

UTILISATION DU PARCOURS EN LIEN AVEC LES PERFORMANCES, LE BIEN-ÊTRE ET LA SANTÉ DE QUATRE SOUCHES DE POULET ÉLEVÉ EN AB

Bonnefous Claire¹, Collin Anne¹, Guilloteau Laurence A. ¹, Germain Karine², Ravon Laure², Bordeaux Thierry¹, Chartrin Pascal¹, Godet Estelle¹, Cailleau-Audouin Estelle¹, Couroussé Nathalie¹, Raynaud Emilie¹, Mignon-Grasteau Sandrine¹, Reverchon Maxime³, Mattioli Simona⁴, Castellini Cesare⁴, Angelucci Elisa⁴, Guesdon Vanessa⁵, Calandreau Ludovic⁶, Berri Cécile¹, Le Bihan-Duval Elisabeth¹

¹ BOA, INRAE, Université de Tours - 37380 NOUZILLY

² INRAE, UE EASM - Le Magneraud, CS 40052- 17700 SURGERES, France

³ SYSAF - 37380 NOUZILLY, France

⁴ Department of Agricultural, Environmental and Food Science, University of Perugia - Borgo XX Giugno 74- 06124 PERUGIA, Italy

⁵ France Junia, Comportement Animal et Systèmes d'Élevage - 59000 LILLE, France

⁶ INRAE, CNRS, IFCE, Université de Tours, PRC - NOUZILLY France

claire.bonnefous@inrae.fr

RÉSUMÉ

En agriculture biologique, la production de viande de poulet implique un accès à l'extérieur des animaux leur permettant d'exprimer plus largement les comportements naturels de l'espèce comme l'exploration ou la recherche de nourriture par fourragement. L'accès au parcours peut ainsi favoriser l'ingestion d'aliments avec des effets nutritionnels bénéfiques mais aussi induire une perte d'énergie accrue liée à l'activité physique des animaux. L'utilisation du parcours reste aussi très variable selon les animaux et il existe un besoin de mieux comprendre les effets associés en termes de performances, physiologie et bien-être. Pour y répondre, nous avons comparé au sein de quatre souches de poulets à croissance lente (S757N, Gauloise Blanche et double-fin) ou intermédiaire (JA757) des mâles « explorateurs » et « casaniers » caractérisés par une forte ou faible utilisation du parcours, respectivement. Chez les quatre génétiques étudiées, nous observons une diminution des performances à l'abattage chez les animaux les plus explorateurs, alors que des indicateurs de bien-être comme la santé osseuse semblent améliorés, au moins chez la souche JA757. Les biomarqueurs sanguins de l'état oxydatif, métabolique, immunitaire et inflammatoire montrent des variations souche-dépendante entre poulets explorateurs et casaniers. En conclusion, cette étude montre qu'un compromis doit être recherché entre utilisation du parcours et potentiel de production mais aussi que l'équilibre entre fonctions est pour partie dépendant de la génétique.

ABSTRACT Range use in relation to performance, welfare and health of four strains of organic chicken

Producing chicken meat organically means that the animals have access to the outdoors, allowing them to express a wider range of behaviours, such as foraging or locomotion. Range access can therefore encourage feed intake, with beneficial nutritional effects, but it can also lead to increased energy loss due to the animals' physical activity. Range use also varies greatly from one animal to another, and there is a need to better understand the effects of range use on performance, physiology and welfare, as well as product quality. To meet this goal, we compared male chickens characterised by high or low range use in four strains of slow (S757N, White Bresse and dual-purpose) or intermediate (JA757) growing rates. Whatever the strain, we observed lower performances in high-rangers compared to low-rangers, while welfare indicators such as tibial bone quality seems to improve with range use, at least in the JA757 strain. Blood biomarkers of redox status, metabolic, immune and inflammatory status showed variations between high- and low-ranger chickens depending on the strain. In conclusion, this study shows that a compromise must be sought between range use and performances, but also that the balance between functions is partly dependent on genetics.

INTRODUCTION

Avec l'accès à un espace extérieur, les poulets de chair peuvent exprimer plus largement les comportements naturels de l'espèce tels que l'exploration et la recherche de nourriture par fourragement que dans les systèmes conventionnels. L'accès au parcours permet ainsi de compléter et diversifier les apports nutritionnels, et peut influencer la composition de la viande du poulet et les paramètres physiologiques sanguins (Mattioli et al., 2022). Il existe cependant une grande variabilité, rapportée de longue date, dans l'utilisation de l'espace extérieur (Dawkins et al., 2003). Si l'aménagement du parcours peut stimuler son utilisation, une variation du niveau d'exploration demeure au sein d'une même bande (Bonnefous et al., 2023), avec des impacts potentiels sur les performances, la physiologie et le bien-être de l'animal, ainsi que la qualité du produit.

L'objectif de cette étude était d'évaluer les relations entre une faible ou une forte utilisation du parcours et les performances de croissance à l'âge d'abattage, mais aussi entre cette utilisation des parcours et des indicateurs de bien-être et santé des animaux et de leur statut métabolique. Nous avons pour cela considéré quatre souches de poulets de chair de vitesses de croissance lentes à intermédiaires, afin de refléter la multiplicité des souches génétiques utilisées dans les systèmes d'élevage plein air en Europe.

1. MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été menée à l'UE EASM de INRAE (<https://doi.org/10.15454/1.5572418326133655E12>), de Février à Juin 2021 et l'abattage a été réalisé à l'UE PEAT de INRAE (<https://doi.org/10.15454/1.5572326250887292E12>). Les protocoles concernés avaient reçu les approbations du comité d'éthique COMETHEA Poitou-Charentes (APAFIS#28675-2020120215483186 v3) en accord avec les réglementations françaises et européennes.

1.1. Origine des animaux et conditions d'élevage

Les quatre souches étudiées sont Hubbard JA757 (utilisée en production de type certifiée), Hubbard S757N cou-nu (utilisée en production Label Rouge), Gauloise Blanche (utilisée en production de volailles de Bresse) et une souche expérimentale à double fin (souche permettant la production efficace de viande pour les mâles et d'œufs pour les femelles issues d'un croisement à tendance ponte). Les vitesses de croissances et les durées d'élevages sont 36g/d et 71 jours pour la souche JA757, 26g/d et 85 jours la souche S757N, 23g/d et 106 jours pour la souche Gauloise Blanche et 16g/d et 99 jours pour la souche double fin. Les animaux ont été élevés en bâtiment de 12,5 m×6 m avec une diminution progressive de la

lumière artificielle jusqu'à l'apport unique de lumière naturelle. Tous les animaux ont eu accès au parcours à partir de 36 jours de vie. Les parcours étaient composés d'herbe et d'arbres inégalement répartis sur un espace de 2500m² (50m*50m) dont la localisation variait selon le parcours. Toutes les souches ont eu accès à l'eau et à de l'aliment 100% bio (15,3 à 15,6MJ/kg et taux en protéine de 20,8 à 17,4% en fonction du stade de croissance) *ad libitum*.

1.2. Mesure de l'utilisation du parcours et choix des sous-groupes d'animaux étudiés

Pour évaluer l'utilisation du parcours, nous avons relevé la position sur le parcours de 100 mâles par souche, sept fois par jour d'observation (Figure 1.a). Le nombre de jours d'observation était de 11 en JA757, 12 en S757N et 15 pour les souches Gauloise Blanche et double-fin. A partir de la position des animaux sur le parcours, nous avons calculé un indice de distance selon la formule détaillée en Figure 1.a. adaptée à partir de Ferreira et al. (2019). La somme des indices de distance journaliers permet d'obtenir un indice de distance final. A partir de cet indice de distance final, nous avons trié puis sélectionné par souche les 25 animaux utilisant le plus le parcours, dits « explorateurs », et les 25 animaux utilisant le moins, dits « casaniers » (Figure 1.b).

1.3. Mesures de comportement à l'abattage et de santé des pattes et osseuse

Après la mesure du poids vif, les oiseaux ont été suspendus à la chaîne d'abattage et étourdis électriquement dans un bain d'eau avant la saignée. L'activité sur la chaîne entre l'accrochage et l'électronarcose a été évaluée par deux mesures : le redressement (tête au-dessus des pattes) observé sous la forme d'un score binaire égal à 0 lorsque l'oiseau n'a pas essayé de se lever et 1 dans le cas contraire, et la durée totale des battements d'ailes. Après l'étourdissement, la saignée et l'échaudage, les pododermatites et les brûlures du tarse ont été évaluées par inspection visuelle à l'aide d'un système à 3 points. Les pilons gauches de 22 à 25 animaux par souche ont été désossés. Le diamètre et la longueur du tibia ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique et la résistance à la rupture de l'os du tibia a été déterminée au moyen d'un appareil Instron modèle 5543.

1.3. Mesure des performances

Les poids de la carcasse, des filets et des cuisses ont été mesurés le lendemain de l'abattage et rapportés au poids vif mesuré à l'abattoir avant l'étourdissement.

1.4. Mesures biochimiques sanguines

Nous avons prélevé du sang dans un tube hépariné et dans un tube sec juste après l'étourdissement à la saignée carotidienne afin de préparer des échantillons de plasma et sérum conservés à -80°C jusqu'à l'analyse.

Des kits commerciaux ont été utilisés pour déterminer les concentrations de triglycérides (Thermo Fisher Diagnostics) reflétant l'utilisation d'énergie et le dépôt graisseux ; d'acide urique (Thermo Fisher Diagnostics) et du statut antioxydant total (Randox Laboratories) comme indicateurs du statut redox. Les activités créatine kinase comme marqueur de développement et d'intégrité musculaires, et de l'haptoglobine, protéine impliquée dans l'inflammation ont été mesurées grâce à des kits commerciaux (Biolabo et Tridelta Development Limited respectivement). Ces kits ont été utilisés conformément aux instructions des fournisseurs et adaptés à l'analyseur photométrique Thermo Scientific Arena 20XT (Thermo Fisher Scientific). Le kit commercial OxiSelect™ a été utilisé pour quantifier le peroxyde d'hydrogène sérique, indicateur d'oxydation cellulaire. Les concentrations de tocots, indicateur antioxydant (c'est-à-dire α -tocophérol et ses isoformes γ et δ , et γ et α -tocotriénol) ont été mesurés dans le plasma selon Schüep et Rettenmaier (1994). L'activité lysozyme dans le sérum a été évaluée selon la méthode d'Osserman et Lawlor (1966) afin d'estimer le potentiel antimicrobien.

1.5 Statistiques

Afin d'évaluer la différence des indicateurs quantitatifs entre casaniers et explorateurs au sein de chaque lignée, nous avons comparé les moyennes des deux groupes par des tests de Student ou de Wilcoxon-Mann-Whitney selon la normalité, évaluée par le test de Shapiro. Pour les paramètres qualitatifs, nous avons utilisé un test exact de Fisher (R V4.1.2).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons observé une réduction de 12, 8 et 7% du poids carcasse des explorateurs par rapport aux casaniers dans les souches JA757, S757N et Gauloise Blanche, respectivement (Tableau 1). Ceci s'accompagne d'une diminution du poids de cuisse et de filet chez les explorateurs de ces trois souches. Le rendement carcasse des explorateurs est également réduit de 2% et 1% dans les souches S757N et double-fin, respectivement. Ceci est associé à une baisse du rendement en cuisse des explorateurs dans ces deux souches. Par ailleurs, nous avons observé une réduction de l'activité créatine kinase de 31, 17 et 22% chez les explorateurs par rapport aux casaniers des souches JA757, S757N et double-fin, respectivement. La créatine kinase est une enzyme musculaire qui joue un rôle dans la production d'énergie et constitue un marqueur de développement et d'intégrité musculaires (Berri et al., 2007). Ce

résultat semble donc cohérent avec la réduction de la masse musculaire liée à une plus forte exploration, en tout cas pour les génotypes JA757 et S757N. D'autres mécanismes sont peut-être en jeu chez la souche à double-fin pour laquelle aucune baisse de poids n'a été observée en cas d'augmentation de l'exploration. Ces résultats de performances à l'abattage illustrent un impact négatif d'une forte utilisation du parcours sur les caractères économiques. Ils s'expliquent très vraisemblablement par l'augmentation de l'activité locomotrice sur le parcours (Mattioli et al., 2021) chez les animaux les plus explorateurs à l'origine de dépenses énergétiques accrues pénalisant la croissance. Les résultats contrastés obtenus sur la souche à double-fin suggèrent quant-à-eux que le faible écart de croissance entre explorateurs et casaniers peut être dû à l'alimentation sur le parcours par fourrage (la couleur en jaune du filet plus prononcée chez les explorateurs que chez les casaniers, observée uniquement chez les souches JA757 et double-fin, suggère une plus forte alimentation en herbe riche en caroténoïdes) ou une plus faible activité physique sur le parcours.

Concernant les indicateurs comportementaux et de santé mesurés à l'abattage, seule la santé osseuse varie en fonction du niveau d'exploration, avec un tibia 4% plus court, 5% plus fin et 2% plus résistant chez les explorateurs par rapport aux casaniers de la souche de type certifié JA757 (Tableau 1). Dans la souche à double-fin, nous constatons également que l'os tibial est 7% plus fin chez les explorateurs par rapport aux casaniers. Une diminution de la longueur du tibia en lien avec une activité physique supérieure a déjà été mise en évidence en souche à croissance rapide (Foutz et al., 2007). Nos résultats sont donc cohérents avec les effets escomptés liés à une activité locomotrice accrue en cas de forte utilisation du parcours.

Concernant l'état physiologique des animaux, les résultats des marqueurs sanguins indiquent qu'une plus forte utilisation du parcours ne fait pas varier (chez les souches JA757, Gauloise Blanche ou double-fin) ou tend à diminuer (-30% dans la souche S757N) le niveau d'inflammation mesuré par l'activité de type haptoglobine. Le potentiel antimicrobien lié à l'activité du lysozyme est également diminué de 25% dans cette même souche et de 29% dans la souche JA757. Ces résultats suggèrent qu'une utilisation importante du parcours impacte l'immunité et/ou le statut anti-inflammatoire dans ces deux souches. Concernant le statut redox des animaux, les principaux effets sont observés dans la souche JA757 et dans une moindre mesure S757N : nous observons ainsi dans le groupe des explorateurs une réduction de molécules aux propriétés antioxydantes comme l'acide urique (-19% chez les S757N), les tocophérols (-35% chez les JA757) et du Statut Antioxydant Total (-8% chez les S757N) alors

que la concentration d'espèces réactives de l'oxygène comme le peroxyde d'hydrogène est augmentée (+22% chez la JA757). Il a été montré chez des poulets à croissance rapide (Ross 308) ou à croissance lente (souche Hubbard), que l'augmentation de l'activité locomotrice était positivement corrélée aux indicateurs d'oxydation et négativement à un indicateur antioxydant (Mattioli et al., 2021). L'exercice physique accru chez les animaux les plus explorateurs semble donc se faire au détriment de l'équilibre de l'état oxydatif, au moins chez la souche JA757. Dans cette souche une concentration en triglycérides plasmatiques plus élevée a été observée chez les animaux casaniers que chez les explorateurs. D'autres études ont montré que cette concentration en triglycérides plus élevée était associée à un dépôt de graisse plus important (Griffin et al., 1982) et à une activité locomotrice plus faible (Fokidis et al., 2011), suggérant donc que les animaux les plus explorateurs se déplacent davantage et stockent moins de lipides que les casaniers. Notons cependant que des sens de variations différents entre casaniers et explorateurs ont été observés dans la souche Gauloise Blanche pour le Statut Antioxydant Total et les triglycérides, montrant que les réponses physiologiques à l'utilisation du parcours peuvent varier en fonction de la souche génétique.

CONCLUSION

Cette étude sur des génétiques variées illustre la diversité des réponses animales à l'utilisation du parcours. Comme attendu, le lien entre exploration et performance économique n'est pas des plus favorables alors que d'autres indicateurs de bien-être comme la santé osseuse semblent améliorés avec l'utilisation du parcours, au moins chez la souche JA757. Notre étude a par ailleurs révélé des modifications de réponses physiologiques spécifiques, liées au stress oxydant ou la capacité immune, en réponse à l'utilisation du parcours. Une plus ample qualification de l'activité sur le parcours (locomotion, consommation alimentaire notamment) permettrait de mieux comprendre les multiples impacts de l'utilisation du parcours au sein des souches à croissance lente à intermédiaire.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été conduite dans le cadre du projet européen PPILOW, Le projet PPILOW a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention N°816172. Nous tenons à remercier tous les membres des unités INRAE EASM, PEAT et BOA qui ont contribué à cette étude.

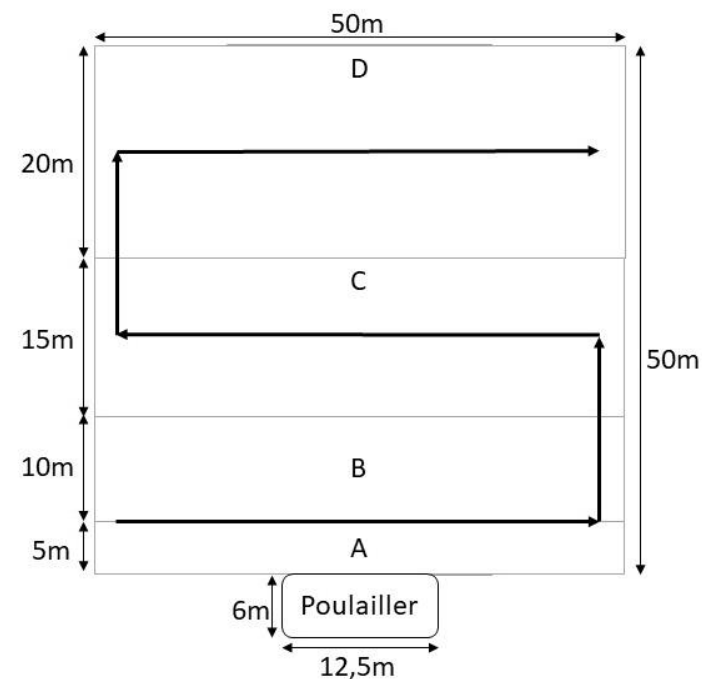
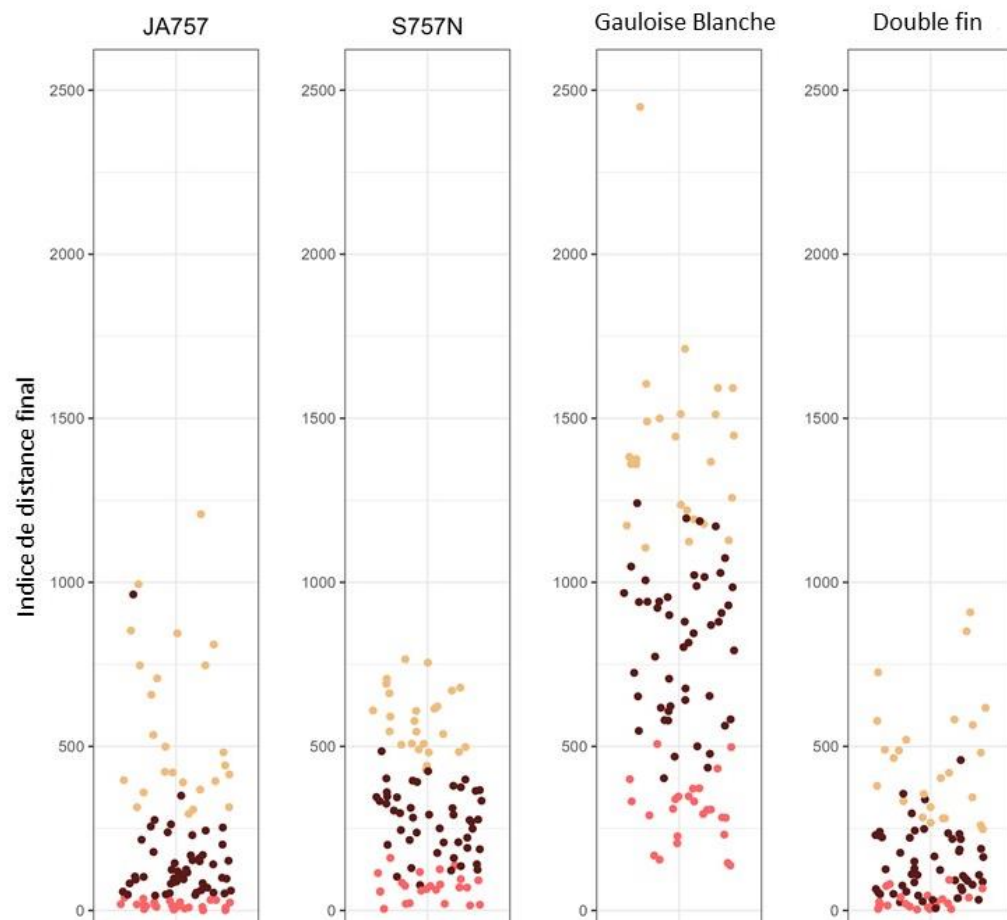
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Debut, M., Santé-Lhoutellier, V., Baéza, E., Gigaud, V., Jégo, Y., & Duclos, M. J. (2007). *J. Anim. Sci.*, 85(8), 2005–2011. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-398>
- Bonnefous, C., Calandreau, L., Le Bihan-Duval, E., Ferreira, V. H. B., Barbin, A., Collin, A., Reverchon, M., Germain, K., Ravon, L., Kruger, N., Mignon-Grasteau, S., & Guesdon, V. (2023). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 260(105870). <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105870>
- Dawkins, M. S., Cook, P. A., Whittingham, M. J., Mansell, K. A., & Harper, A. E. (2003). *Anim. Behav.*, 66(1), 151–160. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2172>
- Ferreira, V. H. B., Peuteman, B., Lormant, F., Valenchon, M., Germain, K., Brachet, M., Leterrier, C., Lansade, L., Calandreau, L., & Guesdon, V. (2019). *Behav. Processes*, 166(103888), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103888>
- Fokidis, B. H., Hurley, L., Rogowski, C., Sweazea, K., & Deviche, P. (2011). *Physiol. Biochem. Zool.*, 84(6), 595–606. <https://doi.org/10.1086/662068>
- Foutz, T. L., Griffin, A. K., Halper, J. T., & Rowland, G. N. (2007). *Trans. ASABE*, 50(1), 213–220.
- Griffin, H. D., Whitehead, C. C., & Broadbent, L. A. (1982). *Br. Poult. Sci.*, 23(1), 15–23. <https://doi.org/10.1080/00071688208447925>
- Mattioli, S., Cartoni Mancinelli, A., Dal Bosco, A., Ciarelli, C., Guarino Amato, M., Angelucci, E., Chiattelli, D., & Castellini, C. (2022). *PLoS One*, 17(11)(e0275527). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275527>
- Mattioli, S., Cartoni Mancinelli, A., Menchetti, L., Dal Bosco, A., Madeo, L., Guarino Amato, M., Moscati, L., Cotozzolo, E., Ciarelli, C., Angelucci, E., & Castellini, C. (2021). *Poult. Sci.*, 100(101297). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101297>
- Osserman, E. F., & Lawlor, D. P. (1966). *J. Exp. Med.*, 124(5), 921–952. <https://doi.org/10.1084/jem.124.5.921>
- Schüep, W., & Rettenmaier, R. (1994). *Methods Enzymol.*, 234(1994), 294–302.

Tableau 1. Effets de l'utilisation des parcours sur la croissance, les caractéristiques de qualité du tibia et les paramètres sanguins (moyenne $\pm$ SD) chez quatre souches différentes de poulets de chair biologiques

Item	JA757			S757N			Gauloise Blanche			Double-fin		
	Casaniers (n=25)	Explorateurs (n=25)	<i>P</i>	Casaniers (n=25)	Explorateurs (n=25)	<i>P</i>	Casaniers (n=25)	Explorateurs (n=25)	<i>P</i>	Casaniers (n=25)	Explorateurs (n=25)	<i>P</i>
Performances												
Poids carcasse (g)	1973 $\pm$ 268	1748 $\pm$ 227	0.006	1740 $\pm$ 243	1606 $\pm$ 150	0.047	1802 $\pm$ 131	1672 $\pm$ 145	0.006	997 $\pm$ 120	1026 $\pm$ 125	0.605
Rendement carcasse (% de poids vif)	69.4 $\pm$ 1.3	68.6 $\pm$ 1.5	0.072	69.0 $\pm$ 1.6	67.6 $\pm$ 1.3	0.006	65.7 $\pm$ 1.4	65.1 $\pm$ 1.4	0.176	63.2 $\pm$ 1.3	62.3 $\pm$ 1.1	0.009
Poids filet (g)	233 $\pm$ 37	201 $\pm$ 31	0.006	183 $\pm$ 30	168 $\pm$ 18	0.047	176 $\pm$ 15	165 $\pm$ 19	0.068	83 $\pm$ 13	84 $\pm$ 12	0.702
Rendement filet (% de poids vif)	16.4 $\pm$ 1.1	15.8 $\pm$ 1.0	0.072	14.5 $\pm$ 1.1	14.1 $\pm$ 1.0	0.236	12.8 $\pm$ 0.7	12.8 $\pm$ 0.8	0.994	10.5 $\pm$ 0.9	10.3 $\pm$ 0.6	0.605
Poids cuisse (g)	351 $\pm$ 48	315 $\pm$ 37	0.012	322 $\pm$ 39	300 $\pm$ 33	0.047	358 $\pm$ 27	332 $\pm$ 27	0.006	195 $\pm$ 23	199 $\pm$ 24	0.653
Rendement cuisse (% de poids vif)	24.7 $\pm$ 0.9	24.8 $\pm$ 0.5	0.518	26.0 $\pm$ 1.3	25.2 $\pm$ 1.0	0.047	26.2 $\pm$ 0.9	25.9 $\pm$ 0.8	0.316	24.8 $\pm$ 0.5	24.2 $\pm$ 0.6	0.018
Santé osseuse tibiale												
	Casaniers (n=11)	Explorateurs (n=12)	<i>P</i>	Casaniers (n=10)	Explorateurs (n=12)	<i>P</i>	Casaniers (n=11)	Explorateurs (n=12)	<i>P</i>	Casaniers (n=13)	Explorateurs (n=12)	<i>P</i>
Longueur tibial (mm)	134.0 $\pm$ 5.6	128.2 $\pm$ 4.5	0.006	137.7 $\pm$ 5.3	137.0 $\pm$ 6.5	0.765	153.0 $\pm$ 2.3	150.5 $\pm$ 4.3	0.288	126.8 $\pm$ 5.8	128.1 $\pm$ 5.9	0.591
Diamètre du tibia (mm)	8.2 $\pm$ 1.1	7.8 $\pm$ 0.6	0.053	8.1 $\pm$ 0.8	7.8 $\pm$ 0.9	0.758	8.9 $\pm$ 0.8	8.8 $\pm$ 0.7	0.786	7.6 $\pm$ 0.6	7.1 $\pm$ 0.4	0.042
Force à la compression du tibia (N)	238.4 $\pm$ 54.7	242.6 $\pm$ 29.8	0.021	248.2 $\pm$ 33.6	230.6 $\pm$ 50	0.758	311.6 $\pm$ 61.5	296.8 $\pm$ 46.5	0.786	189.3 $\pm$ 34.5	173.2 $\pm$ 26.2	0.302

Figure 1. a) Schéma montrant la division virtuelle du parcours en 4 zones de distances et longueurs différentes de 5 à 20m. La flèche noire représente le chemin emprunté par l'expérimentateur. Fonction et définition du calcul de l'indice de distance sous le schéma. b) Nuage de point montrant l'indice de distance final de chaque individu avec en jaune les explorateurs, en rose les casaniers et en marron les animaux non sélectionnés des souches JA757 (n = 25 par groupe d'utilisation), S757N (n = 25 par groupe d'utilisation), Gauloise Blanche (n = 25 par groupe d'utilisation) et double-fin (n = 25 par groupe d'utilisation).



$$DI = NT_A \times D_A + NT_B \times D_B + NT_C \times D_C + NT_D \times D_D$$

avec $NT_{(A, B, C, D)}$ le nombre de fois où l'animal est relevé en zones A, B, C ou D, et $D_{(A, B, C, D)}$ le coefficient de distance attribué à ces zones: D_A, D_B, D_C, D_D sont 2,5; 10,0; 22,5 et 40,0.

a)

b)