

VARIABILITE DES CARACTERES TARSE, AILE PLIEE ET L'EVOLUTION PONDERALE CHEZ DEUX LIGNEES DIVERGENTES DE LA PERDRIX GAMBRA (*Alectoris barbara*, BONNATERRE, 1792)

FARID MEZERDI⁽¹⁾, JOHANN HUGUENIN⁽²⁾, MOHAMED BELHAMRA⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratoire diversité des écosystèmes et dynamiques des systèmes de production agricoles en zones arides, Département des sciences agronomiques, Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Université Mohamed Khider, BISKRA
mezerdif@yahoo.fr ; segmadz@yahoo.fr

⁽²⁾CIRAD UMR SELMET, Montpellier, France
johann.huguenin@cirad.fr

ABSTRACT

Our study was focused on the monitoring of the divergent growth rate characters Weight, Tarsus and folded Wing, in two strains Fast Slow gambra partridge, bred and controlled in the Hunting Center of Zéralda. For three generations, during 13 weeks, we conducted 8.946 measures a total sample of N = 213 birds. Individual data, in both strains were determined by growth curves adjustments estimated using the Gompertz model. The average values hatching weights characters, the wing folded and the tarsus are in favor of the FL line. We confirmed this prediction by analysis of variance "ANOVA test" for body mass, tarsus length and wing that are significantly higher in the FL line from the line SL. We have demonstrated that the secondary sexual character "pin" developing for the duration of the experiment becomes significantly apparent from the 140 days of age (20 weeks). Our results demonstrate the effectiveness of the selection scheme, the two divergent lines significantly. Genetic factors are significantly responsible for the fast growth or not. We can move forward, that the requirements of the physical, physiological and behavioral unique to this group of birds have been optimized.

KEYWORDS: Barbary Partridge (*Alectoris barbara*), fast line LR, slow line Ll, captive population, Restocking.

RESUME

Notre étude s'est portée sur le suivi de la vitesse de croissance divergente des caractères Poids, Tarse et Aile pliée, chez deux lignées Rapide Lente de perdrix gambra, élevée et contrôlée au Centre Cynégétique de Zéralda. Durant trois générations successives, pendant 13 semaines, nous avons effectué 8.946 mesures sur un échantillon total de N = 213 oiseaux. Les données individuelles, chez les deux lignées ont été déterminées par des ajustements de courbes de croissance évaluée en appliquant le modèle de Gompertz. Les valeurs moyennes à l'éclosion des caractères poids, l'aile pliée et le tarse sont en faveur de la lignée LR. Nous avons confirmé cette prédiction par des analyses de variances « ANOVA-test » pour la masse corporelle, la longueur du tarse et de l'aile qui sont significativement supérieures chez la lignée LR par rapport à la lignée Ll. Nous avons mis en évidence que le caractère sexuel secondaire « ergot » en développement pendant toute la durée de l'expérimentation devient significativement apparent dès les 140 jours d'âge (20 semaines). Nos résultats mettent en évidence, l'efficacité du schéma de sélection, les deux lignées divergentes significativement. Les facteurs génétiques sont significativement responsables de la croissance rapide ou non. Nous pouvons avancer, que les exigences physiques, physiologiques et comportementales propres à ce groupe d'oiseaux ont été optimisés.

MOTS CLES: Perdrix gambra (*Alectoris barbara*), lignée rapide LR, lignée lente Ll, population captive, Repeuplement.

1 INTRODUCTION

Dans l'ordre des Galliforme, Famille des Phasianidae, la

Perdrix gambra (*Alectoris barbara*, Bonnaterre, 1792) est le plus petit oiseau gibier du genre *Alectoris* (Thonon *et al.*,

1977). Son aire de répartition, s'étend à l'ensemble de la Tunisie, de l'Algérie, et du Maroc, incluant les îles Canaries et la Sardaigne (Heim de Balsac & Mayaud, 1962 ; Etchcopar & Hue, 1964 ; Geroudet, 1978 et Maghnouj, 1983). En Algérie, son aire s'étale du littoral, jusqu'à l'Atlas saharien (Farhi & Belhamra, 2012). La Perdrix gabra, en dépit de son importance au niveau des tableaux de chasse et de son encrage dans la culture populaire maghrébine, peu d'études ont cherché à consolider sa conservation *in situ* et *ex situ* ; les travaux les plus récents portent sur l'écologie et la biologie de l'espèce (Akil & Boudedja, 2001 ; Idouhar, 2012 et Aourir *et al.*, 2014). Par ailleurs, la variation phénotypique est un élément fondamental de l'évolution, l'étude des facteurs intrinsèques influençant la croissance des oisillons est aussi importante dans la compréhension de ce processus, de l'éclosion à l'envol (Benharzallah *et al.*, 2015), il constitue un élément fondamental de la valeur sélective ou *fitness* (Gebhardt-Henrich & Richner 1998).

Ce concept est au centre des questionnements scientifiques sur l'évolution. L'étude des facteurs influençant le taux de croissance est essentiel pour la compréhension du succès reproducteur et de la *fitness* chez les espèces animales, la variation de la taille du corps peut influencer de manière significative à la fois la fécondité et la survie chez de nombreuses espèces (Gebhardt-Henrich & Richner, 1998).

L'étude de la morphométrie et de la vitesse de croissance fournit des données pertinentes pour répondre à une question liée au dimorphisme sexuel et son rôle dynamique (Forero *et al.*, 2001). Généralement, les animaux en compétition pour défendre un territoire, font appel à leur capacités physiques (Reale, 1997). Un tel avantage permettra par exemple à l'oiseau issu d'une lignée à croissance rapide, possédant les caractères apparents du dimorphisme sexuel : la masse corporelle, le tarse et l'emplumement bien développés, de se procurer une partenaire et par conséquent, d'augmenter ses chances de s'intégrer à un pool sauvage.

C'est dans ce contexte d'aptitude phénotypique « *fitness* » que notre étude se penche sur le suivi de la croissance, chez des oiseaux de perdrix, depuis l'âge à l'éclosion au stade sub-adulte. La sélection bidirectionnelle peut elle affecter significativement la variation de la taille du corps ? Le questionnement s'intéresse à ce volet fondamental relatif à la caractérisation biologique de deux lignées divergentes et se rapporte à l'analyse des effets de cette sélection sur la croissance de la masse corporelle, le tarse et l'aile pliée.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Origine des oiseaux des deux lignées

L'expérimentation a été menée sur des perdrix issues de grands parents prélevés dans la nature en 2000-2002, originaires de la région de Beni-Slimane, Wilaya de Médéa (36° 14'03.LN et 31° 9'26.LE). A l'origine, 33 couples sauvages ont constitué la population fondatrice (Belhamra *et al.*, 2007a). Très vite, en trois années, 100% des femelles

ont évolué vers les phénotypes pondéreux. C'est à partir de la F₁₁, des fils et filles issus de cette population parentale que nous avons mené notre étude. Il s'agit donc des descendants issus de 33 arrière grand-mères et de 33 grands parents, de différents phénotypes adaptés aux conditions de captivité, ils sont contrôlés en laboratoire en s'efforçant de maintenir autant que possible la variabilité génétique.

2.2 Phase de maintenance et de Mesures

Pour le suivi de la croissance, nous avons élevé séparément les lignées. Nous avons effectué 8.946 mesures chez les oiseaux des deux lignées (N = 213). A l'éclosion, la détection des oisillons ayant la croissance rapide est facilitée par le niveau de développement des rémiges des plumes de couvertures des ailes (Belhamra *et al.*, 2007a) : les oiseaux possédant des rémiges développées sont rangés dans la lignée rapide « LR ». Les oiseaux dont les plumes ne sont pas assez développées sont classés dans la lignée lente « LI ». Les poussins, une fois sélectionnés, ils sont transférés, dans deux chambres séparées. Les premières vingt quatre heures, ils recevaient uniquement de l'eau. Les 24 qui suivent et pendant toute la durée de l'expérimentation, les oiseaux recevaient de l'eau et de l'alimentation *ad libitum*.

2.3 Analyse des réponses à la sélection

Pour mettre en évidence les paramètres de croissance on a utilisé les modèles appliqués aux oiseaux et développés par Gompertz et les équations logistiques (Ricklefs, 1973-1983) :

$$\text{Gompertz: } Pt = A \cdot \exp(-\exp(-K(t-t_i))) \quad (1)$$

$$\text{logistique: } Pt = A/(1+\exp(K(t-t_i))) \quad (2)$$

Pt : la mesure du caractère (poids, aile et tarse) à l'éclosion
A : la valeur asymptotique; KG : Taux de croissance (d⁻¹)
ti : point d'inflexion (d).

Sur la base de l'apparition du caractère sexuel secondaire « l'ergot », nous avons procédé à la détermination a posteriori du sexe de chaque individu. Les données obtenues portant sur les caractères poids, aile pliée et le tarse sont soumises à une analyse de variance (ANOVA) multifactorielle et suivant les modalités Lignées, générations et sexes. Les moyennes sont comparées a posteriori deux à deux, selon le test Fischer PLSD. Cette analyse est réalisée avec le logiciel STATVIEW.

3 RÉSULTATS

3.1 Le caractère poids

Les valeurs moyennes des paramètres de croissance sont prédites à partir des équations des courbes de croissance de Gompertz (Tab. 1 et Fig.1), pour les deux lignées de Perdrix gabra (N_f = 103 Femelles et N_m = 110 Mâles).

Tableau 1 : Les valeurs moyennes pour le poids chez les deux lignées LR et LI.

Poids	N	$P_E \pm SE$	$P_G \pm SE$	$A \pm SE$	$K_G \pm SE$	$t \pm SE$	$r^2 \pm Pr$
Mâle rapide	56	13,202±0,017	178,52±0,75	1140,4±37,28	0,046± 0,003	40,44±5,08	0,957±0,0021
Mâle lente	54	12,541±0,037	135,62±0,74	451,59±28,12	0,045± 0,003	39,28± 5,04	0,955±0,0019
Femelle rapide	50	12,350±0,025	149,40±0,79	593,12±32,80	0,044± 0,0013	50,14±5,52	0,937±0,0023
Femelle lente	53	10,349±0,081	119,96±0,76	400,84±25,19	0,046± 0,0015	42,54± 5,15	0,951±0,0091

N: nombre d'individus; P_E : Le poids corporel à l'éclosion (g) ; P_G :Le poids corporel moyen (g) ; A : poids corporel asymptotique (g); K_G : Taux de croissance (d^{-1}); t_i : point d'inflexion (d); r^2 : coefficient de détermination, SE : standard d'erreur.

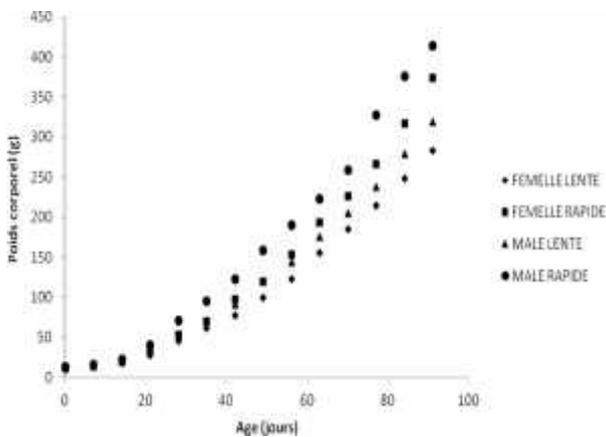


Figure 1 : Courbes établies à partir de l'équation de Gompertz pour la croissance pondérale en fonction de l'âge chez les mâles et femelles des lignées LR et LI de la Perdrix gabra (*Alectoris barbara*)

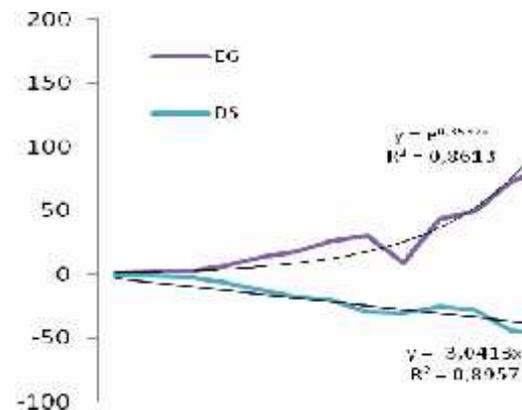
Nous avons évalué P_E : poids asymptotique A , Taux de croissance (d^{-1}); t_i : point d'inflexion (d); et r^2 coefficient de détermination, ne sont pas significatives à l'éclosion pour les caractères poids corporel et pour les deux lignées et les deux sexes (Tableau 1).

Le poids corporel asymptotique chez les femelles de la lignée rapide est de 593.12 ± 51.17 g, (N = 50) et chez la lignée lente est de 400.84 ± 25.19 (N = 53). Le dimorphisme sexuel intra lignée et inter sexe est pour la lignée lente $451.59 \text{ g} \pm 28.12$ vs 400.84 ± 25.19 , ceci est plus significative chez la lignée rapide : $1140,4 \pm 37,28$ vs $593,12 \pm 32,80$.

Le taux de croissance constant (K_G), à l'âge de la croissance maximale au point d'inflexion (t_i) de la courbe prédite par l'équation Gompertz est respectivement pour les femelles de lignée Rapide elle est de $0,044 \pm 0,0013 \text{ d}^{-1}$ et $50,14 \pm 5,52$ d, pour la lignée lente de $0,046 \pm 0,0015 \text{ d}^{-1}$ et $42,54 \pm 5,15$ d ; pour les mâles LR elle est de $0,046 \pm 0,003 \text{ d}^{-1}$ et $40,44 \pm 5,08$ d ; pour les mâles de la lignée LI elle est de $0,045 \pm 0,003 \text{ d}^{-1}$ et $39,28 \pm 5,04$ d.

3.1.1 Les sources de variabilité et différences biométriques intra - spécifiques

a) Ecarts moyens pour les effets génétiques en (g)



b) Ecarts moyens pour les effets générations en (g)

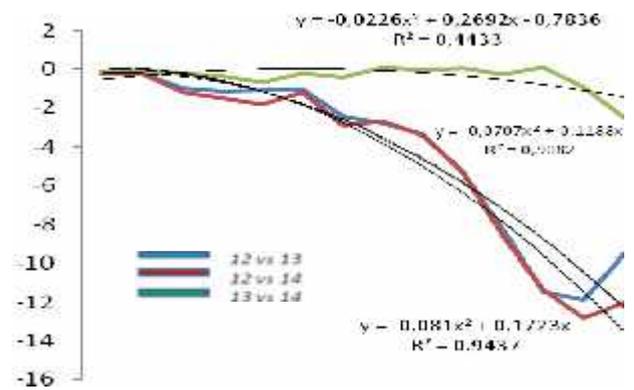


Figure 2 : (a) représentation graphique de l'évolution des écarts moyens en (g) pour le caractère poids, les effets génétiques (EG) en fonction des âges et les effets du dimorphisme sexuel (DS) et (b) évolution des écarts moyens entre générations

Nous avons enregistré des effets génétiques et sexes significatifs, pour toute la durée de mesures (Fig. 2). Pour l'effet génétique un écart moyen significatif entre la lignée LR et la lignée LI (*Anova test* ; $ddl = 1$; $F=367,292$; $P <$

0,0001) et en un écart moyen de - 93,763 g pour la 13ème semaine (*Anova test* ; *ddl* =1 ; *F*=4097,150 ; *P*= < 0,0001), toujours en faveur aussi de la lignée rapide (Fig.2a). Les paramètres issus de cette analyse sont traités par l'intérimaire des courbes de tendance dont l'équation relative au poids corporel des perdrix mesurées à des intervalles d'âge de 7 jours, depuis le jour de naissance à la treizième semaine montre une valeur élevée pour les effets génétiques. Ces derniers dont 86% de variances sont définis par une droite dont l'équation est $y = e^{0.3597x}$.

Le dimorphisme sexuel s'exprime avec un écart moyen entre les mâles et femelles de 1,559 g, dès le premier jour de la naissance (*Anova test* ; *ddl* =1 ; *F*=479,707 ; *P*= < 0,0001), cet écart moyen s'est accentué vers la 13ème semaine à 39,702g (*Anova test* ; *ddl* =1 ; *F*=677,587 ; *P*= < 0,0001) toujours en faveur des mâles (Fig.2a). L'équation qui définit ces écarts entre sexes est $y = 3.0413x$, elle explique 89% de la variance observée.

Cette différence de croissance est souvent influencée par le poids des facteurs environnementaux (Fig. 2b), tel que l'effet génération (année). Celui ci est significatif à la naissance entre 2012-2014 avec un écart moyen de -0,295g

(*PLSD de Fischer* ; *P*= 0,0007). Durant la 2ème semaine l'effet génération apparaît en 2012-2013 avec un écart moyen de -0,974g (*PLSD de Fischer* ; *P* = 0,0114) et entre 2012-2014 avec un écart moyen de -1,180g (*PLSD de Fischer* ; *P* = 0,002). A partir de la 9ème semaine, l'effet génération est significatif entre les 2012-2013, et entre 2012-2014 jusqu'à la 13ème semaine, avec un écart moyen de -9,529g (*PLSD de Fischer* ; *P* = < 0,0001) entre 2012-2013, et un écart moyen de -12,034g (*PLSD Fischer* ; *P* < 0,0001). Cette variabilité, pour les trois générations suit des droites de régressions polynomiales : $y = - 0,0226x^2 + 0,2692x - 0,7836$ avec $R^2 = 0,4433$ qui est assez faible ; $y = -0,0707x^2 + 0,1188x$, $R^2 = 0,9082$ et $y = - 0,081x^2 + 0,1723x$; $R^2 = 0,9437$ (Fig.2b).

3.2 Le caractère Aile pliée

Les valeurs moyennes des paramètres prédits pour l'aile pliée à partir des équations des Gompertz pour la croissance de l'aile pliée LE : Taille asymptotique A, Taux de croissance (d^{-1}); t_i : point d'inflexion (d); et r^2 : coefficient de détermination, ne sont pas significatives à l'éclosion pour les deux lignées et les deux sexes (Tableau 2).

Tableau 2 : Les valeurs moyennes des paramètres de croissance de l'aile pliée chez les deux lignées LR et LI, estimés par le modèle de Gompertz

Poids	N	$L_E \pm SE$	$L_m \pm SE$	$A \pm SE$	$K_m \pm SE$	$t_i \pm SE$	$r^2 \pm Pr$
Mâle rapide	56	23,30± 0,028	123,50±0,328	163,87±11,23	0,053±0,0069	7,90±2,86	0,89±0,0027
Mâle lente	54	21,148± 0,033	114,72±0,328	154,15±10,44	0,048±0,0069	7,13±2,70	0,90±0,0093
Femelle rapide	50	21,66± 0,037	109,67±0,334	145,04±10,11	0,046±0,0037	7,75±2,81	0,92±0,004
Femelle lente	53	18,528± 0,052	104,67±0,348	155,17±10,18	0,041±0,0035	6,27±2,47	0,93±0,0024

N: nombre d'individus; L_E : Longueur à l'éclosion (mm); L_m : Longueur moyenne (mm); A: longueur asymptotique (mm); K_m : Taux de croissance (d^{-1}); t_i : point d'inflexion (d); r^2 : coefficient de détermination, SE : standard d'erreur.

La longueur de l'aile asymptotique (Fig.3), chez les femelles de la lignée rapide est de 145,04 mm ±10,11 (N = 50) et chez la lignée lente est de 155,17±10,18mm (N=53). Chez les mâles de la lignée LR elle est de 163,87mm±11,23 (N=56) vs lignée LI elle est de 154,15 mm ±10,44 (N = 54). Le dimorphisme sexuel intra lignée et inter-sexe est pour la lignée rapide est de 123mm ±0,32811 vs 109mm±10,18 et pour la lignée lente est de 114,72 mm ±0,328 vs 104,67 mm ±0,348.

Le taux de croissance constant (KG), à l'âge de la croissance maximale au point d'inflexion (t_i) de la courbe prédite par l'équation Gompertz est respectivement pour les femelles 0,046±0,0037 d^{-1} et 7,75±2,81d pour la lignée LR, 0,041±0,0035 d^{-1} et 6,27±2,47d pour la lignée LI ; pour les mâles LR elle est de 0,053±0,0069 d^{-1} et 7,90±2,86d; les mâles de la lignée LI elle est 0,048±0,0069 d^{-1} et 7,13±2,70d.

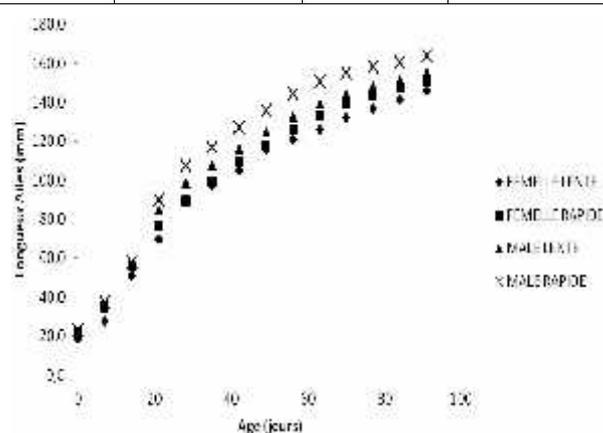
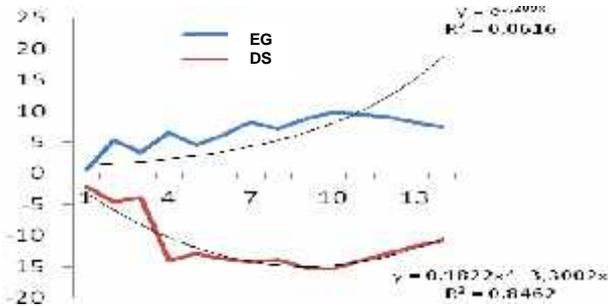


Figure 3 : Courbes établies à partir de l'équation de Gompertz pour la croissance de l'aile pliée en fonction de l'âge chez les mâles et femelles des lignées LR et LI de la Perdrix gabra (Alectoris barbara)

3.2.1 Les sources de variabilité et différences biométriques intra - spécifiques

a) Ecarts moyens pour les effets génétiques en (mm)



b) Ecarts moyens pour les effets générations en (g)

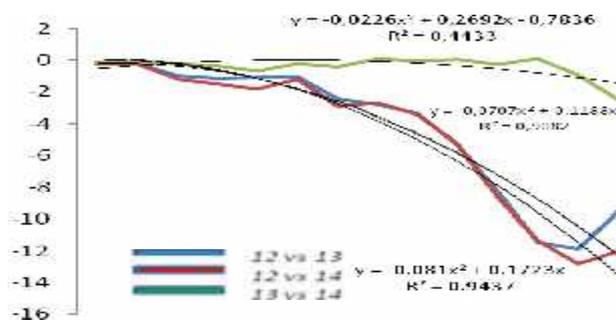


Figure 4: (a) représentation graphique de l'évolution des écarts moyens en (mm) pour le caractère aile pliée (mm), les effets génétiques (EG) en fonction des âges et les effets du dimorphisme sexuel (DS) et (b) évolution des écarts moyens entre générations

3.3 Le caractère Tarse

Tableau 3 : Les valeurs moyennes des paramètres de croissance du tarse chez les deux lignées LR et LI, estimés par le modèle de Gompertz

Poids	N	$L_E \pm SE$	$L_m \pm SE$	$A \pm SE$	$K_m \pm SE$	$t \pm SE$	$r^2 \pm Pr$
Mâle rapide	56	19,40 ± 0,009	41,98±0,271	59,60±3,33	0,044±0,0029	3,00±1,53	0,94±0,0041
Mâle lente	54	18,81±0,007	38,46±0,274	63,93±3,05	0,03±0,0020	2,78±1,48	0,98±0,0036
Femelle rapide	50	18,677±0,008	36,23±0,263	61,85±2,75	0,03±0,0016	2,57±1,42	0,987±0,0037
Femelle lente	53	17,031 ± 0,035	32,15±0,256	62,88±2,37	0,024±0,0014	2,56±1,46	0,99±0,0032

N: nombre d'individus; L_E : Longueur à l'écllosion (mm); L_m : Longueur moyenne (mm); A: longueur asymptotique (mm); K_m : Taux de croissance (d^{-1}); t_i : point d'inflexion (d); r^2 : coefficient de détermination, SE: standard d'erreur.

La longueur des tarses asymptotique chez les femelles de la lignée rapide est de 61,85±2,75g (N = 50) et chez la lignée

Dès la naissance, les effets génétiques s'expriment par un écart moyen entre lignées rapide et lente est de -2,678 mm (*Anova test*; *ddl* =1; F=647,137; P= < 0,0001) et atteignent la valeur-7,392 vers la 13ème semaine (*Anova test*; *ddl* =1; F=263,328; P = < 0,0001). Cet écart est en faveur de la lignée LR. Cette variabilité suit une génétique suit une droite exponentielle $y = e^{0,209x}$; $R^2 = 0,0616$ (Fig.4a). Egalement, pour l'effet de dimorphisme sexuel un écart moyen entre les mâles et les femelles de -2,197 mm dès le premier jour de la naissance (*Anova test*; *ddl* =1; F=421,824; P= < 0,0001) et un écart moyen est de -10,9 mm dans la 13ème semaine (*Anova test*; *ddl* =1; F=611,071; P = < 0,0001) en faveur toujours des mâles (Fig. 4a).

Les effets génétiques et l'effet de dimorphisme sexuel sur la variabilité de la taille de l'aile pliée est strictement significatif, dès la naissance et pendant toute la période de 273 jours de suivi, dans les années 2012-2013-2014. Cette variabilité des écarts suit une régression $y = 0,1822x^2 - 3,3002x$, $R^2 = 0,8462$. Ce caractère est très sensible aux effets du milieu. L'effet génération s'exprime durant 13 semaines de croissance (Fig.4b). Les effets environnementaux suivent des droites non linéaires dont le pourcentage de variances varie d'une génération à l'autre, il passant de 65% à 91 et 88%: $y = 0,0299x$ $R^2 = -0,651$; $y = 0,0096x^2 - 0,3651x$, $R^2 = 0,9118$ et $y = 0,0126x^2 - 0,4128x$, $R^2 = 0,8863$.

lente est de 62,88±2,37 (N = 53). Le dimorphisme sexuel intra lignée et inter sexe est pour la lignée lente des mâles est de 38,46±0,274 mm vs femelles 32,15±0,256 mm (Tab.3 et Fig.5).

Le taux de croissance constant (KG), à l'âge de la

croissance maximale au point d'inflexion (ti) de la courbe prédite par l'équation Gompertz est respectivement pour les femelles de la lignée rapide elle est de $0,03 \pm 0,0016 d^{-1}$ et $2,57 \pm 1,42d$ et pour la lignée lente elle est de $0,024 \pm 0,0014 d^{-1}$ et $2,56 \pm 1,46d$. Pour les mâles LR elle est de $0,044 \pm 0,0029 d^{-1}$ et $3 \pm 1,53 d$; les mâles de la lignée LI elle est de $0,03 \pm 0,0020 d^{-1}$ et $2,78 \pm 1,48d$.

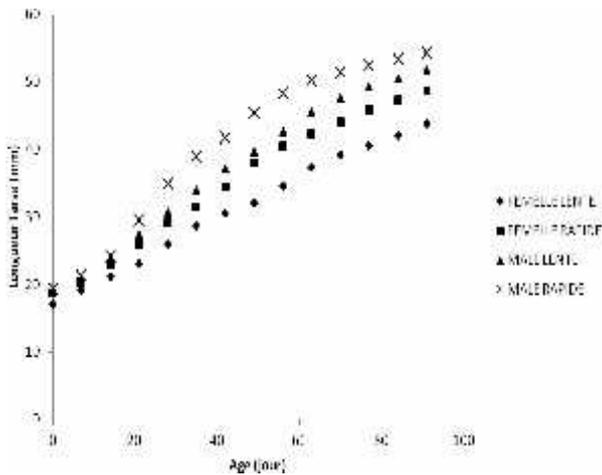
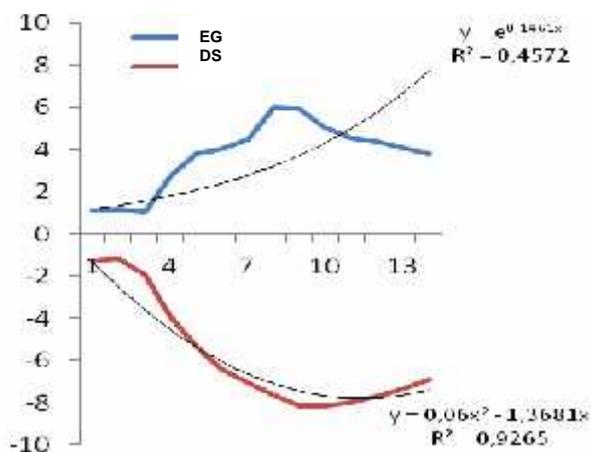


Figure 5: Courbes établies à partir de l'équation de Gompertz pour la croissance de la longueur du tarse en fonction de l'âge chez les mâles et femelles des lignées LR et LI de la Perdrix gabra (Alectoris barbara)

3.3.1 Les sources de variabilité et différences biométriques intra – spécifiques

a) Ecart moyen pour les effets génétiques en (mm)



b) Ecart moyen pour les effets générations en (mm)

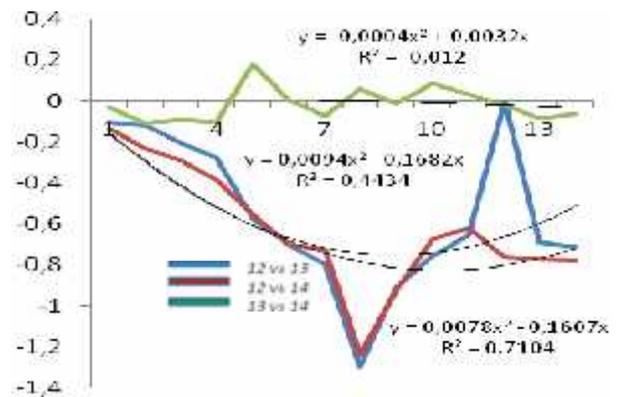


Figure 6 : (a) représentation graphique de l'évolution des écarts moyens en (mm) pour le caractère tarse (mm), les effets génétiques (EG) en fonction des âges et les effets du dimorphisme sexuel (DS) et (b) évolution des écarts moyens entre générations

Les sources de variabilité mettent en évidence le poids des facteurs génétiques et du dimorphisme sexuel. Long de la phase de croissance de 13 semaines, les écarts entre lignées sont significatifs, (Fig.6a). Cette variabilité est de la forme exponentielle $y = e^{0,1461x}$. Pendant toute la période de suivi, l'effet génétique présente un écart moyen entre la lignée de -1,126 mm, ceci dès l'âge de naissance (Anova test; $ddl = 1$; $F=603,526$; $P < 0,0001$) et un écart moyen de -3,829 mm pour la 13ème semaine (Anova test; $ddl = 1$; $F=569,884$; $P < 0,0001$, $R^2 = 0,4572$ (Fig. 6a). Le dimorphisme sexuel est responsable avec un écart moyen entre les mâles et les femelles 1,279mm dès le premier jour de la naissance (Anova test; $ddl = 1$; $F=756,291$; $P < 0,0001$) et vers la 13ème semaine avec un écart moyen est de - 6,885mm (Anova test; $ddl = 1$; $F=1938,396$; $P < 0,0001$) en faveur toujours des mâles. La variabilité est plus de 90% polynomiale $y = 0,06x^2 - 1,3681x$, $R^2 = 0,9265$ (Fig.6a).

Les effets générations suivent des droites dont les équations non linéaires dont le pourcentage de variances varie d'une génération à l'autre de 12% à 71% : $y = -0,0004x^2 + 0,0032x$; $R^2 = -0,012$ $y = 0,0094x^2 - 0,1682x$; $R^2 = 0,4434$ et $y = 0,0078x^2 - 0,1607x$; $R^2 = 0,7104$ (Fig.6b).

4 DISCUSSION

Très peu d'études associant l'utilisation de la courbe de Gompertz pour décrire la divergence d'origine génétique de la croissance chez les oiseaux sauvages. Cependant, chez les oiseaux domestiques, plusieurs équations sont utilisées pour cerner la performance pondérale à un âge donné (Mignon-Grasteau, & Beaumont, 2000). Cette approche a été utilisée pour décrire la sélection intra souche, chez certaines espèces domestiques (Larzul, & Gondret, 2005). Dans notre expérimentation, les conditions d'élevage et l'apport protéinique est assuré par une alimentation ad libitum. Pardosudov, (2009) considère que la disponibilité alimentaire a des conséquences directes sur l'augmentation

du poids. Les comparaisons intra-spécifiques des perdrix contrôlées montrent que lignée LR a une croissance significativement rapide. Les trois caractères mesurés sont significativement plus élevés chez la lignée Rapide. La biométrie réalisée sur les oiseaux intra-lignées montre que ces derniers sont caractérisés par des relations asymptotiques horizontales et définies par des équations exponentielles. Nous avons trouvé que le poids corporel asymptotique chez les femelles de la lignée rapide est de 593,12 g et chez la lignée lente est de 400,84 g, ces résultats sont proches de ceux trouvés au Maroc par d'Aourir *et al.*, (2014). Cependant ; les valeurs sont différentes, pour les mâles de LR et qui sont de l'ordre de 1140,4g et de 451,59g pour la lignée LI. Les variations en relation avec des facteurs environnementaux sont surtout liées aux effets entre générations, mais le poids des facteurs génétiques reste important, les lignées divergent significativement. La variation de la taille du corps est sous la dépendance de l'expression de la variance génétique additive et de divers facteurs environnementaux (Merila, 1997 et Belhamra *et al.*, 2007b). En accord avec de nombreux scientifiques, qui considèrent que le développement post-natal des oiseaux est un élément fondamental de la fitness, de la survie et du succès de la reproduction (Ricklefs, 1967-1968-1976 ; Gebhardt-Henrich & Richner, 1998 et Starck & Ricklefs, 1998). Nous avons démontré que ces caractères possèdent une part génétique et ils sont alors aussi héréditaires (Berthold *et al.*, 1992 et Belhamra & Guyomar'h, 2012).

5 CONCLUSION

Dès les premiers jours d'élevage, nous avons mis en évidence, pour les trois caractères : poids, Aile pliée et Tarses, des écarts moyens significatifs, en faveur de la lignée LR. Le dimorphisme sexuel s'exprime à un âge précoce, les caractères sexuels secondaires comme par exemple l'ergot qui apparaît tardivement, vers la vingtième semaine. Nos résultats mettent en évidence, l'efficacité du schéma de sélection, les exigences physiques, physiologiques et comportementales propres à ce groupe d'oiseaux ont été optimisés. Ce progrès permettra de développer des méthodes de restauration et/ou de repeuplement des populations naturelles sur des bases scientifiques.

REFERENCES

- [1] AKIL M. & BOUDEDJA S., 2001 - Reproduction de la Perdrix gabra *Alectoris barbara* dans la région de Yakourn (Algérie). *Game Wildlife Science*: 18. Pp 459-467.
- [2] AOURIR M., EL ABBASSI A. & ZNARI M., 2014 - Growth patterns in Barbary partridges *Alectoris Barbara* originated from low- and high elevations in West central Morocco. *Avocetta* : 38. Pp 45-51.
- [3] BELHAMRA M. & GUYOMAR'H J.C., 2007 - Réponse microévolutive oscillante des populations de caille des blés (*Coturnix coturnix*. L) aux effets des changements climatiques et à l'aridification des milieux. *Journal algérien des régions arides* - n°6 - .
- [4] BELHAMRA M., BOUKRABOUZA A., LARINOUNA F., & BENTATA N., 2007a - Apport d'éléments biologiques pour le suivi des populations de gibier naturelles et introduction de Gallinacés (Perdrix, Cailles et Faisans) in lettre du centre. *Bull. inf. vulg.* Pp 11-12.
- [5] BELHAMRA, M., GUYOMAR'H, J. C., & BEAUMONT, C., 2007b- Héritabilité des tendances sexuelles et migratoires chez la Caille des blés (*Coturnix coturnix* L.): conséquences des changements climatiques et les modifications d'habitats sur la microévolution des populations du paléarctique occidental.
- [6] BENHARZALLAH N., SI-BACHIR A., TALEB F., & BARBRAUD C., 2015 - Factors affecting growth parameters of White Stork nestlings in eastern Algeria. *Journal of Ornithology*, Pp1-12.
- [7] BERTHOLD P., HELBIG A. J., MOHR G., & QUERNER U. 1992 - Rapid microevolution of migratory behaviour in a wild bird species. *Nature*, 360(6405).Pp 668-670.
- [8] ETCHECOPAR R-D. & HÜE F., 1964 - Les oiseaux du Nord de la mer Rougeaux Canaries. Ed ; Boudée et Cie, Paris, 606 ps.
- [9] FARHI Y. & BELHAMRA M., 2012 - Avifaune des Ziban.Ed Guerfa.164 ps.
- [10] FORERO M.G. TELLA J.L., DONAZAR J.A, BLANCO G. BERTELLOTTI M. & CEBALLOS O., 2001- Phenotypic assortative mating and within-pair sexual dimorphism and its influence on breeding success and offspring quality in Magellanic penguins. *Can. J. Zool.* 79. Pp1414-1422.
- [11] GEBHARDT-HENRICH S. & RICHNER H., 1998 - Causes and growth variation and its consequences for fitness. *Avian growth and development*. Pp 324-339.
- [12] GEROUDET P., 1978 - Grands échassiers, Gallinacés, Rales d'Europe. Ed ; Delachaux et Niestlé, Lausanne, 429 ps.
- [13] HEIM DE BALSAC H. & MAYAUD N., 1962 - Oiseaux du Nord, Ouest de l'Afrique. *Encyclopédie Ornithologique*. Ed ; Lenchevalier, Paris. 487 ps.
- [14] IDOUHAR S.H., 2012 - Analyses des facteurs de mortalité de la perdrix gabra (*Alectoris barbara*) et de la perdrix choukar (*Alectoris chukar*) (centre cynégétique et la réserve de chasse de Zéralda). Thèse Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach - Alger. 155 ps.
- [15] LARZUL C. & GONDRET F., 2005 - Aspects génétiques de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin. *INRA, Prod. Anim*, 18(2). Pp119-129.
- [16] MAGHNOUJ M., 1983 - Contribution à l'étude de l'écologie de la Perdrix Gabra (*Alectoris barbara*) au Maroc. Mémoire de fin d'étude, Ins. Agr. et

- Vétérinaire Hassan II, Rabat. 110 ps.
- [17] MERILA J., 1997 - Expression of genetic variation in body size of the collared flycatcher under different environmental conditions. *Evolution* 51. Pp 526–536.
- [18] MIGNON-GRASTEAU S. et BEAUMONT C., 2000 - Les courbes de croissance chez les oiseaux. INRA, *Prod. Anim* –13 (5). Pp 337-348.
- [19] PARDOSUDOV V., 2009 - Development of spatial memory and the hippocampus under nutritional stress: adaptive priorities or developmental constraint in brain development? Edit Dukas, R., & Ratcliffe, J. M. (Eds.). (2009). *Cognitive ecology II*. University of Chicago Press. Pp 88-90.
- [20] REALE, D. 1997- Ressources trophiques et reproduction chez les mammifères et les oiseaux. Pp 309-409.
- [21] RICKLEFS R.E., 1967 - Graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology*. 48. Pp 978-983.
- [22] RICKLEFS R.E., 1968 - Patterns of growth in birds. *Ibis* 110. Pp 419-451.
- [23] RICKLEFS R.E., 1973 - Patterns of growth in birds. II. Growth rate and mode of development. *Ibis* 115. Pp 177- 201.
- [24] RICKLEFS R.E., 1976 - Growth rates of birds in the humid New World tropics. *Ibis* 118. Pp 179-207.
- [25] RICKLEFS R.E., 1983 - Avian postnatal development. in *Avian biology*, (D. S. Farner and J. R. King, Eds.). New York, Academic Press. 7. Pp 1- 83.
- [26] STARCK J.M. & RICKLEFS R.E., 1998 - Patterns of development: the altricial–precocial spectrum. In *Avian growth and development: evolution within the altricial–precocial spectrum*. Edited by J.M. Starck and R.E. Ricklefs. Oxford University Press, Oxford, U.K. Pp. 3–30.
- [27] THONON P., ALLION Y., OCHANDO-BLEDA B. et DENIS M., 1977 - La Perdrix Grise. *Écologie et aménagement des chasses*. Ed. Vigot, Paris. 103 ps.