



Effet du sexe et du génotype sur l'occupation des parcours par les poulets et leur réponse en corticotésterone à une situation de stress

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était de déterminer les effets de l'âge, du sexe et du génotype sur l'utilisation de parcours par des poulets en croissance et de voir la relation éventuelle avec leur réponse en corticotésterone lors d'un stress. Pour cela, nous avons comparé des mâles et des femelles de différentes souches : la « Geline de Touraine » (GT), génotype caractérisé par une croissance très lente et habituellement abattu à l'âge de 120 jours, un croisement expérimental (CE) présentant la même vitesse de croissance que GT et un génotype « Label Rouge » (LR) abattu habituellement à l'âge de 84 jours. Un total de 250 mâles et 250 femelles par génotype a été élevé en séparant les sexes et les génotypes. L'utilisation du parcours a été mesurée entre 37 et 113 jours. Le niveau plasmatique de corticotésterone a été mesuré lors de l'abattage, juste après l'éthéranarose, aux âges de 84 (lots LR, CE et GT) et 120 (lots CE et GT) jours. Il a aussi été déterminé avant et après un stress d'accrochage des oiseaux par leurs pattes pendant 10 min, puis 10 min après une injection de 1-24 ACTH aux âges de 91 (lots LR, CE et GT) et 127 (lots CE et GT) jours. Les mâles utilisaient plus le parcours que les femelles. Selon les conditions de mesure, leur taux plasmatique de corticotésterone, en réponse à une situation de stress, était supérieur ou équivalent à celui des femelles. Les poulets LR utilisaient plus le parcours et présentaient une corticotéronémie inférieure à celle des deux autres génotypes lorsque les animaux étaient placés en conditions de stress. Ce résultat suggère que l'effet du génotype sur l'utilisation du parcours pourrait être en partie lié à une sensibilité au stress.

Introduction

En France, la production de poulets sous signe de qualité, comme le « Label Rouge » ou le « bio » requiert l'accès à un parcours avec une surface minimale de 2 ou 4 m² par oiseau, respectivement. Les poulets ont un premier accès à ce parcours entre les âges de 28 et 42 jours en fonction de la saison (été vs. hiver) et des températures extérieures. De précédentes études, réalisées sur des poules pondeuses ou des poulets « Label Rouge », ont montré que la fréquentation du parcours augmentait avec l'âge mais restait néanmoins faible et qu'elle était aussi influencée par le sexe et le génotype (Faure, 1992; Keeling *et al.*, 1988; Grigor *et al.*, 1995). La « Geline de Touraine » (GT), une race ancienne caractérisée par une croissance très lente (Molard, 2000), est habituellement élevée jusqu'à l'âge de 120 jours, ce qui est très tardif par comparaison avec les poulets « Label Rouge » (LR) qui sont en général abattus à l'âge de 84 jours. Il nous a donc paru intéressant de comparer l'utilisation du parcours par des poulets GT et LR en émettant l'hypothèse que l'augmentation de la durée d'élevage favoriserait l'utilisation croissante du parcours. Un croisement expérimental (CE) de l'unité de Recherches Avicoles INRA de Nouzilly (Ricard, 1975; Mignon-Grasteau, 1999) présentant la même durée d'élevage que GT a été inclus dans la comparaison afin de pouvoir différencier l'effet propre du génotype indépendamment de l'effet de l'âge.

Elisabeth BAEZA⁽¹⁾, Michel COUTY⁽¹⁾, Jean-Pierre DAMANGE⁽¹⁾, Elisabeth LE BIHAN-DUVAL⁽¹⁾, Daniel GUEMENE⁽²⁾, Cécile ARNOULD⁽³⁾

⁽¹⁾ INRA – UR83 Recherches Avicoles – 37380 Nouzilly,

⁽²⁾ SYSAF, INRA – UR83 Recherches Avicoles – 37380 NOUZILLY

⁽³⁾ INRA – UMR85 Physiologie de la Reproduction et du Comportement – 37380 NOUZILLY • CNRS – UMR6175 – 37380 NOUZILLY • Université de Tours – 37041 TOURS • Haras Nationaux – 37380 NOUZILLY – France

Contact : baeza@tours.inra.fr

Plusieurs auteurs ont émis l'hypothèse que l'effet du génotype sur l'utilisation du parcours pourrait être relié à des susceptibilités au stress différentes (Faure, 1992; Keeling *et al.*, 1988). Nous avons donc examiné la sensibilité au stress des trois génotypes précédemment cités. Une façon d'estimer cette sensibilité est de mesurer le niveau plasmatique en corticotésterone des oiseaux placés en conditions stressantes (Siegel, 1971; Jones *et al.*, 1994). Ce paramètre a donc été mesuré juste avant ou après un stress physique (suspension des oiseaux par leurs pattes, Arnaud *et al.*, 2008), après une injection d'hormone adrénocorticotrope (1-24 ACTH), principal peptide stimulant la sécrétion de corticotésterone chez les oiseaux (Beuving

and Vonder, 1986; Noirault *et al.*, 1999), et aussi au cours de l'abattage, juste après l'électronarcose.

1. Matériels et méthodes

1.1. Animaux et dispositif expérimental

Des poulets mâles et femelles (250 par sexe) de type « Label Rouge », LR (JA 657, Boyé Accoupage, La Boissière en Gatine, France), « Croisement Expérimental », CE (PEAT, INRA Tours-Nouzilly, France) et « Géline de Touraine », GT (CSB, Béchane, France) ont été élevés séparément au pôle expérimental avicole de Tours (PEAT, INRA Nouzilly) de juillet à novembre. Les animaux étaient placés dans 6 poulaillers identiques (10 poulets/m²) pourvus d'un accès frontal à un parcours enherbé (figure 1). Les oiseaux ont eu accès au parcours à partir de l'âge de 5 semaines avec une ouverture des trappes (deux par poulailler) entre 8 h 30 et 17 h. Les oiseaux ont tous été nourris à volonté, avec trois types d'aliment successifs : démarrage (0 à 28 jours, 12,12 MJ EM/kg et 200 g PB/kg), croissance (28 à 56 jours pour le génotype LR et 28 à 90 jours pour les génotypes CE et GT, 12,12 MJ EM/kg et 175 g PB/kg) puis finition (56 à 83 jours pour le génotype LR, 12,12 MJ EM/kg et 160 g PB/kg, et 90 à 119 jours pour les génotypes CE et GT, 11,70 MJ EM/kg et 132 g PB/kg). Du blé en grains entiers a également été distribué aux génotypes CE et GT entre 28 et 90 jours comme exigé par le cahier des charges de la « Géline de Touraine ». Les mangeoires et les abreuvoirs étaient situés dans les poulaillers afin de ne pas attirer des oiseaux sauvages susceptibles de transmettre des maladies aux poulets.

1.2. Mesure de l'utilisation du parcours par les poulets

L'utilisation du parcours a été quantifiée aux âges de 37-38, 43-44, 51-52, 63, 78, 93-94, 100-101 et 113 jours. Afin de pouvoir repérer les oiseaux dans l'espace, chaque parcours (35 X 80 m) a été subdivisé en

27 zones, 3 dans le sens de la largeur et 9 dans la longueur (sur les 45 premiers mètres, figure 1), identifiées avec des piquets. Pour éviter un effet d'entraînement visuel, un filet brise-vent a été posé sur la clôture grillagée séparant deux génotypes différents. Pendant 1 ou 2 jours successifs, la présence des animaux sur chacun des parcours a été observée 2 fois par jour, toujours aux mêmes horaires (9 h 30 et 15 h). A chaque observation, 3 scans, espacés de 5 min, étaient effectués afin de calculer le nombre moyen d'oiseaux présents dans chaque zone pour un temps donné. Nous avons ensuite calculé le nombre moyen d'oiseaux présents dans chaque zone pour un âge donné puis nous avons exprimé les résultats en pourcentage par rapport au nombre total de poulets présents dans le lot au moment des observations (en prenant en compte la mortalité).

1.3. Réponse en corticostérone en condition de stress

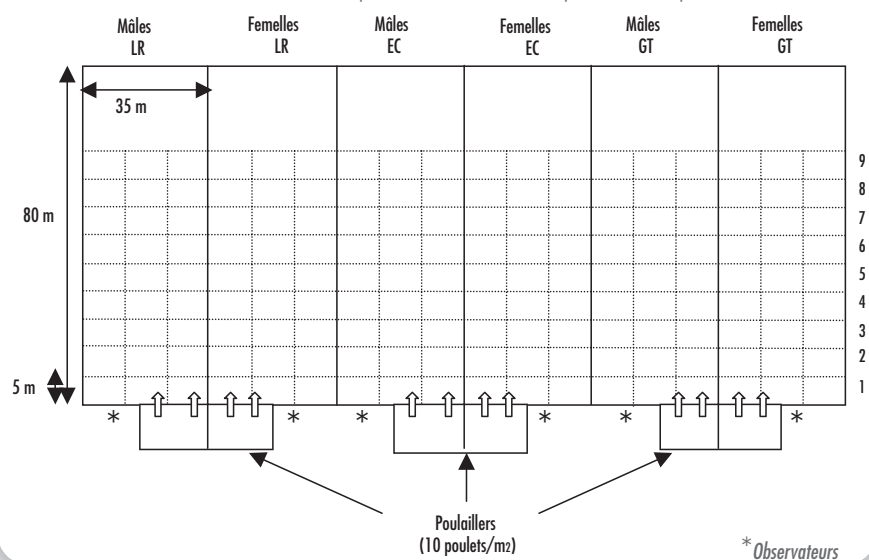
A l'âge de 84 jours, 30 poulets par sexe et par génotype ont été sélectionnés représentant la moyenne du poids vif du lot + 2 écarts-type. Ces animaux ont été abattus (PEAT, INRA Nouzilly) après un jeûne de 8 h. Un prélèvement de sang sur tube EDTA (~ 2 mg/ml sang, Debut *et al.*, 2005) a été réalisé sur chaque poulet lors de la saignée, juste après électroanesthésie. Les prélèvements étaient stockés sur glace. Après une centrifugation à 2 000 g et 4 °C pendant 15 min les plasmas étaient collectés puis stockés à -20 °C. A l'âge de 120 jours, la même procédure a été répétée pour les lots CE et GT uniquement.

A l'âge de 91 jours, 12 poulets par sexe et par génotype ont été choisis au hasard afin de mesurer leur taux plasmatique de corticostérone avant (T0 = niveau initial) et après une suspension (T10 S) par leurs pattes pendant 10 min (simulant une réponse à un stress de suspension sur la chaîne d'abattage) comme décrit par Arnaud *et al.* (2008). Afin d'estimer la capacité maximale de réponse des corticosurrénales ces mêmes oiseaux ont ensuite reçu une injection de 1-24 ACTH (Immediate Synacthen, Novartis, France; 1 mg = 100 IU; T10 ACTH) dans le muscle pectoral (10 µg/kg poids vif dilué dans du sérum physiologique, 0,9% NaCl poids/vol) comme décrit par Guémené *et al.* (2006). Des prélèvements de sang ont été réalisés à la veine alaire après 10 min de suspension puis 10 min après l'injection de 1-24 ACTH. Les plasmas ont été collectés et stockés comme décrit précédemment. A l'âge de 127 jours, la même procédure a été répétée pour les lots CE et GT uniquement. Le dosage de la corticostérone a été réalisé en utilisant un dosage radioimmunologique spécifique (Etches, 1976).

1.4. Analyses statistiques

Concernant l'utilisation des parcours, nous avons comparé les génotypes pour chaque sexe, soit à un âge donné, soit pour l'ensemble de la période d'élevage (jusqu'à l'âge de 78 ou 113 jours

■ Figure 1 — Dispositif d'élevage des poulets mâles et femelles de différents génotypes : « Label rouge » (LR), « Géline de Touraine » (GT) et croisement expérimental (CE) montrant les poulaillers et les parcours.



selon les génotypes) en utilisant un test de Chi 2. Nous avons par ailleurs réalisé une analyse descriptive de l'effet de l'âge sur le pourcentage de poulets sortis et leur répartition en fonction de la distance par rapport au bâtiment et des trois zones longitudinales (gauche, droite ou milieu du parcours).

Pour les valeurs de corticostéronémie mesurée lors des abattages, une analyse de variance a été utilisée pour tester l'effet du sexe et du génotype et leur interaction soit au même âge (84 jours), soit aux âges usuels d'abattage (84 jours pour les poulets LR et 120 jours pour les poulets CE et GT), après une transformation log10 pour normaliser les valeurs. Pour les valeurs de corticostéronémie mesurée après le stress de suspension ou l'injection de 1-24 ACTH, une analyse de variance avec des mesures répétées a été utilisée pour tester l'effet du sexe et du génotype et leur interaction soit au même âge (91 jours), soit à poids vif équivalent (91 jours pour les poulets LR et 127 jours pour les poulets CE et GT soit une semaine après les âges usuels d'abattage), après une transformation log10 pour normaliser les valeurs. Les moyennes des lots ont été comparées avec un test de Newman-Keuls (SAS, 1999). L'effet de l'âge pour chaque génotype a également été testé par analyse de variance.

2. Résultats

2.1. Utilisation du parcours par les poulets

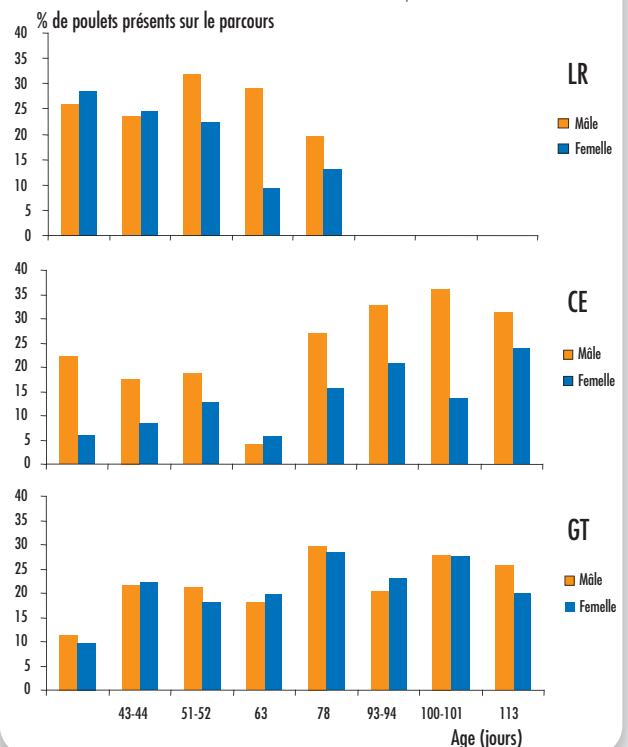
Le pourcentage de poulets LR présents sur le parcours diminue avec l'âge (figure 2). Le pourcentage de poulets GT présents sur le parcours était faible lors de la première observation puis l'âge n'a eu plus aucun effet sur ce pourcentage. Pour le génotype CE, le pourcentage de poulets présents sur le parcours a augmenté à partir de J78.

Parmi les mâles, le pourcentage de poulets LR présents sur le parcours était significativement supérieur à celui des poulets CE excepté à J78 ($P < 0,05$, figure 2). A J37-38, J51-52 et J63, le pourcentage de poulets LR présents sur le parcours était aussi significativement supérieur à celui des poulets GT. A J78, c'est la situation inverse qui était observée. Les pourcentages de mâles GT et CE présents sur les parcours étaient similaires sauf à J37-38 et J63.

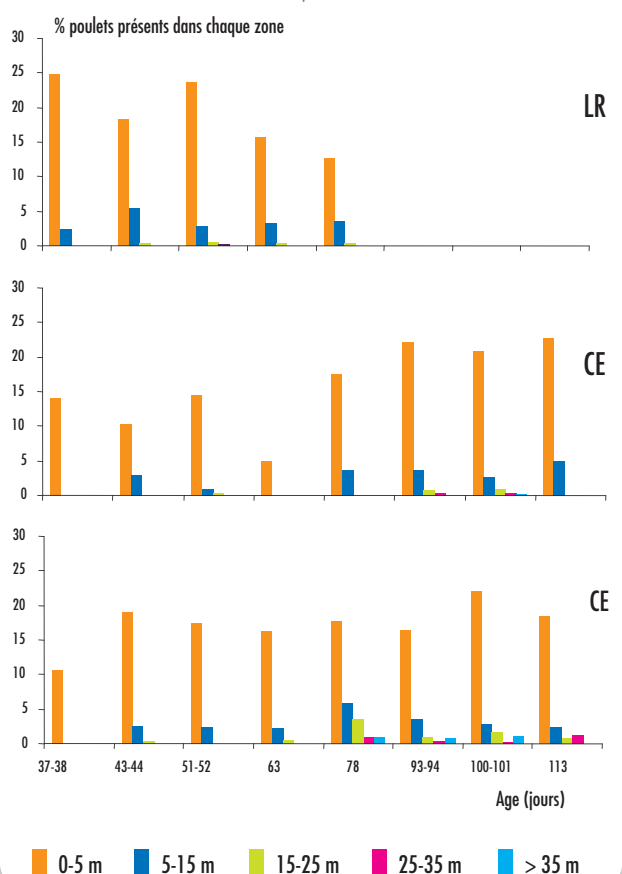
Parmi les femelles, le pourcentage de poulets LR présents sur le parcours était significativement supérieur à celui des poulets CE sauf à J63 et J78 ($P < 0,05$, figure 2). Le pourcentage de poulets LR était aussi significativement supérieur à celui des poulets GT à J37-38. A J63 et J78, la situation inverse était observée. Le pourcentage de femelles GT présentes sur le parcours était supérieur (J43-44, J63, J100-101) ou équivalent à celui des femelles CE.

Pour la période J37-J78, le pourcentage moyen de poulets présents sur le parcours était de 26,0, 17,9 et 20,3 pour les mâles LR, CE et GT, respectivement. Il était de 19,6, 9,7 et 19,6 pour les femelles LR, CE et GT, respectivement. Si nous considérons la période J37-J113, le pourcentage

■ Figure 2 — Pourcentage de poulets observés sur le parcours pendant la période d'élevage en fonction du sexe et du génotype (« Label rouge » = LR, « Géline de Touraine » = GT et croisement expérimental = CE).



■ Figure 3 — Répartition des poulets observés sur le parcours en fonction de la distance par rapport au poulailler pendant la période d'élevage d'animaux issus de différents génotypes : « Label rouge » (LR), « Géline de Touraine » (GT) et croisement expérimental (EC).



moyen de poulets présents sur le parcours était de 23,7 et 22,0 pour les mâles CE et GT, respectivement. Il était de 13,4 et 21,1 pour les femelles CE et GT, respectivement.

Quel que soit l'âge et le génotype, les oiseaux présents sur le parcours étaient surtout observés dans la zone la plus proche du poulailler entre 0 et 5 m de distance ($P < 0,05$, figure 3). A J100-101, pour le génotype CE et à partir de J78 pour le génotype GT, quelques animaux ($< 1\%$) ont exploré la zone la plus éloignée du poulailler (> 35 m). En prenant en compte toutes les périodes et tous les groupes, le pourcentage moyen de poulets présents dans les différentes zones en fonction de la distance par rapport aux poulaillers était de 17,1, 2,7, 0,5, 0,2 et 0,1 pour 0-5 m, 5-15 m, 15-25 m, 25-35 m et > 35 m, respectivement.

Sur le parcours, les mâles étaient surtout observés sur le côté droit au long du grillage et les femelles sur le côté gauche (figure 4). En prenant en compte toutes les périodes et tous les groupes, le pourcentage moyen de mâles présents sur les zones situées à droite, au milieu ou à gauche était de 16,1, 4,1 et 3,4, respectivement. Ces valeurs étaient de 2,4, 2,8 et 12,4 pour les femelles.

2.2. Réponse en corticostérone à une condition stressante

Quel que soit l'âge de comparaison, le sexe n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur plasmatique en corticostérone mesurée lors des abattages (tableau 1). Lorsque les animaux sont comparés au même âge (J91), les taux de corticostérone mesurés juste avant ou 10 min après le test de suspension par les pattes sont supérieurs chez les mâles par comparaison avec les femelles (tableau 2). Lorsque la comparaison est réalisée à poids vif équivalent, nous obtenons le même résultat sauf pour les poulets CE où la situation inverse est observée. Dix minutes après l'injection de 1-24 ACTH, les mâles avaient des valeurs de corticostéronémie supérieures à celles des femelles mais uniquement lorsque les poulets sont comparés à J91.

Quel que soit l'âge, les taux plasmatiques de corticostérone mesurés 10 min après suspension des oiseaux par les pattes ou après accrochage sur la chaîne d'abattage étaient équivalents et restaient significativement inférieurs à ceux mesurés 10 min après l'injection de 1-24 ACTH ($P < 0,05$).

Quel que soit l'âge de comparaison, les taux de corticostérone des poulets LR mesurés lors des abattages étaient toujours inférieurs à ceux des autres génotypes pour lesquels les valeurs étaient comparables (tableau 1). Lorsque les génotypes sont comparés à J91, les poulets LR ont aussi les plus faibles taux de corticostérone mesurés avant et après le test de suspension par les pattes et après l'injection de 1-24 ACTH et les poulets CE ont les taux les plus élevés (tableau 2). Lorsque les génotypes sont comparés à poids vif équivalent, ce sont les poulets GT qui présentent les plus faibles taux de corticostérone. Pour les génotypes CE et GT, et ce quelle que soit la condition de mesure, le taux plasmatique en corticostérone diminue significativement avec l'âge ($P < 0,05$).

■ Tableau 1 — Taux de corticostérone plasmatique ($\log_{10}$ ng/ml) mesurés lors de l'abattage de poulets mâles et femelles de différents génotypes : "Label rouge" (LR), croisement expérimental (CE) et "Géline de Touraine" (GT). Les oiseaux ont été comparés soit au même âge (84 jours) soit à leur âge usuel d'abattage (84 jours pour les poulets LR et 120 jours pour les poulets GT et CE ; $n = 30$; moyenne $\pm$ écart-type).

Lots	Comparaison au même âge (J84)	Comparaison aux âges usuels d'abattage
Femelle LR	1,08 $\pm$ 0,19	1,08 $\pm$ 0,19
Mâle LR	1,17 $\pm$ 0,20	1,17 $\pm$ 0,20
Femelle EC	1,32 $\pm$ 0,17	1,26 $\pm$ 0,31
Mâle EC	1,30 $\pm$ 0,19	1,26 $\pm$ 0,33
Femelle GT	1,23 $\pm$ 0,15	1,13 $\pm$ 0,21
Mâle GT	1,30 $\pm$ 0,22	1,21 $\pm$ 0,28
Effet du sexe (S)	ns	ns
Effet du génotype (G)	0,001	0,05
Effet S X G	ns	ns

ns = non significatif

■ Tableau 2 — Taux de corticostérone plasmatique (CORT, $\log_{10}$ ng/ml) mesurés chez les poulets mâles et femelles de différents génotypes : "Label rouge" (LR), croisement expérimental (CE) et "Géline de Touraine" (GT) avant (niveau initial, T0), après suspension par les pattes pendant 10 min (T10 S) et 10 min après une injection de 1-24 ACTH (10 μ g/kg poids vif, T10 ACTH) réalisés aux âges de 91 et 127 jours. Les oiseaux ont été comparés soit au même âge (91 jours) soit à poids vif équivalent (91 jours pour les poulets LR et 127 jours pour les poulets GT et CE ; $n = 12$; moyenne $\pm$ écart-type).

Lots	CORT T0	CORT T10 S	CORT T10 ACTH
Femelle LR J91	0,07 $\pm$ 0,17	0,98 $\pm$ 0,10	1,48 $\pm$ 0,07
Mâle LR J91	0,35 $\pm$ 0,27	1,24 $\pm$ 0,18	1,72 $\pm$ 0,08
Femelle CE J91	0,66 $\pm$ 0,25	1,55 $\pm$ 0,13	2,00 $\pm$ 0,17
Mâle CE J91	0,77 $\pm$ 0,30	1,71 $\pm$ 0,24	2,00 $\pm$ 0,21
Femelle GT J91	0,35 $\pm$ 0,35	1,28 $\pm$ 0,23	1,77 $\pm$ 0,13
Mâle GT J91	0,78 $\pm$ 0,34	1,45 $\pm$ 0,26	2,01 $\pm$ 0,22
Comparaison au même âge (J91)			
Effet du sexe (S)	0,001	0,001	0,001
Effet du génotype (G)	0,001	0,001	0,001
Effet S X G	ns	ns	0,05
Femelle CE J127	0,39 $\pm$ 0,35	1,40 $\pm$ 0,27	1,70 $\pm$ 0,42
Mâle CE J127	0,07 $\pm$ 0,34	1,30 $\pm$ 0,22	1,63 $\pm$ 0,17
Femelle GT J127	-0,47 $\pm$ 0,46	0,81 $\pm$ 0,23	1,31 $\pm$ 0,24
Mâle GT J127	0,23 $\pm$ 0,32	1,09 $\pm$ 0,33	1,43 $\pm$ 0,48
Comparaison à poids vif équivalent			
Effet du sexe (S)	0,01	0,01	ns
Effet du génotype (G)	0,001	0,001	0,01
Effet S X G	0,001	0,01	0,01

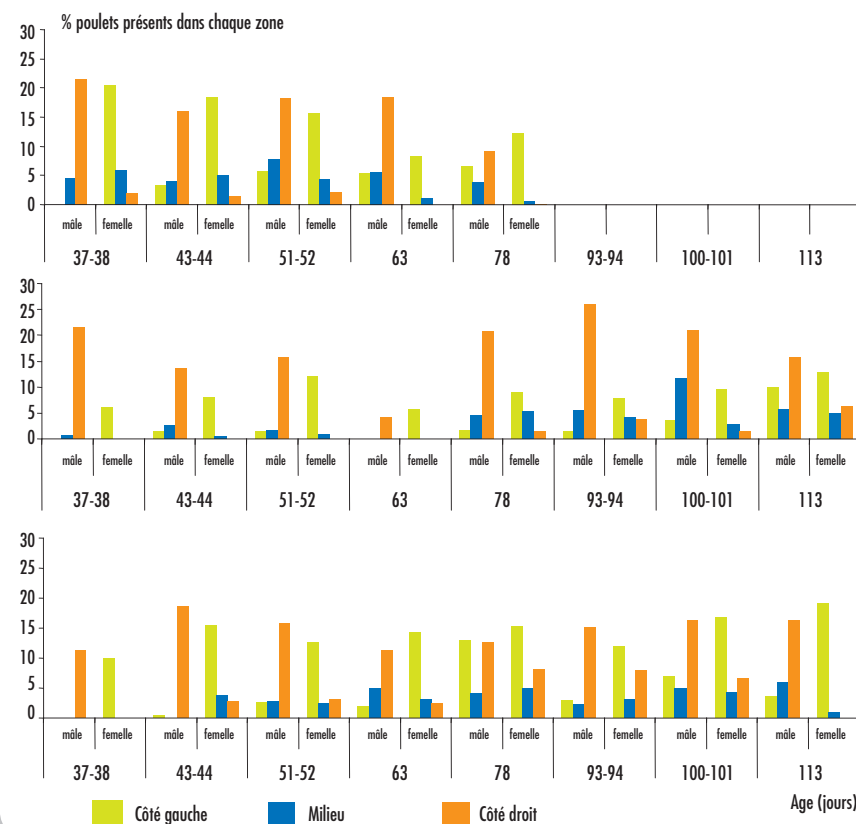
ns = non significatif

3. Discussion

3.1. Effet du sexe

Le pourcentage de mâles observés sur le parcours était supérieur à celui des femelles. Faure (1992) avait rapporté que les mâles LR étaient plus souvent sur le parcours que les femelles LR et qu'ils exploraient des zones plus éloignées des poulaillers que les femelles. Dans cette expérimentation, les deux sexes étaient élevés séparément comme dans la présente étude. La répartition différente des mâles et des femelles dans le sens de la longueur pourrait être due à la proximité des trappes de sortie du poulailler du côté le plus utilisé (figures 1 et 4) et/ou l'interaction possible entre les deux sexes au long de la séparation grillagée. Les mâles avaient des taux plasmatiques en corticostérone supérieurs ou équivalents à ceux des femelles

■ Figure 4 — Répartition de poulets mâles et femelles observés sur les côtés droit ou gauche ou au milieu du parcours, pendant la période d'élevage d'animaux issus de différents génotypes : « Label rouge » (LR), « Géline de Touraine » (GT) et croisement expérimental (CE)...



selon les conditions de mesure. Cet effet du sexe pourrait être relié au métabolisme des hormones stéroïdiennes et à l'acquisition de la maturité sexuelle (Hazard *et al.*, 2005) et ne peut pas expliquer l'effet du sexe sur l'utilisation du parcours.

3.2. Effet du génotype

En prenant en compte les observations de J37 à J78, le pourcentage de poulets présents sur le parcours était plus élevé pour le génotype LR que pour les deux autres génotypes. En prenant en compte la période J37-J113, ce pourcentage reste plus élevé pour le génotype LR par comparaison avec le génotype CE. Pour le génotype GT, le pourcentage de poulets présents sur le parcours était équivalent à celui du génotype CE. Faure (1992) a rapporté une forte variabilité inter et intra-génotype suggérant que l'utilisation du parcours pourrait être en partie sous contrôle génétique. Cette différence entre génotypes pourrait être due à une différence de sensibilité au stress. Keeling *et al.* (1988) ont émis l'hypothèse que les oiseaux utilisent peu le parcours par crainte de ce nouvel environnement. Cette hypothèse est confirmée par nos observations. En effet, à J84 et J91, le génotype LR présentait une corticostéronémie inférieure à celle des deux autres génotypes lorsque les animaux étaient placés en situation de stress. Avec l'âge, la valeur de corticostéronémie diminue pour les génotypes GT et CE. En parallèle, les poulets explorent un espace de plus en plus éloigné du poulailler en particulier ceux du génotype GT dont les valeurs de corticostéronémie finissent

par être équivalentes voire inférieures à celles des poulets LR, selon les conditions de mesure. La répartition des poulets présents sur toute la largeur du parcours était également plus homogène pour le génotype GT que le génotype CE. Par ailleurs, Baéza *et al.* (2009), sur le même dispositif expérimental ont trouvé un effet du génotype sur le pH ultime (pHu) du muscle pectoral. Les poulets LR avaient une valeur de pHu inférieure à celle des poulets CE et GT dans le muscle Pectoralis major suggérant un effet du génotype sur la réactivité des oiseaux au stress de pré-abattage et par conséquent sur la quantité de glycogène stockée dans le muscle (Debut *et al.*, 2005). Une plus forte réactivité au stress pourrait induire une plus forte réactivité des oiseaux lors des opérations de mise en caisses, transport et attente avant abattage induisant une plus forte utilisation du glycogène stocké dans les muscles des poulets CE et GT ce qui limiterait ensuite la diminution du pH post-mortem. Les poulets CE et GT avaient également plus de marques de griffures sur les carcasses que les poulets LR (Baéza *et al.*, 2009) renforçant l'hypothèse d'un effet génotype sur la sensibilité au stress des oiseaux

et leur réactivité face à une situation de stress. Plusieurs études ont mis en évidence un effet du génotype sur la sensibilité au stress en relation avec la capacité de réponse de l'axe hypothalamique-pituitaire-surrénal chez différentes espèces telles que l'homme (Kirschbaum *et al.*, 1992), la souris (Jones *et al.*, 1998) ou le rat (Gomez *et al.*, 1996). Plusieurs espèces d'oiseaux ont été sélectionnées de façon divergente sur la capacité de sécrétion en corticostérone après une injection d'ACTH, (Edens et Siegel, 1975), une immobilisation (Satterlee et Johnson, 1988), une exposition au froid (Brown et Nestor, 1973) ou un stress social (Gross et Siegel, 1985). Le taux plasmatique de corticostérone peut aussi être affecté par l'âge. Une diminution de la corticostéronémie avec l'âge a été rapportée chez différentes espèces de canard (Faure *et al.*, 2003) alors qu'une augmentation suivie d'une diminution puis d'une stabilisation avant l'acquisition de la maturité sexuelle a été décrite chez la poule Leghorn blanche (Schmeling et Nockels, 1978).

L'effet du génotype sur l'utilisation du parcours pourrait être également dû à une différence de poids vif des poulets des trois génotypes. En effet, Hughes et Dun (1983) ont montré que la fréquentation du parcours était plus faible pour une souche légère de pondeuses par comparaison avec une souche medium (21-30 % vs. 31-47 %, respectivement, selon les conditions climatiques). Dans notre étude, les poulets CE étaient effectivement plus légers que les poulets LR et GT sur toute la période d'élevage (Baéza *et al.*, 2009).

Nous n'avons pas mis en évidence d'effet significatif de l'âge sur le pourcentage de poulets présents sur le parcours. Cependant, une tendance existe pour les génotypes CE et GT pour lesquels la répartition des oiseaux sur l'ensemble du parcours s'accroît avec l'âge. Ce faible effet de l'âge sur l'occupation des parcours est surprenant car plusieurs études ont mis en évidence une augmentation de la fréquentation du parcours avec l'âge. Par exemple, Mirabito et Lubac (2000) ont rapporté une augmentation du pourcentage de poulets LR présents sur le parcours de 11 à 23 % entre les âges de 7 et 11 semaines. Avec des poules pondeuses, Keeling *et al.* (1998) ont compté en moyenne 15 % d'animaux présents sur le parcours aux âges de 25-28 semaines et 22 % aux âges de 70-72 semaines. L'apparente contradiction entre ces études et la nôtre pourrait résulter de différents facteurs. Dans notre étude, le pourcentage de poulets LR présents sur le parcours était deux fois plus élevé lors de la première période d'observation qui a eu lieu également plus tôt que celle effectuée dans le travail de Mirabito et Lubac (1998). Dans l'étude de Keeling *et al.* (1998), la durée d'élevage était beaucoup plus longue que la nôtre ce qui permettait aux oiseaux d'avoir une période de familiarisation avec le parcours également plus longue. Toutefois, dans notre étude, pour les génotypes élevés jusqu'à l'âge de 16 semaines, le pourcentage d'oiseaux présents sur le parcours était équivalent à celui des pondeuses âgées de 70-72 semaines.

Concernant la répartition des poulets sur le parcours, nous avons observé que les animaux restaient surtout au long des clôtures grillagées. Il est connu que les oiseaux utilisent plus le parcours lorsque celui-ci comporte des arbres ou des haies (Faure, 1992 ; Mirabito et Lubac, 2000 ; Lubac et Mirabito, 2000 ; Mirabito *et al.*, 2002 ; Lubac *et al.*, 2003) qui leur offrent une protection vis-à-vis des prédateurs ou de certaines conditions climatiques (pluie, soleil). Dans notre étude, les poulets devaient se sentir plus sécurisés en suivant la clôture pour s'éloigner du poulailler. Nous avons

aussi confirmé que les poulets restaient surtout à proximité du poulailler et qu'ils exploraient un espace de plus en plus lointain avec l'âge en accord avec des études précédentes (Keeling *et al.*, 1988 ; Faure, 1992 ; Mirabito et Lubac, 2000 ; Lubac et Mirabito, 2000 ; Mirabito *et al.*, 2002 ; Lubac *et al.*, 2003).

En conclusion, nos résultats montrent un effet du génotype sur l'utilisation du parcours et que la réactivité au stress pourrait en partie expliquer cet effet. Les poulets LR utilisent plus le parcours que les poulets GT et surtout CE. Ces derniers, présentant les taux plasmatiques les plus élevés en corticostérone en conditions de stress semblent être également les plus réactifs au stress. Il doit être possible d'adapter ces génotypes à l'utilisation de parcours grâce à la sélection génétique ou en modifiant les conditions d'élevage. Pour tous les génotypes, les mâles utilisaient plus le parcours que les femelles et selon les conditions de mesure, ils présentaient des niveaux plasmatiques de corticostérone supérieurs ou équivalents à ceux des femelles.

Remerciements

Ce travail a été réalisé avec le soutien financier de l'Agence Nationale de la Recherche (programme "Agriculture et Développement Durable", "ANR-05-PADD-012, PRODDIG") et du Conseil Régional du Centre. Nous remercions le Centre de Sélection de la Volaille de Bresse et le Syndicat Interprofessionnel de la Geline de Touraine pour la production des œufs et l'unité expérimentale avicole de Nouzilly (PEAT) pour la production, l'élevage et l'abattage des poulets. Nous sommes reconnaissants à tout le personnel technique de l'unité de Recherches Avicoles (URA) et en particulier à Nicole Millet et Thierry Bordeaux responsables, respectivement, de la sélection des lignées expérimentales et de la réalisation pratique de l'expérimentation.

Références bibliographiques

- ARNAUD I., MIGNON-GRASTEAU S., LARZUL C., GUY G., FAURE J.M., GUÉMÉNÉ D., 2008. Behavioural and physiological fear responses in ducks: genetic cross effects. *Animal*, 2 (10), 1518-1525.
- BAÉZA E., CHARTRIN P., LE BIHAN-DUVAL E., LESSIRE M., BESNARD J., BERRI C., 2009. Does the chicken genotype « Géline de Touraine » have specific carcass and meat characteristics? *Animal*, 3 (5), 764-771.
- BEUVING G., VONDER G.M., 1986. Comparison of adrenal sensitivity to ACTH of laying hens with immobilization and plasma baseline levels of corticosterone. *General and Comparative Endocrinology*, 62, 353-358.
- BROWN K.I., NESTOR K.E., 1973. Some physiological responses of turkeys selected for high and low adrenal response to cold stress. *Poultry Science*, 52, 1948-1952.
- DEBUT M., BERRI C., ARNOULD C., GUÉMÉNÉ D., SANTÉ-LHOUTELLIER V., SELLIER N., BAÉZA E., JEHL N., JEGO Y., BEAUMONT C., LE BIHAN-DUVAL E., 2005. Behavioural and physiological responses of three chickens breeds to pre-slaughter shackling and acute heat stress. *British Poultry Science*, 46 (5), 527-535.
- EDENS F.W., SIEGEL H.S., 1975. Adrenal responses in high and low ACTH response lines of chickens during acute heat stress. *General and Comparative Endocrinology*, 25, 64-73.
- ETCHES R.J., 1976. A radioimmunoassay for corticosterone and its application to the measurement of stress in poultry. *Steroids*, 28, 763-773.
- FAURE J.M., 1992. L'utilisation de l'espace par les volailles domestiques. 4ème Journée Technique de la SASSO, 13/11/92, Niort, France, 16-21.
- FAURE J.M., VAL-LAILLET D., GUY G., BERNADET M.D., GUÉMÉNÉ D., 2003. Fear and stress reactions in two species of duck and their hybrid. *Hormones and Behavior*, 43, 568-572.
- GUÉMÉNÉ D., GUY G., NOIRAULT J., DESTOMBES N., FAURE J.M., 2006. Rearing conditions during the force-feeding period in male mule ducks and their impact upon stress and welfare. *Animal Research*, 55, 443-458.
- GOMEZ F., LAHMAME A., DE KLOET E.R., ARMARIO A., 1996. Hypothalamic-pituitary-adrenal response to chronic stress in five inbred rat strains: differential responses are mainly located at the adrenocortical level. *Neuroendocrinology*, 63, 327-337.
- GRIGOR P.N., HUGHES B.O., APPLEBY M.C., 1995. Effects of regular handling and exposure to an outside area on subsequent fearfulness and dispersal in domestic hens. *Applied Animal Behavior Science*, 44, 47-55.
- GROSS W.B., SIEGEL P.B., 1985. Selective breeding of chickens for corticosterone response to social stress. *Poultry Science*, 64, 2230-2233.
- HAZARD D., COUTY M., FAURE J.M., GUÉMÉNÉ D., 2005. Relationship between hypothalamic-pituitary-adrenal axis responsiveness and age, sexual maturity status, and sex in Japanese quail selected for long or short duration on tonic immobility. *Poultry Science*, 84, 1913-1919.
- HUGHES B.O., DUNN P., 1983. Production and behaviour of laying domestic fowls in outside pens. *Applied Animal Ethology*, 11 (2), 201.
- JONES R.B., MILLS A.D., FAURE J.M., WILLIAMS J.B., 1994. Restraint, fear, and distress in Japanese quail genetically selected for long or short tonic immobility reactions. *Physiology and Behaviour*, 56, 529-534.
- JONES B.C., SARRIEAU A., REED C.L., AZAR M.R., MORMÈDE P., 1998. Contribution of sex and genetics to neuroendocrine adaptation to stress in mice. *Psychoneuroendo-crinology*, 23, 505-517.
- KEELING L.J., HUGHES B.O., DUN P., 1988. Performance of free-range laying hens in polythene house and their behaviour on range. *Farm Building Progress*, 94, 21-28.
- KIRSCHBAUM C., WUST S., FAIG H.G., HELHAMMER D.H., 1992. Heritability of cortisol responses to human corticotropin-releasing hormone, ergometry, and psychological stress in humans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 75, 1526-1530.
- LUBAC S., MIRABITO L., 2000. Etude des activités d'un poulet label sur parcours en été. *Sciences et Techniques Avicoles*, 33, 11-17.
- LUBAC S., SENECAILLE M., SPERANDIO D., DESQUENNES A., ARNOULD C., FAURE J.M., CHAUVE C., MIRABITO L., 2003. Effet de la présence de taillis de saules à très courte rotation sur l'occupation des parcours par les poulets et sur les marqueurs minéraux et microbiologiques du sol. *Sciences et Techniques Avicoles*, 45, 14-23.
- MIGNON-GRASTEAU S., 1999. Genetic parameters of growth curve in male and female chickens. *British Poultry Science*, 40, 44-51.
- MIRABITO L., LUBAC S., 2000. Etude descriptive de l'occupation des parcours par les poulets de type « label rouge » dans cinq élevages du sud-est de la France. *Sciences et Techniques Avicoles*, 33, 5-10.
- MIRABITO L., JOLY T., LUBAC S., AUBERT C., MATHIEU V., HILAIRE C., FAURE J.M., ARNOULD C., CHAUVE C., 2002. Impact de la présence de vergers de pêchers et d'objets familiers dans les parcours sur l'occupation de l'espace par les poulets de type « label rouge ». *Sciences et Techniques Avicoles*, 39, 29-35.
- MOLARD G., 2000. La Dame Noire vers le Label Rouge, in: ARTIGAUD F. (ed) *La Géline de Touraine: Histoire, élevage, garanties et livret de recettes*, pp. 52-57 (Première page, Tours, France).
- NOIRAULT J., GUÉMÉNÉ D., GUY G., FAURE J.M., 1999. Corticosterone plasma concentration in male mule ducks: Effects of sampling sites, repeated samplings and ACTH injections. *British Poultry Science*, 40, 304-308.
- RICARD F.H., 1975. Essai de sélection sur la forme de la courbe de croissance chez le poulet. Dispositif expérimental et premiers résultats. *Annales de Génétique et Sélection Animale*, 7, 427-443.
- SATTERLEE D.G., JOHNSON W.A., 1988. Selection of Japanese quail for contrasting blood corticosterone response to immobilization. *Poultry Science*, 67, 25-32.
- SIEGEL P., 1971. Adrenals, stress and the environment. *World's Poultry Science Journal*, 27, 327-349.
- SCHMELING S.K., NOCKELS C.F., 1978. Effects of age, sex and ascorbic acid ingestion on chicken plasma corticosterone levels. *Poultry Science*, 57.