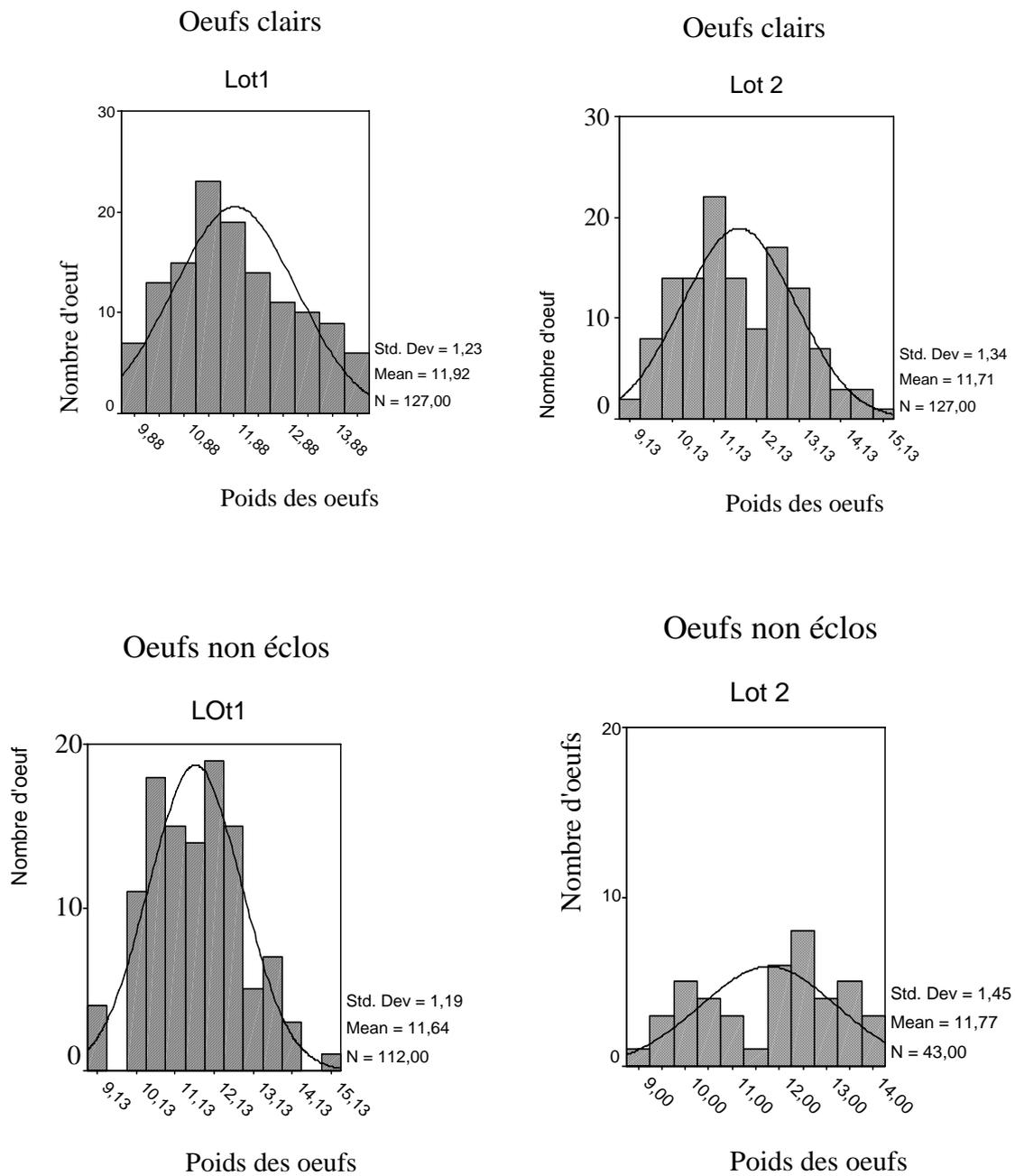


**Figure 8 : Distribution du poids des œufs incubés des parents**

Cette distribution montre la grande variabilité du poids de l'œuf de la caille japonaise qui varie de 9 à 15g, avec une fréquence élevée pour le poids moyen, compris entre 10 et 13g.

Cette grande hétérogénéité du poids de l'œuf de *Coturnix* a été rapportée par plusieurs travaux. Ainsi, en 1984, WAKASUGI parlait d'une variation de poids de 7 à 11g, et en 2001, NAZLIGÜL et ses collaborateurs ont rapporté des valeurs de 7 à 15g.

De même, dans une étude récente, KUL et SEKER (2004) ont retrouvé des poids de 9.10 à 13.5g.



**Figure 9 : Distribution du poids des œufs clairs et non éclos des parents**

La distribution des œufs clairs des deux lots (figure 9) montre que l'œuf de *Coturnix* peut avoir un poids normal sans qu'il soit fécond. Néanmoins, on observe une petite prédominance des poids légers par rapport aux poids lourds. La distribution gaussienne n'est pas aussi régulière que celle des poids des œufs incubés.

De même, la plus part des auteurs rapportent une plus faible fécondité des œufs légers par rapport aux œufs lourds (SARICA et SOLEY, 1995 ; SEKER et *al.*, 2004).

La distribution du poids des œufs non éclos dans le lot 1 montre que les valeurs inférieures au poids moyen sont les plus fréquentes. Par contre, dans le lot 2, les œufs lourds sont les plus fréquents. Chez les espèces aviaires les œufs à poids élevé comparé à la moyenne sont généralement à double jaune et donc non incubable.

Selon SZCZERBINKA et ZUBRECKI (1999), le poids n'a pas d'effet sur l'éclosabilité des œufs. Par contre, plusieurs auteurs ont rapporté une meilleure éclosabilité pour les œufs moyens et une mauvaise éclosabilité pour les œufs légers (SACHDEV et *al.*, 1985 ; SARICA et SOLEY, 1995 ; FAROOQ et *al.*, 2001).

**Tableau 27 : Poids des œufs des reproducteurs sélectionnés**

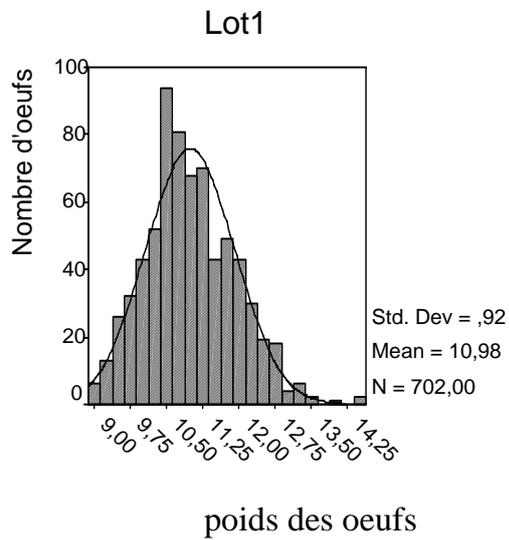
<u>Poids des oeufs</u>		Lot1			Lot2		
		Min (g)	Moyenne±σ (g)	Max (g)	Min (g)	Moyenne±σ (g)	Max (g)
<b><u>Période :</u></b> <b>Début de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	9	10.98±0.92	14.45	9	10.44±0.87	13.34
	<b>Œufs clairs</b>	9.46	10.99±1.01	12.88	9	10.60±0.86	12.36
	<b>Œufs non éclos</b>	9.14	10.83±1.08	13.39	9.3	10.10±0.65	11.68
<b><u>Période :</u></b> <b>Pic de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	9.1	11.54±0.99	14.82	9.03	10.66±0.85	12.99
	<b>Œufs clairs</b>	9.73	11.74±1.28	14.82	9.03	10.50±0.85	12.66
	<b>Œufs non éclos</b>	9.8	11.78±1.35	14.82	9.1	10.52±0.18	12.21

La moyenne des œufs incubés est de  $10.98 \pm 0.92$  g et de  $10.44 \pm 0.87$ g respectivement pour le lot1 et lot2 pour la période de début de ponte. Ces résultats sont similaires à ceux retrouvés par SEKER et al. (2004) qui rapportent pour la même période, un poids moyen de  $10.95 \pm 0.04$  g.

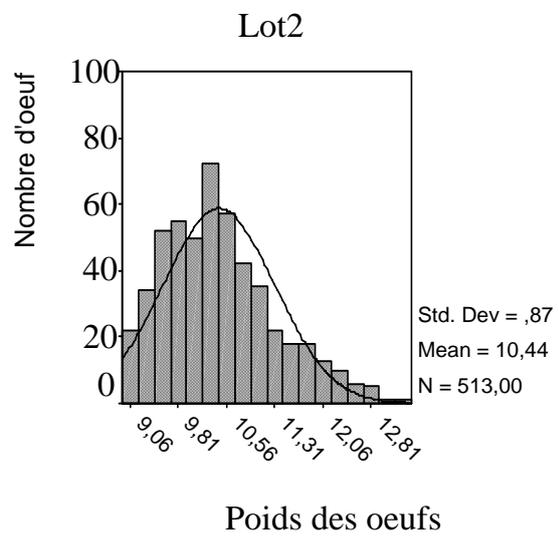
Ces mêmes auteurs ont cité un poids moyen de  $11.32 \pm 0.04$  g en période de pic de ponte. Pour la même période (pic de ponte), les résultats de notre travail révèlent pour le lot1 un poids moyen de  $11.54 \pm 0.99$  g contre un poids moyen sensiblement faible de  $10.66 \pm 0.85$  g pour le lot 2. Comparativement aux poids des œufs des parents, il y'a une chute sensible du poids des œufs notamment pour le lot2.

Les poids moyens des œufs clairs et non éclos pour le lot1 et le lot2 sont respectivement de ( $10.99 \pm 1.01$ g ;  $10.83 \pm 1.08$ g) ; ( $10.60 \pm 0.86$ g ;  $10.10 \pm 0.65$ g) pour la période début de ponte et ( $11.74 \pm 1.28$ g ;  $11.78 \pm 1.35$ g) ; ( $10.50 \pm 0.85$ g,  $10.52 \pm 0.18$ g) pour la période de pic de ponte

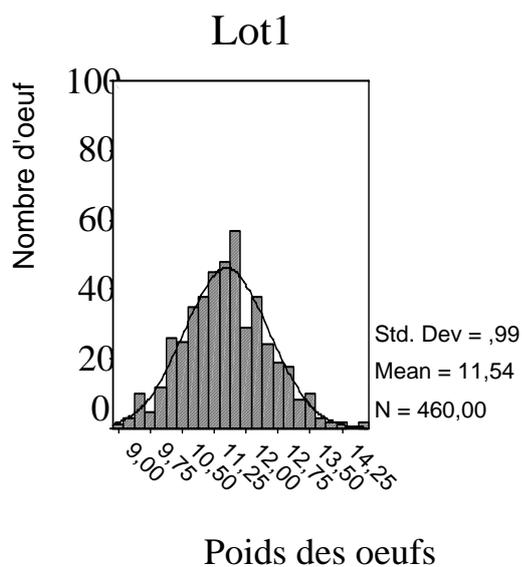
Début de ponte  
Oeufs incubés



Début de ponte  
Oeufs incubés



Pic de Ponte  
Oeufs incubés



Pic de ponte  
Oeufs incubés

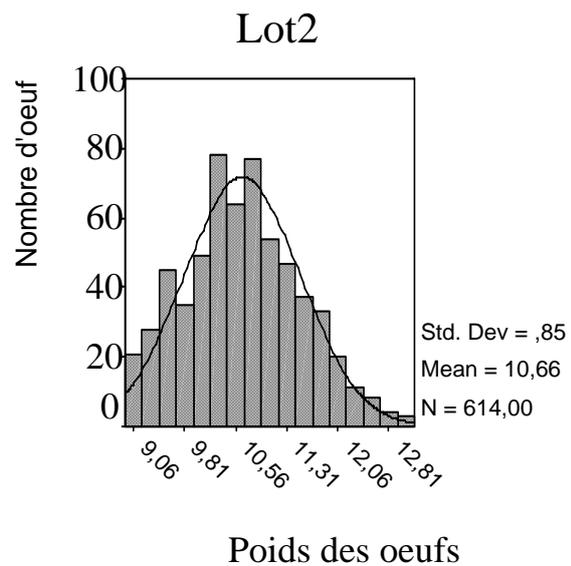


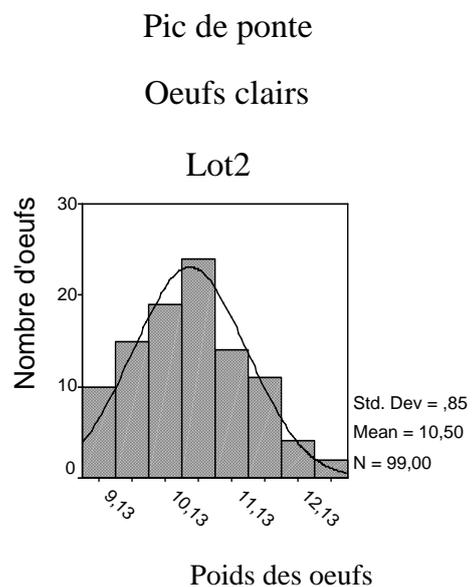
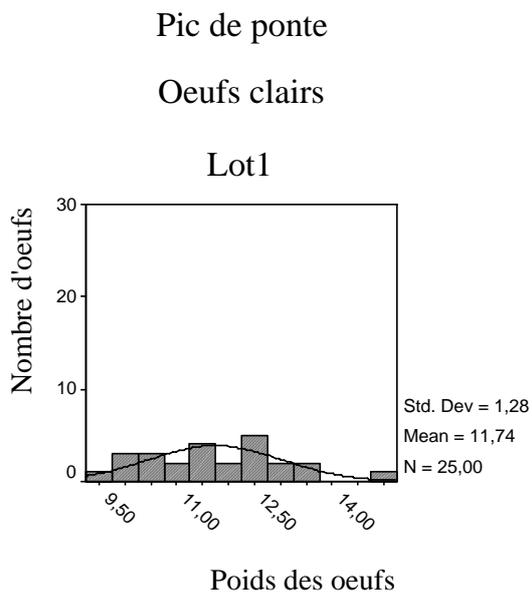
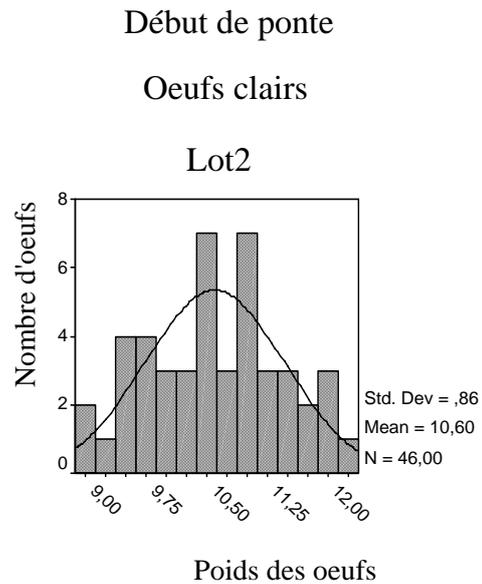
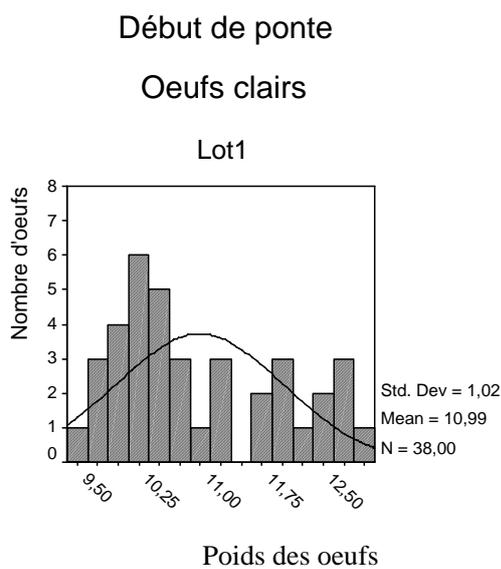
Figure 10 : Distribution des poids des œufs incubés des reproducteurs

La distribution du poids des œufs incubés en période de début de ponte tend vers les petites et moyennes valeurs. Par contre en période de pic de ponte, c'est les valeurs moyennes et élevées qui prédominent (figure10).

De même, plusieurs auteurs ont rapporté l'effet de l'âge des reproducteurs sur le poids des œufs chez la caille (SEKER et *al.*, 2004) et la poule (SAUVEUR, 1988).

Cette corrélation est positive.

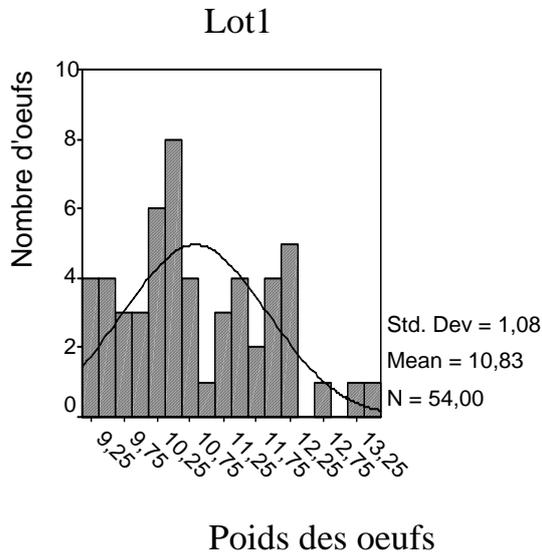
Par contre PETEK et *al.* en 2005, ont rapporté que plus le taux de ponte augmente, plus le poids de l'œuf diminue.



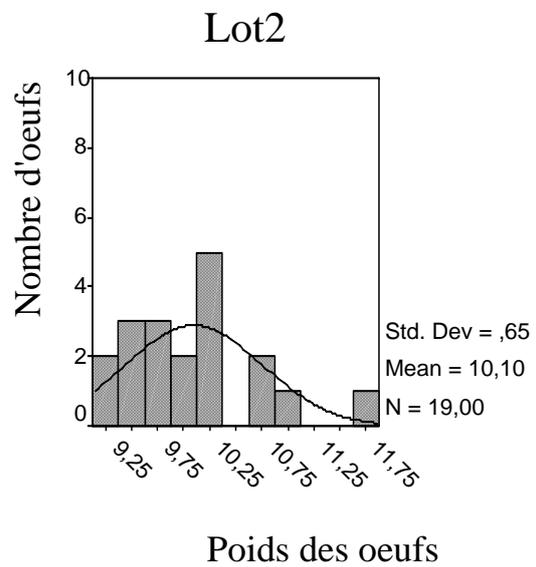
**Figure 11 : Distribution du poids des œufs clairs des reproducteurs**

Les distributions du poids des oeufs clairs pour les deux lots des reproducteurs nous montrent que les œufs non féconds peuvent avoir des poids légers et moyens. Ainsi la distribution gaussienne n'est pas aussi régulière que pour le poids des œufs incubés.

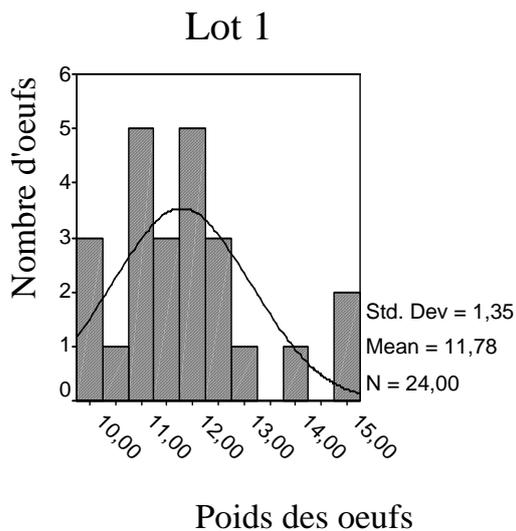
Début de ponte  
Oeufs non éclos



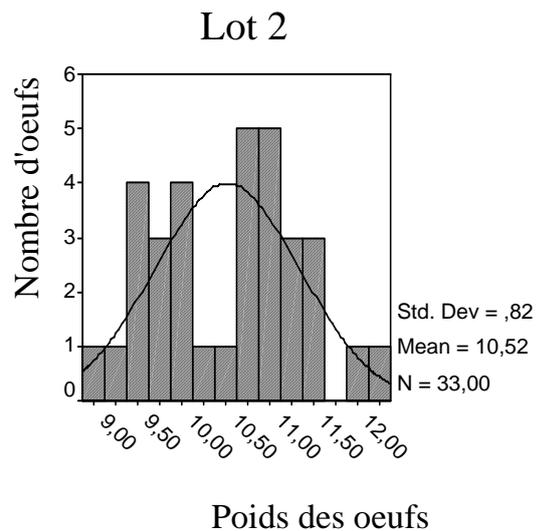
Début de ponte  
Oeufs non éclos



Pic de ponte  
Oeufs non éclos



Pic de ponte  
Oeufs non éclos



**Figure 12 Distribution du poids des œufs non éclos des reproducteurs**

Les distributions de la figure 12 montrent que le poids des œufs non éclos tend vers les valeurs faibles à moyennes.

### 1-1-2 Longueur des œufs

Les tableaux 28 et 29 représentent les longueurs moyennes des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs.

Les distributions de la longueur des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs sont illustrés dans les figures 13, 14, 15, 16 et 17

**Tableau 28 : Longueur des œufs des parents**

Longueur des œufs	Lot1			Lot2		
	Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)
<b>Œufs incubés</b>	2.65	3.042±0.160	3.9	2.5	3.015±0.170	3.8
<b>Œufs clairs</b>	2.69	3.047±0.190	3.65	2.7	3.015±0.170	3.4
<b>Œufs non éclos</b>	2.6	3.022±0.167	3.45	2.6	3.017±0.179	3.45

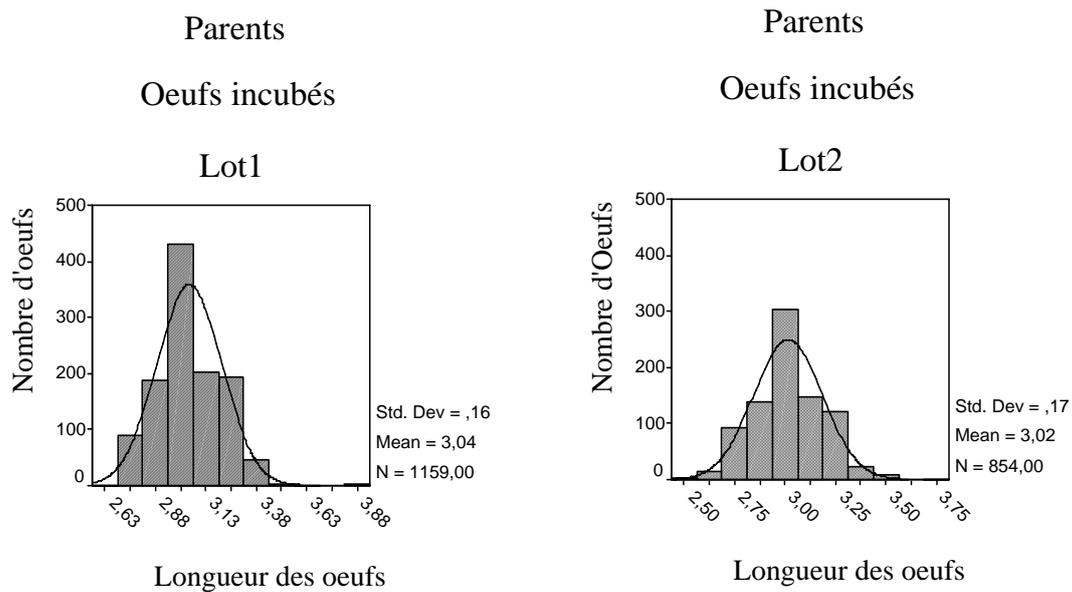
Selon notre étude, une longueur de  $3.042 \pm 0.160$  cm et  $3.015 \pm 0.170$  cm a été retrouvée respectivement pour le lot1 et lot2.

Des mesures minimale et maximale de (2.65 et 3.9 cm) pour le lot1 et (2.5 et 3.8 cm) pour le lot2 ont été enregistrées dans cette étude.

Ces valeurs sont proches à celles retrouvés par KUL et SEKER (2004) qui ont rapporté une longueur moyenne des œufs de  $3.34 \pm 0.01$  cm avec un maximum de 3.70cm et un minimum de 2.97cm.

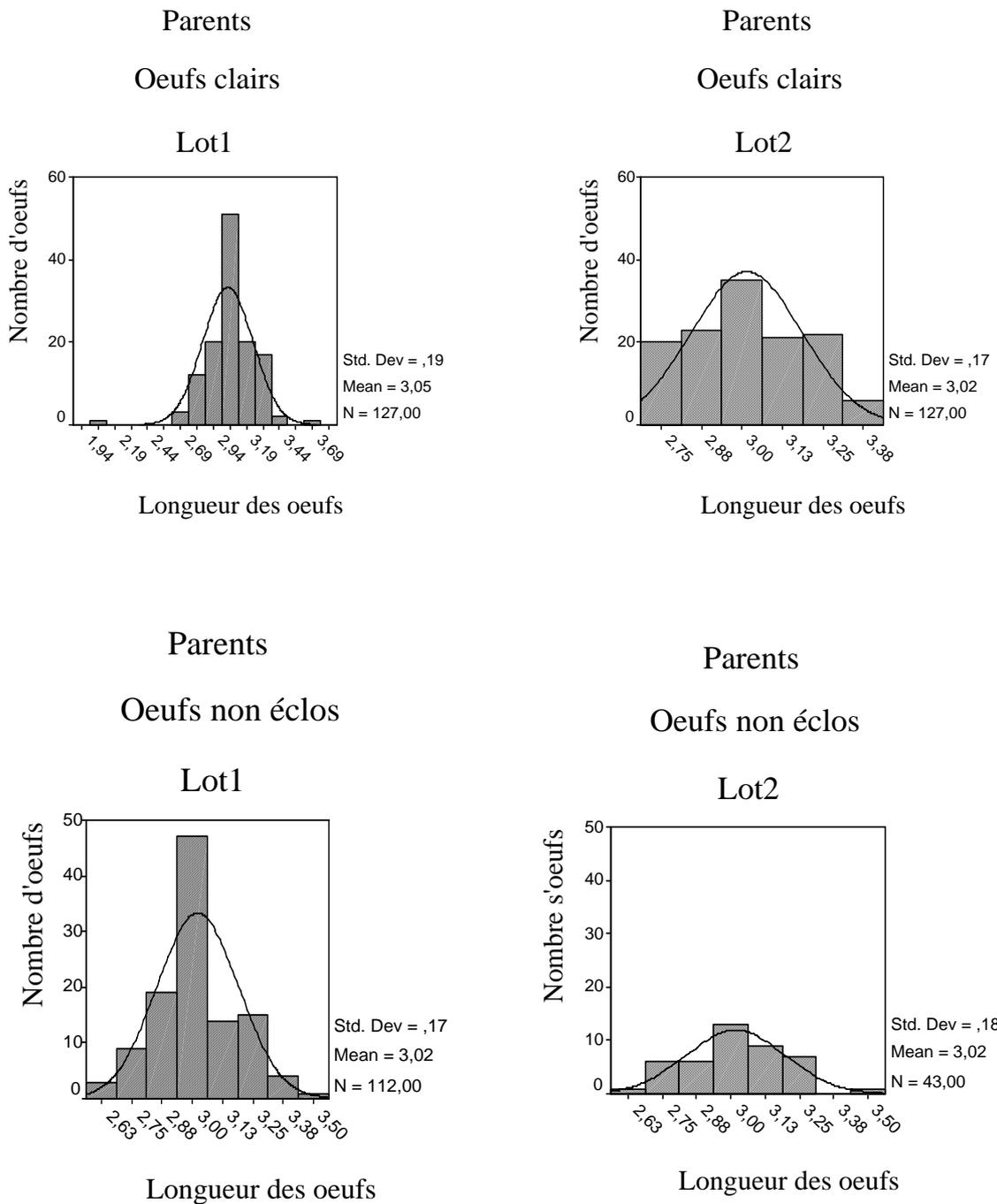
Pareillement, de nombreux auteurs YANNAKOPOULOS et TSERVENI-GOUSHI (1987) ; ALTAN et al. (1998) et OZCELIK (2002) ont rapporté des résultats similaires à ceux de notre étude.

Les longueurs moyennes des œufs clairs et non éclos sont respectivement de ( $3.047 \pm 0.190$  cm ;  $3.022 \pm 0.167$  cm) pour le lot1 et de ( $3.015 \pm 0.170$  cm ;  $3.017 \pm 0.179$  cm) pour le lot2.



**Figure 13 : Distribution de la longueur des œufs incubés des parents**

La distribution de la longueur des œufs incubés de notre population de caille japonaise montre que la longueur la plus fréquente est comprise entre 2.75 et 3.25 cm avec une grande proportionnalité des valeurs moyennes (3 cm).



**Figure 14 : Distribution de la longueur des œufs clairs et non éclos des parents**

La distribution de la longueur des œufs clairs et non éclos des parents montre que l'œuf clair peut prendre une valeur normale. Par contre, les œufs non éclos sont beaucoup plus des œufs moyens et longs

**Tableau 29 : Longueur des œufs des reproducteurs sélectionnés**

<u>Longueur des oeufs</u>		Lot1			Lot2		
		Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)
Début de ponte	Œufs incubés	2.5	2.973±0.122	3.4	2.3	2.895±0.146	3.5
	Œufs clairs	2.75	2.960±0.127	3.30	2.3	2.903±0.175	3.3
	Œufs non éclos	2.75	2.955±0.129	3.25	2.6	2.797±0.126	3
Pic de ponte	Œufs incubés	2.6	3.042±0.131	3.9	2.3	2.921±0.141	3.95
	Œufs clairs	2.70	3.036±0.154	3.30	2.6	2.906±0.179	3.95
	Œufs non éclos	2.8	3.039±0.149	3.30	2.65	2.925±0.183	3.7

D'après le tableau 29, la longueur moyenne des œufs incubés des reproducteurs en période début et pic de ponte sont respectivement de (2.973 ± 0.122 cm ; 3.042 ± 0.131 cm) pour le lot1 et (2.895 ± 1.146 ; 2.921 ± 0.141) pour le lot 2.

On remarque que la longueur des œufs incubés a augmenté dans le lot1 pendant la période de pic de ponte.

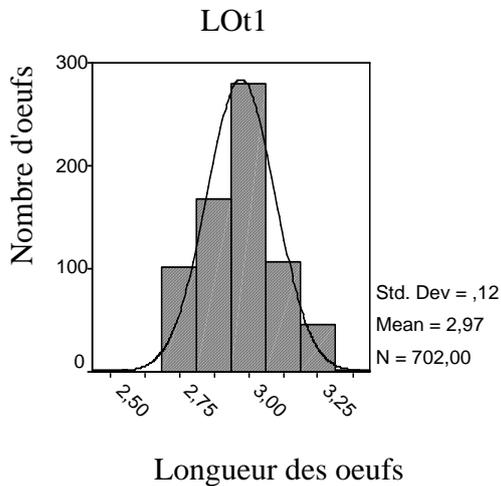
Par contre, dans le lot 2, la longueur est restée presque la même sauf que la valeur maximale est passée de 3.5cm à 3.95 cm en période de pic de ponte.

On peut dire que le poids des œufs est en relation avec leur longueur. En pic de ponte, le poids des œufs du lot1 a augmenté, il a entraîné une augmentation de leur longueur.

Entre les deux périodes, la longueur moyenne des œufs clairs et non éclos n'a pratiquement pas changé pour les deux lots.

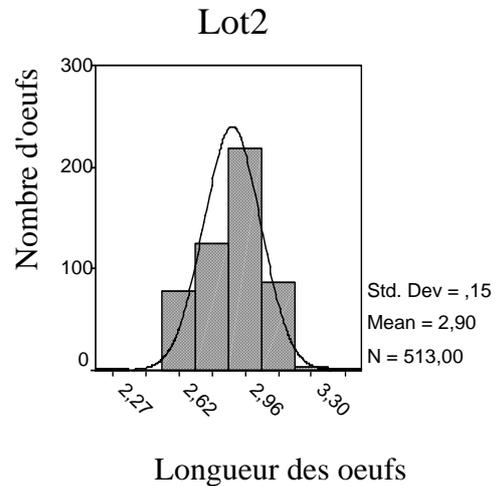
Début de ponte

Oeufs incubés



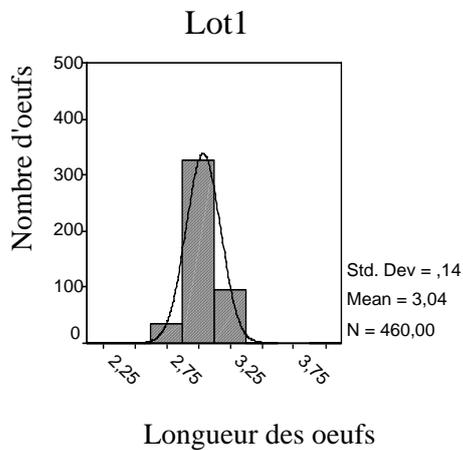
Début de ponte

Oeufs incubés



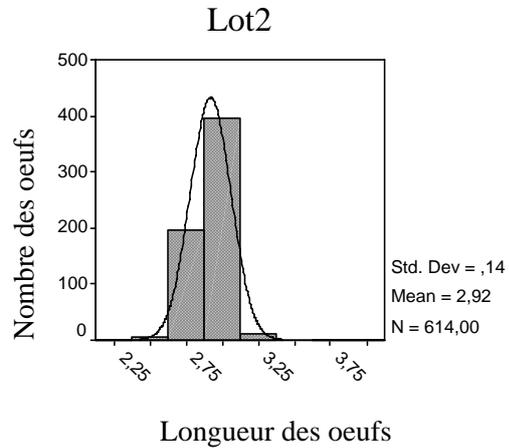
Pic de ponte

Oeufs incubés



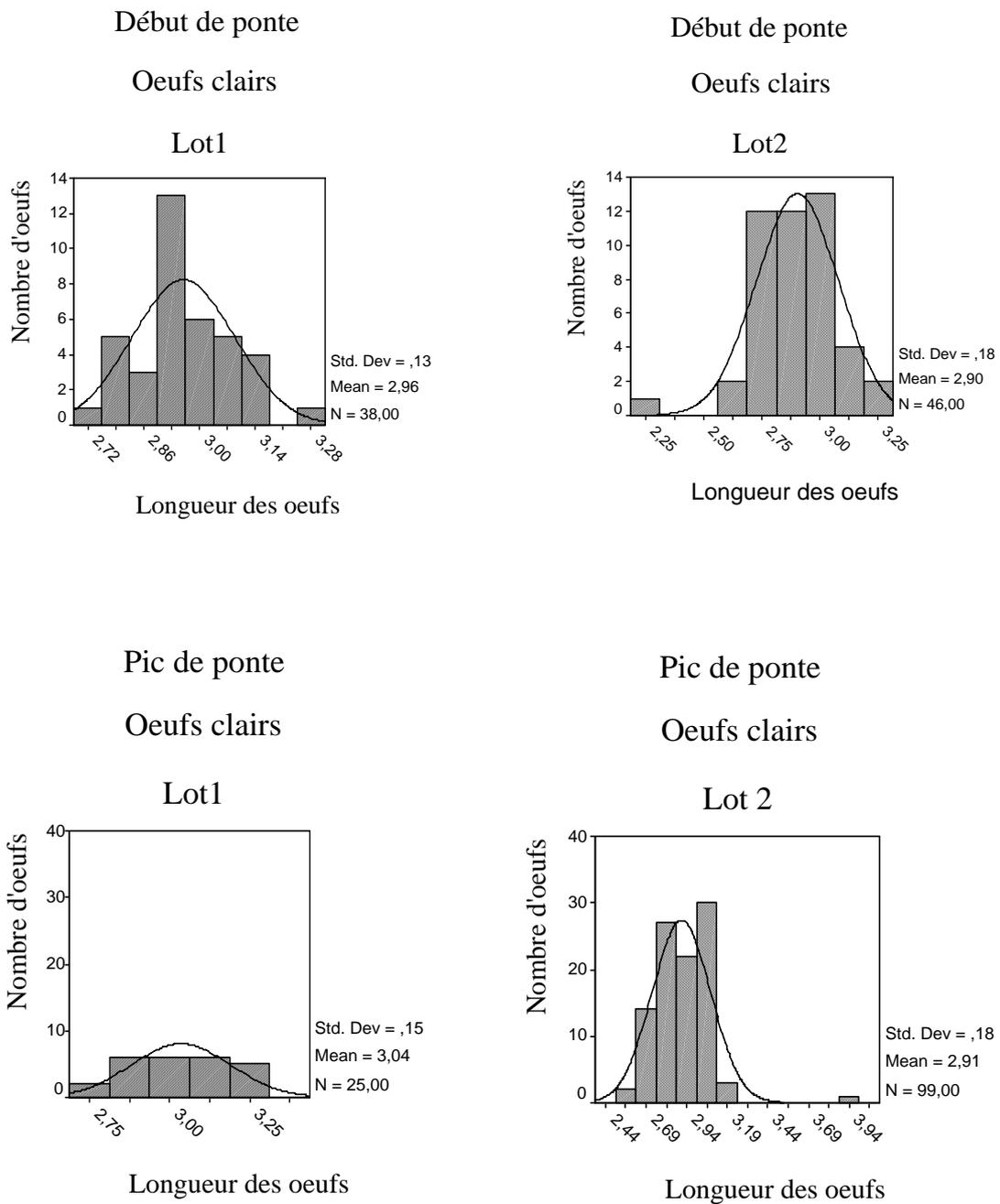
Pic de ponte

Oeufs incubés



**Figure 15 : Distribution de la longueur des œufs incubés des reproducteurs**

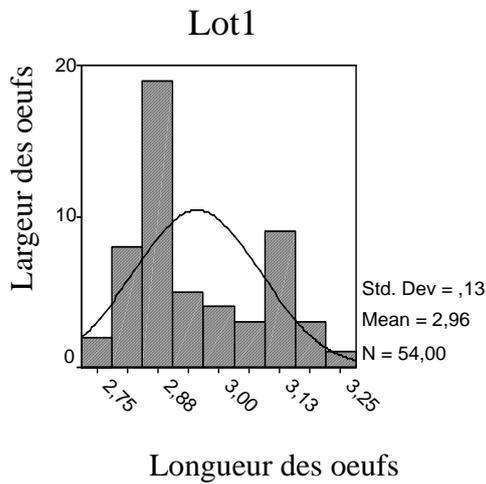
Les distributions des longueurs des œufs incubés des reproducteurs montrent que les œufs en début de ponte présentent une longueur qui varie de 2.75 à 3.25 cm. Par contre, lorsque l'intensité de ponte est à son maximum, la longueur tend à se stabiliser à une valeur de 3 cm. Ainsi, les deux lots présentent une meilleure homogénéité au pic de ponte.



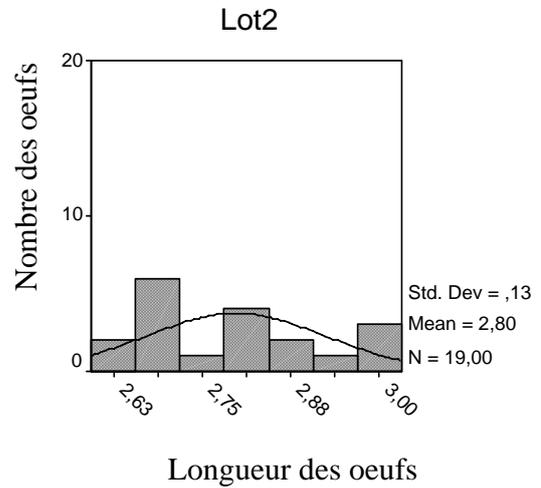
**Figure 16 : Distribution de la longueur des œufs clairs des reproducteurs**

D'après les distributions de la figure 16, la longueur des œufs clairs des deux lots et pour les deux périodes du cycle de ponte tend vers une valeur moyenne à légèrement élevée.

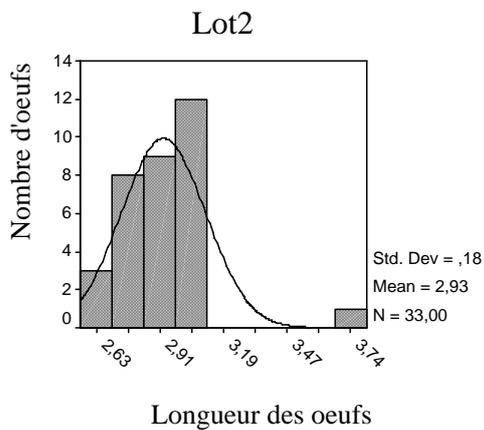
Début de ponte  
Oeufs non éclos



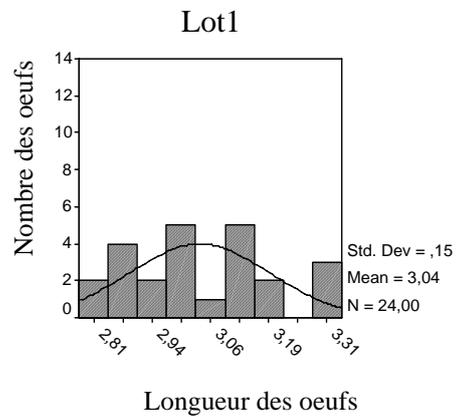
Début de ponte  
Oeufs non éclos



Pic de ponte  
Oeufs non éclos



Pic de ponte  
Oeufs non éclos



**Figure 17 : Distribution de la longueur des œufs non éclos des reproducteurs**

D'après les distributions de la figure 17, la longueur des œufs non éclos pour les deux périodes de ponte tend vers des valeurs au-dessous de la moyenne, donc les œufs non éclos sont généralement de petit format.

### 1-1-3 Largeur des œufs

Les tableaux 30 et 31 représentent la largeur moyenne des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs.

Les figures 18, 19, 20, 21 et 22 montrent les distributions de la largeur des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs.

**Tableau 30 : Largeur des œufs des parents**

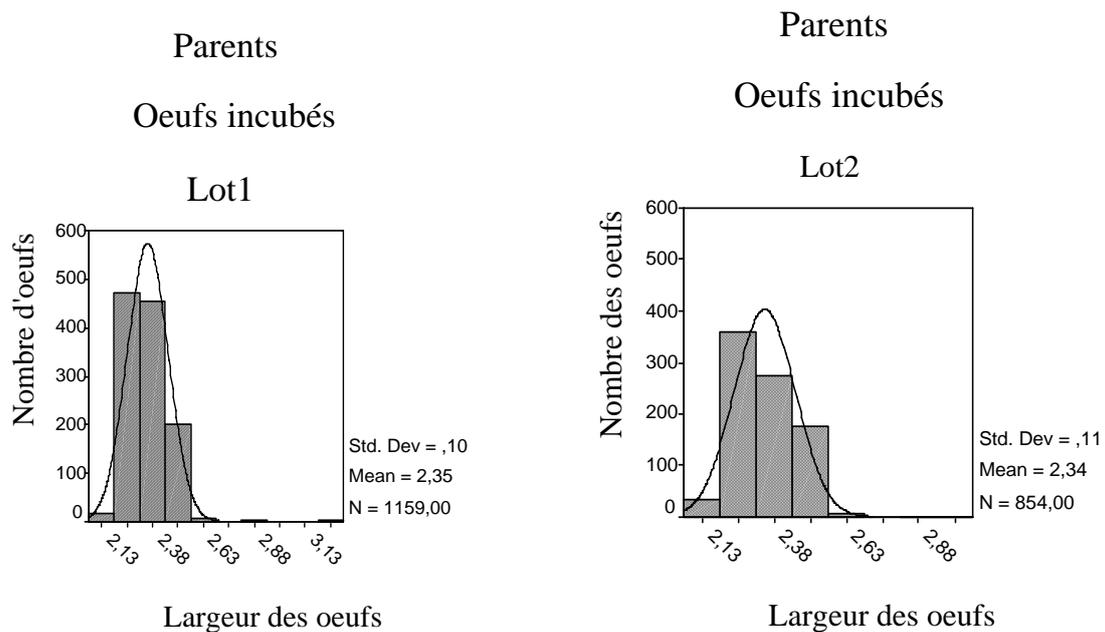
Largeur des œufs	Lot1			Lot2		
	Min (cm)	Moyenne $\pm\sigma$ (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Moyenne $\pm\sigma$ (cm)	Max (cm)
œufs incubés	2.10	2.350 $\pm$ 0.092	2.9	2.1	2.343 $\pm$ 0.105	2.95
œufs clairs	2.15	2.362 $\pm$ 0.120	2.55	2.1	2.341 $\pm$ 0.105	2.6
œufs non éclos	2.10	2.327 $\pm$ 0.107	2.60	2.10	2.355 $\pm$ 0.120	2.6

Le tableau 30 nous montre que la largeur moyenne des œufs incubés est respectivement de (2.350  $\pm$  0.092 cm ; 2.343  $\pm$  0.105 cm) pour le lot1 et le lot2.

Selon KUL et SEKER (2004), la largeur moyenne des œufs de *Coturnix japonica* est de 2.50  $\pm$  0.01cm avec une valeur minimale de 2.34 cm et une valeur maximale de 2.67cm.

Selon notre expérimentation, la largeur minimale enregistrée pour les deux lot est de 2.1 cm par et la largeur maximale varie de 2.9 à 2.95 cm.

La largeur moyenne des œufs clairs et non éclos est très proche de celle des œufs incubés. Pour les œufs clairs, la largeur est respectivement de (2.362  $\pm$  0.120 ; 2.341  $\pm$  0.105 cm) pour le lot 1 et lot 2 et pour les œufs non éclos les moyennes sont respectivement (2.327  $\pm$  0.107cm et 2.355  $\pm$  2.6 cm) pour le lot1 et lot2.

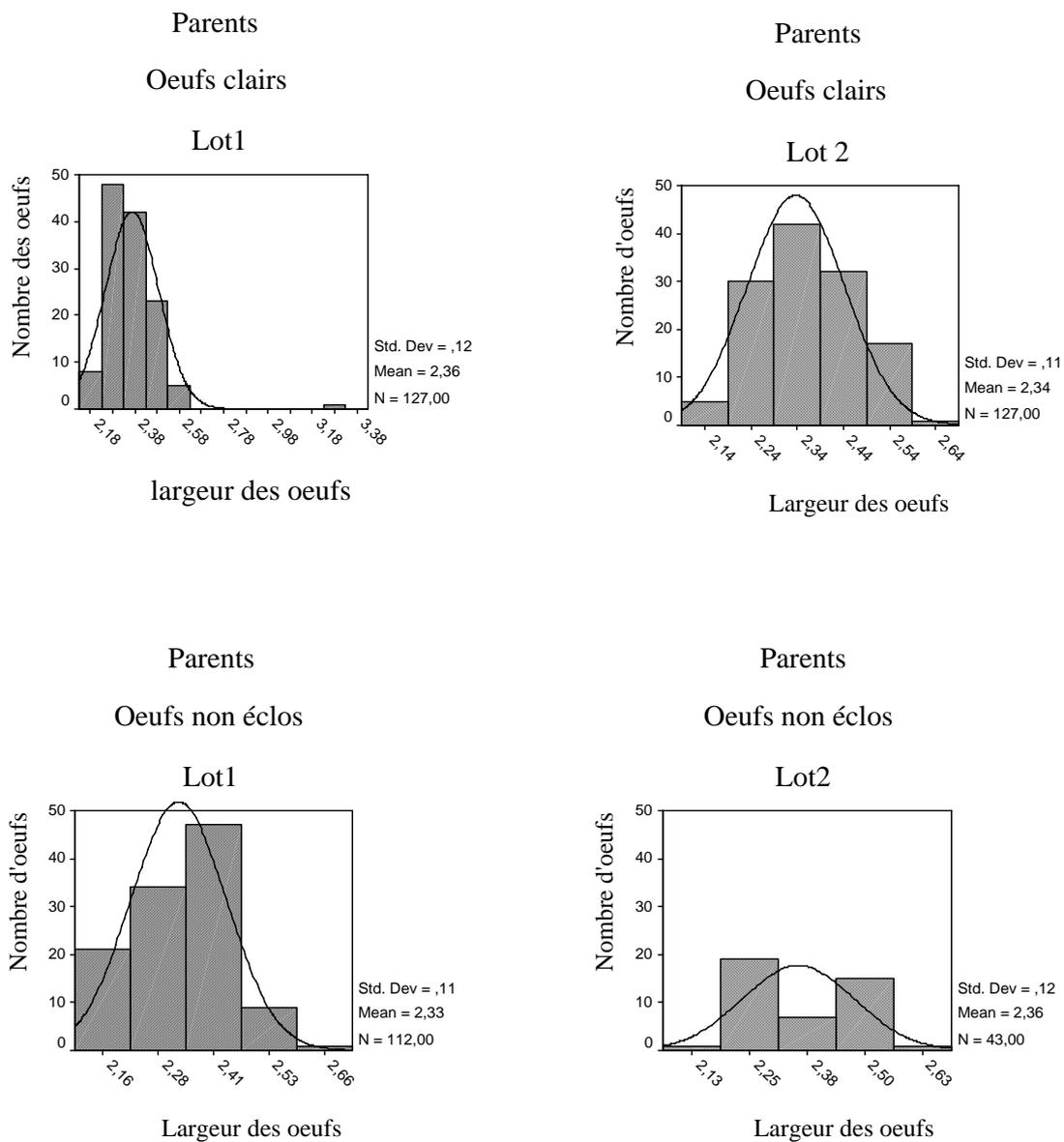


**Figure 18 : Distribution de la largeur des œufs incubés des parents**

D'après la figure 18, les distributions montrent que la largeur des œufs de *Coturnix japonica* est assez homogène.

La plus grande majorité des œufs présente une largeur de 2.25 et 2.38cm.

Cependant, certains œufs peuvent avoir une largeur dépassant 2.5cm.



**Figure 19 : Distribution de la largeur des œufs clairs et non éclos des parents**

La figure 19, nous révèle que l'œuf clair est généralement de petite largeur pour le lot1, par contre, pour les deux lots l'œuf non éclos peut prendre différentes largeurs.

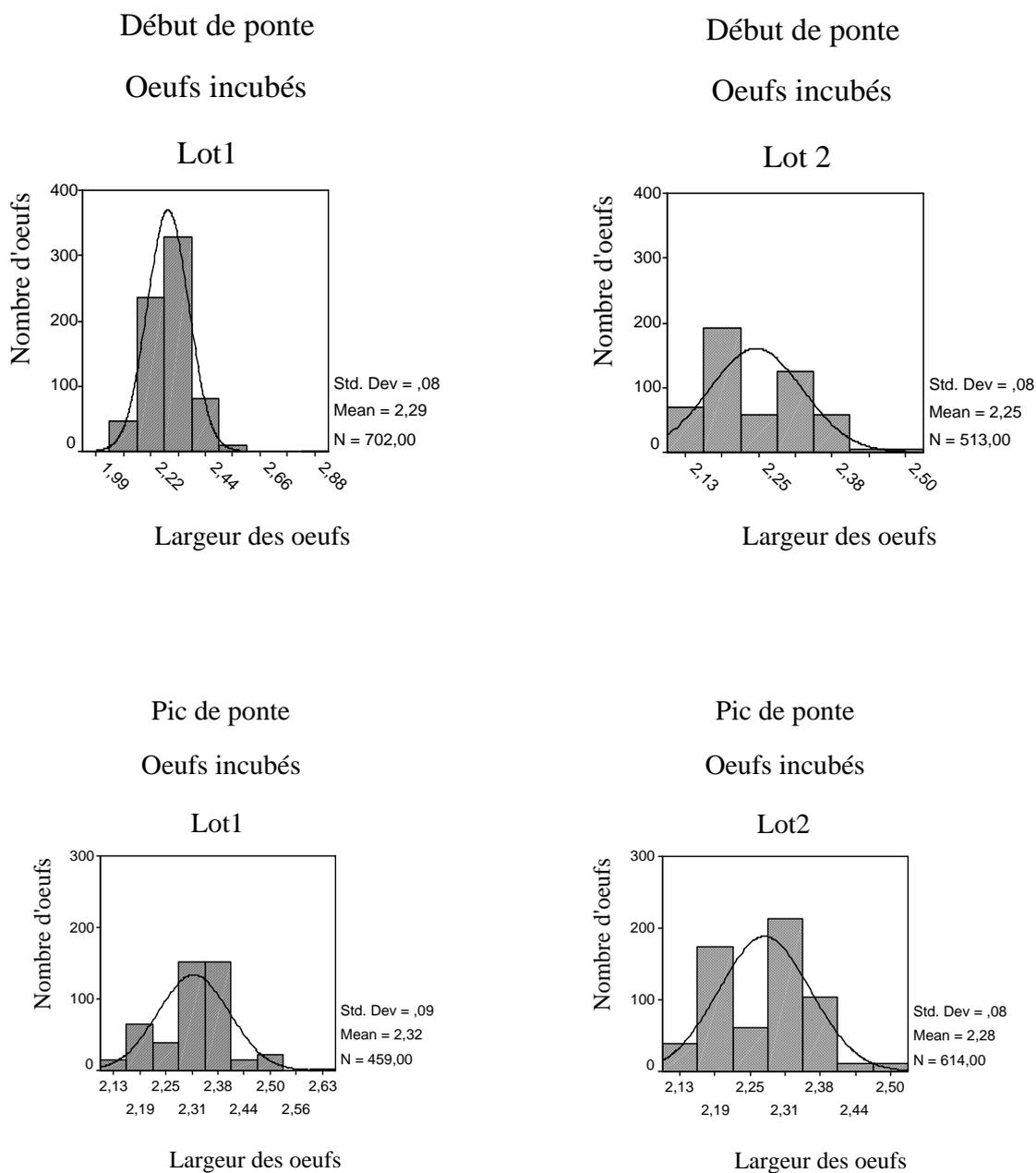
WILSON (1991) et KALITA (1994) ont rapporté que les œufs de largeur moyenne ont une meilleur éclosabilité par rapport aux œufs de grande ou petite largeur.

**Tableau 31: Largeur des œufs des reproducteurs**

<u>Largeur des oeufs</u>		Lot1			Lot2		
		Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Moyenne±σ (cm)	Max (cm)
<b>Début de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	2.05	2.284±0.081	2.5	2.10	2.245±0.079	2.5
	<b>Œufs clairs</b>	2.10	2.289±0.088	2.45	2.10	2.267±0.078	2.4
	<b>Œufs non éclos</b>	2.10	2.271±0.093	2.45	2.15	2.244±0.076	2.4
<b>Pic de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	2.10	2.316±0.085	2.6	2.10	2.275±0.081	2.5
	<b>Œufs clairs</b>	2.2	2.332±0.088	2.5	2.10	2.274±0.081	2.5
	<b>Œufs non éclos</b>	2.10	2.335±0.106	2.5	2.1	2.269±0.073	2.4

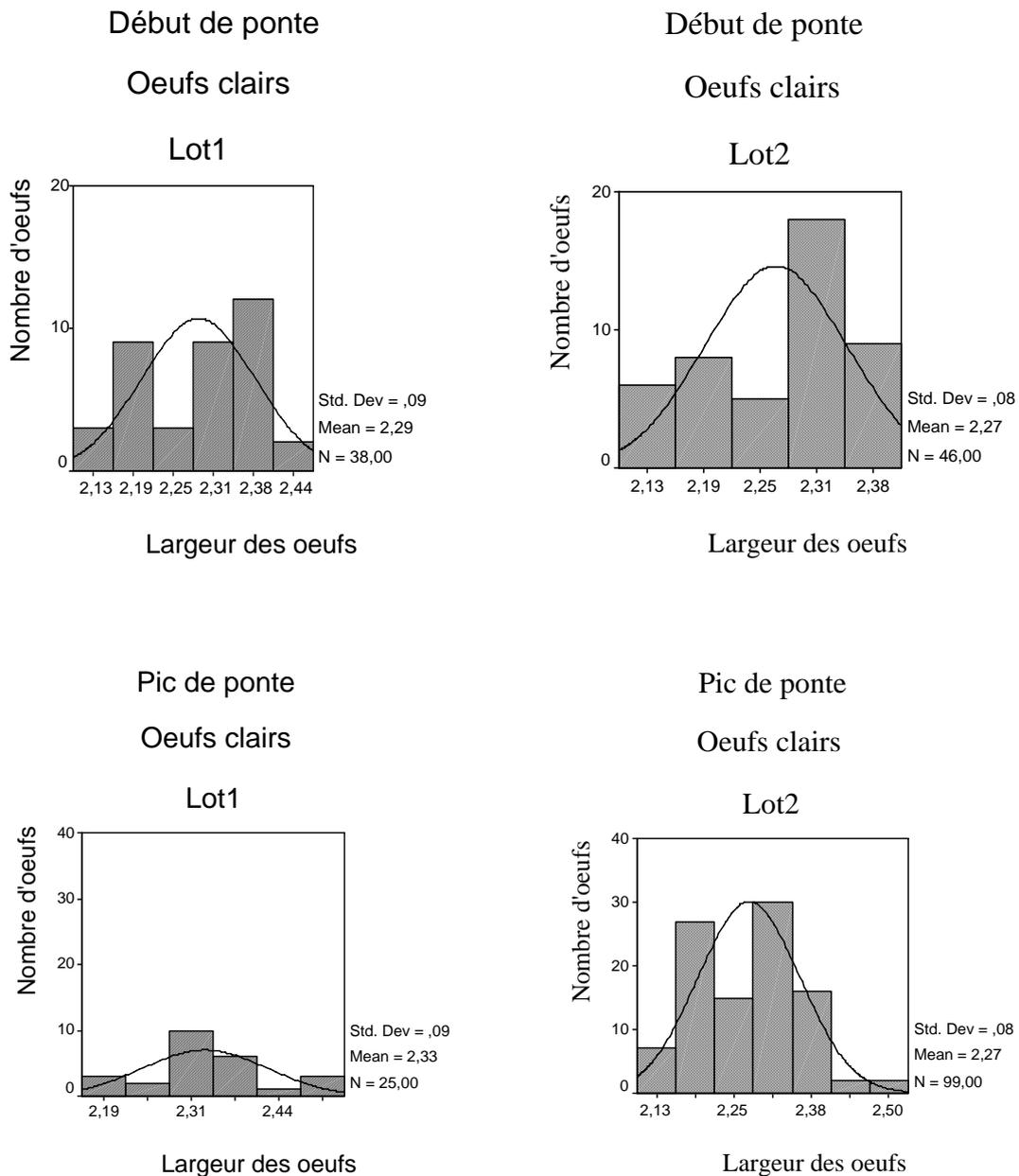
La légère augmentation des moyennes des œufs incubés, clairs et non éclos des cailles reproductrices entre les deux période de ponte, peut s'expliquer par l'effet de l'âge des parents sur la ponte d'œufs plus larges (KHURSHID et al, 2004).

Selon notre étude, on a enregistré une largeur moyenne des œufs incubés de 2.28 (lot1) et 2.24 cm (lot2) en début de ponte contre des moyennes de 2.32 (lot1) et 2.27cm (lot 2) en pic de ponte.



**Figure 20: Distribution de la largeur des œufs incubés des reproducteurs**

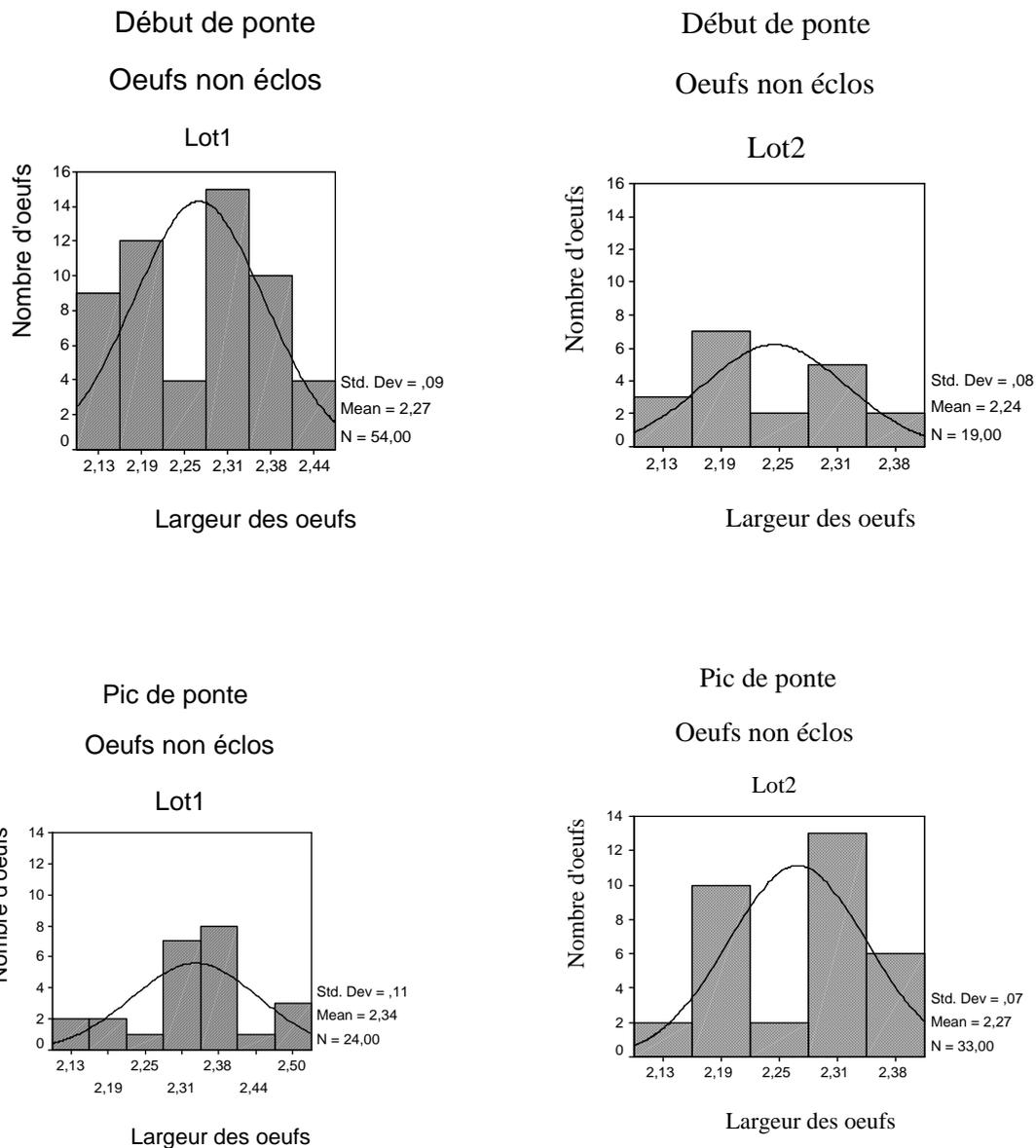
Les distributions de la figure 20 nous révèlent qu'en période de pic de ponte les œufs incubés des reproducteurs sont un peu plus larges que les œufs en début de ponte. La largeur la plus fréquente en début de ponte est comprise entre 2.19 et 2.25 cm. Par contre en pic de ponte elle varie entre 2.31 et 2.38 cm.



**Figure 21 : Distribution de la largeur des œufs clairs des reproducteurs**

La distribution des œufs clairs en début de ponte, montre que pour les deux lots, les œufs ayant une largeur moyenne sont de faible taux. Par contre, on observe un taux important d'œufs dont la largeur est supérieure à la moyenne.

En pic de ponte, l'œuf clair peut être d'une largeur faible, moyenne ou grande.



**Figure 22 : Distribution de la largeur des œufs non éclos des reproducteurs**

Pour les deux périodes de ponte, ces distributions montrent que la largeur des œufs non éclos est généralement supérieure ou inférieure à la moyenne, sauf en pic de ponte, le lot 1 présente un nombre important d'œufs ayant des valeurs proches à la moyenne.

Cependant, plusieurs auteurs rapportent l'effet de la taille de l'œuf sur l'éclosabilité et la fertilité des œufs de caille (WILSON, 1991 ; KHURSHID et *al.*, 2004).

#### 1-1-4 Indice de forme des œufs des parents

Les tableaux 32 et 33 représentent l'indice de forme moyen des œufs incubés, clairs et non éclos des parents et des reproducteurs

Les distribution de l'indice de forme des œufs incubés, clairs et non éclos sont représentés dans les figures 23, 24, 25, 26 et 27.

**Tableau 32 : Indice de forme des œufs des parents**

Indice de forme des oeufs	Lot1			Lot2		
	Min	Moyenne $\pm\sigma$	Max	Min	Moyenne $\pm\sigma$	Max
<b>Œufs incubés</b>	1.03	1.295 $\pm$ 0.068	1.79	1.07	1.288 $\pm$ 0.070	1.62
<b>Œufs clairs</b>	1.13	1.2916 $\pm$ 0.086	1.59	1.13	1.289 $\pm$ 0.070	1.49
<b>Œufs non éclos</b>	1.15	1.299 $\pm$ 0.068	1.44	1.16	1.282 $\pm$ 0.069	1.42

Pour les deux lots, un indice de forme moyen de 1.29 est enregistré pour les œufs incubés et clairs. Les œufs non éclos présentent un indice de forme de 1.3 (lot1) et 1.28 (lot2)

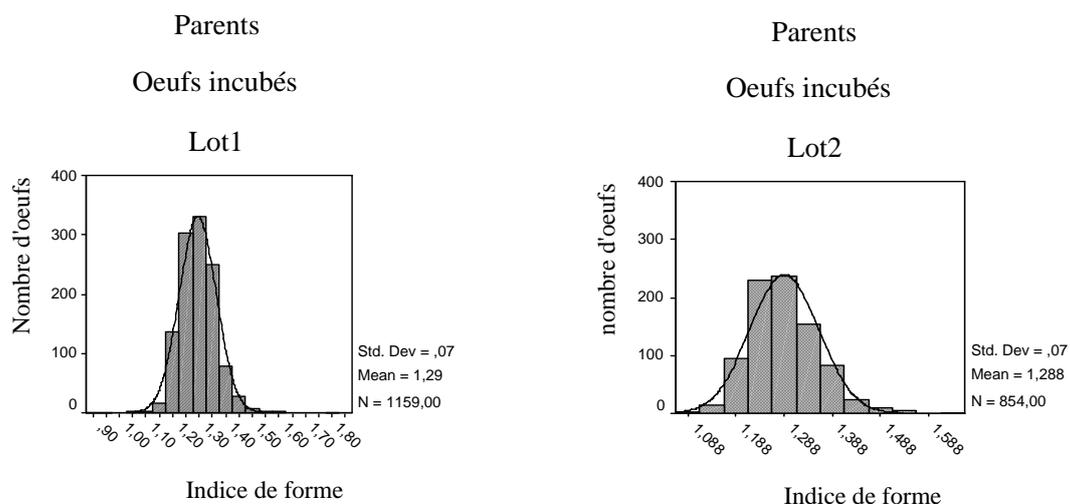
Pareillement, KUL et SEKER (2004) ont rapporté, chez *Coturnix japonica*, un indice de forme de 1.33.

Par contre, ces mêmes auteurs ont enregistré des valeurs maximales et minimales de 1.38 et 1.26 soit un écart de 0.12 et celles de notre étude sont de 1.79 et 1.03 soit un écart de 0.76.

Un indice de forme de 1.03 ou 1.07 (valeurs minimales) indique des œufs ronds. Ces œufs ne présentent pas de chambre à air et donc non incubables.

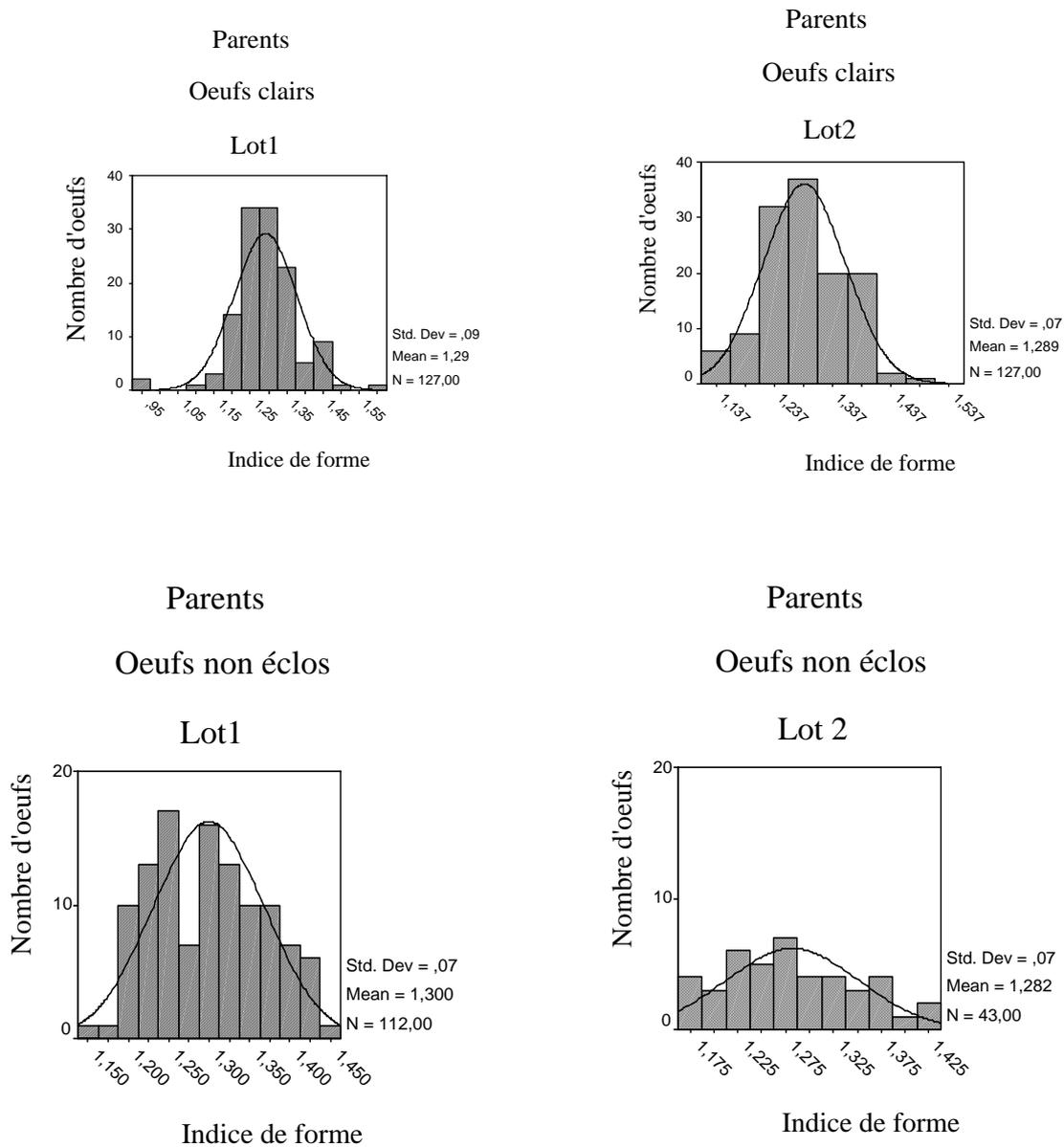
De même un indice de forme de 1.79 ou 1.62 (valeurs maximales) indique des œufs longs et étroits, qui souvent seront à l'origine des mortalités embryonnaires.

La fréquence de ces œufs est représentée dans les distributions gaussiennes (figure 23)



**Figure 23 : Distribution de l'indice de forme des œufs chez les parents**

L'observation de la distribution ainsi que les écarts types de l'indice de forme des œufs incubés, nous révèle que la forme de l'œuf dans la population parentale n'est pas très variable. Les valeurs les plus répandues sont comprises entre 1.15 et 1.30 (forme normale)



**Figure 24 : Distribution des indices de forme des œufs clairs et non éclos des parents**

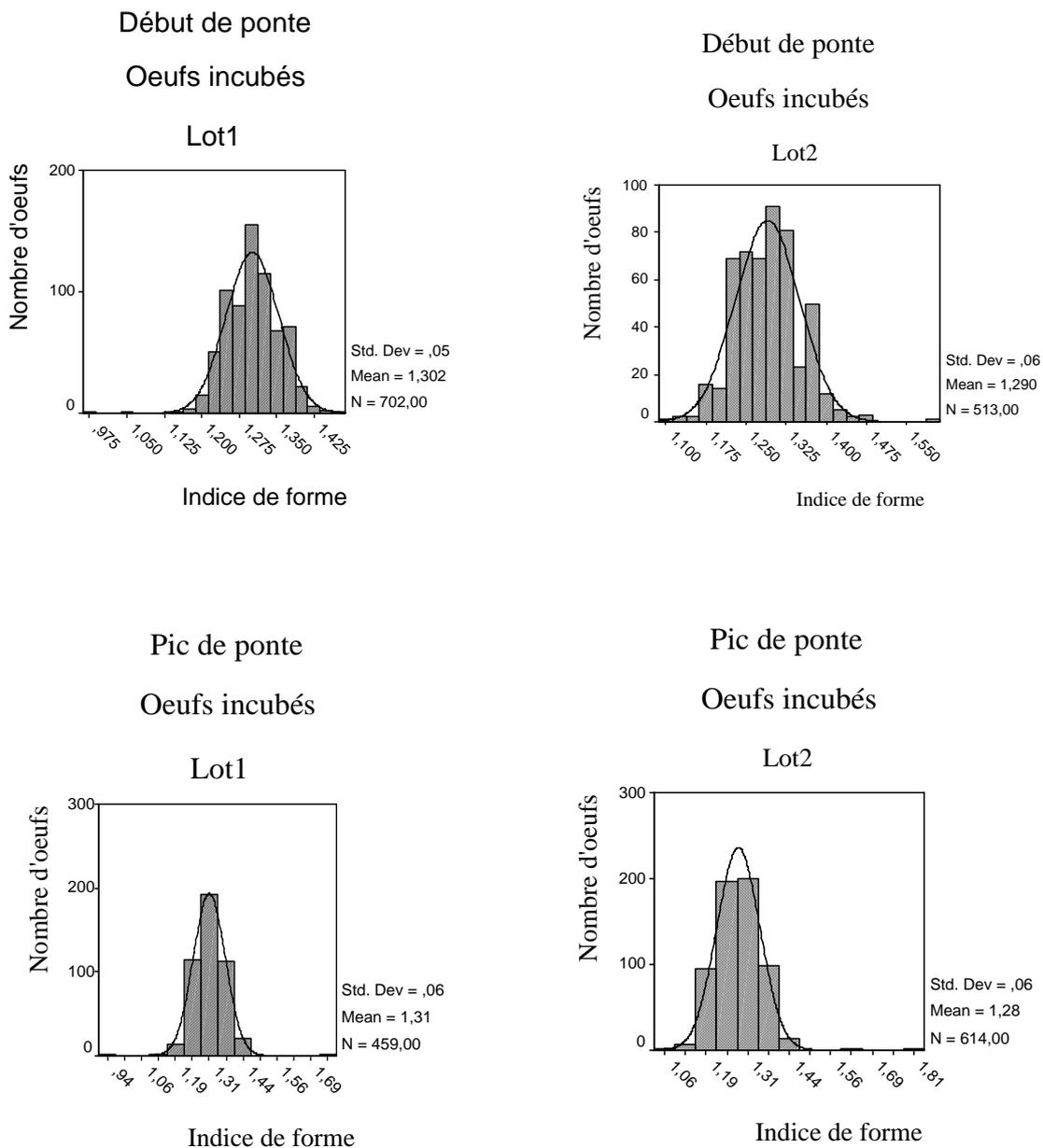
La distribution des œufs clairs et non éclos, nous montre que ces derniers n'ont pas une forme spécifique, ils peuvent avoir une forme normale.

**Tableau 33 : Indice de forme des œufs des reproducteurs**

<b><u>Indice de forme des œufs</u></b>		<b>Lot1</b>			<b>Lot2</b>		
		<b>Min</b>	<b>Moyenne±σ</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Moyenne±σ</b>	<b>Max</b>
<b>Début de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	1.04	<b>1.302±0.051</b>	1.48	1.10	<b>1.2902±0.060</b>	1.59
	<b>Œufs clairs</b>	1.19	<b>1.293±0.049</b>	1.41	1.10	<b>1.280±0.06</b>	1.48
	<b>Œufs non éclos</b>	1.18	<b>1.302±0.051</b>	1.39	1.13	<b>1.247±0.631</b>	1.36
<b>Pic de ponte</b>	<b>Œufs incubés</b>	1.14	<b>1.313±0.056</b>	1.77	1.05	<b>1.284±0.64</b>	1.8
	<b>Œufs clairs</b>	1.2	<b>1.302±0.057</b>	1.40	1.15	<b>1.278±0.081</b>	1.8
	<b>Œufs non éclos</b>	1.23	<b>1.302±0.050</b>	1.43	1.17	<b>1.290±0.087</b>	1.64

D'après le tableau 33, la forme de l'œuf incubé n'a pas changé avec l'augmentation de l'intensité de production des œufs. Des indices de forme de 1.30 (lot 1) et 1.29 (lot2), ont été enregistrés.

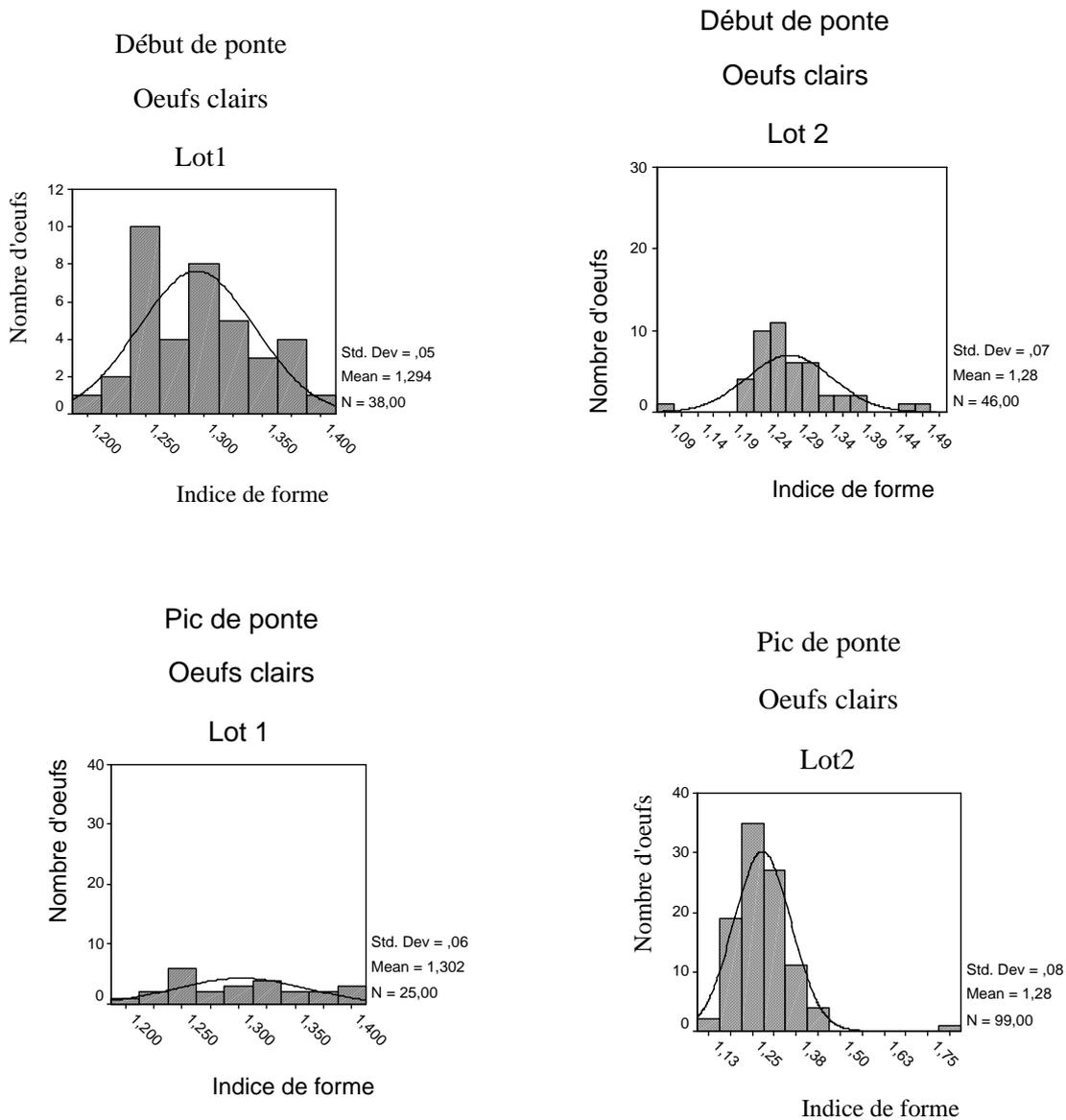
De même, ALTAN et *al.* (1998) avaient rapporté que l'indice de forme des œufs reste inchangé lors de sélection.



**Figure 25 : Distribution des indices de forme des œufs incubés des reproducteurs**

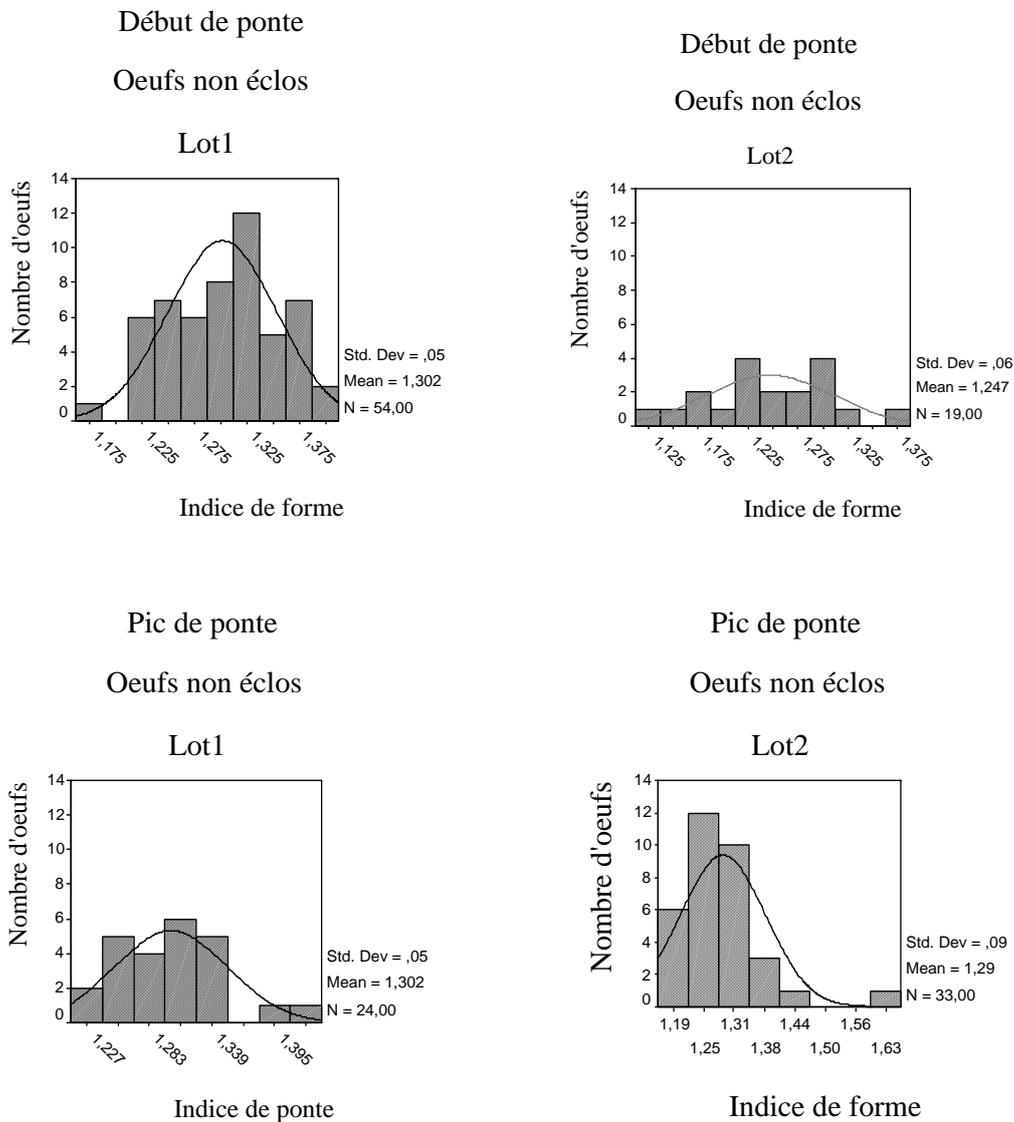
D'après la figure 25, la distribution montre que la forme des œufs devient plus uniforme lors de pic de ponte. Par contre, en début de ponte, la forme est plus variable.

SAUVEUR, en 1988, avait rapporté une augmentation de l'indice de forme des œufs avec l'augmentation de l'âge des reproducteurs.



**Figure 26 : Distribution des indices de forme des œufs clairs des reproducteurs.**

D'après ces distributions, les œufs clairs, pendant les deux périodes de ponte, peuvent avoir plusieurs formes. L'indice de forme le plus fréquent est de 1.25, ce dernier est inférieur à celui des oeufs incubés des parents.



**Figure 27 : Distribution des indices de forme des œufs non éclos des reproducteurs**

Les distributions des indices de forme illustrées dans la figure 27, nous révèlent qu'en début de ponte, les œufs sont un peu plus allongés. Par contre, en pic de ponte, les œufs les plus fréquents sont ceux ayant un indice de forme inférieur à la moyenne.

## 1-2 Paramètres génétiques

### 1-2-1 Les corrélations

#### 1-2-1-1 Les œufs des parents

Les tableaux 34, 35 et 36 représentent les corrélations phénotypiques entre les caractères externes des œufs incubés, clairs et non éclos des parents.

#### ◆ Les œufs incubés

**Tableau 34 : Corrélations entre les caractères externes des œufs incubés**

	Lot1			Lot2		
	Longueur	Largeur	Indice de forme	Longueur	Largeur	Indice de forme
Poids	0.730**	0.726**	0.138**	0.734**	0.841**	0.069**
Longueur		0.356**	0.704**		0.435**	0.677**
Largeur			-0.408			-0.366**

(\*) Corrélation significative à 0.05

(\*\*) Corrélation significative à 0.01

() Corrélation non significative

Une corrélation de 0.73 entre le poids et la longueur de l'œuf pour les deux lots a été enregistrée.

C'est une corrélation positive forte et très significative qui démontre que les deux caractères, poids et longueur de l'œuf de *Coturnix* sont étroitement liés et qui évoluent dans le même sens.

Pareillement, certains auteurs (KUL et SEKER, 2004) ont rapporté une corrélation similaire de 0.76.

De même, le poids et la largeur de l'œuf sont positivement et fortement corrélés.

Des coefficients de corrélations de 0.726 et 0.841 ont été retrouvés respectivement pour le lot1 et le lot2 ( $p < 0.01$ ), ces corrélations correspondent à celles rapportées par KUL et SEKER en (2004) de l'ordre de 0.80 .

Dans cette expérimentation, une corrélation phénotypique, statistiquement significative, positive et faible a été déterminée entre le poids de l'œuf et son indice de forme, elle est de 0.138 pour le lot1 et de 0.069 pour le lot2.

Ces corrélations phénotypiques sont similaires à celles rapportées par ISCAN et AKCAN (1995) pour les œufs de poule, par OZCELIK (2002) ; KUL et SEKER (2004) pour les œufs de cailles japonaises et qui sont respectivement de 0.26 ; 0.10 et 0.22.

D'après le tableau 34, Une corrélation positive, forte et très significative est enregistrée entre la longueur et l'indice de forme (0.704) contre une corrélation négative, moyenne et non significative de - 0.408 entre la largeur et l'indice de forme.

Les signes de ces deux corrélations découlent très logiquement de la formule reliant ces deux caractères à l'indice de forme.

Des corrélations respectives, de 0.356 et 0.435 pour le lot1 et le lot2, ont été enregistrées entre la longueur et la largeur de l'œuf.

De même KUL et SEKER (2004) ont rapporté une corrélation phénotypique similaire de 0.35.

#### ♦ Les œufs clairs

**Tableau 35 : Corrélations entre caractères externes des œufs clairs**

	Lot1			Lot2		
	Longueur	Largeur	Index de forme	Longueur	Largeur	Index de forme
Poids	0.632**	0.562**	0.157**	0.730**	0.867**	0.044
Longueur		0.251	0.755**		0.435**	0.675**
Largeur			-0.437			-0.370**

(\*) Corrélation significative à 0.05

(\*\*) Corrélation significative à 0.01

() Corrélation non significative

Les corrélations entre le poids et la taille de l'œuf clair sont moins fortes que celles enregistrées pour les œufs incubés, elles sont toujours positives et très significative.

◆ **Les œufs non éclos**

**Tableau 36: Corrélations entre les caractères externes des œufs non éclos**

	Lot1			Lot2		
	Longueur	Largeur	Index de forme	Longueur	Largeur	Index de forme
Poids	0.733**	0.804**	0.070**	0.761**	0.925**	-0.039
Longueur		0.466	0.640**		0.532**	0.595**
Largeur			-0.379			-0.363*

(\*) Corrélation significative à 0.05

(\*\*) Corrélation significative à 0.01

Le tableau 36 nous révèle une très forte corrélation positive et très significative entre le poids de l'œuf non éclos et sa largeur, ce qui permet de dire qu'un œuf non éclos lourd est généralement un œuf long et large.

**1-2-1-2 Les œufs des reproducteurs**

Les tableaux 37,38 et 39 représentent les corrélations phénotypiques entre les caractères externes des œufs incubés, clairs et non éclos des reproducteurs.

◆ **Les œufs incubés**

Tableau 37 Corrélations entre les caractères externes des œufs incubés des reproducteurs en début et pic de ponte.

	Caractères de l'œuf	Lot1			Lot2		
		Longueur	Largeur	Indice de forme	Longueur	Largeur	Indice de forme
<b>Début de ponte</b>	Poids	0.756**	0.784**	0.054	0.743**	0.749**	0.201**
	Longueur		0.445**	0.610**		0.439**	0.724**
	Largeur			-0.436**			-0.30**
<b>Pic de ponte</b>	Poids	0.702**	0.819**	0.024	0.624**	0.796**	0.041
	Longueur		0.404**	0.663**		0.317**	0.744**
	Largeur			-0.416			-0.397**

(\*) corrélation significative à 0.05

(\*\*) corrélation significative à 0.01

Pour les deux périodes de ponte, des corrélations fortes, positives et très significatives sont enregistrées entre le poids de l'œuf incubé et les paramètres de forme.

Par contre, pour les deux périodes de ponte, le poids de l'œuf incubé et son indice de forme sont faiblement corrélés (tableau 37).

Il est à remarquer que le facteur temps n'agit pas sur les valeurs des corrélations.

#### ♦ Les œufs clairs

**Tableau 38 : Corrélations entre les caractères externes des œufs clairs des reproducteurs en début et pic de ponte.**

		Lot1			Lot2		
Caractères de l'œuf		Longueur	Largeur	Indice de forme	Longueur	Largeur	Indice de forme
Début de ponte	Poids	0.781**	0.896**	-0.037	0.815**	0.722**	0.492**
	Longueur		0.572**	0.537**		0.577**	0.823**
	Largeur			-0.383*			0.011
Pic de ponte	Poids	0.832**	0.824**	0.253	0.568**	0.747**	0.133
	Longueur		0.543**	0.691**		0.257*	0.838**
	Largeur			-0.231			-0.311**

(\*) Corrélation significative à 0.05

(\*\*) Corrélation significative à 0.01

() Corrélation non significative

D'après le tableau 38, en début et en pic de ponte, le poids de l'œuf clair est fortement et positivement corrélé avec sa longueur et sa largeur.

Une corrélation moyenne et positive est enregistrée entre le poids de l'œuf clair et son indice de forme. Sauf pour le lot 1, où la corrélation est négligeable (- 0.037) pendant la période de faible intensité de ponte.

Pour les deux périodes, la longueur et la largeur de l'œuf clair évoluent dans le même sens.

◆ Les œufs non éclos

**Tableau 39 : Corrélations entre les caractères externes des œufs non éclos des reproducteurs en début et pic de ponte.**

		Lot1			Lot2		
Caractères de l'œuf		Longueur	Largeur	Indice de forme	Longueur	Largeur	Indice de forme
Début de ponte	Poids	0.769**	0.882**	-0.077	0.525*	0.846**	-0.094
	Longueur		0.558**	0.511**		0.186	0.761**
	Largeur			-0.428**			-0.495*
Pic de ponte	Poids	0.874**	0.892**	0.034	0.264	0.798**	-0.137
	Longueur		0.691**	0.449*		0.111	0.878**
	Largeur			-0.336			-0.378*

Le tableau 39 nous montre que, pour les deux périodes de ponte, des corrélations positives sont enregistrées entre le poids, la longueur et la largeur de l'œuf non éclos. Pour le lot1, cette corrélation est moyenne mais fortement significative entre la longueur et la largeur de l'œuf, tandis qu'elle est faible pour le lot2.

La corrélation entre le poids et l'indice de forme est négligeable et ceci pour les deux lots.

## 2- Paramètres zootechniques relatifs aux performances d'incubation :

### 2-1 Population initiale

**Tableau 40 : Performances d'incubation des œufs de la population initiale**

<b>Paramètres</b> <b>Lots</b>	<b>Fertilité</b>	<b>Eclosabilité des œufs incubés</b>	<b>Eclosabilité des œufs fertiles</b>	<b>Mortalité embryonnaire</b>
<b>Lot1</b>	85.24%	75.58%	88.66%	11.34%
<b>Lot2</b>	85.13%	80.09%	94.09%	5.91%

D'après le tableau 40, la fertilité du lot1 et lot 2 est respectivement de 85.24% et 85.13 %.

Pareillement, de nombreux auteurs ont rapporté, chez la caille japonaise, un taux de fertilité supérieur à 80% (SHANAWAY, 1994 ; FAROOQ et *al.*, 2001 ; KHURSHID et *al.*, 2004)

Le taux d'éclosion des œufs incubés retrouvé dans notre expérimentation est de 75.58% pour le lot 1 et 80.09% pour le lot 2 ; ces taux sont en accord avec ceux retrouvés par KERHARO en (1987) qui a rapporté un taux d'éclosion variant de 75 à 80% pour les œufs incubés.

Par contre, certains auteurs ont rapporté des taux d'éclosabilité nettement inférieur à nos résultats, ces taux sont de 56.80% (FAROOQ et *al.*, 2001), 55.14% (KHURSHID et *al.*, 2004).

Notre population de caille japonaise présente une forte éclosabilité des œufs fertiles 88.66% et 94.09 % respectivement pour le lot 1 et le lot 2, en la comparant avec celle retrouvée par FAROOQ et *al.* (2001) (71.16%) et KHURSHID et *al.* (2004) (67.6%)

De même, KERHARO (1987) avait rapporté un taux d'éclosion des œufs fertiles compris entre 85 et 90%.

D'après notre expérimentation, il a été observé un taux de mortalité embryonnaire compris entre 5 et 11% pour les deux lots, relativement faible à ceux retrouvés par de nombreux auteurs, sachant que LUCOTTE (1974), MENASSE (1986) avaient rapporté un taux variant de 10 à 20%. Par contre, FAROOQ et ses collaborateurs (2001) avaient trouvé un taux de mortalité embryonnaire plus important (28.84%).

## **2-2 Les reproducteurs**

**Tableau 41 : Performances d'incubation des œufs des reproducteurs**

<b>Périodes Paramètres</b>	<b>Lot1</b>		<b>Lot2</b>	
	<b>Début de ponte</b>	<b>Pic de ponte</b>	<b>Début de ponte</b>	<b>Pic de ponte</b>
<b>Fertilité %</b>	94.57	94.55	91.05	83.87
<b>Éclosabilité des œufs incubés%</b>	87	89.32	87.35	78.50
<b>Éclosabilité des œufs fertiles %</b>	91.99	94.47	95.94	93.59
<b>Mortalité embryonnaire%</b>	8.01	5.53	4.06	6.41

D'après notre étude expérimentale, la fertilité des reproducteurs, en début de ponte, est de 94.57% et 91.05% respectivement pour le lot 1 et lot 2 contre un taux de fertilité de 94.55% (lot1) et de 83.87% (lot2) en période de pic de ponte.

Il est à signaler que la fertilité en pic de ponte a diminué pour les deux lots.

De même, plusieurs recherches ont montré l'effet de l'âge des parents sur la fertilité des œufs (INSKO et *al.*, 1971 ; KLING et SOARES, 1982 ; NARAHAARI et *al.*, 1988 ; ERENSAYIN, 2002).

D'après nos résultats, les taux de fertilité en début et en pic de ponte sont supérieurs à ceux retrouvés par (DIXON et *al.*, 1992 ; SEKER et *al.*, 2004). Ces auteurs ont donné des taux respectifs de 78.92% et 71 à 81.8 % en début et en pic de ponte.

D'après ce même tableau, le taux d'éclosabilité des œufs incubés en début de ponte est de 87 et 87.35% respectivement pour le 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> lot. Cette performance est meilleure que celle rapportée par (DIXON et *al.*, 1992 ; SEKER et *al.*, 2004) pour la même période de production.

En période de pic de ponte, les taux d'éclosabilité des œufs incubés sont respectivement de 89.32% et 78.50% pour le lot 1 et lot 2, ces valeurs sont supérieures à celles retrouvées par KUMAR et *al.* (1990) (51.1%) et SEKER et *al.* (2004) (59.92%).

En comparant l'éclosabilité des œufs incubés pendant les deux périodes, on enregistre une augmentation du taux d'éclosion dans le lot 1 contre une diminution dans le lot 2.

La plus part des auteurs s'accordent à dire que l'éclosabilité des œufs incubés diminue avec l'âge des reproducteurs (NARAHARI et *al.*, 1988 ; SAHAN et IPEK, 2000 ; ELIBOL et *al.*, 2002 )

Selon notre expérimentation, les taux d'éclosabilité des œufs fertiles en début de ponte sont respectivement de 91.99 % et 95.94% pour le lot 1 et 2, contre un taux de 94.47% (lot1) et 93.59% (lot2) en pic de ponte.

L'augmentation du taux d'éclosabilité en pic de ponte pour le lot 1 a été rapporté par les travaux de SEKER et *al.* (2004) ( 93.33% en pic de ponte contre 82.53% en début de ponte).

Par contre, la diminution du taux d'éclosabilité des œufs fertiles en pic de ponte pour le lot 2 concorde avec les résultats d'ERENSAYIN (2002) qui a enregistré un taux d'éclosabilité de 74.72% et 69.44 % respectivement pour la période de pic et début de ponte.

Cette diminution du taux d'éclosabilité des œufs fertiles dans le lot 2 pourra s'expliquer par l'augmentation de la mortalité embryonnaire.

Dans notre travail expérimental, on a enregistré un taux de mortalité embryonnaire de 8.01% (lot1) et 4.06% (lot2) en début de ponte contre un taux de mortalité embryonnaire de 5.53% (lot1) et 6.41% (lot2) en pic de ponte.

Il est à noter que dans une étude récente, PETEK et DIKMEN (2004) ont trouvé un taux supérieur de mortalité embryonnaire en pic de ponte.

Selon plusieurs auteurs, la mortalité embryonnaire est plus fréquente pour les œufs provenant de femelles âgées (NOVO et al 1997 ; SAHAN et IPEK, 2000).

Par contre, SEKER et al. (2004) ont montré que l'âge des reproducteurs n'avait aucun effet significatif sur le taux de mortalité embryonnaire.

A l'issue de cette première partie de l'expérimentation, l'œuf de la caille élevée dans les conditions de l'ITELV présente les caractéristiques suivantes :

- Des poids moyens de 11.5g à 11.86g. Ces derniers sont les plus fréquents. Par contre, les poids de 9g et 15g sont rares.  
Le poids des œufs des reproducteurs sélectionnés augmente avec l'âge des cailles, passant de 10.98 à 11.54g (lot1) et de 10.44 à 10.66g (lot2). Cependant les écarts sont plus ou moins réduits.
- La longueur des œufs des parents est de 3.02 à 3.04cm. Elle est de 2.9 à 2.97 cm en début de ponte et de 2.92 à 3.04 cm en pic de ponte chez les reproducteurs sélectionnés
- La largeur des œufs des parents est de 2.34 à 2.35cm. Elle est de 2.25 à 2.28cm en début de ponte et de 2.28 à 2.32cm en pic de ponte chez les reproducteurs sélectionnés.
- L'indice de forme nous renseigne sur la validité de l'œuf à l'incubation. Il est de 1.29 pour les parents. Pour les reproducteurs, il varie de 1.29 à 1.30 en début de ponte et de 1.28 à 1.31 en pic de ponte.

Ces caractères morphologiques dit de qualité de production sont à héritabilité élevée donc génétiquement fixables.

Il a été démontré que le poids de l'œuf est corrélé positivement au poids du cailleteau à l'éclosion. Ce dernier est positivement corrélé au poids des cailles à différents âges.

Ainsi, il serait préférable d'incuber les œufs à poids moyen et élevé. Les œufs à poids faible ou à indice de forme non conforme doivent être utilisés pour leur qualité thérapeutique à fin d'éviter une perte économique.

- Les corrélations enregistrées prouvent que le poids de l'œuf est proportionnel à la longueur et à la largeur sans relation apparente avec le temps de ponte. Par contre, entre le poids et l'indice de forme la corrélation est négligeable voire même nulle.

- La fertilité des œufs de caille des parents est de 85%, l'éclosabilité varie de 75.6 à 80.1%. Pour les œufs fertiles, le taux d'éclosion est de 88.7 à 94.1% avec une mortalité embryonnaire de 5.9 à 11.3%.

La fertilité des œufs de caille des reproducteurs varie entre 83.9 et 94.6%.

Le taux d'éclosion des œufs fertiles oscille entre 92% et 95.9% engendrant des mortalités embryonnaires variant entre 4.1 et 8 %. Ces performances obtenues en début et en pic de ponte ne montrent aucun effet causal particulier.

Ces résultats qui corroborent à ceux de la bibliographie par fois même meilleurs ; sont là pour dire que l'équilibre mâle - femelle ainsi que les conditions d'incubations sont respectés.

### 3- Paramètres zootechnique et génétique relatifs aux performances de croissance

#### 3-1 Paramètres zootechniques

**3-1-1 Poids vifs des caillies** Les tableaux 42 et 43 représentent les poids vifs des caillies (parents et reproducteurs, mâles et femelles) et des progénitures. Les distributions du poids des parents et des reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge sont illustrées dans les figures : 28, 30, 31 et 33. Les figures 29, 32 et 34 présentent les courbes de croissance des parents et les courbes de croissance comparatives entre mâles - femelles et parents - reproducteurs.

**Tableau 42 : Poids vifs des caillies à différentes semaines d'âge**

Poids corporel (g)		Parents (g)			Reproducteurs sélectionnés (g)			Femelles parents (g)			Femelles reproductrices (g)			Mâles parents (g)			Mâles reproducteurs (g)		
Age (sem)	Lot	Min	X±σ	Max	Min	X±σ	Max	Min	X±σ	Max	Min	X±σ	Max	Min	X±σ	Max	Min	X±σ	Max
1	1	10.40	23.37 ± 4.36	37.53	13.91	24.42 ± 4.08	34.44	13.91	24.31 ± 4.38	37.53	13.91	25.22 ± 4.36	34.44	14.26	23.36 ± 3.85	33.59	15.33	22.90 ± 2.99	29.4
	2	10.53	19.04 ± 3.93	31.66	11.58	19.82 ± 3.62	30.78	11.31	19.51 ± 4.14	31.66	11.58	19.87 ± 3.97	30.78	10.53	18.70 ± 3.56	29.73	14.95	19.72 ± 2.77	26.06
2	1	19.71	43.74 ± 9.62	69.22	22.48	43.84 ± 9.03	69.19	19.71	45.41 ± 9.63	69.19	22.48	45.15 ± 9.57	69.19	22.63	43.07 ± 9.07	69.22	24.64	41.14 ± 7.14	58.1
	2	24.48	52.75 ± 8.23	81.03	24.48	55.85 ± 7.13	72.99	24.48	55.12 ± 7.63	76.92	24.48	56.24 ± 7.63	72.99	31.61	52.81 ± 6.77	81.03	34.88	55.02 ± 5.93	66.30
3	1	46.08	79.26 ± 11.81	111.92	51.47	81.14 ± 11.36	111.92	46.08	81.51 ± 11.45	111.92	53.53	82.34 ± 11.35	111.92	47.66	77.72 ± 11.57	106.25	51.47	78.90 ± 11.10	100.18
	2	40.69	84.70 ± 15.96	128.61	60.07	91.09 ± 14.33	128.61	40.68	88.48 ± 15.80	128.61	61.21	92.73 ± 13.74	128.61	43.47	81.76 ± 14.36	126.01	60.07	87.26 ± 15.13	126.01
4	1	58.71	110 ± 15.13	147.13	83.81	115.05 ± 13.26	141.96	71.21	113.21 ± 14.30	141.96	71.21	115.65 ± 13.92	141.96	66.92	106.86 ± 14.61	147.13	66.92	110.88 ± 15.09	137.52
	2	67.43	119.13 ± 18.82	177.15	76.82	129.97 ± 16.38	177.15	67.43	124.21 ± 18.18	159.69	90.47	130.66 ± 14.54	154.99	69.27	115.78 ± 18.40	177.15	76.82	128.21 ± 20.45	177.15
5	1	79.11	141.32 ± 17.51	193.70	112.15	151.67 ± 12.42	191.26	79.11	147.10 ± 16.26	191.26	125.65	154.37 ± 12.58	191.26	83.70	136.13 ± 16.54	193.70	112.15	147.19 ± 10.80	166.88
	2	74.51	138.03 ± 18.92	183.18	119.52	151.20 ± 12.95	179.51	74.51	144.43 ± 18.07	183.18	119.52	152.33 ± 12.51	179.51	85.70	132.60 ± 17.67	179.51	122.84	148.33 ± 13.79	179.51
6	1	84.85	161.54 ± 21.61	219.70	146.02	178.13 ± 14.21	219.70	88.85	171.72 ± 20.43	219.70	159.17	184.29 ± 12.11	219.70	93.29	150.17 ± 16.64	192	146.02	165.56 ± 8.93	190.40
	2	75	151.31 ± 19.23	210.50	141.86	165.71 ± 11.31	200.85	75	157.19 ± 19.44	210.50	144.43	167.28 ± 10.88	200.85	90.91	145.01 ± 16.79	199.16	141.86	162.32 ± 11.55	199.16

D'après notre expérimentation, le poids corporel moyen enregistré chez les cailles parents à la première semaine d'âge est de  $23.37 \pm 4.36$  g et  $19.04 \pm 3.93$  g respectivement pour le lot 1 et lot2.

Cette performance est proche à celle enregistrée par (ALMEIDA et *al.*, 2002 ; ÖZBEY et *al.*, 2006) qui pour la même semaine d'âge, rapportent des poids moyens de  $21.4 \pm 1.7$ g et 28.64g chez des cailles japonaises non sélectionnées.

Il est à noter également, que les poids rapportés par ces mêmes auteurs sont aussi proches aux poids moyens enregistrés par nos reproducteurs sélectionnés. Ces derniers sont respectivement de  $24.42 \pm 4.08$ g et  $19.82 \pm 3.62$ g pour le lot1 et lot2.

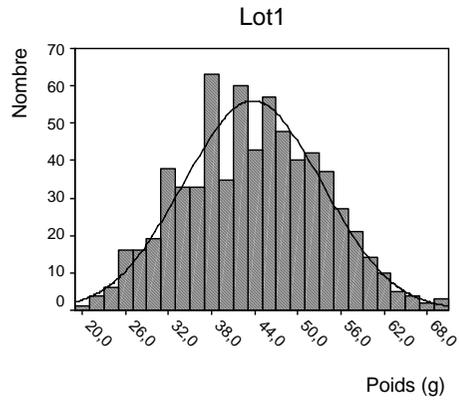
Ce même tableau montre une différence de poids vif moyen entre les cailleaux parents mâles et femelles mais qui n'est pas très prononcée entre la première et la troisième semaine d'âge, elle varie entre 0.38g et 4.81g.

Par contre, à partir de la quatrième semaine d'âge, cette différence devient plus nette et atteint des valeurs respectives de 21.55g et 12.18g pour le lot1 et lot2.

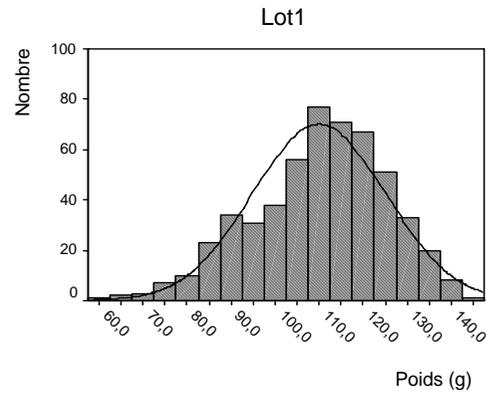
De même, LUCOTTE (1974) a rapporté qu'à la maturité sexuelle, le poids des femelles est supérieur à celui des mâles de 10 à 20 g.

D'ailleurs, plusieurs travaux ont confirmé que les femelles prennent plus de poids que les mâles (MENASSE, 1986 ; GERKEN et MILLS, 1993 ; DJOUVINOV et MIHAÏLOV, 2005).

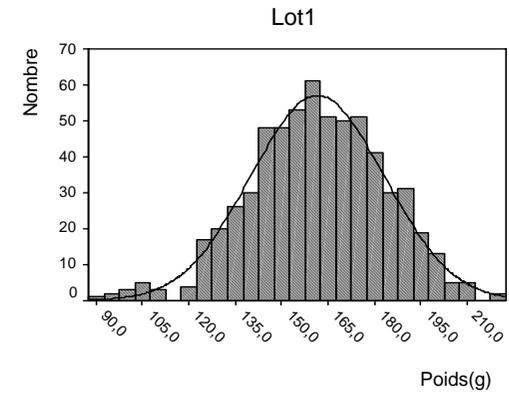
Poids des parents (mâles et femelles)  
à 2 sem d'âge



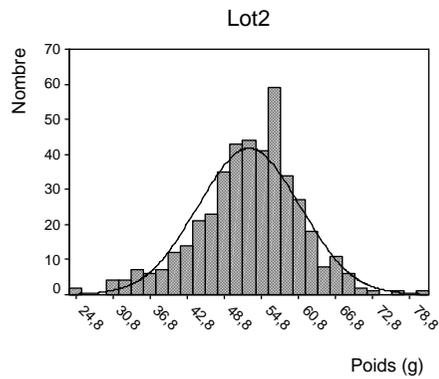
Poids des parents (mâles et femelles)  
à 4 sem d'âge



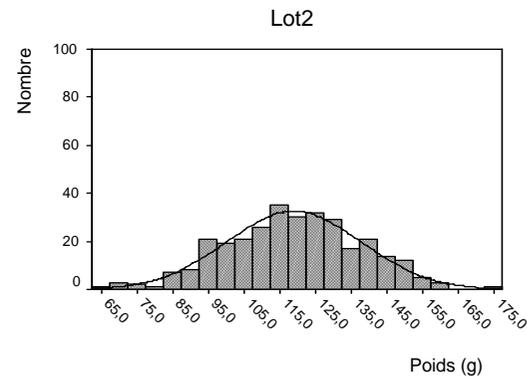
Poids des parents (mâles et femelles)  
à 6 sem d'âge



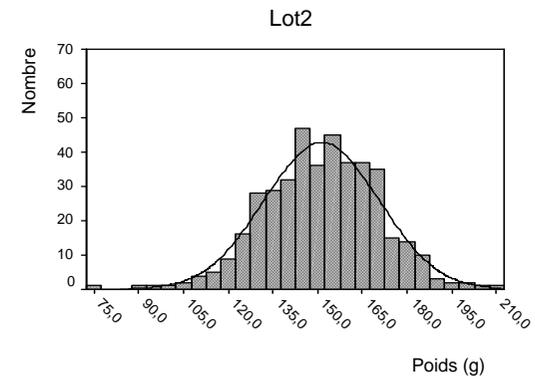
Poids des parents (mâles et femelles)  
à 2 sem d'âge



Poids des parents (mâles et femelles)  
à 4 sem d'âge



Poids des parents (mâles et femelles)  
à 6 sem d'âge



**Figure 28 : Distribution du poids des cailles parents à 2,4 et 6 semaines d'âge**

La distribution du poids des parents à la deuxième semaine représentée dans la figure 28, nous montre qu'il existe une grande variation des poids, sachant que les écarts types sont respectivement de 9.62 et 8.23g pour le lot1 et lot2. Cela pourra s'expliquer par l'aptitude génétique des cailleteaux issus de différentes classes de poids des œufs. Pareillement, plusieurs auteurs ont rapporté l'effet du poids de l'œuf et sa corrélation positive avec le poids du cailleteau à la naissance et sa croissance pondérale (UDDIN et *al.*, 1994 ; YILDIRIM et YETIZIR, 1998 ; SEKER et *al.*, 2004).

A la deuxième semaine, le poids moyen pour le lot1 et 2 est respectivement de 43.74 et 52.75g. Ces résultats sont proches à ceux retrouvés par ADEOGUN et ADEOYE (2004) ( $47.2 \pm 4.77g$ ) mais inférieurs à ceux rapportés par KERHARO (1987) (63.8g).

La distribution du poids des cailles à la quatrième semaine d'âge montre qu'il existe une grande fréquence des poids supérieurs à la moyenne, ces derniers sont respectivement de 110g et 119.13g pour le lot1 et 2. D'ailleurs, ces résultats confirment la rapidité de croissance chez l'espèce *Coturnix japonica*. Cependant, certains auteurs (ALMEIDA et *al.*, 2002) ont donné un poids moyen inférieur de  $87.4 \pm 4.8g$ .

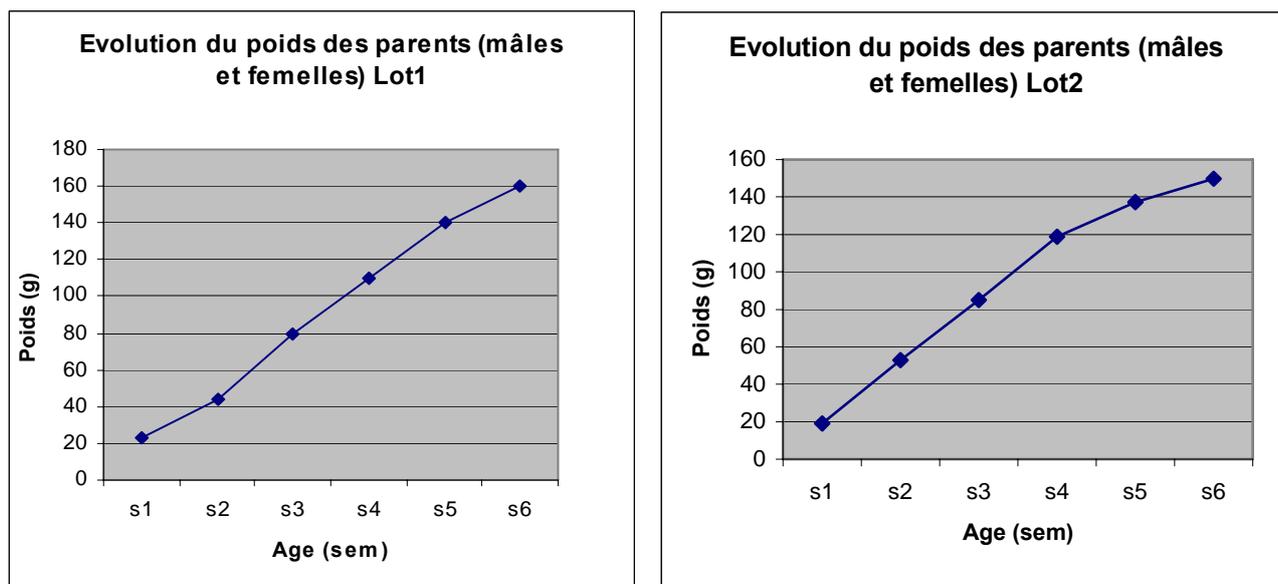
Par contre, la distribution du poids des cailles parents à la sixième semaine est une distribution normale avec des poids proches de la moyenne qui sont de  $161.54 \pm 21.61$  et  $151.31 \pm 19.23g$  pour le lot 1 et 2.

A la même semaine d'âge, ÖZBEY et *al.* (2006) avait rapporté chez l'espèce *Coturnix japonica* un poids moyen de  $177.61 \pm 2.61g$ .

La différence de poids et les écarts types enregistrés à la sixième semaine montrent que même à cette période d'âge, les poids vifs des cailles sont très variables.

Cela peut s'expliquer par l'effet du poids des œufs incubés. D'ailleurs, de nombreux auteurs (FAROOQ et *al.*, 2001 ; PETEK et *al.*, 2005) ont trouvé une forte corrélation entre le poids de l'œuf incubé et le poids du cailleteau à 42 j d'âge.

Il ressort de ces distributions que dans notre population de caille japonaise il existe des individus à poids lourds, poids moyen et poids légers. Autrement dit des individus à croissance rapide ou moyenne et des individus à croissance lente.



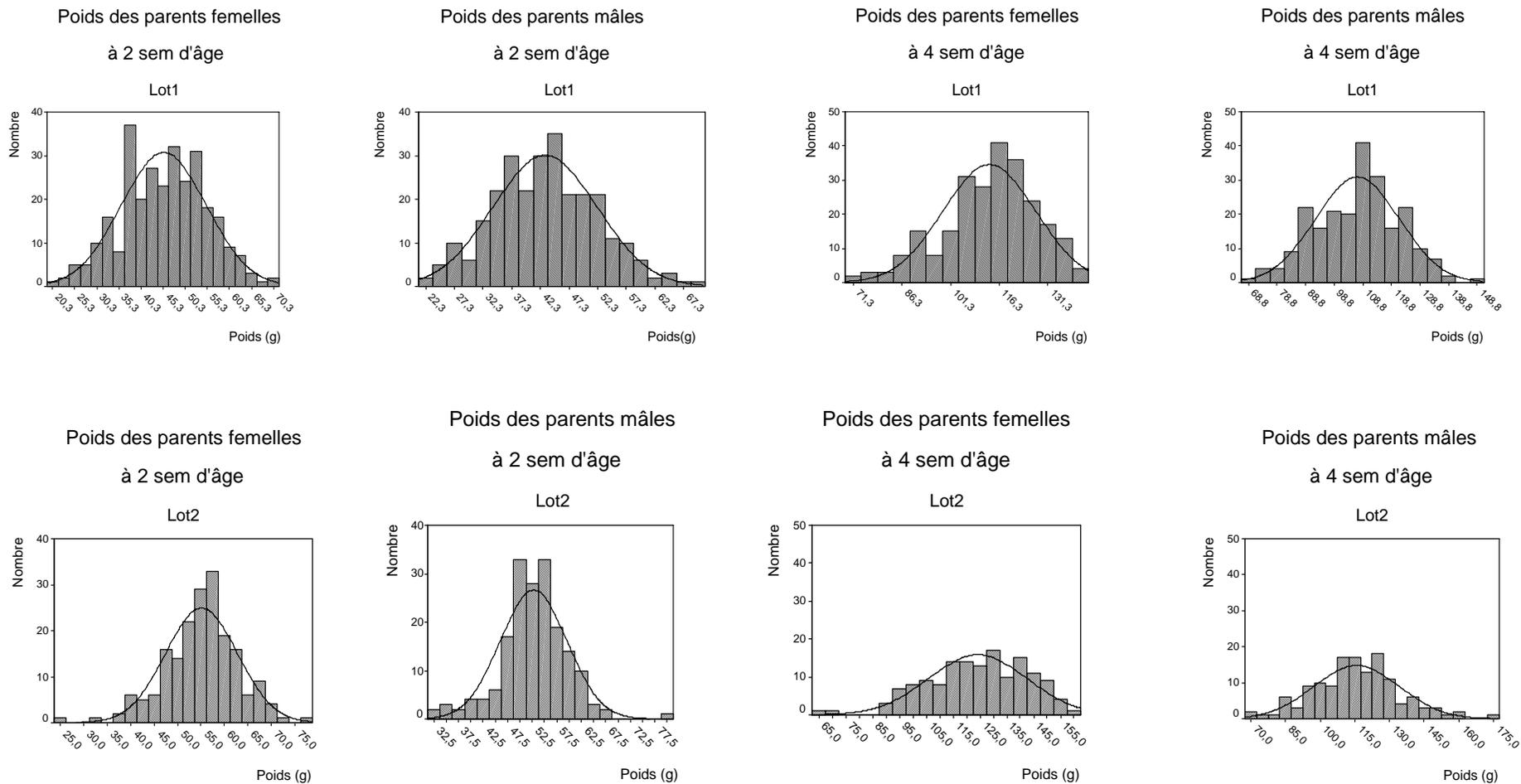
**Figure 29 : Evolution du poids des parents caille en fonction de l'âge**

L'allure de ces deux courbes de croissance (figure29) est proche de celle rapportée par (LUCOTTE, 1974). Elles illustrent la grande rapidité de croissance de la caille japonaise pendant les premières semaines d'âge. De même, MIGNON GRASTEAU et BEAUMONT (2000) ont rapporté une vitesse de croissance moyenne de 0.228 j chez *Coturnix japonica*.

D'après les mêmes courbes, la croissance pondérale commence à ralentir à partir de la 5<sup>ème</sup> semaine.

On remarque que la croissance entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> semaine pour le lot 2 est plus rapide que celle du lot 1, cela peut s'expliquer par une croissance compensatrice du fait du faible poids moyen enregistré à la 1<sup>ère</sup> semaine pour le lot 2 (19,04g).

Pareillement, plusieurs auteurs ont rapporté qu'un cailleteau de faible poids et sain peut reprendre un poids normal par une croissance compensatrice (LASKEY et EDENS, 1985 ; NAZLIGÜL et al., 2001).



**Figure 30 : Distribution du poids des parents mâles et femelles à 2 et 4 semaines d'âge**

L'observation de la distribution du poids des mâles et des femelles parents représentées dans la figure 30 nous révèle que pour les deux sexes, le poids à la deuxième semaine est très variable, sauf qu'il existe une légère prédominance des femelles dont le poids est supérieurs à la moyenne.

A la quatrième semaine, la courbe de distribution du poids des femelles est plus allongée vers des valeurs au-dessus de la moyenne. Tandis que pour les mâles, la courbe présente une allure normale avec une grande fréquence du poids moyen. Cela exprime la rapidité de l'évolution pondérale des femelles par rapport aux mâles (MENASSE, 1986).

Des poids moyens de  $123.8 \pm 10.9\text{g}$  et  $132.3 \pm 12.2\text{g}$  respectivement pour les mâles et femelles âgés de 4 semaines ont été rapporté par DJOUVINOV et MIHAILOV (2005).

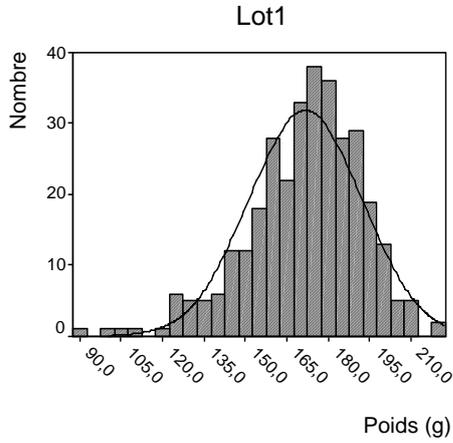
Ces valeurs sont plus élevées que les poids enregistrés dans notre étude, sachant que pour les mâles, les poids moyens sont respectivement de  $106.86 \pm 14.61\text{g}$  et  $115.78 \pm 18.40\text{g}$  pour le lot 1 et 2 et pour les femelles les poids moyens sont de  $113.21 \pm 14.30\text{g}$  et  $124.21 \pm 18.18\text{g}$  pour le lot 1 et 2.

A la sixième semaine, la distribution des poids des femelles (figure 31) tend vers les valeurs élevées, par contre, pour les mâles, elle est très proche à la moyenne. Ainsi, le dimorphisme sexuel quant au caractère poids chez la caille japonaise est très apparent.

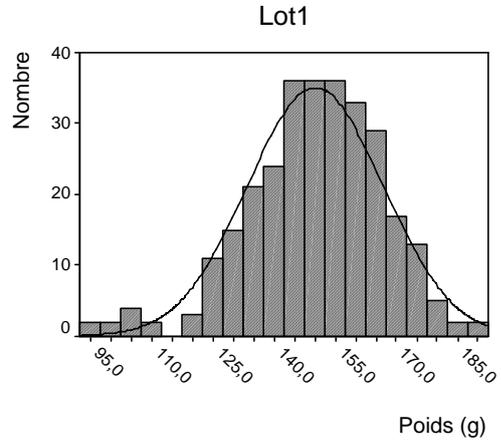
MENASSE en (1986) avait rapporté que le poids maximal des mâles correspond à un poids que les femelles atteignent une semaine avant et qu'elles le dépassent ensuite.

Selon notre étude, les poids moyens enregistrés pour les deux sexes à la sixième semaine sont très hétérogènes. Pour les femelles, ils sont respectivement de  $171.72 \pm 20.43\text{g}$ ,  $157.19 \pm 19.44\text{g}$  (lot 1 et lot 2) contre un poids de  $150.17 \pm 16.64\text{g}$  (lot 1) et  $145.01 \pm 16.79\text{g}$  (lot 2) pour les mâles. A une même période d'âge SEZER et TARHAN (2005) avaient enregistré un meilleur poids de  $168.2 \pm 3.27\text{g}$  et  $200 \pm 3.06\text{g}$  pour les mâles et les femelles.

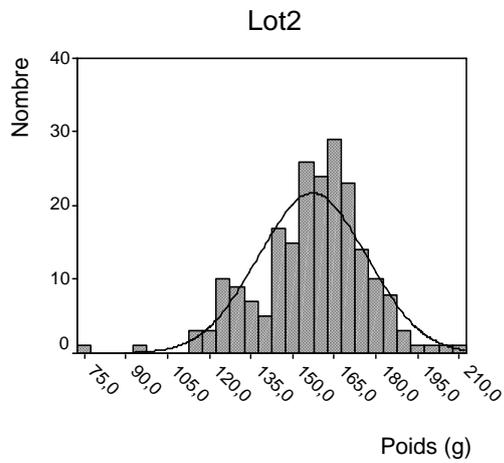
Poids des parents femelles  
à 6 sem d'âge



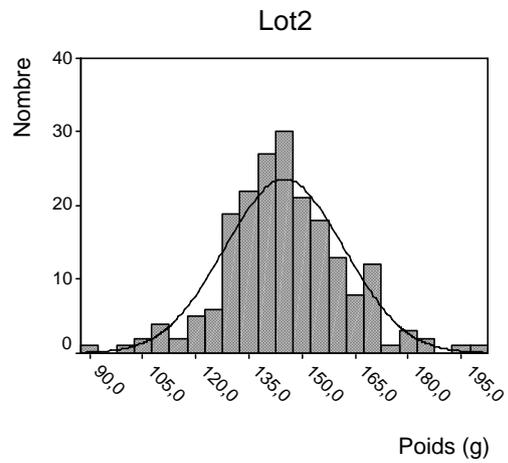
Poids des parents mâles  
à 6 sem d'âge



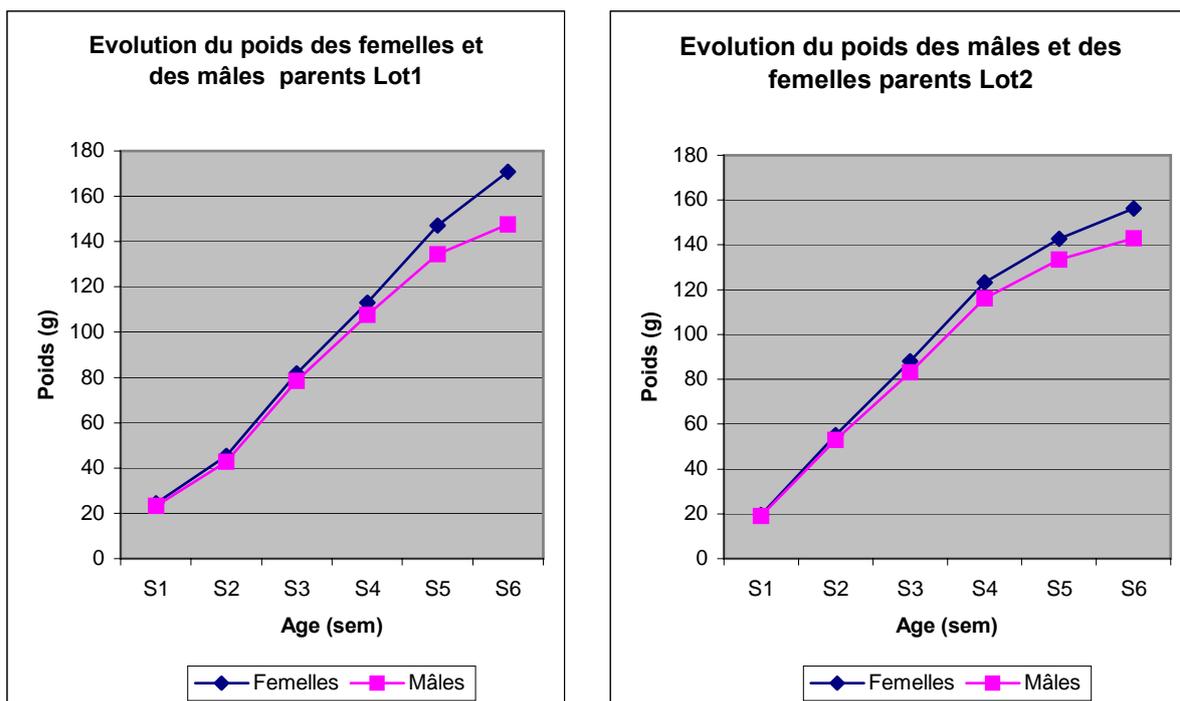
Poids des parents femelles  
à 6 sem d'âge



Poids des parents mâles  
à 6 sem d'âge



**Figure 31 : Distribution du poids des parents femelles et mâles à 6 semaines d'âge**



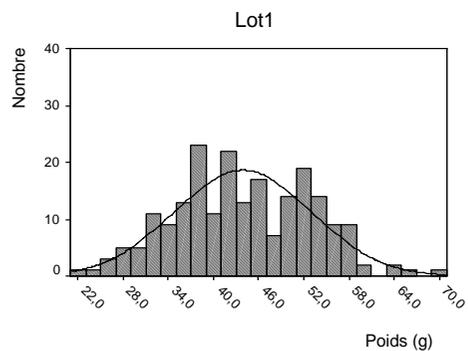
**Figure 32 : Evolution du poids des parents mâles et des parents femelles**

D'après les courbes de la figure 32, on remarque que la rapidité de croissance des femelles par rapport aux mâles commence à apparaître de la 2<sup>ème</sup> semaine d'âge où elle devient plus prononcée à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine d'âge.

D'après BARBATO et VASILATOS-YOUNKEN (1991) la croissance chez les espèces aviaires est affectée par les effets liés au sexe de l'animal.

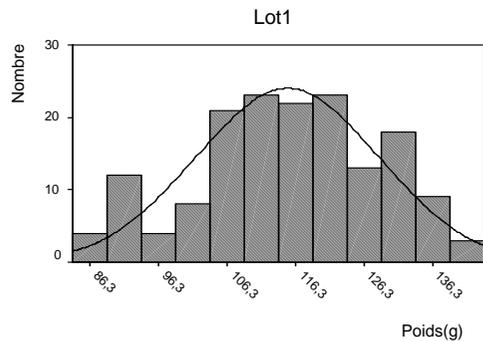
Poids reproducteurs mâles et femelles

à 2 sem d'âge



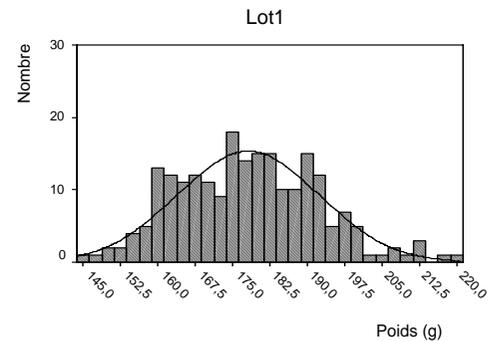
Poids reproducteurs mâles et femelles

à 4 sem d'âge



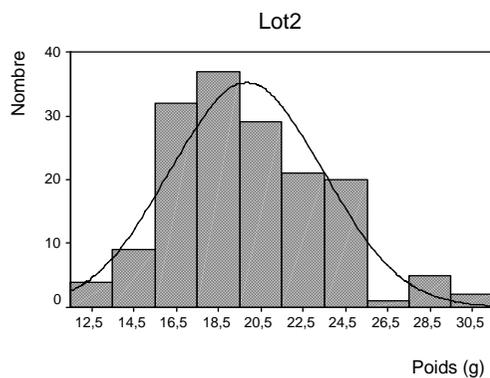
Poids reproducteurs mâles et femelles

à 6 sem d'âge



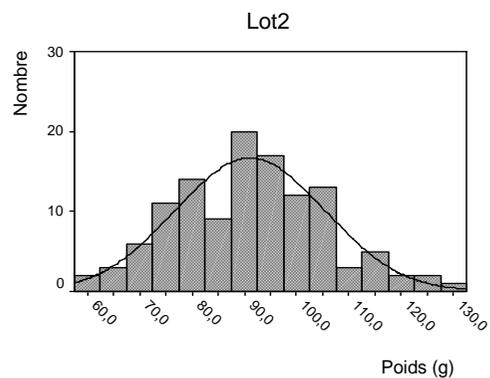
Poids reproducteurs mâles et femelles

à 2 sem d'âge



Poids reproducteurs mâles et femelles

à 4 sem d'âge



Poids reproducteurs mâles et femelles

à 6 sem d'âge

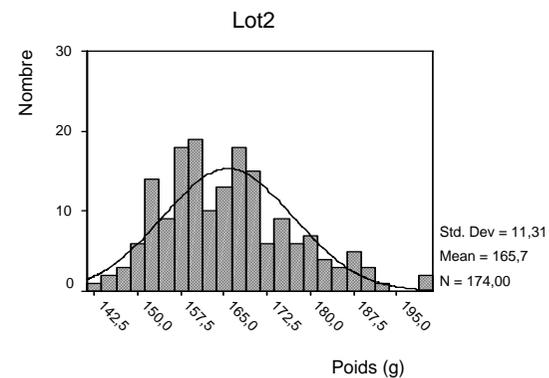


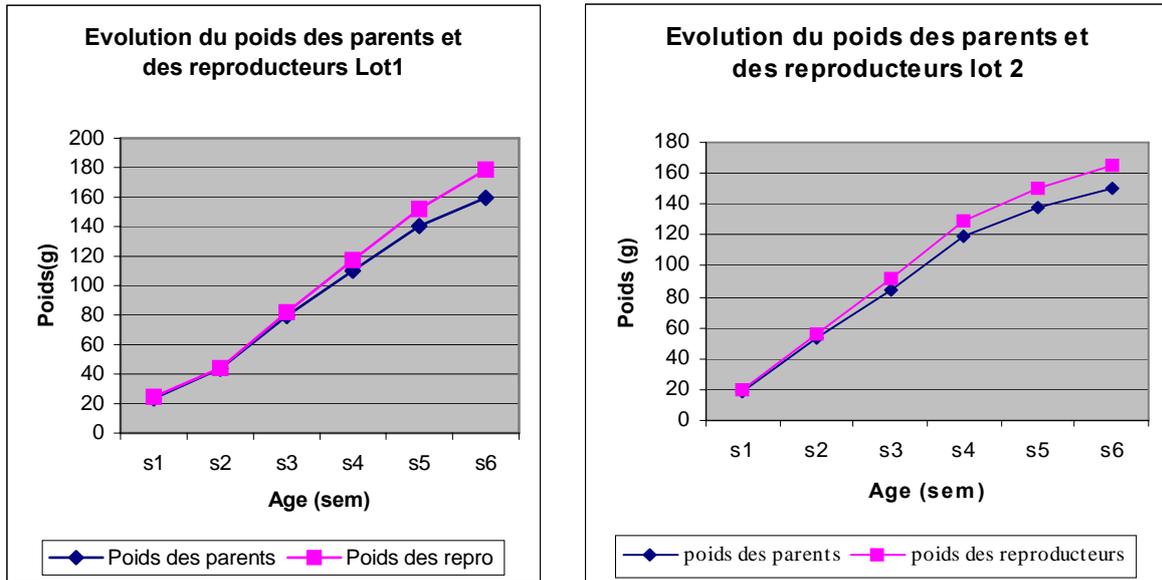
Figure 33 : Distribution du poids des reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge

L'observation de la distribution du poids des reproducteurs à la deuxième semaine d'âge, ainsi que les valeurs maximales et minimales (69.22 ; 19.71) pour le lot1 et (81.03 ; 24.48) pour le lot2 montre une grande variabilité du poids

En comparant la distribution du poids des reproducteurs sélectionnés du lot 1 et 2 à la sixième semaine, on remarque que dans le lot 2, la fréquence du poids inférieur à la moyenne est plus importante et cela par l'application d'une intensité de sélection plus faible pour le lot 2 où le pourcentage d'individu retenu était plus élevé par rapport au lot1 (40% vs 30%).

Dans une étude effectuée sur des cailles japonaises à génération 0 (G0) SYED et ses collaborateurs (1995) ont enregistré un poids moyen de 182g à la cinquième semaine d'âge.

Ces valeurs sont proches à celles trouvées par nos reproducteurs sélectionnés à G0 où des moyennes de  $178.13 \pm 14.21\text{g}$  et  $165.71 \pm 11.31\text{g}$  ont été enregistrées respectivement pour le lot1 et lot2.



**Figure 34 : Evolution du poids des parents et des reproducteurs sélectionnés**

D'après la figure 34, la différentielle de sélection du caractère poids est presque inapparente entre la première et la deuxième semaine d'âge, l'écart devient positif et plus marqué au-delà de la deuxième semaine d'âge pour le lot2 et à partir de la troisième semaine d'âge pour le lot1.

On assiste aussi à un ralentissement du poids entre la cinquième et la sixième semaine pour le lot 1 et la quatrième et la cinquième semaine pour le lot2.

**Tableau 43 : Poids moyen de la génération ( $G_{n+1}$ )**

Age (Sem)	Lot1						Lot2					
	Début de ponte			Pic de ponte			Début de ponte			Pic de ponte		
	Min (g)	Moyenne $\pm\sigma$	Max (g)	Min (g)	Moyenne $\pm\sigma$	Max (g)	Min (g)	Moyenne $\pm\sigma$	Max (g)	Min (g)	Moyenne $\pm\sigma$	Max (g)
<b>1</b>	10.62	18.48 $\pm$ 4.33	31.46	8.7	15.35 $\pm$ 2.90	26.44	11.64	19.97 $\pm$ 3.79	35.85	9.87	18.97 $\pm$ 3.65	30.87
<b>2</b>	20.04	39.31 $\pm$ 8.04	58.49	15.68	32.78 $\pm$ 6.56	51.47	19.47	38.40 $\pm$ 7.11	60.23	16.63	42.73 $\pm$ 7.59	64.26
<b>3</b>	39.35	73.16 $\pm$ 11.65	99.94	32.35	59.67 $\pm$ 10.45	90.57	32.22	65.73 $\pm$ 10.87	101.97	31.39	69.33 $\pm$ 10.19	102.77
<b>4</b>	52.12	103.81 $\pm$ 14.91	140.56	51.60	85.86 $\pm$ 13.42	129.21	46.44	90.03 $\pm$ 13.90	130.72	48.76	102.53 $\pm$ 13.33	148.11
<b>5</b>	84.07	125.31 $\pm$ 16.07	160.95	78.30	118.74 $\pm$ 16.20	167.11	66.50	117.87 $\pm$ 17.76	167.39	66.82	133.16 $\pm$ 14.58	184.44
<b>6</b>	122.23	159.55 $\pm$ 15.94	210	100.14	146.65 $\pm$ 15.69	200.30	89.41	149.93 $\pm$ 17.11	195.80	/	/	/

De la première à la sixième semaine d'âge, les poids moyens des progénitures sont inférieurs à ceux des parents (tableau43).

Ainsi, à la première semaine de vie des caillies des poids respectifs de  $18.48 \pm 4.33g$  et  $15.35 \pm 2.90g$  en début et en pic de ponte sont enregistrés par la Gn+1(lot1)et  $19.97 \pm 3.79g$  ;  $18.97 \pm 3.65g$  en début et en pic de ponte pour la Gn+1(lot2) contre des poids respectifs de  $23.37 \pm 4.36g$  et  $19.04 \pm 3.93g$  pour le lot1 lot2 des parents.

Selon notre étude, il a été révélé chez les progénitures à six semaines d'âge des valeurs de poids minimales et maximales de (122.23 vs 210g) en début de ponte (lot1)et (100.14vs200.3g) en pic de ponte (lot1) et (89.41vs 195.8g)début de ponte (lot2) contre des valeurs de poids chez les parents de (84.85 vs 219.54g) lot1 et (75 vs 210.5g) lot2.

De même, la comparaison des écarts types enregistrés à la même semaine d'âge, nous révèle des valeurs de (15.94 et 15.69g) respectivement en début et en pic de ponte pour le lot1 des progénitures contre 21.61g pour le lot1 des parents et 17.11g début de ponte (lot2) des progénitures contre 19.23g (lot2) des parents.

A l'issue de ces résultats, on peut déduire que la variabilité du poids corporel a diminué avec la sélection, le poids de la Gn+1 est devenu plus homogène que celui des parents à l'âge d'abattage.

### 3- 1-2 Le gain moyen quotidien

Le tableau 44 représente les gains moyens quotidiens des parents et reproducteurs ainsi que les mâles et femelles.

Les distributions du gain moyen quotidien des parents, des mâles et femelles parents ainsi que des reproducteurs sont illustrées dans les figures 36, 38, 39 et 40.

Les figures 35, 37 et 41 présentent l'évolution du gain quotidien moyen des parents et les courbes comparatives de l'évolution des GMQ mâles - femelles et parents - reproducteurs

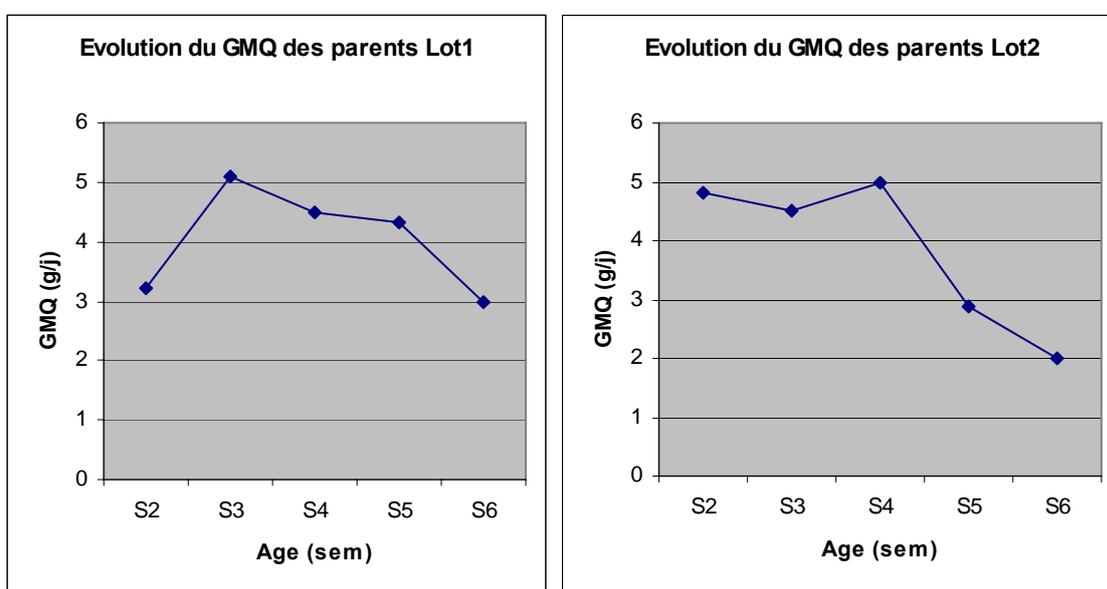
**Tableau 44 Le gain moyen quotidien des cailles de la deuxième à la sixième semaine**

GMQ (g/j)		Parents	Reproducteurs sélectionnés	Femelles parents	Femelles reproductrices	Mâles parents	Mâles reproducteurs
Age (sem)	Lot	Moyenne±σ	Moyenne±σ	Moyenne ±σ	Moyenne ±σ	Moyenne ±σ	Moyenne ±σ
2	1	3.22±1.05	3.12±0.93	3.43±1.00	3.19±0.98	3.14±1.02	2.98±0.82
	2	4.83±0.97	5.17±0.86	5.10±0.88	5.17±0.86	4.85±0.83	5.05±0.78
3	1	5.09±1.47	5.38±1.54	5.22±1.45	5.39±1.49	4.97±1.48	5.34±1.62
	2	4.52±1.90	5.02±1.86	4.70±1.84	5.02±1.86	4.32±1.85	4.74±1.97
4	1	4.49±1.46	4.95±1.57	4.69±1.34	5.05±1.37	4.27±1.51	4.74±1.92
	2	5.00±1.67	5.27±1.65	5.18±1.66	5.27±1.65	4.85±1.62	5.32±1.58
5	1	4.34±1.71	4.91±1.71	4.62±1.61	5.00±1.73	4.10±1.78	4.72±1.67
	2	2.88±1.26	3.15±1.54	2.94±1.30	3.15±1.54	2.80±1.17	3.28±1.76
6	1	2.99±1.37	3.62±1.44	3.61±1.36	4.17±1.36	2.33±1.01	2.67±1.03
	2	2.00±1.36	2.32±1.43	2.14±1.27	2.32±1.43	1.84±1.45	2.24±1.70

Le tableau 44 et la figure 35 nous montrent que les gains moyens quotidiens les plus élevés sont enregistrés durant les premières semaines d'âge, ce qui explique un démarrage de croissance très rapide chez l'espèce *Coturnix japonica*.

A la sixième semaine d'âge, les GMQ enregistrés sont de faibles valeurs, ces dernières sont respectivement de  $2.99 \pm 1.37$  g/j et  $2.00 \pm 2.02$  g/j pour le lot 1 et le lot 2. Ces résultats sont comparables à ceux retrouvés par plusieurs auteurs.

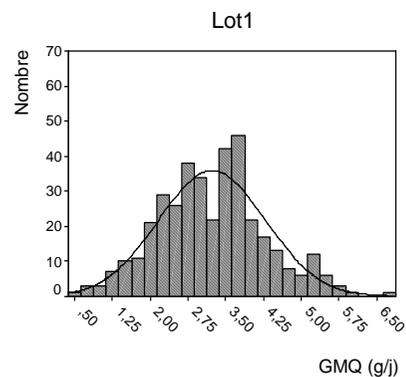
Ainsi, KERHARO (1987) a rapporté un GMQ de 3.7g/j durant la deuxième semaine d'âge et dans une étude récente, ÖZBEY et al. (2006) ont enregistré un gain moyen quotidien de 4.94 g/j à la deuxième semaine contre 1.6 g/j à la sixième semaine.



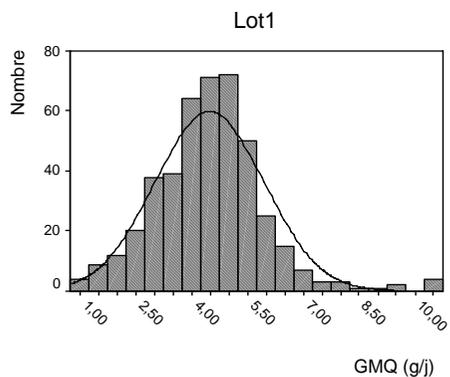
**Figure 35 : Evolution du gain moyen quotidien des parents**

D'après la figure 35, la courbe des GMQ croît puis décroît, la meilleure croissance est enregistrée à la troisième semaine pour le lot1. Pour le lot2, les meilleurs GMQ sont enregistrés à la deuxième et quatrième semaine, puis la courbe décroît brutalement jusqu'à la sixième semaine.

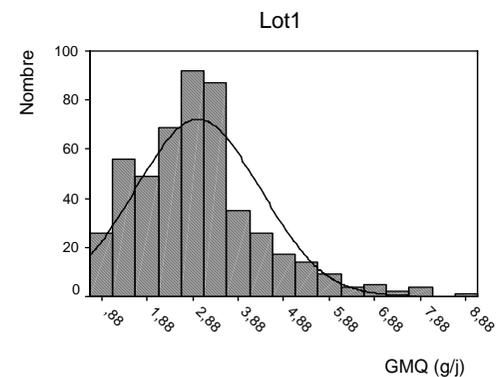
GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 2 sem d'âge



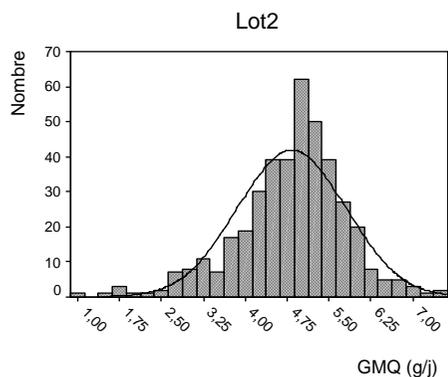
GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 4 sem d'âge



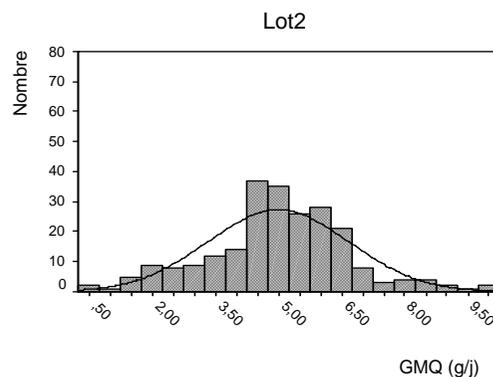
GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 6 sem d'âge



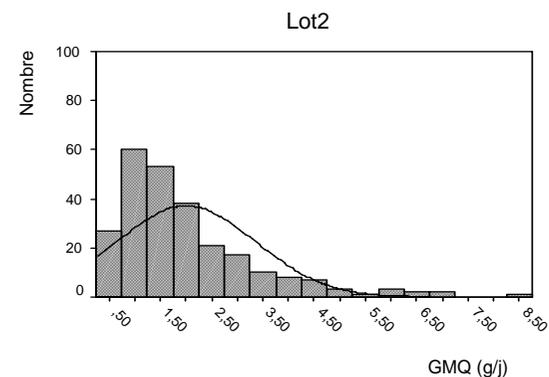
GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 2 sem d'âge



GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 4 sem d'âge



GMQ des parents (mâles et femelles)  
à 6 sem d'âge



**Figure 36 : Distribution du GMQ des parents à 2, 4 et 6 semaines d'âge**

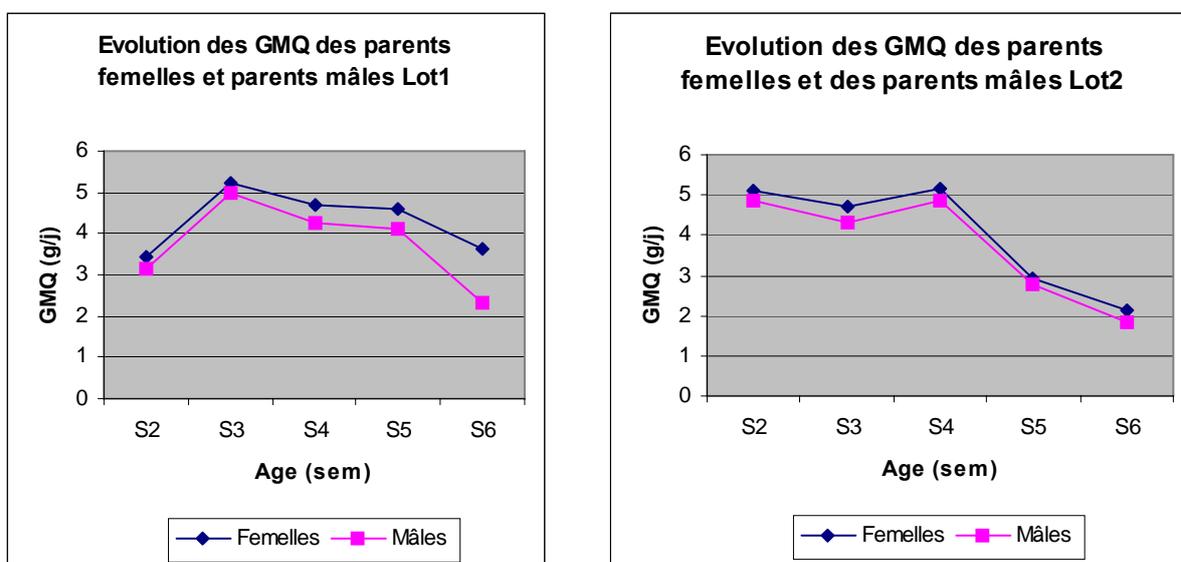
Pour le lot 1 (figure 36), la distribution montre une grande variation du gain de poids quotidien à la deuxième semaine d'âge avec une fréquence importante des GMQ autour de la moyenne.

A la quatrième semaine d'âge, les valeurs des GMQ varient entre 4 à 5 g/j avec une moyenne de  $4.49 \pm 1.46$  g/j pour le lot 1 et  $5.00 \pm 1.67$  g/j pour le lot 2.

A une même période d'âge, ces résultats sont similaires à ceux retrouvés par (OZBEY et al., 2006) (4.89 g/j).

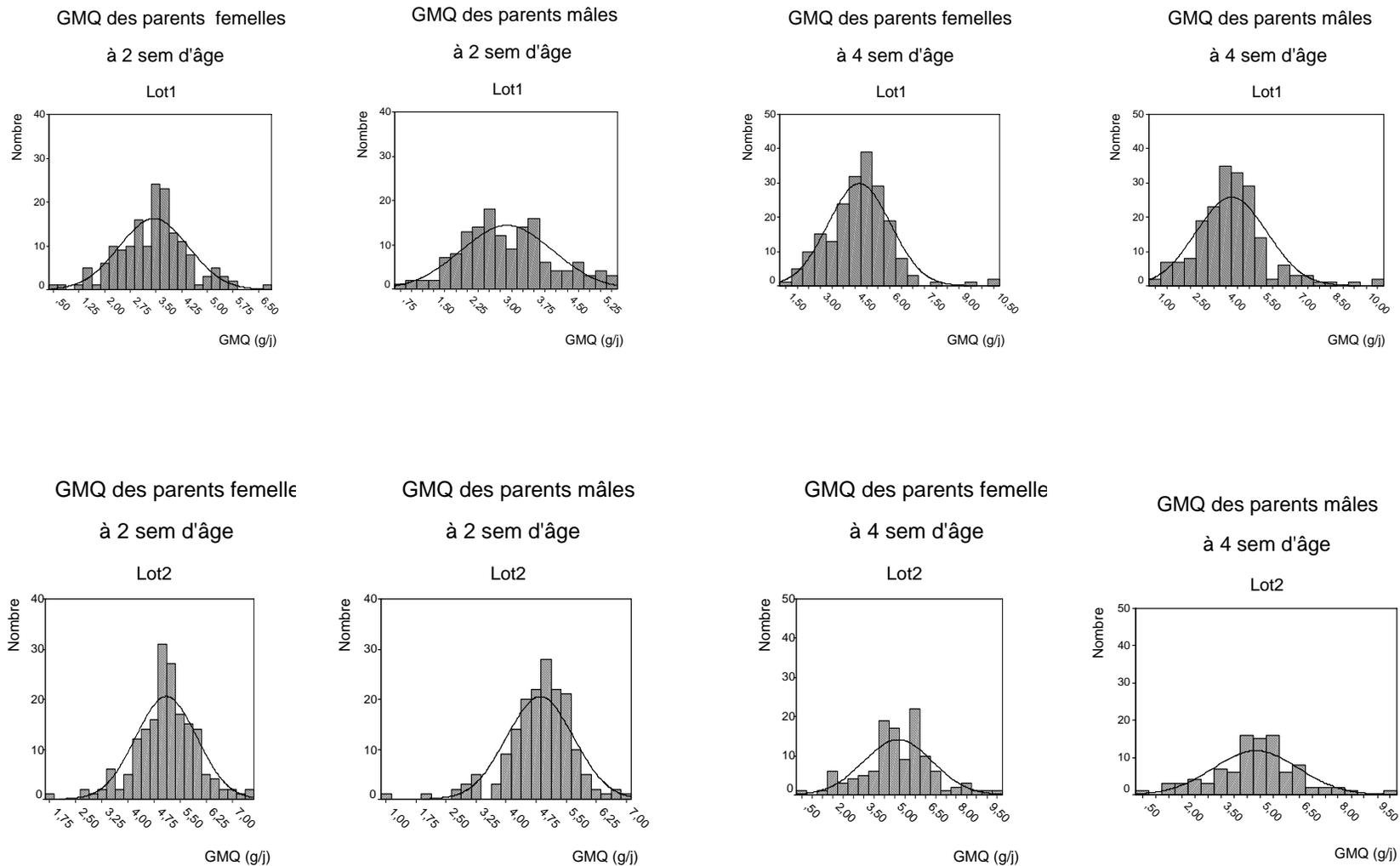
A un âge de six semaines, la distribution des GMQ montre qu'un nombre important de cailles présente un gain de poids inférieur à la moyenne. D'ailleurs, de nombreux auteurs (KHERARO, 1987 ; OZBEY et al., 2006) ont donné des résultats similaires.

Il est à noter que le taux de chute du gain de poids quotidien de la deuxième à la sixième semaine est plus prononcé pour le lot 2 que le lot 1 (58.59% vs 7.14 %).



**Figure 37 : Evolution des GMQ des parents mâles et femelles**

La figure 37 nous montre que les GMQ des mâles et des femelles évoluent dans le même sens, sauf que les femelles chez certaines volailles présentent de meilleurs GMQ à proximité de la puberté, le dimorphisme sexuel quant au caractère poids devient prononcé en faveur des femelles, qui est en relation directe avec la maturité des organes génitaux.

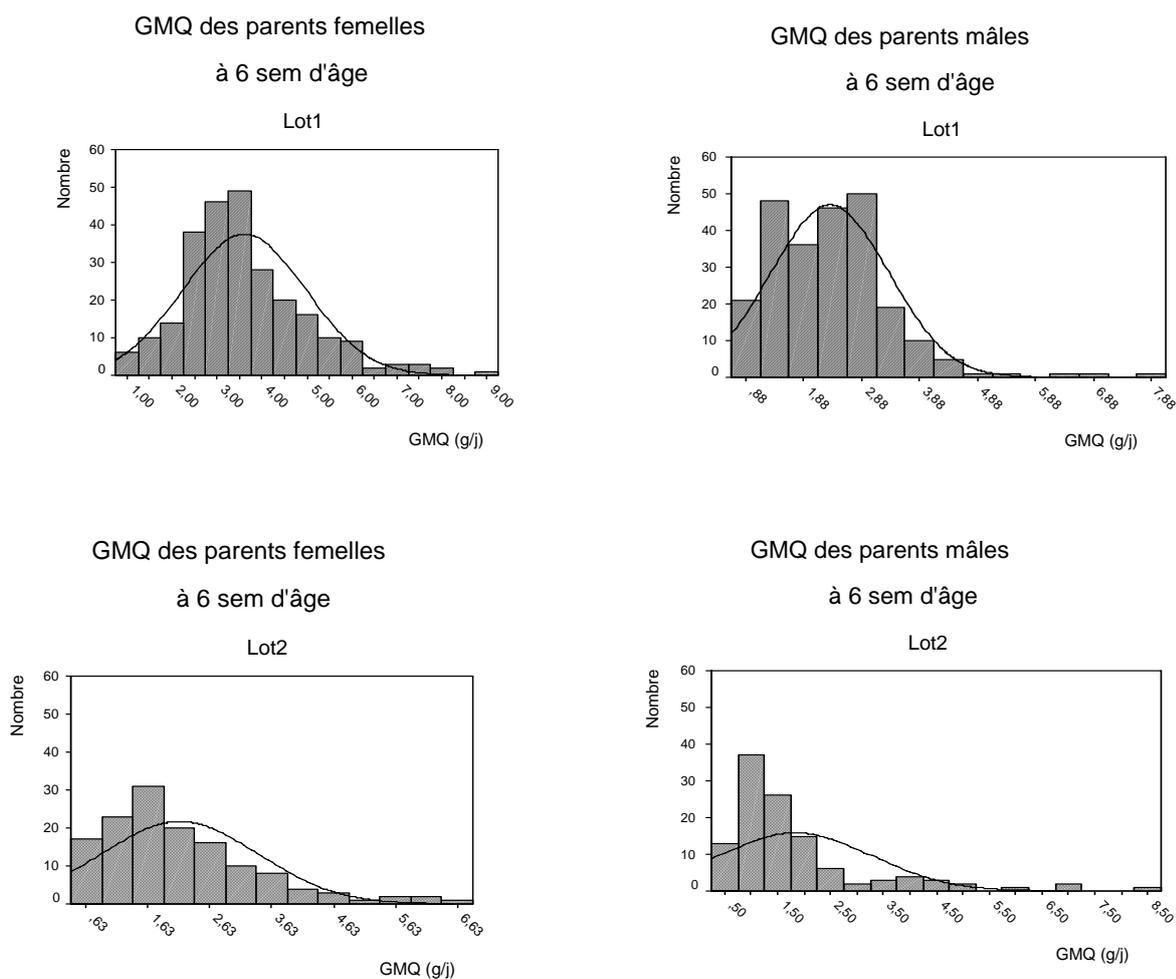


**Figure 38 : Distribution des GMQ des parents femelles et des parents mâles à 2 et 4 semaines d'âge**

A la deuxième semaine d'âge (figure 38), la distribution des GMQ chez *Coturnix japonica* montre que les deux sexes présentent un bon gain de poids, sauf que pour les femelles, les valeurs sont supérieures à celles des mâles. Ainsi, des gains respectifs de 3.43 et 5.10g vs 3.14 et 4.85 g/j sont enregistrés respectivement pour les femelles et les mâles du lot 1 et 2.

Pareillement, de nombreux auteurs ont rapporté chez des mâles, des gains de poids de 3.2 g/j (ALMEIDA et al., 2002) et 5.27 g/j (SEZER et TARHAN, 2005). Ces mêmes auteurs ont enregistré un GMQ de 4.99 g/j pour les femelles. Il est à noter que cette performance est proche de celle réalisée par nos femelles.

A quatre semaines d'âge, la distribution des gains de poids n'est pas très différente pour les deux sexes, les valeurs sont proches ou légèrement supérieures aux moyennes.

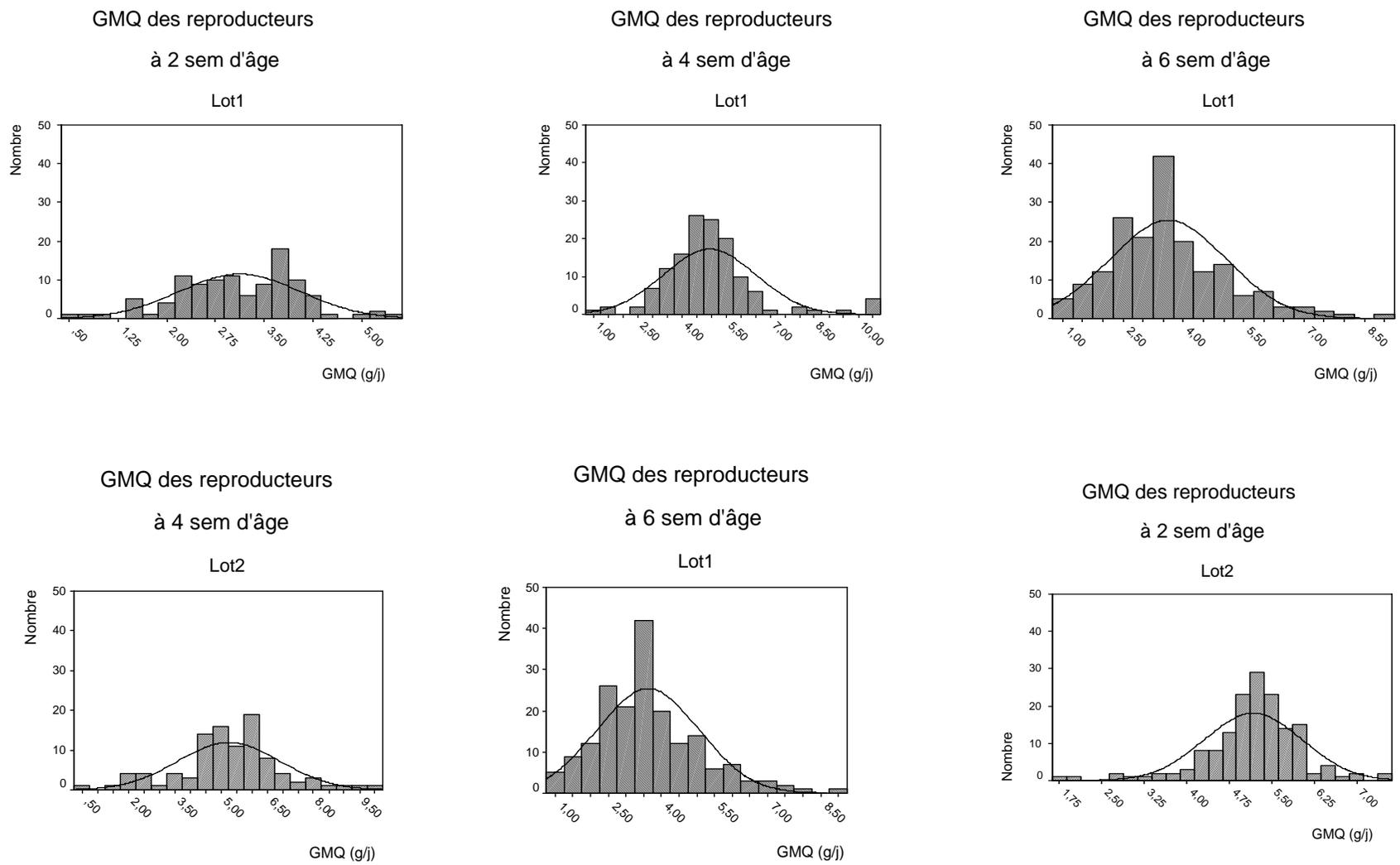


**Figure 39 : Distribution des GMQ des parents femelles et des parents mâles à 6 semaines d'âge**

Par contre, à la sixième semaine (figure 39), les distributions des GMQ montrent une différence liée au sexe. Ainsi, la plupart des femelles ont un gain de poids inférieur à la moyenne, alors que la majorité des mâles présente un gain quotidien proche à la moyenne.

Les gains enregistrés à cette période d'âge sont de  $3.61 \pm 1.36$  g/j (lot 1) et  $2.14 \pm 1.27$ g/j (lot 2) pour les femelles, et  $2.33 \pm 1.01$ g/j (lot 1) et  $1.84 \pm 1.45$ g/j (lot 2) pour les mâles.

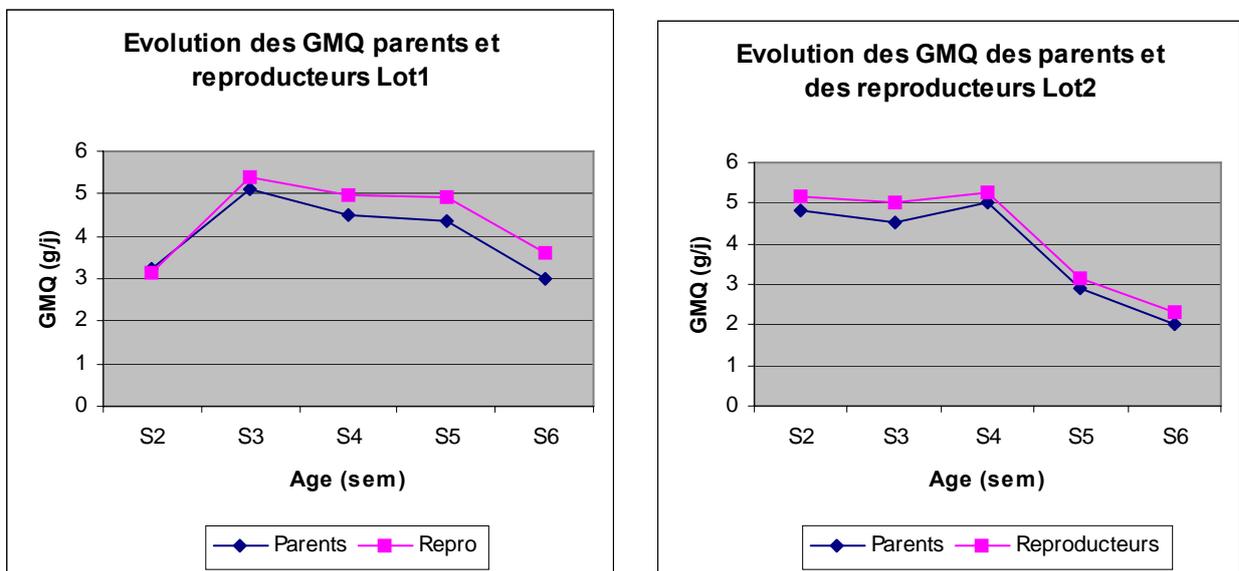
De même, DJOUVINOV et MIHAÏLOV (2005) ont rapporté à six semaines d'âge des gains moyens quotidiens respectifs de 1.43 g/j et 2.84 g/j pour les mâles et les femelles.



**Figure 40 : Distribution des GMQ des reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge**

Selon la figure 40, à la deuxième semaine d'âge des reproducteurs sélectionnés, la distribution des gains moyens quotidiens montre des valeurs proches ou légèrement supérieures à la moyenne. Tandis que, à la quatrième semaine d'âge de nombreux sujets ont un gain de poids supérieur à la moyenne, exprimant ainsi une différentielle de sélection positive en faveur des reproducteurs retenus.

A la sixième semaine d'âge, le lot 1 présente une fréquence importante de gain de poids proche ou légèrement supérieur à la moyenne. Par contre cette fréquence est très proche de la moyenne pour le lot2 cela est probablement dû à l'intensité de sélection appliquée pour les deux lots.



**Figure 41 : Evolution des GMQ des parents et des reproducteurs**

La figure 41, nous montre que pour les deux lots, les gains des reproducteurs sont supérieurs aux gains des parents, sauf pour le lot 1 à la deuxième semaine où le GMQ des parents et reproducteurs sont proches.

### **3-1-3 Consommation alimentaire :**

Le tableau 45 et la figure 42 représentent les quantités ingérées moyennes et leur évolution en fonction de l'âge

**Tableau 45 : Quantité alimentaire ingérée moyenne**

<b>Quantité alimentaire ingérée moyenne (g/j)</b>		
<b>Age (semaine)</b>	<b>Lot1</b>	<b>Lot2</b>
1	2.56	3.08
2	12.24	10.10
3	17.7	19.95
4	24.38	22.29
5	25.33	23.47
6	25.47	26.40

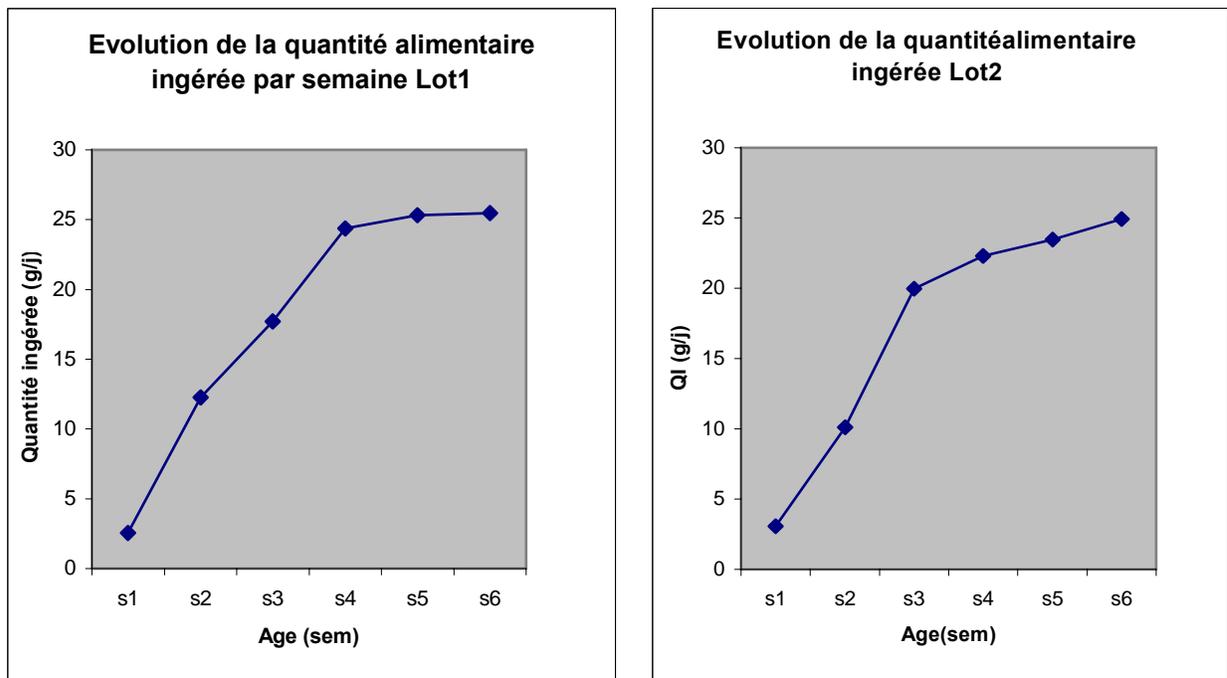
D'après notre expérimentation, la quantité alimentaire moyenne ingérée par la caille à la première semaine d'âge est respectivement de 2.56 et 3.08 g/caille/j pour le lot1 et lot2.

Cette consommation alimentaire est similaire à celle rapportée par NAZLIGÛL et *al.* en (2001). Il est à signaler également, que ces mêmes auteurs avaient rapporté une quantité alimentaire moyenne ingérée de 5.31g/caille/j chez la caille japonaise de souche lourde.

Par contre, KERHARO (1987) avait rapporté, à une semaine d'âge, une consommation alimentaire journalière nettement supérieure à celle de notre étude (8.68 g/caille/j) ; avec un gain moyen quotidien similaire à celui réalisé par notre population de caille.

La quantité alimentaire ingérée moyenne enregistrée entre la première et la sixième semaine d'âge est respectivement de 18.13 et 17.60 g/caille/jour pour le lot1 et lot 2. Pour une même période d'élevage, ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par DJOUVINOV et MIHAÏLOV en (2005) (14.35 g/caille/j).

Cette consommation excessive d'aliment peut s'expliquer d'une part, par l'absence d'une alimentation spécifique à l'espèce et d'autre part, la non-conformité des mangeoires utilisées, qui a fait accentué le caractère «gaspilleur» de la caille, soulevé par plusieurs auteurs (LUCOTTE, 1974 ; KERHARO , 1987).



**Figure 42 : Evolution de la quantité alimentaire ingérée**

D'après figure 42, la quantité d'aliment ingérée par la caille japonaise augmente avec l'âge, ceci est en accord avec les résultats trouvés par plusieurs auteurs (KERHARO, 1987 ; ALMEIDA et al., 2002 ; NAZLIGÛL et al., 2001).

Aussi, il est à souligner que l'ingéré alimentaire a fortement augmenté au cours des premières semaines d'âge des cailleteaux. Cependant, on a enregistré une augmentation de 7 à 9 g entre la première et la deuxième semaine contre 0.14 à 2.93 g entre la cinquième et la sixième semaine, cela peut s'expliquer par le fort démarrage de croissance de la caille japonaise puisque le poids vif et le gain quotidien ont fortement augmenté pendant cette période d'âge.

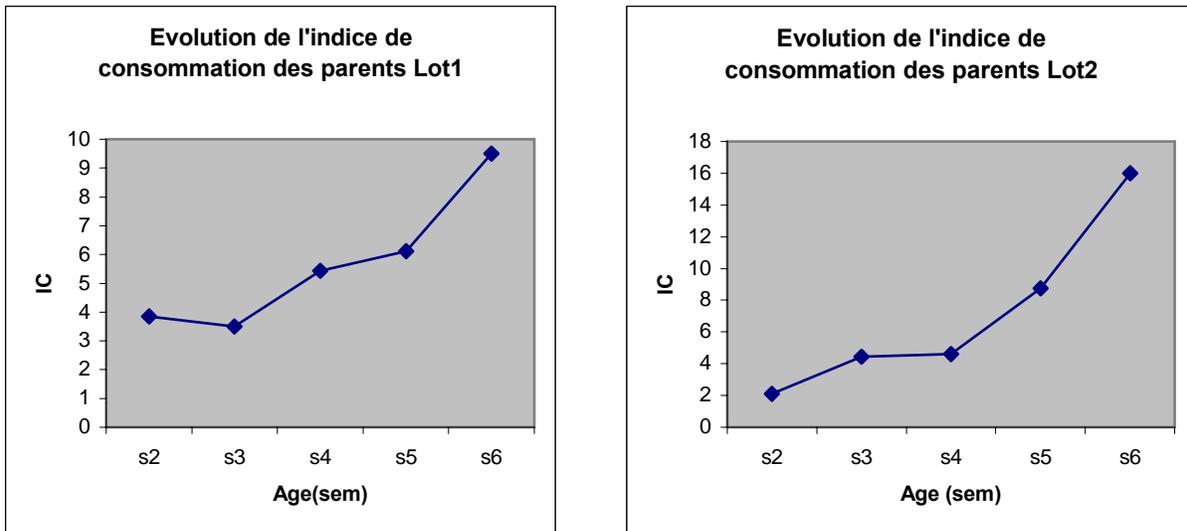
Par contre, pour les dernières semaines de croissance, on note une faible progression de la consommation alimentaire à cause du gain de poids relativement faible à cette période.

### **3- 1- 4 Indice de consommation :**

Le tableau 46 et la figure 43 représentent les indices de consommation ainsi que leur évolution en fonction de l'âge.

**Tableau 46 : Indice de consommation**

<b>Indice de consommation</b>		
<b>Age (semaine)</b>	<b>Lot1</b>	<b>Lot2</b>
2	3.849	2.096
3	3.498	4.444
4	5.441	4.606
5	6.118	8.756
6	9.503	16.923



**Figure 43 : Evolution de l'indice de consommation alimentaire**

D'après le tableau 46 et la figure 43, on remarque que l'indice de consommation augmente avec l'âge. Ainsi, des indices de 3.85 vs 6.12 pour le lot1 et 2.01 vs 8.76 pour le lot 2 ont été rapporté respectivement pour la deuxième et la cinquième semaine de croissance.

Pareillement, KERHARO en (1987) avait rapporté un indice de consommation de 3.70 vs 10.04 pour la deuxième et la cinquième semaine.

Les valeurs élevées de l'indice de consommation enregistrées durant les dernières semaine d'âge de croissance de *Coturnix japonica* et qui coïncident avec les faibles gains de poids mettent en évidence, la diminution de la conversion alimentaire avec la croissance.

### **3- 2 Paramètres génétiques relatifs aux performances de croissance :**

#### **3- 2-1 Les corrélations phénotypiques:**

##### **3-2-1-1 Corrélations poids vif-poids vif**

Les tableaux 47 et 48 représentent les corrélations phénotypiques entre les poids vifs des parents et reproducteurs à 2, 4 et 6 semaines d'âge.

**Tableau 47 corrélations poids vifs- poids vifs des parents**

		Lot1		Lot2	
		Sem 4	Sem 6	Sem 4	Sem 6
Parents	Sem2	0.445**	0.371**	0.411**	0.517**
	Sem4		0.484**		0.627
Parents femelles	Sem2	0.601**	0.417**	0.335**	0.558**
	Sem4		0.744**		0.627**
Parents mâles	Sem2	0.573**	0.303**	0.387**	0.427**
	Sem4		0.683*		0.630**

(\*) : Corrélation significative à 0.05.

(\*\*): Corrélation significative à 0.01.

() : Corrélation non significative

Pour les deux lots, une corrélation phénotypique positive, très significative de 0.4 est enregistrée entre la deuxième et la quatrième semaine d'âge, montrant que moyennement les caillies ont gardé un poids vif élevé pendant cette période.

De même, ADEOGUN et ADEOYE (2004) ont rapporté le même taux de corrélation phénotypique des poids vifs entre la 2<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> semaine d'âge.

Par contre, AKBAS et ses collaborateurs (2004) ont trouvé, à la même période d'âge, une corrélation phénotypique élevée de 0.74 et une corrélation génétique de 0.84 entre les poids vifs.

D'après le même tableau, les meilleurs taux de corrélation phénotypique entre les poids vifs sont observés entre la 4<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> semaines d'âge, ces corrélations sont significatives et varient entre 0.6 et 0.7 (P<0.01) sauf pour le lot1 parent.

D'après ces valeurs, on pourra prédire qu'une éventuelle sélection individuelle sur le meilleur poids à la 4<sup>ème</sup> semaine d'âge pourra donner des sujets d'un meilleur poids à la 6<sup>ème</sup> semaine. Donc une sélection plus tardive est plus efficace qu'une sélection précoce. Permettant de garder les meilleurs individus qui resteront par la suite dans cette catégorie de poids.

AKBAS et ses collaborateurs (2004) ont rapporté une corrélation phénotypique de 0.75 et une corrélation génétique de 0.85 entre la quatrième et la sixième semaine d'âge. Les valeurs de corrélations sont inversement proportionnelles à l'écart d'âge.

**Tableau 48 : Corrélations poids vif- poids vif des reproducteurs**

		Lot1		Lot2	
		Sem4	Sem6	Sem4	Sem6
<b>Reproducteurs</b>	Sem2	0.650**	0.543**	0.311**	0.430**
	Sem4		0.623**		0.447**
<b>Femelles reproductrices</b>	Sem2	0.630**	0.569**	0.334**	0.521**
	Sem4		0.667		0.455**
<b>Mâles reproducteurs</b>	Sem2	0.548**	0.345**	0.291	0.201
	Sem4		0.501**		0.436*

(\*) : Corrélation significative à 0.05.

(\*\*) : Corrélation significative à 0.01

() : Corrélation non significative

D'après les résultats du tableau ci-dessus, on remarque qu'après sélection, les corrélations entre poids vif augmentent dans le 1<sup>er</sup> lot et diminuent légèrement dans le 2<sup>ème</sup> lot.

Plus l'écart d'âge est réduit, plus la corrélation est forte. Une sélection tardive est plus efficace qu'une sélection précoce.

Les corrélations sont faibles à moyennes pour le lot 2, les individus à poids élevés à deux semaines d'âge ne sont pas systématiquement ceux qui ont un poids corporel élevé à six semaines.

### 3-2-1-2 Corrélation poids vif- GMQ :

Les tableaux 49 et 50 représentent les corrélations entre les Poids vifs et les GMQ des parents et des reproducteurs.

**Tableau 49 : Corrélations poids vifs- GMQ des parents**

GMQ Poids		Lot1			Lot2		
		Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 2	Sem 4	Sem 6
Parents	Sem 2	0.463**			0.871**		
	Sem 4		0.599**			0.585**	
	Sem 6			0.561**			0.394**
Parents femelles	Sem 2	0.886**			0.846**		
	Sem 4		0.625**			0.533**	
	Sem 6			0.556**			0.407**
Parents mâles	Sem 2	0.918**			0.837**		
	Sem 4		0.591			0.629**	
	Sem 6			0.340**			0.347**

(\*) : corrélation significative à 0.05.

(\*\*) : corrélation significative à 0.01

() : Corrélation non significative

Le tableau 49, nous montre qu'à une même semaine d'âge des parents, les corrélations entre les poids vifs et le gain quotidien sont positives, moyennes et très significatives.

Il est important de signaler, qu'à la deuxième semaine d'âge, on a enregistré de fortes corrélations entre le poids et le gain quotidien. Ces dernières varient entre 0.8 et 0.9 pour les parents mâles et femelles.

Ces corrélations indiquent que les individus à poids élevés sont ceux qui présentent les meilleurs GMQ. Donc la sélection la plus efficace est pratiquée à deux semaines d'âge. Le critère retenu peut être le poids. Par effet de corrélation le GMQ est entraîné indirectement.

Cependant cette corrélation chute avec l'âge, à 6 semaines les individus à poids élevés sont à GMQ moyen. Donc la simultanée n'est que moyennement efficace. On propose donc une sélection tandem à un caractère à la fois.

**Tableau 50 : Corrélations poids vif - GMQ des reproducteurs**

GMQ Poids		Lot1			Lot2		
		Sem 2	Sem 4	Sem 6	Sem 2	Sem 4	Sem 6
Reproducteurs	Sem2	0.901**			0.857**		
	Sem4		0.503**			0.626**	
	Sem6			0.520**			0.306**
Femelles Reproductrices	Sem2	0.846**			0.849**		
	Sem4		0.536**			0.602**	
	Sem6			0.308**			0.245*
Mâles Reproducteurs	Sem2	0.923**			0.871**		
	Sem4		0.584**			0.622**	
	Sem6			0.217			0.382*

(\*) : corrélation significative à 0.05.

(\*\*) : corrélation significative à 0.01

() : Corrélation non significative

On remarque (tableau50), qu'avec la sélection, la corrélation entre le poids et le GMQ à la deuxième semaine d'âge des reproducteurs sélectionnés du lot1 a fortement augmenté par rapport aux parents, elle est arrivée à 0.90.

Ainsi, la majorité des individus sélectionnés, qui ont réalisé un bon poids à la deuxième semaine d'âge, ont enregistré un gain de poids quotidien important à la même période d'âge.

Cependant, cette corrélation diminue progressivement avec l'âge. Donc une sélection tardive de type tandem est plus envisageable.

### **3-2-2 Différentielle de sélection :**

La différentielle de sélection du caractère poids est représenté dans le tableau 51

**Tableau 51 : Différentielle de sélection du poids vif**

Age ( Sem)	Différentiel de sélection	
	Lot1	Lot2
1	1.05	0.78
2	0.10	3.10
3	1.88	6.39
4	5.01	10.84
5	10.35	13.17
6	16.59	14.40

D'après le tableau 51, les écarts de poids corporel entre les reproducteurs sélectionnés et la population parentale sont positifs. Cette différence de poids tend à augmenter avec l'âge sauf à la deuxième semaine pour le lot1 où on assiste à une régression importante du poids entre les parents et les sélectionnés.

A quatre semaines d'âge, on a enregistré des différentielles de sélection de 5.01g(lot1) et 10.84(lot2) .

Chez des cailles sélectionnées à long terme sur le meilleur poids à 4 semaines d'âge, MARKS (1990) avait rapporté des différentielle de sélection de 9.3g et 11.4g chez deux lignées différentes pour les dix premières générations et 15g et 14.6g pour les quatre dernières générations ( $81^{\text{ème}} - 85^{\text{ème}}$  ).

### 3-2-3 Réponse à la sélection :

Tableau 52 : Réponse à la sélection du critère poids vif.

Age (Sem)	Réponse à la sélection (g/génération)			
	Lot1		Lot2	
	Début de ponte	Pic de ponte	Début de ponte	Pic de ponte
1	- 4.89	-8.02	0.93	-0.07
2	-4.43	-10.96	-14.35	-10.02
3	-6.1	-19.59	-18.97	-15.37
4	-6.19	-24.14	-29.1	-16.6
5	-16.01	-22.58	-20.16	-4.87
6	-1.99	-14.89	-1.38	/

D'après le tableau 52, la réponse à la sélection à toutes les périodes d'âge est négative. MARKS (1990) avait rapporté une réponse à la sélection de 4.3g/génération au cours des dix premières générations d'une sélection à long terme des cailles sur le meilleur poids à 4 semaines d'âge et une réponse de 0.2 et -2.4g/génération chez deux lignées différentes lors des quatre dernières générations (81<sup>ème</sup> – 85<sup>ème</sup>).

Ce même auteur avait rapporté une oscillation de la réponse à la sélection à long terme pour le caractère poids vif.

Les différentielles de sélection faibles à une semaine engendrent des différentielles de sélection moyennes à six semaine d'âge. Cependant les progrès génétiques ou réponses à la sélection sont négatifs. Ceci peut avoir comme causes probables :

#### 1<sup>ère</sup> hypothèse :

Le poids de l'œuf provenant des reproducteurs est plus faible que celui de la population initiale. Les œufs proviennent de phases de ponte différentes : les parents sont issus de la phase fin de ponte par contre la génération Gn+1 provient du début et pic de ponte.

La corrélation entre le poids de l'œuf et celui de la pondeuse et du cailleteau a été démontré positive (KENJI et *al.*, 2003 ; PETEK et *al.*, 2005).

De ce fait la comparaison devait se faire entre des parents provenant d'incubation de début ou de pic de ponte. Ou attendre les générations (Gn+1) issus d'incubation de la fin ponte.

### 2<sup>ème</sup> hypothèse :

Ces réponses négatives à la sélection sont dues à l'action du milieu, surtout l'alimentation où la génération Gn+1 était principalement nourri par de l'aliment finition « Poulet de chair ».

De même, plusieurs auteurs avaient rapportés, de l'éclosion à la maturité sexuelle, une faible à moyenne estimation de l'héritabilité du poids (0.18 à 0.43) (SAATCI et *al.*, 2006 ; ADEOGUN et ADEOYE 2002) lui conférant ainsi, une sensibilité aux facteurs environnementaux.

### 3<sup>ème</sup> hypothèse :

La population initiale est une hybride, destinée particulièrement à l'abattage.

Par conséquent, il serait préférable d'abord de stabiliser le poids vif puis effectuer des sélections à fin d'améliorer ce caractère à un âge fixe.

Néanmoins, la conduite d'élevage (alimentation, bâtiment, ...) doit être impérativement prise en considération.

A l'issue de cette deuxième partie de l'expérimentation, le poids de la caille élevée dans les conditions d'élevage de l'ITELV à la première semaine d'âge est de 19.04 à 23.37g avec une variabilité importante entre 10.40 et 37.53g. Cette dernière sera à l'origine d'une hétérogénéité entre individu à l'âge de six semaines, où le poids moyen enregistré est de 151.31g et 161.54g mais pouvant varier de 75 à 219.70g.

Une sélection pratiquée chez les parents à une semaine d'âge (avec une différentielle de sélection très faible de 1.05g pour le lot1 et de 0.78g pour le lot2) a aboutit à une différentielle de sélection de 16.59g pour le lot1 et 14.4g pour le lot2 à six semaines d'âge.

Par contre chez les mâles à une semaine d'âge, la différentielle de sélection est négative pour le lot1 et positive pour le lot2. Cependant, à la sixième semaine la différentielle de sélection est en faveur des mâles reproducteurs, elle est respectivement de 15.39 et 17.31g pour le lot1 et lot2 contre 12.57 et 10.09 pour les femelles du lot1 et lot 2.

Dans les différents élevages, la sélection doit être plus sévère chez les mâles que chez les femelles. L'intensité de sélection est meilleure chez les reproducteurs mâles. Ce dernier paramètre participe à augmenter le progrès génétique. La part du progrès permise par les mâles est toujours supérieure à celle permise par les femelles.

Les courbes de croissance ne montrent pas de problème particulier. Cependant, le dimorphisme sexuel en faveur des femelles à partir de la deuxième semaine d'âge est bien apparent.

Le poids de la génération  $G_{n+1}$  montre dès la première semaine d'âge une régression comparativement aux parents. Cette régression peut s'expliquer par la différence entre les périodes de collecte de données. Sachant que la population initiale était en fin de production. Or, nous savons que le poids de l'œuf est corrélé positivement au poids du poussin et au poids de la femelle. La génération  $G_{n+1}$  est issue du début et pic de ponte (donc la phase de ponte est différente à celle des parents). Des phases où l'œuf ne pesait pas aussi lourd que la fin de ponte.

Ainsi le poussin est plus léger. Et donc si on compare le progrès génétique, on le trouvera négatif.

Pour le gain moyen quotidien, il semble meilleur chez les parents du lot1 que ceux du lot 2. Ces derniers, présentent une cassure à la troisième semaine d'âge. Cependant, les distributions montrent une importante hétérogénéité entre individus. Les GMQ varient respectivement de 0.5 à 6.5g (lot1) et 1g à 7.5g (lot2) à la deuxième semaine contre 0.75 à 8.75g (lot1) et 0.5 à 8.5 (lot2) à la sixième semaine d'âge.

A partir de ces données on peut dire que cette population est constituée d'individus à croissance lente, moyenne et plus ou moins rapide.

D'après les représentations graphiques, les reproducteurs choisis présentent un meilleur GMQ que les parents sauf pour le lot1 à la première semaine.

Les quantités ingérées augmentent avec l'âge puis ralentissent entre la quatrième et la sixième semaine d'âge.

L'indice de consommation augmente également avec l'âge où il a pu atteindre une valeur de 16.92 pour le lot2.

Les poids à différents âges sont corrélés positivement. Cependant plus l'écart d'âge croît plus la corrélation diminue.

A deux semaines d'âge, le poids et le GMQ sont très fortement et positivement corrélés sauf pour le lot1 des parents, mais cette corrélation tend à diminuer avec l'âge, elle devient moyenne à faible à six semaines d'âge. Donc à cet âge la sélection simultanée n'est plus efficace comparativement à une sélection tandem.

## Conclusion

*Coturnix japonica* est l'espèce animale utilisée dans notre expérimentation. Cette dernière s'est déroulée sous les conditions ambiantes de la station expérimentale de l'ITELV de Baba Ali.

Il ressort de notre étude, que l'œuf de caille présente les caractéristiques suivantes :

- √ un poids moyen entre 11.75 et 11.86g pour la population initiale en période de fin de ponte. Chez la descendance, on assiste à une chute de poids de l'œuf. Cependant, l'œuf pèse plus lourd en pic de ponte qu'en début de ponte.
- √ une longueur moyenne de 3.01 à 3.04cm
- √ une largeur moyenne de 2.34 à 2.35cm
- √ un indice de forme moyen de 1.29

Ces valeurs moyennes montrent que l'œuf de caille répond aux normes d'incubation.

L'œuf présente une fertilité de 83.9 à 94.6%, un taux d'éclosion de 75.6 et 89.32%.

Le taux d'éclosion des œufs fertiles oscille autour de 75.6 à 95.9%.

Les mortalités embryonnaires enregistrées varient entre 4.06 et 11.03%

L'étude des corrélations a montré une proportionnalité entre le poids, la longueur et la largeur de l'œuf. Par contre, elle est négligeable entre le poids et l'indice de forme. Concernant les paramètres de croissance, le poids de la caille enregistré à six semaines d'âge varie entre 151.31 et 161.54g. La croissance pondérale suit une courbe ascendante pendant les trois premières semaines, puis ralentie au delà.

Le gain moyen quotidien croît avec l'âge puis chute à la cinquième semaine.

Les femelles, en moyenne, pèsent plus lourd que les mâles. Ce dimorphisme sexuel quant au caractère poids et gain moyen quotidien est apparent à partir de la deuxième semaine d'âge.

Les distributions prouvent que l'hétérogénéité des performances est une caractéristique de cette population.

Les corrélations entre poids à différents âges sont fortes et hautement significatives entre la quatrième et la sixième semaine d'âge. Ce qui est en faveur d'une sélection moyennement précoce à la quatrième semaine.

Les corrélations entre le poids et le gain moyen quotidien tendent à diminuer avec l'âge. Pour cela, une sélection de type tandem (un caractère à la fois) est plus envisageable que la simultanée.

La différentielle de sélection à la sixième semaine d'âge varie entre 14.40 et 16.59g. Cependant, la réponse à la sélection est de (-14.89) à (-1.38g). Parmi les causes incriminées dans l'obtention de progrès génétique négatif est la phase de ponte d'où proviennent les œufs (fin de ponte pour les parents, début et pic de ponte pour la progéniture).

A l'issue de cette étude nous suggérons :

- ✓ une sélection de type tandem.
- ✓ le poids est le critère de sélection
- ✓ La quatrième semaine est la période de sélection

Ce travail doit être complété par une étude de l'effet période de ponte sur le niveau des performances.

L'utilisation de cages individuelles permet une meilleure maîtrise et une meilleure valorisation des potentialités génétiques des reproducteurs (ponte, quantité ingérée et indice de consommation).

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

**ABOTT U.K. ; CRAIG R.M. (1964) :** Embryonic development in the Turkey, chicken and japanese quail :! Poultry Science (43) 1297.

**ADEOGUN I.O.; ADEOYE A.A. (2004) :**Heritabilities and phenotypic of growth performance traits in Japanese quails : Livestock: Res. For dvp: 16 (12).

**ADKINS-REGAN E.; WADE J. (2001):** Masculinized sexual parner preference in female zebra finiches with sex-reversed gonads. Horm-Behav (39): pp 22-28.

**AKBAS Y.; TAKMA C. ; YAYLAK E. (2004):** Genetic parameters for quail body weights using a random regression model: South African Journal of Animal Science 34 (2) pp 104 – 109.

**AKINCI Z.; BAYRAM I. (2003):** Effects of poppy seed meal on egg production and hatching results in quail ( *Coturnix coturnix Japonica*) : research in veterinary science 75 : pp 141 – 147.

**ALFATAFTAH A.A. (1987):** Effect of high temperature on broiler performance. Dirasat (14) : pp 179 –190.

**ALMEIDA M.I.M.; OLIVEIRA E.G.; RAMOS P.R. ; VEIGA N. ; DIAS K. (2002):** Growth performance of meat male (*Coturnix* sp) of two lines nutritional environments. Archives of veterinary science V (7) N° 2 pp : 103 – 108.

**ALTAN O.; OGUZ I. ; AKBAS Y. (1998):** Effects of selection for high body weight and age of hen on egg characteristics in japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) : Turk. J. Vet. Anim. Sci. (22) pp 467 – 473.

**AMONG T.K.; SHARMA P.K.; BORRA N.N.; BARUAH K.K. (1984):** Effect of egg weight and pre-incubation storage period on fertility and hatchability of WLH eggs. Indian Journal Poultry Science (19): pp 108 –111.

**BARBATO F. ; VASILATOS-YOUNKEN R. (1991):** Sex-linked and maternal effects on growth in chickens: Poultry Science (70) pp: 709 – 718.

**BAUMGARTNER J. (1994):** Japanese quail production breeding and genetics. World Poultry Science J. (50) pp: 227 – 235.

**BAZER E. ; KUCUKYIMAZ K. ; ERENSAYIN C. ; ORTHAN H. (2002):** The influence of mating interval and different sex ratio on reproductive performance and some yielding traits of Japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*): Hayvanclk, Arastirma, Dergisi 12 (2): pp 16 -20.

**BEACH F.A.; INMAN N.G. (1965):** Effects of castration and androgen replacement on mating in male quail. Proc. Nat. Acad. sci. (54) pp: 1426 - 1431.

**BENOUARAB Z. (1998):** Etude des paramètres technico-économiques en aviculture. Cas d'ateliers de ponte de la région centre à différents stades du cycle de ponte. Mémoire d'ingénieur d'Etat en sciences agronomiques. Université SSAD DAHLEB Blida.

**BERG C.; HALLDING K. ; FRIDOLFSSON A.K. ; BRANDT I. ; BRUNSTROM B. (1999):** The avian egg as a test system for endocrine disrupters : Effects of diethyl-Islibestrol and Ethynyl-oestradiol on sex organ development. *Sci. Total Environ.* (233) pp 57 – 66.

**BOON P. ; HENK-VISSER G.; DAAN S. (2000):** Effect of photoperiod on body weight gain and daily energy intake and energy expenditure in japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*) . *Physiology Behavior* (70): pp 249 –260.

**BOUKHLIFA A. (1993):** Etude des paramètres de production avicole en filière chair et ponte. Incidences technico-économiques sur le développement de l'aviculture en Algérie : cas des facteurs de production biologique (œuf à couver, poussin d'un jour chair et poulette démarrée. Mémoire de magistère INA El Harrach.

**BRAKE J.; WALSH T.J.; BENTON C.E.; PETITTE J.N.; MEIJERHOF R. ; PENALVA G. (1997) :** Egg handling and storage. *Poultry Science* (37) pp: 699 –707.

**CHAHIL P.S.; JOHNSON W.A. ; SCHILLING P.E. (1975) :** Combining ability in a diallel cross of three lines of "Coturnix coturnix Japonica". *Poultry Science* (54) : pp 1844 – 1849.

**CHENG K.M.; KIMURA M. (1990)** Mutations and Major variants in japanese quail. In Craroford R.D.(Ed) *Poultry breeding and genetics:* pp 333- 362.

**DARKEN J.R.; MARKS H.L. (1988):** Divergent selection for growth in japanses quail under split and complete nutritional environments 1. Genetic and correlated responses to selection. *Poultry Science* (67) : pp 519 –529.

**DEEMING D.C. (2000):** Storage of hatching eggs. *Poultry Int.* (11): pp 44 –48.

**DIXON R.J. ; ARZE G.G.; NICKHOLLS P.J. (1992):** Production hatchbilty and fertility of eggs from breeding Japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*) fed diets containing furazolidone: *Brit. Poutry Science* (33) pp 835 – 845.

**DJOUVINOV D. ; MIHAILOV R. ; (2005):** Effect of low protein level on performance of growing and laying Japanese quails ( *Coturnix coturnix Japonica*): *Bulgarian journal of veterinary medicine* (8) N° 2 pp: 91 – 98.

**DONKOH A. (1989):** Ambient temperature: afactor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *Int. J. Biometeorol.* (33): pp 259 –265.

**ELBRECHT A. SMITH R.G. (1992):** Aromatase enzyme activity and sex determination in chikens science (255): pp467 -470.

**ELIBOL O. ; PEAK S.D. ; BRAKE J. (2002):** Effect of flock age length of eggs storage and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs: Poultry Science (81) pp: 945 -950.

**ERENSAYIN C. (2002):** Influence of parental age on fertility embryonic mortality and hatchability in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) : J. Central animal research inst. (12) (1) pp: 47 -50.

**FAROOQ M. ; ANEELA K. ; DURRANI F.R. ; MUQARRAB A.K. ; CHAND N. ; KHURSHID A. (2001) :** Egg and shell weight, hatching and production performance of Japanese broiler quail: Sarhad J. Agric. (17) pp: 289 -293.

**FARRIS H.E. (1964):** Behavioral development, social organisation and conditioning of courting behaviour in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) : Unpublished PhD Thesis: Michigan State University Michigan.

**FOO J.K. (1995):** The relationship quail (*Coturnix coturnix Japonica*) hatching egg weight and day old chick weight. Proceeding of the Malaysian of Animal production. Malaysia, Penang: pp 128 -129.

**FOSTER R.G. ; FOLLETT B.K. (1985):**The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail J. Comp. Physiolo. 157: pp 519 -528.

**FRANK E.; ROBERT A. (1999):** Principles of photoperiod management in female broiler breeders. Vol. (7) Number 1. quarterly publication of cabb vautreess incorporated pp: 1 -6

**GERKEN M.; ZIMMER S.; PETERSON J. (1988):** Juvenile body weight and gonad development in adiallel cross among lines of japanese quail "*Coturnix coturnix Japonica*". Theor. Appl. Genetic (76): pp 775 –780.

**GERKEN M. ; MILLS A.D. (1993):** Welfare of domestic quail In "SAVORY C.J. ; HUGHES B.O." (Eds) Fourth Eur. Symposium on poultry welfare. Edinburg. University federation for animal welfare Potters Bar. Pp: 158 -176.

**GREEN J. ; VINCE M.A. (1973):** Foetal development in quail during the final stages of incubation. British Poultry Science (14) pp: 185 – 192.

**HASSAN S.M.; MADY M.E.; CARTWRIGHT A.L.; SABRI H.M.. MOBAREK S.M. (2003):** Effect of early feed restriction on reproductive performance in japanses quail "*Coturnix Coturnix Japonica*". Poultry science 82 (7): pp 1163 – 1169.

**HOCKING P.M.; BERNARD R.; ROBERTSON G.W. (2002):** Effect of low dietary protein and different allocation of foot during rearing and restricted feeding after peak rate of lay on egg production fertility and hatchability in femal broiler breeders. British Poultry Science (43) 1 pp :94 – 103.

**HORST P.; BECKER C. (1992):** Interaction between growth and laying performance of hens subjected to high and moderate environmental temperatures. *Animal breed (abst)* (60) : pp 4695.

**HOWES J.R. (1964):** Japanese quail as found in japan. *Quail quart1* : pp19-30.

**INSKO W.M.; MACLUARY D.W.; BEGIN J.J.; JOHNSON T.H. (1971) :** The relationship of egg weight to hatchability of *coturnix* : *Poultry science* (50) pp: 297 -298.

**IPECK A. ; SAHAN U. ; YILMAZ B. (2004):** Effet du poids sur les performances de croissance: *Journal européen de la science Horticulture*: 68 (6) pp: 280 -283.

**KALITA N. (1994) :** Effect of egg weight, storage period and position of egg on hatchability. *Indian Journal of poultry science* 29 (3) pp: 281 – 283.

**KAWAHARA T. ; INOUE T. (1966):** Estimation of genetic parameters of productive traits of japanese quail. *Rep. Nat. Genet. Misima* pp: 16 - 44.

**KAWAHARA T. (1973):** comparative study of quantitative traits between wild and domestic quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Exp. Anim.* 22 (supplement) : pp 138 - 150.

**KAWAHARA T.; SAITO K. (1976):** Genetic parameters of organ and body weight in japanese quail. *Poultry Science* (55) : pp 1247 –1252.

**KENJI N.; HIROMITS M.; AKIHIRO N.; KEICHIRO M.; YOSHITAKA U. (2003):** genetic parameter estimates for egg weight and its related traits in japanese quail. *Research note. Vol* (40) : pp 66 –70.

**KERHARO A. (1987).** L'élevage de la caille de chair en France. Institut Technique de l'Agriculture Paris.

**KHURSHID A. ; FAROOQ M. ; DURRANI F.R. ; SARBILAND K. ; MANZOOR A. (2004):** Hatching performance of Japanese quails. *Livestock research of rural development* 16 (1).

**KIRK S.; EMMANS G.C.; Mc DONALD R.; ARNOT E. (1980):** Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *British poultry science* (21): pp 37 – 53.

**KLING K.; SOARES J.H. (1982):** Vitamin E deficiency in Japanese quail. *Poultry (Abst)* (8) 2 : 55.

**KOVACH J.K. (1974) :** The behaviour of Japanese quail review of the literature from a bioethological perspective. *Appl. Anim. Ethol* 1.77: pp 102.

**KRESS D.D (1979):** Effects of alternate generation inbreeding on selection response in Japanese quail. Animal and Range Science Department. Montana State University. Bozeman.

**KSELEN L.V.I.; PANNIA L.V.I. (1976):** The correlation of egg weight with hatching weight and 56 days weight of broiler fowls. Anim. Breed. Abs 44 (2): pp 888.

**KÜCÜKYILMAZ K. ; BASER E. ; ERENSAYIN C. ; ORTHAN A. ; ARAT E. (2001):** effect of egg weight on the hatchability; fattening performance and egg yield traits of Japanese quail (in Turkish) hayv. Arast. Derg (11) pp: 6 – 12.

**KUL S.; SEKER I. (2004):** Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*): International journal of poultry science 3 (6) pp: 400 – 405.

**KUMAR K.M.A. ; KUMAR K.S.P. ; RAMPPA B.S. ; MANJUNATH V. (1990)** Influence of parental age on fertility, hatchability body weight and survivability of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*): Poultry adv. (23) pp: 43 – 47.

**LASKEY J.K. ; EDENS P.W. (1985):** Hatch weight selection: Effects on posthatch growth in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*): Comparative Bioch. And phys (82) pp: 101 – 104.

**LEESON S. (1986):** Nutritional consideration of poultry during heat stress. World's Poultry Science (42) : pp 69 – 81.

**LUCOTTE G. (1974):** la production de la caille: Edition Vigot frères Paris 77 pp.

**MARKS H.L. ; KINNEY T.B. (1964) :** Estimates of some genetics parameters in coturnix quail (Abst) poultry science 43 : pp 1338.

**MARKS H.L. (1978) :** Long-term selection for four-week body weight in Japanese quail under different nutritional environments. Theoretical and Applied genetics (52) pp: 105 – 111.

**MARKS H.L. (1990):** Genetics of growth and meat production in other galliformes: pp 677- 690 in "Poultry breeding and genetics R.D. Crawford, Ed "Elsevier".

**MARKS H.L. (1993):** Carcass composition, feed intake and feed efficiency following long term selection four weeks body weight in Japanese quail. Poultry science (72) : pp 1005 –1011.

**MATHER F.B.; WILSON O. (1964) :** Post natal testicular development in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Poultry Science (43): pp 860-864.

**MENASSE V. (1986) :** L'élevage rentable des cailles (Ed) DE VECCHI S.A. pp 5 - 119

**MIGNON-GRASTEAU S. ; BEAUMONT C. (2000)** : Les courbes de croissance chez les oiseaux : INRA Production animale (13) 5 pp : 337 – 348.

**MINVIELLE F.; HIRGOYEN E.; BOULAY M. (1999)** : Associated effects of the roux plumage color mutation on growth carcass traits, egg production and reproduction of japanese quail. Poultry Science (78): pp 1479 –1484.

**MINVIELLE F.; MONVOISIN J.L.; COSTA J.; MAEDA Y. (2000)**: Long term egg production and heterosis in quail lines after within-line or reciprocal recurrent selection for high early egg production. British Poultry Science (41) : pp 140 – 157.

**MIZUTANI M. (2003)**: The Japanese quail. Laboratory Animal Station, Nippon Institute of Biological Science pp: 143 - 158.

**MOHMOND T.H.; COLEMAN T.H. (1967)**: A comparison of the proportion of components part of Bobwhite and coturnix eggs. Poultry Science (46) pp: 1168 - 1171

**MORITSU Y.; NESTOR K.E.; NOBLE D.O.; ANTHONY N.B.; BACON W.L. (1997)**: Divergent selection for body weight and yolk precursor in "*Coturnix Coturnix Japonica*" Jpn. J. Zootch.Sci. (53): pp 424 – 428.

**MURAD A.; FAROOQ M. MIAN M.A. ; MUQARRAB A.K. (2001)** : Hatching performance of fayumi eggs. Sarhad Journal of agriculture 17 (1) pp: 1 – 6.

**NARRAHARI D. ; MUJEER K.A. ; THANGAVER A. ; RAMA-MURTHY N. ; VISWANATHAN S. ; MOHAN B. ; MURU-GAMANDAN M. ; SUNDARASU V. (1988)** : Traits influencing the hatching performance of Japanese quail eggs. British Poultry Science (29) pp: 101 – 112.

**NAZLIGÜL A.; TÜRKYILMAZ M.K.; BARDAKCIOGLU H.E (2001)**: Effects of hatching egg weight on hatching chick weight, post hatching growth performance and liveability in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) : Turkish Journal veterinary animal science.

**NESTOR K.E.; BACON W.L.; ANTONY N.B.; NOBLE D.O. (1996)**:Divergent selection for body weight and yolk precursor in "*Coturnix Coturnix japonica*" 11. correlated responses to selection over thirty generations poultry science 75: pp 472 – 477.

**NOVO R.P. ; GAMA L.T. ; SOARES M.C. (1997)**: Effects of oviposition time, hen age and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability: J. Appl. Poult. Research (6) pp: 335 – 343.

**OGÜZ I. (1996)**: Body weights, carcass characteristics, organ weights, abdominal fat and lipid content of liver and carcass on two lines of japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*) unselected and selected for four week body weight. British Poultry Science Vol (37) : pp 579 –588.

**OKAMOTO S.; HATATE Y.; MATUO T. (1982):** Heterosis in reciprocal crosses between large and small lines of Japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*). Jpn. J. Zootch.Sci. (53): pp 424 –428.

**OPEL H. (1966):** The time of release of ovulating hormones in the Coturnix as assayed by hypophysectomy. Poultry Science (46) : pp 1302.

**ÖZBEY O.; OZCELIK M. (2004):** The effect of high environmental temperature on growth performance of Japanese quail with different body weights. J. Poultry Science 3(7): pp 468 –470.

**ÖZBEY O.; YILDIZ N.; ESEN F. (2006):** The effects of high temperature on breeding characteristics and the living strength of the Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) Int. j. Poul. Sci. 5 (1) pp: 56 -59.

**OZCELIK M. (2002):** The phenotypic correlations among some external and internal quality characteristics in Japanese quail eggs. Vet. J. Ankara university: 49 pp: 67 – 72.

**PADGETT C.S; IVEY W.D. (1960):** The normal embryology of the coturnix quail. Anatomical Record (137) : pp 1 -11.

**PANDA B.; SINGH R.P. (1990):** Developments in processing quail meat and eggs: World's Poultry Science Journal (46) pp: 219 – 234.

**PARKER J.T.; BOONE M.A.; KNIGHT J.F. (1972):** The effect of ambient temperature upon body temperature, feed consumption and water consumption using two varieties of turkeys. Poultry science (51): pp 659 – 664.

**PETEK M.; DICKMEN S. (2004):** The effects of prostorage incubation of quail breeder eggs on hatchability and subsequent growth performance of progeny: Animal Research (53) pp: 527 – 534.

**PETEK M.; BASPINAR H.; OGAN M.; BALCI F. (2005):** Effects of egg weight and length of storage period on hatchability and subsequent laying performance of quail: Turk. J. Vet. Anim. Sci (29) pp: 537 – 542.

**PIAO J.; OKAMOTO S.; KOBAYASHI S.; WADA Y.; MAEDA Y. (2002):** Study of heterosis effects on productive traits of Japanese quail. Jpn. Poultry Science (39) :pp 139 –146.

**POOLE H.K. (1964):** Egg shell pigmentation in Japanese quail: genetic control of the with egg trait. J. Heredity 55: pp: 136 -138.

**POOLE H.K. (1965) :**Spectrophotometric identification of egg shell pigments and timing of superficial pigment deposition in Japanese quail. Proceedings of the society for experimental. Biology and medicine 119: pp: 457 – 551.

**POOLE H.K. (1967):** Microscopic study of uterine egg shell pigment in Japanese quail. The journal of heredity (58) pp: 200 -203.

**POYRAZ O. ; INAN M.; AKCAN A. (1991):** The effect of high environmental temperature on layer hens. Some production traits. Journal vet. Faculty of Ankara University (38): pp 24 –39.

**PRABKARAN R.; NARAHARI D. ; RAMAMURTHY N. ; PARIVALLAL A.V. ; MUSSER K.A. (1984) :** Influence of egg size and shell color on hatchability. Poultry science (Abs) 10 : 1644.

**PROUDFOOT F.G.; HULAN H.W. (1981):** Influence of hatchability egg size on the subsequent performance of broiler chickens: poultry science 60 pp: 2167 -2170.

**REDDISH J.M.; NESTOR K.E. ; LILBURN M.S. (2003):** Effect of selection for growth selected lines of Japanese quail. Poultry science 82 (2) pp: 187 -191.

**REIS L.H.; GAMA L.T.; CHAVIERO-SOARES M. (1997):** Effect of short condition and broiler age on hatchability, hatching time, and chick weights. Poultry Science (76) pp: 1459 – 1466.

**RICKLEFS R.E. (1979):** Patterns of growth in birds. A comparative study on development into starling. Common tern and Japanese quail. Ank. (96) pp: 10-30.

**RIZZONI R. ; LUCCHETTI L. (1979):** Elevage et utilisation de la caille domestique: La maison rustique pp: 159.

**SAATCI M. ; OMED H. ; Ap DEWI I. (2006) :** Genetic parameters from univariate and bivariate analysis of egg and weight traits in Japanese quail (Abs) poultry science 85 (2) pp: 185 -190.

**SACHDEV A.K.; AHUJA S.D. THOMAS P.C.; AGRAWAL S.K. ( 1985):** Effect of egg weight and duration storage on the weight loss, fertility and hatchability traits in Japanese quail. Ind. J. Poultry Science (20) pp: 19 -22.

**SAHAN U. ; IPEK I. (2000) :** Effects of breeder age and incubation humidity on hatching characteristics of broiler breeder eggs. J. Poultry research (2) pp: 11 -14.

**SANFORD J.A. (1957):** A progress report of *Coturnix* quail. Investigation in Missouri Pro. North. Am. Wild life conf. 22 conf.: pp 316 –359.

**SARICA M.; SOLEY F. (1995):** The effect of hatching egg weight on the hatchability growing and egg production traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) : J. Agric.Faculty of O.M.U. (10) pp: 19 – 30.

**SATO K.; FUKUDA H. ; HEDIANTO Y.E.; INO T. (1989):** Research note: Heterosis for reproductive traits in reciprocal crosses of highly inbred lines of Japanese quail. Jpn. Poultry Science (26) : pp 70 –73.

**SAUVEUR B. (1988):** Reproduction des volailles et production d'oeufs. INRA Editions Paris 450 pp.

**SAUVEUR B. (1996)** Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. INRA Prod. Animale 9 (1) : pp 23-34.

**SAYLAM S.K. (1999) :** The effect of egg weight and storage time on egg weight loss and hatchability traits in Japanese quail: Turkish journal vet. And animal science 23: pp367 -372.

**SCHEIB D.; REYSS-BRION M. (1979):** Feminization of the quail by early diethylstilbestrol treatment histoenzymological investigations on steroid dehydrogenase in the gonads. Arch anat. Microsc. Morpho. Exp. (68) : pp85-98.

**SCHEIB D. (1983) :** Effects and role of oestrogens in avian gonadal differentiation. 23 (suppl): pp 87-92.

**SCHMID I.; WECHSLER B. (1997):** Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. Applied Animal Behaviour science (55)

**SEKER I. ; KUL S. ; BAYRAKTAR M. (2004):** Effects of parental age and hatchability egg weight of Japanese quails on hatchability and chick weight: International journal of Poultry Science 3 (4) pp: 259 -265.

**SEZER M.; TARHAN S. (2005) :** Model parameters of growth curves of three meat – type lines of Japanese quail : CZECH . Animal Science 50 (1) pp: 22 -30.

**SHANAWAY M.M. (1987):** Hatching weight in relation to egg weight in domestic birds. World's Poultry Science Journal (43) pp: 107 –115.

**SHANAWAY M.M. (1994):** Quail production system. A review. Animal production and health division FAO Rome Italy.

**SITTMANN K.; ABLANALP H. (1965):** Duration and recovery of fertility in Japanese quail. British Poultry Science 6 (3) pp: 245 -250.

**SITTMANN K.; ABLANALP H.; FRAZER A. (1966):** Inbreeding depressing in Japanese quail. Genetics (54) : pp 371 –379.

**SMITH A.J.; OLIVER J. (1971):** Some physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. Poultry Science 50: pp 912 –925.

**SMITH C.A; SINCLAIR A.H. (2001):** Sex determination in the chicken embryo J.Exp Zool 290: pp 691-699.

**SOH T.; FUGIHARA N. ; KOGA O. (1993):** Observations of pigment accumulation in the epithelium of the shell gland and superficial pigmentation on the egg shell in Japanese quail. Journal of the faculty agriculture KYUSHU University (38) pp: 73 -80.

**SOH T.; KOGA O. (1999):** The effect of phosphorus and prostaglandins on the secretion of pigment from the epithelium of the shell gland in Japanese quail. British Poultry science (40) pp: 131 -134.

**SOLTNER D. (1993) :** Reproduction des animaux d'élevage. Sciences et techniques agricoles. pp 159-183.

**STEVENS L. (1997) :** Sex chromosoms and sex determining mechanisms in birds. Sci. Prog (80) : pp 197 -216.

**SUDA Y.; IMAKAWA K.; OKAMOTO S. (2002):** Long term selection for small body weight in japanese quail I: Direct selection response from go to 65<sup>th</sup> Generations. Journal Poultry Science (39) : pp 274 –284.

**SYED H.S.A.; CHEE Y.S.; JAMILAH M. (1995):** Selection of quails for meat production (Abs). Proceedings of the 17 th Malaysian society of animal production Malaysia Penang pp: 124 – 125.

**SYED H.S.A.; MATTA A.R.; YUSOF S.M.; FOO J.K. (2000):** The effect of varying the protein and energy levels on the performance of meat type japanese quail. Proc. 22<sup>nd</sup> MSAP Ann. Conf. KOTA KINABALU MALAYSIA pp: 137 –138.

**SZEZERBINKA D. ; ZUBRECKI A. (1999):** The quail egg weight and their storage period vs hatching success and rearing performance. Adv. In Agri. Sci. (6) pp: 91 – 100.

**TAKA-TSUKASA N. (1935):** The birds of Nippon.London witherby.

**TANAKATA K. ; IMAI T. ; KOGA O.V. (1977) :** Superficial pigmentation of egg schell in japanese quail « *Coturnix Coturnix japonica* ». Poultry Science 14: pp 229 -231.

**TSERVENI-GOUSHI A.S. (1986):** Relationship between parental age weight and hatching weight of japanese quail. Br. Poultry Science (28) pp: 749 –752.

**UDDIN M.S.; PAUL D.C.; HUQUE Q.M.E. (1994):** Effect of egg weight and pre-incubation holding periods on hatchability of Japanese quail eggs in different seasons. Asian Australian journal of animal (7) pp: 499 – 503.

**ULUOCAK A.N.; OKAN E.; NACAR H. (1995):** Exterior and interior quality characteristic of eggs and their variation according to age in Japanese quail. Turkish J. Vet. And animal Science (19): pp 181 – 187.

**VALI N.; EDRISS M.A.; RAHMANI H.R. (2005):** Genetics parameters of body and some carcass traits in two quails strains. Int. J. Poultry Science 4 (5): pp 296 –300.

**WAKASUGI N. (1984):** Japanese quail In “Mason J.L (Ed): Evolution of domesticated animals. Longman London pp: 319 – 321.

**WALLACE R.A. (1985):** vitellogenesis and oocyte growth in non mammalian vertebrates : Cognate ligands and oocyte receptor. Biol.Chem. (265): pp 882 – 888.

**WEBB R.P. (1972):** An evaluation of the ability of three populations of Japanese quail to withstand severe inbreeding. M.S. Thesis, Montana state University, BOZEMAN.

**WENTWORTH B.C.; MELLEN W.J. (1963):** Egg production and fertility following various methods of insemination in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) J. Reproduction fertility (6) pp: 42 – 43.

**WHETMORE A. (1952) :** A revised classification of the birds of the world. Smithsonian Miscellaneous collections 117: pp1-22.

**WILSON W.O. ; HUANG R.H. (1962):** A comparison of the time of ovipositing for *Coturnix* and chicken. Poultry Science (41)1834. I. 845.

**WILSON W.O. (1972) :** A review of the physiology of *Coturnix* (Japanese quail). World's Poultry Science J.28: pp413 – 424.

**WILSON M.I. ; BERMANT G. ( 1972):** An analysis of social interactions in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) . Animal. Behaviour 20 pp: 252 – 258.

**WILSON H.R. (1991):** Interrelationships of egg size, chick size and post hatching growth and hatchability. Indian journal of poultry science 29 (3) pp: 281 – 283.

**WOODARD A.E.; MATHER E.B. (1964) :** Effect of photoperiodic on cyclic patterns of body temperature in the quail .Nature (203) 4943 : pp 422 – 423.

**WOODARD A.E.; ABPLANALP H. (1967):** The effect of mating ratio and age on fertility and hatchability in Japanese quail. Poultry Science (46) : pp383 –388.

**WOODARD A.E. ; ABLANALP H. (1971):** Longevity and reproduction in Japanese quail maintained under stimulatory lighting. Poultry Science (50) pp: 688 -692.

**WOODARD A.E.; ABPLANALP H.; WILSON W.; VOHRA P. (1973):** Japanese quail husbandry in the laboratory department of avian sciences university of California. pp 1 -22.

**YALCIN B.C. (1981):** general zootechny. The publications of veterinary Faculty of Istanbul University: pp 145 –153.

**YAMASHINA Y. (1961):** Quail breeding in japan. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 58: pp 216-222.

**YANNAKOPOULOS A.L.; TSERVENI –GOUSI A.S (1987):** Effect of breeder quail age and egg weight on chick weight. Poultry science (66) pp: 1558 -1560.

**YILDIVIM I.; YETIZIR R. (1998):** Effects of hatching egg weight and parental age on the hatching weight and 6 th week live weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) : Turkish J. Vet. And Anim. Sci (22) pp: 315 – 319.

**YOSHIZAKI N.; YONEZAWA S. (1996):** Salt concentration dependency of vitellogenin processing cathepsin D in xenopus laevis. Dev. Growth Differ. (38): pp 549 – 556.