



HAL
open science

Effets du type génétique sur le bien-être et la qualité de la viande de porcs mâles non castrés en élevage biologique

Bénédicte Lebret, Stéphane Ferchaud, Alexandre Poissonnet, Armelle Prunier

► To cite this version:

Bénédicte Lebret, Stéphane Ferchaud, Alexandre Poissonnet, Armelle Prunier. Effets du type génétique sur le bien-être et la qualité de la viande de porcs mâles non castrés en élevage biologique. 56. Journées de la Recherche Porcine (JRP), INRAE; IFIP-Institut du Porc, Feb 2024, Saint-Malo, France. pp.7-12. hal-04491544

HAL Id: hal-04491544

<https://hal.inrae.fr/hal-04491544>

Submitted on 6 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Effets du type génétique sur le bien-être et la qualité de la viande de porcs mâles non castrés en élevage biologique

Bénédicte LEBRET (1), Stéphane FERCHAUD (2), Alexandre POISSONNET (3), Armelle PRUNIER (1)

(1) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint-Gilles, France

(2) INRAE, GenESI, 86480 Rouillé, France

(3) IFIP, Institut du Porc, 35650 Le Rheu, France

benedicte.lebret@inrae.fr

Avec la collaboration de Tony TERRASSON (2), Stéphane MOREAU (2), Doryan GRIVault (2), Sophie DARE (1), Marine PAUPE (1), Laurence LE NORMAND (1), Nathalie BONHOMME (1) et Jérôme LIGER (INRAE UE 3P, 35590 Saint-Gilles, France)

Effets du type génétique sur le bien-être et qualité de la viande de porcs mâles non castrés en élevage biologique

Elaborer des produits animaux de bonne qualité dans le respect du bien-être animal fait partie des principes fondamentaux de l'agriculture biologique (AB). Pour améliorer ces propriétés qualitatives extrinsèques et intrinsèques de la viande porcine AB, nous avons considéré l'élevage de porcs mâles non castrés, croisés Duroc, comparativement au génotype usuel, des porcs croisés Piétrain. Des porcs mâles non castrés Large White × Duroc (D, n = 47) ou Large White × Piétrain non porteurs de l'allèle de sensibilité à l'halothane (P, n = 34) répartis sur deux bandes, ont été élevés en AB (un groupe par génotype et par bande). Chaque groupe était placé dans une loge sur litière de paille (1,3 m²/porc) avec accès à une courette en béton (1,0 m²/porc) de 27 à 125 kg de poids vif et recevait à volonté des aliments croissance puis finition ainsi que du foin. Dans l'ensemble, les indicateurs de santé et bien-être indiquent peu de problèmes, toutefois la proportion de porcs présentant des griffures est inférieure ($P < 0,01$) chez les porcs D comparés aux P. La vitesse de croissance et le poids vif final ne diffèrent pas entre génotypes. Les porcs D présentent une moindre teneur en muscle des carcasses et une viande (longe) moins claire et moins exsudative, plus riche en lipides ($P < 0,05$) et de moindre force de cisaillement ($P < 0,10$) comparés aux porcs P. Les porcs D ont une concentration en androsténone supérieure dans la bardière ($P < 0,01$), mais pas en scatol, suggérant un risque accru de viandes rejetées par les consommateurs car odorantes. L'élevage AB de mâles non castrés croisés Duroc apparaît donc favorable au bien-être, à la qualité technologique et plusieurs propriétés sensorielles de la viande, sous réserve de limiter le risque d'odeurs indésirables via la conduite d'élevage.

Welfare and meat quality of non-castrated male pigs in organic farming as a function of genotype

One of the fundamental principles of organic farming is to produce high-quality animal products that respect animal welfare. To improve the extrinsic and intrinsic quality properties of organic pork, non-castrated Duroc crossbred male pigs were compared to the genotype commonly used: Piétrain crossbred pigs. Non-castrated Large White × Duroc (D, n = 47) or Large White × Halothane homozygous negative Piétrain (P, n = 34) male pigs, distributed in two batches, were reared in organic farming (one group per genotype and per batch). Each group was placed in a pen on straw bedding (1.3 m²/pig) with access to an outdoor concrete area (1.0 m²/pig) from 27 kg live weight until slaughter at ca. 125 kg live weight, and received *ad libitum* growing and finishing diets as well as hay (rack). Overall, health and welfare indicators showed few problems, although the proportion of pigs with skin scratches was lower for the D ($P < 0.01$) than P pigs. Growth rate and final live weight did not differ between genotypes. The D pigs had lower carcass lean meat content, and their meat (loin) was less light and exudative, with higher intramuscular fat content ($P < 0.05$) and lower shear force ($P < 0.10$) than meat from P pigs. The D pigs had a higher concentration of backfat androstenone ($P < 0.01$), but not of scatole, suggesting an increased risk of rejection by consumers due to boar taint. Organic farming of non-castrated Duroc crossbred males therefore appears to be favourable for animal welfare, technological pork quality and several sensory properties of the meat, provided that the risk of undesirable odours is limited through management practices.

INTRODUCTION

Les grands principes de l'agriculture biologique (AB) reposent sur l'usage de pratiques respectueuses de l'environnement, de la santé et du bien-être animal (règlements UE 2018/848 et 2018/1584). En AB, les porcs disposent d'une plus grande surface qu'en élevage conventionnel, de litière (couchage) et de fourrages grossiers pour favoriser l'expression de leurs comportements et leur bien-être. La castration des porcs mâles est autorisée jusqu'à 7 jours d'âge avec anesthésie et analgésie (comme en conventionnel depuis 2022), mais il est plus cohérent de ne pas pratiquer cette mutilation, d'autant que l'anesthésie et l'analgésie ne soulagent que partiellement la douleur (Prunier *et al.*, 2020). La non castration des mâles améliore l'efficacité de la croissance (réduisant ainsi les impacts environnementaux) et la teneur en muscle des carcasses, mais ces animaux peuvent exprimer des comportements délétères (agressions, montes sexuelles) et leur viande présenter des défauts d'odeur, dites odeurs sexuelles (Parois *et al.*, 2018 ; Lebret et Čandek-Potokar, 2022). Par ailleurs, l'alimentation est 100 % bio en engraissement, sans OGM ni acides aminés de synthèse, ce qui peut compromettre l'équilibre nutritionnel des rations avec des conséquences possibles sur la qualité des carcasses et des viandes (Lebret et Čandek-Potokar, 2022). Agir sur sa santé, protéger l'environnement et favoriser le bien-être animal constituent les principales raisons d'achat des consommateurs de produits AB en Europe, mais la qualité et le goût sont aussi des motivations fortes (Baudry *et al.*, 2017 ; Agence Bio, 2022 ; Kühl *et al.*, 2023). Ces différentes dimensions de qualité extrinsèques (ou d'image, incluant le bien-être animal) et intrinsèques (sensorielle, nutritionnelle...) résultent de multiples facteurs et pratiques d'élevage (type génétique, sexe, conduite alimentaire...) (Lebret et Čandek-Potokar, 2022 ; Prache *et al.*, 2022). Ainsi, nous avons recherché si le type génétique peut contribuer à améliorer à la fois le bien-être et la qualité de la viande de porcs mâles non castrés en AB. En comparaison au génotype le plus couramment utilisé : porcs croisés Piétrain indemnes de l'allèle de sensibilité à l'halothane (NN - performants pour la production de viande maigre et à faible risque d'odeurs, mais avec une viande de qualité sensorielle et technologique 'standard'), nous avons considéré des porcs croisés Duroc, dont la qualité intrinsèque (texture, pH, couleur) est généralement supérieure (Edwards *et al.*, 2003; Morales *et al.*, 2013; Lebret *et al.*, 2023) mais à risque plus élevé d'odeurs indésirables (Parois *et al.*, 2018). Par ailleurs, des différences de comportement entre porcs Duroc (race pure ou croisés) et Large White ou croisés Piétrain ont été rapportées (Terlouw et Rybarczyk, 2008 ; Werner *et al.*, 2020a), qu'il convient de confirmer sur des mâles non castrés. L'objectif de cette étude est d'évaluer, chez des porcs mâles non castrés élevés en AB, l'effet du type génétique, croisés Duroc vs croisés Piétrain NN, sur la santé et le bien-être, la composition des carcasses et la qualité sensorielle et technologique de la viande.

1. MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation a été réalisée à l'élevage certifié biologique Porganic de l'unité INRAE GenESI (86480 Rouillé, doi: 10.15454/1.5572415481185847E12). Le protocole de l'expérience a été approuvé par le Comité local d'éthique en expérimentation animale et l'expérience autorisée par le Ministère (APAFIS#30357-202103041121621 v4, 02/07/2021).

1.1. Animaux et conduite d'élevage

L'expérimentation a porté sur un total de 81 porcs mâles non castrés issus de truies Large White (LW, troupeau Porganic, GenESI) et de verrats Duroc (D; Nucléus, 35650 Le Rheu) ou Piétrain NN (P; Nucléus, non porteurs de l'allèle n de sensibilité à l'halothane et choisis pour leur faible risque d'odeurs sexuelles). Les animaux ont été élevés en deux bandes consécutives, incluant 30 porcs D (issus de 7 portées et 3 verrats) et 22 P (issus de 6 portées et 3 verrats) pour la première, et 17 D (issus de 6 portées et 5 verrats) et 12 P (issus de 3 portées et 3 verrats) pour la deuxième bande. Les porcs ont été choisis sur la base du poids vif à 70 jours (moyenne et écart-type équilibrés entre génotypes) et placés par génotype dans une loge d'élevage incluant une zone d'alimentation (caillebotis), une aire de repos paillée (1,3 m²/porc) et un accès libre à une courette bétonnée et couverte (1,0 m²/porc). Les quatre loges (2 génotypes et 2 bandes) étaient placées dans le même bâtiment d'élevage. Tous les animaux ont été alimentés avec les mêmes aliments « croissance » jusqu'à 112 jours d'âge, puis « finition » jusqu'à l'abattage, distribués à volonté. Les aliments formulés par la société DFP Nutraliance (19140 Saint-Ybard) étaient à base d'orge, blé, pois, tourteau de soja, son de blé et contenaient 1 % de luzerne (croissance : 9,44 MJ EN/kg, 16,0 % protéines brutes, 0,85 % lysine ; finition : 9,33 MJ EN/kg, 14,0 % protéines brutes, 0,73 % lysine). Dans chaque loge, du foin de prairie était apporté à volonté dans un râtelier et les animaux avaient un accès permanent à de l'eau. Les quantités d'aliment et de foin distribuées ont été enregistrées et les consommations calculées par loge. Les animaux ont été pesés toutes les deux semaines au cours de l'expérimentation et la veille de l'abattage.

1.2. Observations de comportement et de santé en élevage

Des observations ont été réalisées à trois reprises dans chaque loge au cours de l'expérimentation : 2 semaines après le début de l'engraissement, au milieu de l'engraissement et à la fin de la semaine précédant le premier départ à l'abattoir, soit à 84, 111 et 161 jours d'âge en moyenne, respectivement. Ces observations et mesures (protocole Welfare Quality®) visaient à noter la propreté et à évaluer le bien-être et la santé (Tableau 1). Certains paramètres ont été mesurés à l'échelle individuelle : nombre de porcs morts, en mauvais état général (altération sévère de la santé nécessitant un traitement), décrochés (1/3 plus petit que les autres porcs de la loge), sales (≥ 50 % d'un des côtés du corps recouvert de fèces), avec une hernie importante, une boiterie (pas d'appui sur au moins un membre), une plaie importante (≥ 5 cm de diamètre), avec plus de 15 griffures récentes sur au moins un côté du corps, des signes d'irritation de la peau (rougeur) ou de présence de parasites externes (ex. poux), une respiration difficile, une plaie sur au moins une oreille ou à la queue, ayant un comportement de manipulation de la paille. D'autres paramètres ont été mesurés à l'échelle de la loge : propreté des abreuvoirs et auges, répartition des porcs (tassés : ≥ 50 % des porcs sont couchés avec au moins la moitié du corps au contact d'un autre porc; dispersés : ≥ 50 % des porcs sont couchés sur le flanc sans se toucher), présence de fèces liquides sur les parois verticales ou le sol, présence de toux ou d'éternuements, temps d'approche des porcs (temps nécessaire pour qu'au moins un porc approche et touche un observateur non familier après son entrée dans la loge) pour évaluer la relation homme-animal.

1.3. Abattage des porcs et mesures sur carcasses et viande

Les porcs ont été abattus en abattoir commercial (Cooperl, 79800 Sainte-Eanne) en deux séries par bande incluant chacune la moitié des porcs de chaque génotype, choisis sur la base du poids vif. Les porcs ont été mis à jeun la veille de l'abattage vers 8h00, pesés et placés par loge d'origine sur un quai d'embarquement avec mise à disposition d'eau. La nuit suivante, ils ont été transportés à l'abattoir en regroupant les deux génotypes pour le transport et l'attente à l'abattoir (sans mélange avec d'autres animaux), placés en bouverie (50 min à 2 h) puis abattus par exsanguination après étourdissement par électronarcose à haut voltage. La carcasse chaude a été pesée et le taux de muscle des pièces (TMP) déterminé par l'appareil automatique de classement CSB Image-Meater®. Les épaisseurs de gras (G3) et de muscle (M3) au niveau du *gluteus medius* ont été enregistrées. Chaque carcasse a été soumise au test du nez humain pratiqué par le personnel formé et expérimenté de l'abattoir pour identifier les carcasses odorantes (« odeur de mâle entier »). Les griffures (récentes, > 2 cm) ont été dénombrées sur chaque carcasse (hormis tête, gorge, pieds et queue) par la même personne expérimentée à chaque série. Après réfrigération (24 h à 4°C), la demie-carcasse droite a été découpée et les poids des pièces enregistrés. Le pH ultime (pHu) du muscle *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL, longe) a été mesuré (1^e-2^{ème} dernières côtes, électrode Xerolyt Ingold, pH mètre Syleps). Une section transversale de LTL (12^e vertèbre lombaire) a été prélevée et exposée 15 min à la lumière avant détermination des coordonnées de couleur (L*, a*, b*, C*, h°, moyenne de trois mesures, chromamètre Minolta CR400).

1.4. Analyses biochimiques sur longe et bardière et texture

Après mesure de la couleur sur la tranche de LTL, un échantillon a été prélevé (emporte-pièce, diamètre 25 mm, longueur 25 mm) pour déterminer les pertes en eau (24 à 48 h *post-mortem*, méthode EZ drip loss). Le reste de la tranche a été paré et broyé ; un sous-échantillon a été lyophilisé avant détermination des teneurs en eau et en protéines et le reste stocké à -20°C avant détermination du potentiel glycolytique, comme décrit par Lebret *et al.* (2023). Le même jour, une seconde section de LTL (dernière côte) a été prélevée, conservée sous-vide (-20°C) puis parée et broyée avant détermination de la teneur en lipides intramusculaires (LIM) par extraction chloroforme/méthanol (Lebret *et al.*, 2023). Une troisième section de LTL (10-11^{èmes} vertèbres lombaires) a été prélevée, mise sous vide et expédiée au laboratoire IDELE (14310 Villers-Bocage). Après 7 à 8 jours de maturation sous-vide à 4°C, les pertes à la cuisson (au four, 70°C à cœur) et la force de cisaillement de la viande cuite (texturomètre Instron, cellule Warner-Bratzler ; moyenne des mesures sur 10 sections par échantillon) ont été déterminées. A la découpe, un échantillon de gras de bardière (épaisseur totale) a été prélevé au niveau du cou et stocké sous vide à -20°C avant analyse des concentrations en androsténone et scatol du gras liquide par HPLC (Batorek *et al.*, 2012). Les limites de détection étaient de 0,24 et 0,02 µg/g pour l'androsténone et le scatol, respectivement ; ces valeurs ont été attribuées aux porcs dont les concentrations étaient inférieures à ces limites.

1.5. Analyses statistiques

Les mesures de bien-être et santé effectuées à l'échelle de la loge n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques car les effectifs sont insuffisants (2 loges par génotype). L'effet du génotype sur les mesures individuelles de bien-être a été analysé avec le test $\hat{2}$, dérivé du Chi2 et mieux adapté aux échantillons de faible effectif (n

< 5 ; Arbonnier, 1966). Pour les données de croissance, caractéristiques des carcasses et des viandes et de composition biochimique des tissus, l'unité statistique était l'animal. Ces données ont été analysées avec un modèle mixte (proc MIXED, SAS version 9.4) incluant les effets fixes du génotype et de la bande, et l'effet aléatoire du jour d'abattage intra-bande pour les données de qualité de viande et de composition du muscle. Les moyennes des moindres carrés ont été calculées par génotype. Les données d'androsténone et scatol dont les résidus n'ont pu être normalisés ont été analysées par un test de permutation (fonction aovperm, package permuco, R version 4-1.2), en incluant dans le modèle les effets fixes du génotype et de la bande.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Santé, comportement et bien-être en élevage

D'une façon générale, peu de problèmes de bien-être et santé sont relevés chez les porcs des deux génotypes, cependant quelques indicateurs montrent des résultats plus favorables chez les croisés Duroc. On observe un pourcentage plus faible de porcs avec des griffures chez les croisés D vs P aux trois stades d'observation ($P < 0,01$, Tableau 1) et sur les carcasses ($P < 0,05$, Tableau 2). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus sur des carcasses de porcs croisés Duroc vs croisés Piétrain avec une lignée maternelle LW x Landrace (Werner *et al.*, 2020a). Les lésions cutanées résultant de morsures lors des bagarres ou de traces de sabots lors des montes sexuelles, on peut en déduire une moindre fréquence de l'un ou de ces deux comportements chez les porcs D. Un autre critère favorable est la moindre fréquence de lésions à la queue en fin d'engraissement des porcs D ($P < 0,05$). La mortalité numériquement inférieure chez les porcs D ne diffère pas significativement entre génotypes, toutefois il faut souligner que les effectifs sont faibles. Les autres indicateurs observés à l'échelle des porcs ne varient pas entre génotypes. A l'échelle du groupe, nous observons aux trois stades un temps d'approche plus faible des porcs D, indiquant un degré de confiance des animaux envers l'homme plus élevé. Une moindre latence et plus grande fréquence de contacts avec un humain non familier ont également été observés chez des porcs Duroc comparés à des porcs LW (Terlouw et Rybarczyk, 2008).

2.2. Croissance des porcs et caractéristiques des carcasses

La croissance moyenne des porcs sur l'ensemble de la période expérimentale et le poids vif à l'abattage ne diffèrent pas entre les porcs D et P (Tableau 2). La consommation alimentaire individuelle calculée par loge était similaire pour les porcs D (2,73 kg/j) et P (2,80 kg/j) de même que l'indice de consommation (D: 2,85; P: 2,88) et la consommation individuelle de foin (D: 109, P: 120 g/j). Le poids de carcasse chaude ne diffère pas entre génotypes, malgré un rendement carcasse légèrement inférieur des porcs D vs P ($P < 0,05$). Le TMP des carcasses D est inférieur à celles des porcs P (-1,9 point, $P < 0,001$) et associé à une moindre épaisseur de muscle et une épaisseur supérieure de gras. Ces différences s'accompagnent de moindres proportions de longe et jambon et de proportions supérieures de bardière et de poitrine pour les porcs D vs P. Les performances de croissance des porcs D et P sont satisfaisantes au regard de celles observées en élevage AB de porcs mâles entiers, castrés ou femelles issus de verrats Duroc ou Piétrain et de truies LW (Ferchaud *et al.*, 2022) ou LW x Landrace (Werner *et al.*, 2020a ; Quander-Stoll *et al.*, 2021, 2022). L'absence de différence de croissance entre porcs D et P va à l'encontre de

Tableau 1 – Indicateurs de santé et bien-être en élevage selon le génotype

	Début d'engraissement			Milieu d'engraissement			Fin d'engraissement		
	D ¹	P ²	Sign. ³	D ¹	P ²	Sign. ³	D ¹	P ²	Sign. ³
Observations à l'échelle de l'animal (% des porcs)									
Nombre d'animaux observés	47	35		47	34		47	33	
Mortalité depuis l'entrée en engraissement	0	0	ns	0	3	ns	0	6	ns
Porcs en mauvais état général	0	0	ns	2	0	ns	0	0	ns
Porcs décrochés	6	6	ns	4	6	ns	0	0	ns
Porcs sales	0	0	ns	0	0	ns	2	0	ns
Porcs présentant une hernie	0	0	ns	0	0	ns	2	0	ns
Porcs présentant une boiterie	0	3	ns	0	3	ns	0	0	ns
Porcs présentant une plaie importante	2	3	ns	2	6	ns	0	0	ns
Porcs présentant des griffures	0	20	< 0,001	0	35	< 0,001	0	18	< 0,01
Porcs avec signes d'irritation de la peau ou parasites externes	0	0	ns	0	0	ns	0	0	ns
Porcs ayant une respiration haletante	0	0	ns	0	0	ns	0	0	ns
Porcs avec lésion(s) auriculaire(s)	0	0	ns	0	0	ns	0	0	ns
Porcs avec lésion(s) à la queue	2	0	ns	4	6	ns	0	9	< 0,05
Porcs manipulant la paille	64	64	ns	47	38	ns	36	49	ns
Observations à l'échelle de la loge (% des loges)									
Nombre de loges observées	2	2		2	2		2	2	
Abreuvoirs ou auges souillés	0	0		0	0		0	0	
Répartition des porcs									
Tassés	50	50		0	0		0	0	
Dispersés	0	0		0	0		0	0	
Présence de fèces liquides	100	50		50	100		0	0	
Présence de toux ou d'éternuements	100	100		100	100		100	100	
Temps d'approche (s)	34	57		11	32		9	21	

¹D : croisés Duroc, ²P : croisés Piétrain. ³Signification (P-value), ns : P > 0,10.

résultats précédents montrant une moindre croissance de porcs femelles croisées D vs P NN (Lebret *et al.*, 2023). A l'inverse, d'autres auteurs ont rapporté une croissance supérieure liée à une consommation alimentaire plus élevée de porcs femelles et mâles castrés croisés ou de race pure D vs P (Edwards *et al.*, 2006 ; Morales *et al.*, 2013 ; Kowalski *et al.*, 2020 ; Werner *et al.*, 2020a). Ces différences pourraient s'expliquer par l'utilisation de lignées Duroc et/ou Piétrain différentes selon les études (Kowalski *et al.*, 2020). Le rendement carcasse inférieur

des porcs D vs P est en accord avec Werner *et al.* (2020a) et confirme nos résultats sur des porcs femelles (Lebret *et al.*, 2023), même si l'écart observé ici est moindre. Le TMP inférieur des carcasses des porcs D associé à leur moindre épaisseur de muscle et proportion de pièces maigres et leur adiposité plus élevée, est conforme à de nombreuses études comparant des porcs croisés D vs P NN (Edwards *et al.*, 2006 ; Morales *et al.*, 2013 ; Kowalski *et al.*, 2020 ; Lebret *et al.*, 2023) ou des races pures (Ciobanu *et al.*, 2011).

Tableau 2 – Performances de croissance et caractéristiques des carcasses selon le génotype

	Génotype ¹		ETR ²	Signification (P-value)	
	D	P		Génotype	Bande
Nombre d'animaux	47	34			
Performances de croissance					
Poids vif initial, kg	27,5	27,7	4,9	ns	0,002
Poids vif à l'abattage, kg	126,8	128,1	12,7	ns	ns
Age à l'abattage, j	177	175	8,6	ns	0,037
Vitesse moyenne de croissance, g/j	952	966	131	ns	ns
Caractéristiques des carcasses					
Nombre de griffures sur carcasse, n ⁴	30	40	1,7	0,035	ns
Poids de carcasse chaude, kg	96,5	98,4	9,7	ns	ns
Rendement carcasse, % ³	76,1	76,8	1,6	0,046	0,007
Épaisseur de gras (G3), mm	15,0	13,4	2,9	0,024	ns
Épaisseur de muscle (M3), mm	67,6	74,0	5,7	<0,001	ns
TMP, %	58,9	60,8	3,5	<0,001	ns
Proportion des pièces de découpe, % ⁵					
Jambon	25,3	25,8	0,9	0,024	ns
Longe	26,2	27,0	1,0	<0,001	ns
Epaule	23,5	23,7	0,7	ns	ns
Poitrine	16,1	15,3	0,7	<0,001	<0,001
Bardière	6,0	5,4	0,9	0,006	ns

¹D : croisés Duroc, P : croisés Piétrain ; ²Ecart-type résiduel ; ³Proc mixed appliquée sur la racine carrée de la valeur pour obtenir une distribution normale des résidus ; ⁴Poids carcasse chaude/poids vif abattage*100 ; ⁵Pourcentage de la demi-carcasse droite.

2.3. Qualité de la viande : longe

Le pH 24 h du muscle LTL ne diffère pas entre génotypes, mais comparé aux porcs P, le LTL des porcs D présente des pertes en

eau et une luminance réduites et un indice de rouge (a*) et une saturation (C*) légèrement plus élevés (P < 0,05 ; Tableau 3). Les pertes à la cuisson ne diffèrent pas, mais la force de cisaillement tend à être plus faible pour la viande des porcs D vs P (P < 0,10).

Le génotype influence la composition biochimique du LTL, avec des teneurs en eau et en protéines inférieures et une teneur en LIM supérieure (+ 0,6 point) pour les porcs D vs P ($P < 0,001$), alors que le potentiel glycolytique ne varie pas. La moindre perte en eau du LTL des porcs D vs P, indicateur d'une meilleure qualité technologique, est en accord avec la littérature (Edwards *et al.*, 2003 ; Kowalski *et al.*, 2020 ; Lebret *et al.*, 2023). Ces auteurs rapportent aussi un pHu supérieur de la viande de porcs D vs P, qui n'est pas observé ici. Cette différence peut être liée au fait que le potentiel glycolytique est relativement élevé pour les porcs D et P comparativement à des résultats précédents en élevage conventionnel (Lebret *et al.*, 2023). Ceci pourrait résulter de la moindre température ambiante en élevage AB, dont l'effet sur l'augmentation des réserves en glycogène du muscle LTL est bien établi (Lebret et Čandek-Potokar, 2022). La luminance plus faible de la viande des porcs D peut s'expliquer par leur moindre perte en eau (Monin, 2003). A l'inverse de nos résultats, plusieurs études ne montrent pas de différence de L* entre porcs D et P ; l'effet du génotype sur les indices a*, b* et C* est variable selon les études, mais généralement faible (Edwards *et al.*, 2003 ; Kowalski *et al.*,

2020 ; Lebret *et al.*, 2023). Le faible écart observé entre porcs D et P sur les valeurs a* et C* suggère que ces différences ne seraient probablement pas perçues par des consommateurs. A l'inverse de la perte en eau pendant la maturation, la perte en eau à la cuisson ne diffère pas selon le génotype, en accord avec Morales *et al.* (2013) et Kowalski *et al.* (2020). Les moindres teneurs en eau et protéines et la teneur supérieure en LIM de la viande des porcs D vs P confirme nos résultats récents (Lebret *et al.*, 2023). La teneur supérieure en LIM de porcs D comparés aux P est bien établie tant sur des croisés (Kowalski *et al.*, 2020 ; Morales *et al.*, 2013 ; Weber *et al.*, 2020b) qu'en race pure (Ciobanu *et al.*, 2011) même s'il existe une forte variabilité entre lignées Duroc pour ce caractère (Schwob *et al.*, 2020). La teneur supérieure en LIM peut expliquer en partie la moindre force de cisaillement des porcs D (Listrat *et al.*, 2016). Outre l'écart important de LIM entre génotypes, la teneur moyenne de 2,5 % des porcs D correspond à celle au-delà de laquelle une différence de LIM engendre un effet perceptible sur la texture de la viande (Lebret, 2009). Nos résultats suggèrent donc une meilleure tendreté et/ou jutosité de la viande des porcs D vs P qu'il conviendrait de valider par des tests sensoriels.

Tableau 3 – Indicateurs de qualité de viande et composition chimique du muscle *Longissimus* selon le génotype

	Génotype ¹		ETR ²	Signification (P-value)	
	D	P		Génotype	Bande
Nombre d'animaux	47	34			
Indicateurs de qualité de viande					
pH 24 h	5,51	5,50	0,06	ns	ns
Perte en eau, %	4,70	5,66	1,68	0,014	ns
Couleur : L* (luminance)	48,9	50,0	2,1	0,028	ns
a* (indice rouge)	7,45	6,97	0,99	0,035	ns
b* (indice jaune)	5,18	4,91	0,75	ns	ns
C* (saturation)	9,10	8,56	1,13	0,037	ns
h° (angle de teinte)	34,9	34,9	3,13	ns	ns
Perte à la cuisson, %	34,2	33,8	4,1	ns	ns
Force de cisaillement, N/cm ²	33,2	35,0	4,6	0,087	ns
Composition biochimique					
Eau, %	74,7	75,2	0,61	<0,001	ns
Protéines, %	21,9	22,2	0,44	0,005	ns
Lipides, %	2,50	1,90	0,51	<0,001	ns
Potentiel glycolytique, μmol équivalent lactate/g	176	173	14	ns	ns

¹D : croisés Duroc, P : croisés Piétrain; ²Ecart-type résiduel.

2.4. Composés odorants dans le gras de bardière

La concentration en androsténone de la bardière est plus élevée ($P < 0,01$) pour les porcs D comparés aux P (Figure 1), alors que la concentration en scatol ne diffère pas significativement entre les génotypes (Figure 1). La teneur supérieure en androsténone des porcs croisés D vs P est en accord avec Werner *et al.* (2020b) et d'autres études rapportant une teneur supérieure en androsténone chez des porcs de race pure Duroc comparés à des Landrace ou Yorkshire (Xue *et al.*, 1996 ; Parois *et al.*, 2018). Malgré la corrélation génétique positive entre les teneurs en androsténone et scatol (Parois *et al.*, 2018), la teneur en scatol n'est pas significativement plus élevée chez les porcs D, alors que Dalmau *et al.* (2019) rapportent une teneur supérieure en scatol de porcs croisés D vs P. A l'inverse, Werner *et al.* (2020b) ont trouvé une teneur inférieure en scatol dans la bardière de porcs croisés D vs P. Divers facteurs d'élevage comme la nature de l'alimentation ou la propreté des animaux peuvent expliquer ces différences entre études (Parois *et al.*, 2018).

Considérant des seuils de rejet par les consommateurs de 3 μg/g de gras liquide pour l'androsténone (Bonneau et Chevillon, 2012) et de 0,15 μg/g de gras liquide pour le scatol

(Mörlein *et al.*, 2012) et qu'il suffise qu'un des deux seuils soit atteint, 8 carcasses de porcs D (17 %) et 3 de porcs P (9 %) seraient défectueuses. A l'abattoir, seule une carcasse D a été détectée odorante au test du nez humain, il s'agit de celle avec la teneur la plus élevée en scatol (0,80 μg/g de gras liquide).

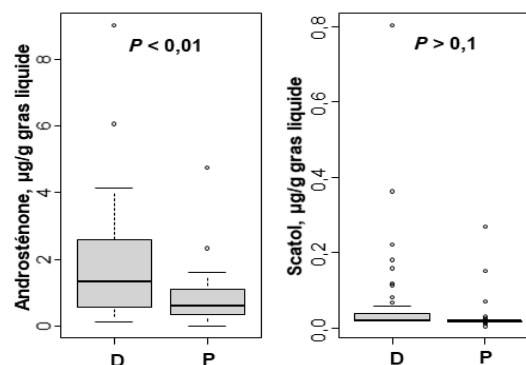


Figure 1 – Teneurs en androsténone et en scatol selon le génotype : porcs croisés Duroc (D) ou Piétrain (P). Les traits horizontaux représentent les 1^{er}, 2nd et 3^{ème} quartiles

En accord avec nos résultats, Mathur *et al.* (2012) ont montré que de nombreuses carcasses dont les concentrations

dépassaient les seuils utilisés dans notre étude n'étaient pas classées odorantes au test du nez humain en abattoir.

CONCLUSION

L'élevage AB de porcs mâles non castrés croisés Duroc comparé à l'élevage de croisés Piétrain permet d'améliorer certains indicateurs de bien-être des animaux. Les performances de croissance ne sont pas différentes mais les carcasses des porcs D ont un TMP inférieur. La viande des porcs D présente une meilleure qualité technologique. La teneur supérieure en LIM et la moindre force de cisaillement suggèrent une viande plus tendre, mais le risque d'odeurs indésirables dues à

l'androsténone est plus élevé comparé à la viande de porcs P. Le type génétique constitue donc un levier pour améliorer certaines dimensions de qualité intrinsèque et extrinsèque de la viande de porcs mâles non castrés AB et doit être raisonné selon les priorités de qualité des éleveurs, abatteurs, transformateurs et consommateurs.

REMERCIEMENTS

Le projet PPILOW a reçu un financement du Programme Horizon 2020 Recherche et Innovation de l'Union Européenne sous l'accord de financement No 816172.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence Bio, 2022. Baromètre de consommation et perception des produits biologiques en France. Agence Bio / Consumer Science & Analytics, Janvier 2022 / Etude N°2100912.
- Arbonnier, 1966. L'analyse de l'information : aperçu théorique et application à la loi multinomiale. *Ann. Sci. Forest.* 23, 950-1020.
- Batorek N., Škrlep M., Prunier A., Louveau I., Noblet J., Bonneau M., Čandek-Potokar M., 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 4593-4603.
- Baudry J., Péneau S., Allès B., Touvier M., Hercberg S., Galan P., Amiot M.J., Lairon D., Méjean C., Kesse-Guyot E., 2017. Food choices motives when purchasing in organic and conventional consumer clusters: focus on sustainable concerns (The NutriNet Cohort Study). *Nutrients* 9, 88.
- Bonneau M., Chevillon P., 2012. Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Sci.*, 90, 330-337.
- Ciobanu D.C., Lonergan S.M., Huff-Lonergan E.J., 2011. Genetics of meat quality and carcass traits. In M. F. Rothschild, & A. Ruvinsky (Eds.), *The genetics of the pigs* (2nd ed.). CAB International, 355-389.
- Dalmau A., Borges T.M., de Mercado E., González J., Mateos-San Juan A., Huerta-Jiménez M. et al., 2019. Effect of environmental temperature, floor type and breed on skatole and indole concentrations in fat of females, immuno-castrated and entire males. *Livest. Sci.*, 220, 46-51.
- Edwards D.B., Bates R.O., Osburn W.N., 2003. Evaluation of Duroc vs Pietrain sired pigs for carcass and meat quality measures. *J. Anim. Sci.*, 81, 1895-1899.
- Edwards D.B., Tempelman R.J., Bates R.O., 2006. Evaluation of Duroc vs Pietrain-sired pigs for growth and composition. *J. Anim. Sci.*, 84, 266-275.
- Ferchaud S., Terrason T., Moreau S., Grivault D., Billon Y., 2022. Présentation de l'installation porcine biologique INRAE, #porganic : choix techniques et premiers résultats. *Journées Rech. Porcine*, 54, 307-308.
- Kowalski E., Vossen E., Millet S., Ampe B., Callens B., Van Royen G., De Smet S., Aluwé M., 2020. Performance and carcass, loin and ham quality in crossbreeds from three terminal sire lines. *Meat Sci.*, 167, 108158.
- Kühl S., Bayer E., Schulze M., 2023. The role of trust, expectation, and deception when buying organic animal products. *Anim. Front.*, 13, 40-47.
- Lebret B., 2009. Stratégies nutritionnelles visant à moduler la croissance et la composition des dépôts tissulaires chez le porc : conséquences sur la qualité de la viande. Thèse de Doctorat (Biologie et Agronomie), Agrocampus Ouest, Rennes. 117 p.
- Lebret B., Čandek-Potokar M., 2022. Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16, Sup. 1, 100402.
- Lebret B., Lhuisset S., Labussière E., Louveau I., 2023. Combining pig genetic and feeding strategies improves the sensory, nutritional and technological quality of pork in the context of relocation of feed resources. *Meat Sci.*, 197, 109074.
- Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B., Bugeon J., 2016. How do muscle structure and composition determine the meat and flesh quality? *Scient. World J.*, 2016, 3182746.
- Mathur P.K., ten Napel J., Bloemhof S., Heres L., Knol E.F., Mulder H.A. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Sci.* 91, 414-422.
- Mörlein D., Grave A., Sharifi A.R., Buecking M., Wicke M., 2012. Different scalding techniques do not affect boar taint. *Meat Sci.*, 91, 435-440.
- Monin G., 2003. Abattage des porcs et qualités des carcasses et des viandes. *INRA Prod. Anim.*, 16, 251-262.
- Morales J.I., Serrano M.P., Camara L., Berrocoso J.D. Lopez J.P., Mateos G.G., 2013. Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreeds from Duroc and Pietrain sires. *J. Anim. Sci.*, 91, 3955-3964.
- Parois S., Bonneau M., Chevillon P., Larzul C., Quiniou N., Robic A., Prunier A., 2018. Odeurs indésirables de la viande de porcs mâles non castrés : problèmes et solutions potentielles. *INRA Prod. Anim.*, 31, 23-36.
- Prache S., Lebret B., Baeza E., Martin B., Gautron J., Feidt C., Medale F., Corraze G., Raulet M., Lefevre F., Verrez-Bagnis V., Sans P., 2022. Review: Quality of animal-source foods. *Animal*, 16, 100376.
- Prunier A., Devillers N., Herskin M.S., Sandercock D.A., Sinclair A.R.L., Tallet C., Von Borell E., 2020. Husbandry interventions in suckling piglets, painful consequences and mitigation. The suckling and weaned piglet. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 107-138.
- Quander-Stoll N., Früh B., Bautze D., Zollitsch W., Leiber F., Scheeder M.R.L., 2021. Sire-feed interactions for fattening performance and meat quality traits in growing-finishing pigs under a conventional and an organic feeding regimen. *Meat Sci.*, 179, 108555.
- Quander-Stoll N., Bautze D., Zollitsch W., Leiber F., Früh B., 2022. Effects of 100% organic feeding on performance, carcass composition and fat quality of fattening pigs. *Biol. Agric. Hortic.*, 38, 271-284.
- Schwob S., Lebret B., Louveau I., 2020. Adiposité et génétique chez le porc : état des lieux et nouveaux enjeux pour la qualité des produits. *INRAE Prod. Anim.*, 33, 17-30.
- Terlouw E.M.C., Rybarczyk P., 2008. Explaining and predicting differences in meat quality through stress reactions at slaughter: the case of Large White and Duroc pigs. *Meat Sci.*, 79, 795-805.
- Werner D., Höinghaus K., Brandt H., Weißmann F., Baldinger L., Bussemas R., 2020a. Performance of organic entire male pigs from two sire lines under two feeding strategies. Part 1: Growth performance, carcass quality, and injury prevalence. *J. Sustainable Organic Agric. Syst.*, 70, 67-73.
- Werner D., Höinghaus K., Meier-Dinkel L., Mörlein D., Brandt H., Weißmann F. et al., 2020b. Performance of organic entire male pigs from two sire lines under two feeding strategies. Part 2: Meat quality and boar taint. *J. Sustainable Organic Agric. Syst.*, 70, 75-82.
- Xue J., Dial G.D., Holton E.E., Vickers Z., Squires E.J., Lou Y., Godbout D., Morel N., 1996. Breed differences in boar taint: Relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *J. Anim. Sci.*, 74, 2170-2177.