

Evaluation des relations entre santé, mortalité et croissance du porc en engraissement

*Hélène PASTORELLI (1,2), Armelle PRUNIER (1,2), Ludovic BROSSARD (1,2), Lucile MONTAGNE (1,2), Hélène GILBERT (3),
Catherine LARZUL (4), Elodie MERLOT (1,2)*

(1) INRA, UMR1348, PEGASE, F-35590 Saint-Gilles, France

(2) Agrocampus Ouest, UMR1348, PEGASE, F-35000 Rennes, France

(3) INRA, UMR1388, GenPhySE, F-31326 Castanet Tolosan, France

(4) INRA, UMR1313, GABI, F-78350 Jouy-en-Josas, France

hélène.pastorelli@rennes.inra.fr

Evaluation des relations entre santé, mortalité et croissance du porc en engraissement

Lors d'un problème de santé, les ressources nutritionnelles d'un animal en croissance sont limitées par la réduction de son ingestion, le conduisant à détourner les nutriments de sa fonction de croissance vers ses fonctions de défense. Les porcs actuels, à fort potentiel de croissance, semblent moins robustes que les races anciennes à croissance plus lente, mais cette relation a été peu étudiée. Ce travail vise à tester l'effet de la vitesse de croissance des porcs sur les pertes/saisies en engraissement, et des indicateurs d'inflammation. Une base de données a été créée en regroupant les performances et les pertes/saisies de 5 863 porcs en engraissement issus de trois stations expérimentales de l'INRA. Dans l'une d'elles, les causes des pertes étaient enregistrées et des prélèvements de sang ont été réalisés avant l'abattage des porcs (110 kg). Au total, 7% des porcs sont perdus en engraissement ou saisis à l'abattoir et la répartition dans le temps de ces pertes diffère entre les stations. Un poids à la naissance et une croissance en maternité élevées favorisent une consommation et une croissance élevées jusqu'en fin d'engraissement sans être néfastes à la survie, ni prédictif d'une saisie à l'abattoir. L'hypothèse d'une plus grande fragilité des porcs à croissance rapide n'est pas vérifiée, mais des corrélations négatives entre performances et nombre de cellules immunitaires et positives avec l'hématocrite apparaissent dans cette étude. D'autres études sont nécessaires pour identifier des indicateurs prédictifs des pertes d'animaux en engraissement ou à l'abattage.

Evaluation of relations between health, death and growth in growing pigs

During health disorders, growing animals have to divert nutrients from growth to defense functions despite a reduction in nutrient resources because of a reduced voluntary feed intake. Modern high-performance pigs are suspected of being less robust than former low-performance breeds but this relation has been poorly investigated. The present work has been designed to study the effect of growth rate in growing-fattening pigs on the losses, on the one hand, and inflammatory markers, on the other hand. A database was built using performances and losses of 5 863 growing-fattening pigs in three experimental units of INRA. In one of the three units, causes of losses were recorded and blood samples were collected before slaughter (110 kg). In total, 7% of pigs were lost during the fattening period or at slaughter (carcass condemnation) and the time distribution of losses varied between research units. A high birth weight combined with a rapid pre-weaning growth were associated with a high feed intake and rapid growth until the end of the fattening period without detrimental effect on survival, nor on carcass condemnation. The assumption of a greater weakness of high-performance pigs is not verified, but negative correlations between performance and immune cell counts positive with hematocrit appear in the present study. Other research is necessary to identify predictive indicators of pig losses during the fattening period and at slaughter.

INTRODUCTION

La sélection génétique et l'optimisation de la composition des régimes et des conduites alimentaires ont permis une nette amélioration de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire des porcs. Cependant, cette amélioration pourrait s'être accompagnée d'une augmentation des problèmes de santé et de bien-être des animaux (Rauw *et al.*, 1998). Lors d'un problème de santé, l'activation du système immunitaire génère d'importantes dépenses protéiques et énergétiques pour l'animal alors que ses ressources sont limitées par la réduction voire l'arrêt de l'ingestion (Spurlock, 1997). La satisfaction des besoins pour la croissance rentre alors en compétition avec celle des réponses physiologiques de défense immunitaire et/ou de stress (Coop et Kyriazakis, 1999). Chez le porc à l'engrais, la compétition entre croissance et santé a été rapportée pour certains acides aminés (Le Floc'h *et al.*, 2009). De cette compétition entre fonctions pour l'allocation des ressources découle l'hypothèse que les porcs à fort potentiel de croissance auraient des difficultés à réorienter suffisamment leurs ressources nutritionnelles vers les systèmes de défense lorsque ces derniers sont sollicités. Cela conduirait à une diminution de leur robustesse, c'est-à-dire de leur capacité à s'adapter à un problème de santé tout en maintenant des performances établies par leur potentiel de croissance. Cette hypothèse n'a pas encore été confirmée.

L'objectif de l'étude est de déterminer si des performances de croissance élevées en début de vie d'un porc (évaluées par les données disponibles : la croissance avant engraissement et l'ingestion en engraissement) conduisent à une réduction de sa robustesse pendant la phase d'engraissement. Une moindre robustesse est évaluée ici par la dégradation de marqueurs sanguins de l'inflammation, ou de manière extrême par la perte (mort spontanée ou euthanasie) d'un animal, ou la saisie de sa carcasse à l'abattoir.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Description des bases de données

Deux bases de données regroupant 5 863 porcs au total ont été construites à partir de données individuelles de performances et d'enregistrements des pertes/saisies collectées sur plusieurs années (2001-2013) dans une station de testage (UETP, Le Rheu, base A) et deux unités expérimentales porcines (GenESI, Le Magneraud et Rouillé, base B) de l'INRA. Les bases A et B n'ont pas été regroupées du fait d'importantes différences de mode de conduite, de causes de pertes et de types génétiques, dont les principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 1.

La base A rassemble 1 485 porcs mâles entiers répartis équitablement en deux types génétiques, Piétrain pur ou croisé Large White provenant de 26 élevages naisseurs. Ces porcs sont sevrés à différents âges (non renseignés) selon l'élevage naisseur et arrivent de façon échelonnée en post-sevrage dans la station de testage à un âge et poids vif (PV) moyens de 33 ± 3 j et 9 ± 2 kg. L'âge et le poids moyens d'abattage des porcs produits est de 160 ± 9 j et 115 ± 6 kg tandis que les porcs perdus en cours d'engraissement ou saisis à l'abattoir sortent en moyenne à 139 ± 39 j pour 80 ± 31 kg. La base B totalise 4 378 porcs mâles entiers et castrés Large White élevés dans les deux élevages naisseurs-engraisseurs de l'unité GenESI. Ces porcs proviennent de sept générations

d'une sélection divergente sur la consommation moyenne journalière résiduelle : CMJR+ (lignée moins efficace) et CMJR- (lignée plus efficace) (Gilbert *et al.*, 2007). Ces porcs sont sevrés à âge et PV moyens de 28 ± 2 j et 9 ± 2 kg. En moyenne, les porcs produits sont abattus à 173 ± 13 j pour 111 ± 9 kg et les porcs perdus sortent à 125 ± 31 j pour 59 ± 23 kg.

Tableau 1 – Caractéristiques des bases de données étudiées

Base	A	B
Années	2011-2013	2001-2011
Bandes incluses, n	11	75
Elevages naisseurs d'origine, n	26	2
Elevages engraisseurs, n	1	2
Animaux inclus, n	1 485	4 378
Animaux suivis en DAC, n¹	1 456	2 415
Types sexuels²	100% ME	61% ME 39% MC
Types génétiques³	48% Purs 52% Croisés	51% CMJR+ 49% CMJR-
Porcs perdus ou saisis	116 (7,8%)	255 (5,8%)
ME, n (% des ME) ²	116 (7,8%)	142 (5,3%)
MC, n (% des MC) ²	-	113 (6,7%)
Piétrains, n (% des Piétrains) ^{3 4}	91 (13% ^a)	
Croisés, n (% des Croisés) ^{3 4}	25 (3% ^b)	
CMJR+, n (% des CMJR+) ^{3 4}		163 (7,6% ^a)
CMJR-, n (% des CMJR-) ^{3 4}		92 (4,1% ^b)

¹ DAC : distributeur d'aliment concentré ; ² MC : mâle castré ; ME : mâle entier ; ³ Lignées base A : Piétrain pur et croisée Piétrain x Large White, lignées base B : divergentes sur l'efficacité alimentaire. ⁴ Les lettres différentes au sein d'une même base indiquent une influence du type génétique sur le taux de perte d'après le test du Chi².

Dans les deux bases, les porcs sont répartis en quatre catégories : les porcs qui atteignent le poids d'abattage désiré (autour de 110 kg de PV) entre 120 et 159 j d'âge constituent le groupe des porcs produits à croissance rapide (CR). Ceux qui atteignent ce poids au-delà de 160 j d'âge constituent le groupe des porcs produits à croissance normale ou lente (CNL). Les porcs morts ou euthanasiés en cours d'engraissement avant 130 j d'âge constituent le groupe des porcs perdus précocement (PP). Les porcs morts ou euthanasiés après 130 j d'âge ou saisis à l'abattoir constituent le groupe des porcs perdus tardivement (PT).

Dans les trois élevages, les porcs à l'engrais étaient élevés en groupe de 12 à 15, et la consommation individuelle était recueillie quotidiennement *via* un automate. La consommation moyenne journalière (CMJ) individuelle a été calculée par période de 10 j du début d'engraissement à 150 j d'âge. Des pesées individuelles avaient lieu à la naissance et au sevrage (base B) ou à l'entrée dans l'élevage engraisseur (base A), ainsi qu'en début d'engraissement et la veille du départ à l'abattage. Pour les porcs PP et PT, cette dernière pesée datait de moins de 50 j avant la sortie. Les gains moyens quotidiens (GMQ) ont été calculés de la naissance au sevrage et du sevrage (base B) ou de l'entrée dans l'élevage engraisseur (base A) au début d'engraissement. La quasi-totalité des porcs de la base A (1 421) a subi un prélèvement de sang 1 à 2 semaines avant la date prévue d'abattage. Le nombre de leucocytes (Leu), lymphocytes (Lym), neutrophiles (Neu) et l'hématocrite (HCT) ont été mesurés sur sang frais. Les concentrations sanguines en Protéine C Réactive (CRP) et Pig-MAP ont été analysées sur plasma conservé à -20 C.

1.2. Analyses statistiques

Toutes les analyses sont réalisées avec le logiciel SAS (version 9, SAS, Inst. Inc. Cary, NC). Les relations entre les fréquences de pertes/saisies des porcs en engraissement de chaque base et le type génétique, le sexe, ou les causes de pertes sont étudiées avec le test d'indépendance du Chi² (procédure FREQ). Les performances de croissance, d'ingestion et les paramètres sanguins sont étudiés par sexe et par base (procédure MIXED). Le porc est l'unité expérimentale. Le modèle inclut comme effets fixes la catégorie (CR, CNL, PP, PT), le type génétique (Pur vs Croisé ou CMJR- vs CMJR+) et leur interaction, et la bande seule (base A) ou intra élevage (base B) en effet aléatoire. Le test de Bonferroni est utilisé avec un seuil de signification à 5% pour les comparaisons de moyennes deux à deux. Pour la base B, les GMQ sont analysés avec et sans le PV de naissance en co-variable. Pour la base A, le PV d'entrée dans l'élevage en covariable ne modifie pas les résultats et est retiré du modèle. L'analyse de la CMJ est réalisée par périodes de 10 j. Pour les paramètres sanguins, les données ne suivent pas une loi normale et sont transformées par logarithme népérien. Pour la base A, une analyse des corrélations entre les performances et les paramètres sanguins est réalisée par type génétique avec la procédure CORR.

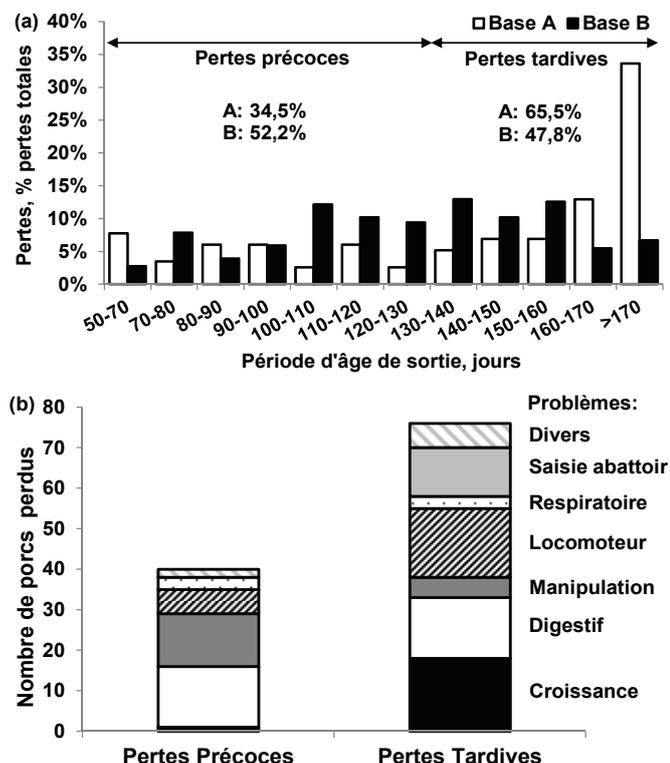


Figure 1 – Répartition des pertes précoces et tardives des porcs en engraissement selon les périodes d'âge de sortie dans les deux bases (a) et par cause de sortie de la base A (b)

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Répartition et causes des pertes

Environ 8% et 6% des porcs, respectivement des bases A et B, sont perdus en cours d'engraissement ou saisis à l'abattoir (Tableau 1). Dans la base A, les pertes sont 3,6 fois plus importantes au sein des Piétraains purs que des croisés ($P < 0,001$), soulignant une plus grande sensibilité aux facteurs environnementaux (Gade *et al.*, 2007). Dans la base B, les pertes sont 1,8 fois plus importantes au sein des CMJR+ que des CMJR- ($P < 0,001$) révélant un lien possible entre efficacité

alimentaire et fragilité des animaux. La répartition des pertes dans le temps est très différente selon la base (Figure 1a). Le taux de porcs saisis avant et après 130 j d'âge est équilibré pour la base B (52 vs 48%). Pour la base A, les pertes précoces sont presque deux fois moins importantes que les pertes tardives (34 vs 66%) en accord avec la répartition de la mortalité décrite par Maes *et al.* (2001). Cette différence de répartition est associée à des sorties après 160 j d'âge et/ou saisis à l'abattoir plus fréquentes dans la base A que dans la base B (47 vs 12%). Les causes des pertes ont été enregistrées uniquement dans la base A (Figure 1b). Les fréquences des causes de perte diffèrent entre les pertes précoces et tardives. Les troubles digestifs ($P < 0,05$) et le stress dû à la manipulation des animaux ($P < 0,001$) sont des causes plus fréquentes de sortie des porcs perdus précocement, tandis que les sorties pour cause de croissance insuffisante sont plus fréquentes chez les porcs perdus tardivement ($P < 0,01$).

2.2. Performances de croissance et survie en engraissement

Les porcs de race pure CR et CNL de la base A ont comme attendu une vitesse de croissance plus lente que leurs homologues croisés (Tableau 2), avec un âge de début d'engraissement supérieur de 1 j ($P < 0,01$), et une durée d'engraissement plus longue de 3 à 4 j ($P < 0,001$). Pour la base B, quel que soit le sexe au sein de la catégorie CNL, les porcs CMJR- partent à l'abattoir 2 à 3 j après les CMJR+ ($P < 0,01$), en accord avec Le Naou *et al.* (2012).

Dans chaque lignée et sexe, les porcs CR sont plus lourds à la naissance et au sevrage, et ont des GMQ en maternité (base B) et en post-sevrage (bases A et B) supérieurs aux porcs CNL ($P < 0,001$). De plus, l'ajout du PV naissance en covariable est significatif pour le GMQ en maternité et en post-sevrage ($P < 0,001$). Ces résultats rejoignent ceux de plusieurs études liant le poids de naissance aux performances de croissance ultérieures (Gondret *et al.*, 2005 ; Douglas *et al.*, 2013).

Quels que soient le type sexuel et la lignée, les PV à la naissance et au sevrage (base B), la croissance en post-sevrage et le poids en début d'engraissement (bases A et B) des porcs PP et PT sont comparables à ceux des porcs CNL. Toutefois, les mâles entiers PP ont un GMQ en maternité corrigé du poids de naissance supérieur d'environ 18 g à celui des mâles entiers CNL (base B, $P < 0,01$), mais comparable à celui des mâles entiers CR. Celui des mâles entiers PT est intermédiaire entre ceux des CR et CNL. Cette relation observée tant chez les CMJR- que les CMJR+ n'apparaît pas chez les mâles castrés. En outre, les mâles entiers PP et PT, quelle que soit leur lignée, ont un PV naissance inférieur de 177 g (base B, $P < 0,001$) et un GMQ en post-sevrage inférieur à ceux des porcs CR, respectivement de 85 g pour la base A ($P < 0,001$) et de 50 g pour la base B ($P < 0,001$, corrigé du poids de naissance).

Ces résultats suggèrent que, pour les mâles entiers, un PV moyennement bas à la naissance combiné à une croissance relativement élevée avant le sevrage pourrait être néfaste à la survie en engraissement. En revanche, un PV élevé à la naissance associé à des performances de croissance élevées en maternité et en post-sevrage conduirait, pour les mâles entiers, à une meilleure survie en engraissement et à l'atteinte plus rapide du poids vif d'abattage recherché. A notre connaissance, ces relations entre poids de naissance et survie en engraissement n'ont pas été rapportées auparavant. Ceci peut s'expliquer par l'absence de distinction des animaux à croissance rapide au sein de la population d'animaux commercialisés, lors de la comparaison de leurs performances

avec celles des animaux perdus en cours de cycle comme dans l'étude de Fix *et al.* (2010). De plus, cette étude concernait uniquement des mâles castrés et des femelles. Or, nos résultats suggèrent que le poids de naissance et les performances de croissance en post-sevrage ne sont pas prédictifs de la survie de l'animal castré en cours ou fin d'engraissement (Base B, Tableau 2). Par contre, les mâles

castrés PT se différencient des mâles castrés CR par un GMQ en maternité et un PV au sevrage plus faibles, respectivement de 24 g ($P < 0,05$) et de 1 kg ($P < 0,01$). Ainsi, malgré un poids de naissance et une croissance après sevrage dans la moyenne, des performances moindres en maternité pourraient se répercuter sur la survie à plus long terme des mâles castrés.

Tableau 2 – Performances des porcs mâles entiers (ME) et castrés (MC) de la base B et performances et paramètres sanguins des porcs mâles entiers de la base A en fonction de leur catégorie de sortie et de leur type génétique

Catégorie ¹	CR	CNL	PP	PT	CR	CNL	PP	PT	ETR ²	Statistiques ²
Lignée, base B	CMJR+				CMJR-					
Base B, ME										
N ³	251	991	41-43	40	180	1121	26-30	29		
PV naiss, kg ⁴	1,76 ^a	1,60 ^b	1,59 ^b	1,57 ^b	1,75 ^a	1,55 ^b	1,55 ^b	1,60 ^b	0,3	C
GMQ mat ₁ , g/j ⁵	276 ^a	261 ^b	274 ^{ab}	267 ^{ab}	287 ^a	257 ^b	279 ^{ab}	275 ^{ab}	47	C, CxG
GMQ mat ₂ , g/j ⁵	269 ^a	259 ^b	274 ^a	266 ^{ab}	278 ^a	259 ^b	281 ^a	279 ^{ab}	45	C
PV sev, kg ⁴	9,4 ^a	8,9 ^b	9,4 ^{ab}	9,0 ^{ab}	9,7 ^a	8,8 ^b	9,4 ^{ab}	9,6 ^{ab}	1,5	C, CxG
GMQ PS ₁ , g/j ⁵	518 ^a	450 ^b	442 ^b	462 ^b	510 ^a	433 ^b	461 ^b	449 ^b	80	C
GMQ PS ₂ , g/j ⁵	508 ^a	449 ^b	450 ^b	463 ^b	502 ^a	437 ^b	457 ^b	453 ^b	77	C
Age eng, j ⁴	68,8 ^a	69,1 ^b	69,5 ^{bc}	69,3 ^c	68,9 ^a	69,2 ^b	69,3 ^{bc}	70,0 ^c	1,4	C
PV eng ⁴ , kg ⁴	30,9 ^a	27,4 ^b	27,7 ^b	28,1 ^b	30,8 ^a	26,7 ^b	28,4 ^b	28,2 ^b	3,9	C
Age sortie, j ⁶	156,2 ^a	174,4 ^b	104,7 ^c	149,7 ^d	155,5 ^a	175,9 ^e	98,1 ^c	152,3 ^{ad}	8,7	C, CxG
Base B, MC										
N ³	93	640	39-43	37	67	780	17	16		
PV naiss, kg ⁴	1,67 ^a	1,51 ^b	1,57 ^{ab}	1,52 ^{ab}	1,63 ^a	1,48 ^b	1,53 ^{ab}	1,53 ^{ab}	0,3	C
GMQ mat ₁ , g/j ⁵	287 ^a	259 ^b	261 ^b	252 ^b	282 ^a	254 ^b	260 ^b	253 ^b	47	C
GMQ mat ₂ , g/j ⁵	276 ^a	256 ^b	262 ^{ab}	250 ^b	269 ^a	252 ^b	256 ^{ab}	247 ^b	43	C
PV sev, kg ⁴	9,8 ^a	8,7 ^b	8,8 ^b	8,4 ^b	9,5 ^a	8,7 ^b	8,9 ^b	8,9 ^b	1,5	C
GMQ PS ₁ , g/j ⁵	507 ^a	450 ^b	482 ^b	463 ^b	506 ^a	429 ^b	443 ^b	465 ^b	82	C
GMQ PS ₂ , g/j ⁵	489 ^a	443 ^b	486 ^{ab}	454 ^{ab}	494 ^a	425 ^b	441 ^{ab}	467 ^{ab}	77	C
Age eng, j ⁴	68,3 ^{ac}	68,3 ^a	68,1 ^{ac}	68,0 ^{ac}	68,2 ^a	68,8 ^{bc}	68,7 ^{abc}	69,7 ^b	1,6	G, CxG
PV eng, kg ⁴	30,1 ^a	26,9 ^b	28,2 ^b	27,2 ^b	29,9 ^a	26,1 ^b	26,8 ^b	27,7 ^b	4,1	C
Age sortie, j ⁶	155,7 ^a	174,5 ^b	100,1 ^c	154,3 ^a	154,5 ^a	177,4 ^d	94,2 ^c	151,2 ^a	9,6	C, CxG
Lignée, base A	Piérain Pur				Piérain x Large White					
Base A, ME										
N ³	215	413	22-33	58	516	225	7	18		
GMQ PS, g/j ⁵	583 ^a	482 ^b	480 ^b	471 ^b	596 ^a	496 ^b	539 ^b	530 ^b	91	C, G
Age eng, j ⁴	64,8 ^{ab}	65,2 ^a	65,7 ^{ab}	65,0 ^{ab}	63,2 ^c	64,3 ^b	66,5 ^{abc}	66,0 ^{ab}	3,1	C, CxG
PV eng, kg ⁴	27,9 ^a	23,9 ^b	23,9 ^b	23,5 ^b	27,6 ^a	23,5 ^b	27,7 ^{ab}	25,4 ^{ab}	3,5	C, G, CxG
Age sortie, j ⁶	155,3 ^a	169,1 ^b	90,1 ^d	167,0 ^{bc}	151,5 ^e	165,9 ^c	96,5 ^d	155,4 ^{ae}	6,2	C, G, CxG
N ⁷	187-213	373-412	-	40-46	469-512	204-224	-	10		
Leu, ln (M/ml)	3,09 ^a	3,12 ^b	-	3,14 ^{ab}	3,16 ^a	3,20 ^b	-	3,13 ^{ab}	0,2	C
Lym, ln (M/ml)	2,51 ^a	2,54 ^b	-	2,52 ^{ab}	2,62 ^a	2,68 ^b	-	2,56 ^{ab}	0,2	C, G
Neu, ln (M/ml)	2,20	2,23	-	2,27	2,20	2,24	-	2,23	0,3	-
HCT, ln (µg/ml)	3,70 ^a	3,69 ^{ab}	-	3,70 ^{ab}	3,69 ^{ab}	3,67 ^{bc}	-	3,61 ^c	0,1	C, G, CxG
CRP, ln (µg/ml)	4,31 ^a	4,30 ^a	-	4,26 ^a	4,06 ^b	4,14 ^b	-	4,20 ^b	0,6	G
Pig-MAP, ln (µg/ml)	6,76 ^a	6,65 ^b	-	6,72 ^{ab}	6,64 ^b	6,68 ^{ab}	-	6,97 ^{ab}	0,6	CxG

¹ Catégorie : CR porcs produits à croissance rapide abattus entre 120 et 159 j d'âge ; CNL porcs produits à croissance normale ou lente abattus après 160 j d'âge ; PP porcs perdus précocement avant 130 j d'âge ; PT porcs perdus tardivement après 130 j d'âge ou saisis à l'abattoir. ² Les valeurs présentées sont les moyennes ajustées et l'écart type résiduel (ETR) du modèle ; seuls les effets significatifs sont indiqués ($P < 0,05$) : C : effet catégorie, G : effet génétique, CxG : effet de l'interaction. Sur une même ligne, différentes lettres indiquent une différence de moyenne entre les groupes ($P < 0,05$). ³ Nombre total ou nombres minimum-maximum de porcs utilisés dans l'analyse par catégorie et type génétique. ⁴ Poids vif (PV) à la naissance (naiss), au sevrage (sev), et âge et PV à l'entrée en engraissement (eng). ⁵ Vitesse de croissance calculée entre la naissance et le sevrage (GMQ mat), entre l'entrée dans l'élevage (base A) / le sevrage (base B) et le début d'engraissement (GMQ PS) sans (mat₁, sev₁) et avec (mat₂, sev₂) le PV en covariable ($P < 0,001$). ⁶ Age à la date d'abattage pour les porcs produits ou à la date de sortie des porcs perdus en engraissement ou saisis à l'abattoir. ⁷ Aucune donnée n'est disponible pour les porcs PP qui sortent avant le prélèvement de sang réalisé environ 9 j avant abattage. Les paramètres sanguins sont transformés en logarithme népérien (ln) : leucocytes (Leu), lymphocytes (Lym), neutrophiles (Neu), hémocrite (HCT), Protéine C Réactive (CRP) et Pig-MAP.

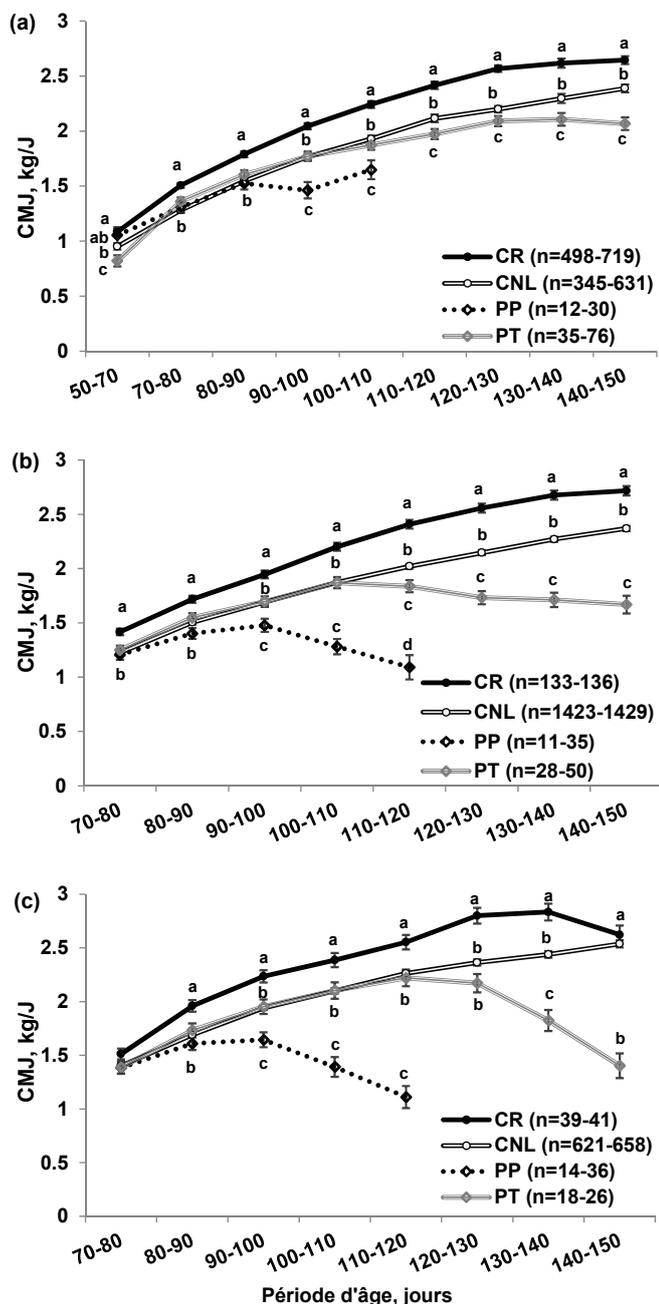


Figure 2 – Cinétique de consommation moyenne journalière (CMJ) des porcs mâles entiers des bases A (a) et B (b) et des mâles castrés de la base B (c) selon leur catégorie de sortie (CR : porcs produits à croissance rapide ; CNL : porcs produits à croissance normale ou lente; PP : porcs perdus précocement; PR : porcs perdus tardivement ou saisis à l’abattoir)

Les valeurs présentées sont les moyennes ajustées par période d’âge ± l’écart-type de la moyenne ajustée. Sur une même période, des lettres différentes indiquent une différence de moyenne entre les catégories (P < 0,05).

2.3. Performances d’ingestion et survie en engraissement

La CMJ des porcs par période d’engraissement est présentée en Figure 2. Les différents génotypes de chaque base ne sont pas distingués car l’interaction catégorie x lignée n’était que rarement significative (deux ou trois périodes).

Les porcs CR présentent des CMJ supérieures aux trois autres catégories, et ce dès le début d’engraissement (70-80 j d’âge) pour les mâles entiers (+190 g, P < 0,001, Figures 2a et 2b) et 10 j plus tard pour les mâles castrés (+280 g, P < 0,05, Figure 2c). Quels que soient la base et le sexe, l’ingestion

diminue pendant les périodes précédant la mort ou la saisie des animaux comme attendu en réponse non spécifique à un problème de santé (Pastorelli *et al.*, 2012). Ainsi, la CMJ des porcs PP diminue d’environ 255 g par rapport à celle des porcs CNL dès la période 90-100 j d’âge (P < 0,01). Pour les porcs PT, la CMJ diminue de 140 g (P < 0,001, base A) et 180 g (P < 0,01, base B) par rapport à celle des porcs CNL dès la période 110-120 j pour les mâles entiers et à partir de la période 130-140 j pour les mâles castrés (-615 g, P < 0,001). En début d’engraissement, l’ingestion des mâles entiers PP ne diffère pas de celle des porcs CNL (bases A et B). En revanche, les mâles entiers PT de la base A présentent une CMJ réduite de 130 g par rapport à celle des porcs CNL (P < 0,05 de 50 à 70 j d’âge, Figure 2a). Cette différence n’est pas observée pour les mâles entiers et castrés de la base B, et nous ne pouvons vérifier si cela est dû à des causes de mortalité différentes entre les deux bases, puisque elles n’ont pas été enregistrées dans la base B.

2.4. Indicateurs d’inflammation et survie en fin de cycle

La CRP et la Pig-MAP sont des protéines indicatrices d’un état inflammatoire, et une modification de la formule sanguine peut participer à la détection de problèmes infectieux. Les porcs PT ne diffèrent pas des porcs CR et CNL pour le nombre de leucocytes sanguins et les protéines de l’inflammation (Tableau 2). Ces trois indicateurs ne permettent donc pas dans ce travail de déceler des problèmes de santé responsables des pertes ultérieures à la mesure ou des saisies à l’abattoir.

Tableau 3 – Corrélations phénotypiques entre les paramètres sanguins et les performances des trois catégories confondues de porcs mâles entiers de la base A par type génétique

Variables	GMQ PS ¹	PV Eng ²	CMJ ³ 50-110j	GMQ Eng ¹	Age sortie ⁴	
Piétrain pur n = 596-671 ⁸	Leu ⁵	-0,08*	-0,07	-0,02	-0,13**	0,09*
	Lym ⁵	-0,06	-0,05	0,03	-0,002	0,03
	Neu ⁵	-0,07	-0,06	-0,06	-0,20***	0,12**
	HCT ⁶	0,16***	0,16***	0,12**	0,12**	-0,14***
	CRP ⁷	-0,03	-0,004	0,12**	0,03	-0,02
	Pig-MAP	-0,02	-0,06	-0,06	-0,05	-0,01
Croisé n=677-746 ⁸	Leu ⁵	-0,14***	-0,10**	-0,11**	-0,14***	0,13***
	Lym ⁵	-0,20***	-0,13***	-0,08*	-0,05	0,08*
	Neu ⁵	-0,04	-0,05	-0,09*	-0,22***	0,17***
	HCT ⁶	0,13***	0,11**	0,13**	0,12**	-0,13***
	CRP ⁷	-0,09**	-0,03	0,09*	-0,03	0,06
	Pig-MAP	0,03	0,003	-0,02	-0,14***	0,05

¹ Vitesse de croissance en post-sevrage (GMQ PS) et du début d’engraissement à la veille du départ à l’abattoir pour les porcs produits, ou à moins de 50 j de la sortie pour les porcs perdus (GMQ Eng). ² Poids vif en début d’engraissement (PV Eng). ³ Consommation moyenne journalière entre 50 et 110 j d’âge. ⁴ Age à la date d’abattage ou à la date de sortie pour les porcs perdus. ⁵ Nombres de leucocytes (Leu), lymphocytes (Lym) et neutrophiles (Neu). ⁶ Hématocrite; ⁷ Protéine C réactive (CRP); ⁸ Nombres minimum et maximum de porcs utilisés pour l’analyse des corrélations. *** P < 0,001, ** P < 0,01, * P < 0,05.

En revanche, les porcs croisés PT présentent un hématocrite plus faible que celui des croisés CR (P < 0,01). L’analyse des corrélations phénotypiques entre variables zootechniques et sanguines sur les trois catégories d’animaux confondues (Tableau 3) confirme que l’hématocrite en fin d’engraissement est lié à la vitesse de croissance des animaux : pour les deux

types génétiques, il est faiblement mais positivement corrélé au GMQ en post sevrage ($P < 0,001$), au poids et à la CMJ de début d'engraissement ($P < 0,01$), au GMQ d'engraissement ($P < 0,01$) et négativement corrélé à l'âge de sortie ($P < 0,001$). Des réserves en fer (hémoglobine) importantes sont associées à un hémocrite et à des performances de croissance élevées en post-sevrage (Jolliff et Mahan, 2011). Nos résultats suggèrent que cette relation reste valide en engraissement et qu'elle peut aussi être indirectement liée à des performances plus importantes en post-sevrage.

Pour les porcs purs et croisés, le nombre de lymphocytes, et donc le nombre total de leucocytes (Tableau 2), est plus bas chez les CR que chez les CNL ($P < 0,01$). L'analyse des corrélations confirme ce résultat mais uniquement pour les croisés (Tableau 3) avec des nombres de lymphocytes et de leucocytes totaux corrélés négativement au GMQ de post-sevrage, au poids et à la CMJ de début d'engraissement et positivement à l'âge de sortie. Le nombre de neutrophiles est invariant entre les catégories (Tableau 2), alors qu'il est corrélé positivement à l'âge de sortie ($P < 0,01$) et négativement au GMQ d'engraissement ($P < 0,001$) pour les deux génotypes (Tableau 3). Dans des études antérieures, le lien entre performances et numération sanguine n'a pu être établi. En revanche, la relation négative entre performances de croissance et certaines sous-populations lymphocytaires sanguines a été observée chez des porcs Large White purs et ce lien semble être pour partie d'origine génétique (Clapperton *et al.*, 2008). Pour les porcs croisés, la concentration en Pig-MAP est négativement corrélée au GMQ d'engraissement, pouvant témoigner de l'effet négatif de la réponse inflammatoire sur la croissance (Clapperton *et al.*, 2009). En outre, la concentration en CRP mesurée en fin d'engraissement est corrélée négativement au GMQ de post-sevrage chez les porcs croisés ($P < 0,01$), et positivement à la

CMJ de début d'engraissement pour les purs et croisés ($P < 0,01$ et $P < 0,05$), soit à des performances mesurées plus tôt dans la vie de l'animal. Néanmoins, l'absence de lien entre les niveaux de CRP et Pig-MAP et une perte tardive ou une saisie en abattoir (Tableau 2) rend difficile l'interprétation de ces résultats.

CONCLUSION

Ce travail suggère qu'un poids élevé à la naissance associé à une croissance élevée en maternité favoriseraient la survie de l'animal jusqu'à l'abattage et de bonnes performances de croissance jusqu'en fin d'engraissement. Par ailleurs, une croissance élevée en post-sevrage et une consommation alimentaire élevée en début d'engraissement sont associées à une meilleure survie et/ou un moindre taux de saisie à l'abattoir. Ainsi, l'hypothèse que les animaux à forte croissance en début de vie sont moins robustes et donc plus susceptibles de générer des pertes en engraissement ou à l'abattage n'est pas vérifiée dans cette étude. Peu de caractères biologiques ont permis de discriminer les animaux perdus en cours d'engraissement des animaux produits. Cependant l'analyse des corrélations suggère qu'un hémocrite bas et un nombre élevé de neutrophiles en fin d'engraissement sont associés à des performances zootechniques moindres. D'autres recherches sont donc nécessaires pour identifier des mesures biologiques prédictives des pertes d'animaux en fin d'engraissement ou à l'abattage.

FINANCEMENT

Cette étude a été financée par le métaprogramme GISA de l'INRA.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Clapperton M., Glass E.J., Bishop S.C., 2008. Pig peripheral blood mononuclear leucocyte subsets are heritable and genetically correlated with performance. *Animal*, 2, 1575-1584.
- Clapperton M., Diack A., Matika O., Glass E., Gladney C., Mellencamp M., Hoste A., Bishop S., 2009. Traits associated with innate and adaptive immunity in pigs: heritability and associations with performance under different health status conditions. *Genet. Select. Evol.*, 41, 54-65.
- Coop R.L., Kyriazakis I., 1999. Nutrition-parasite interaction. *Vet. Parasitol.*, 84, 187-204.
- Douglas S.L., Edwards S.A., Sutcliffe E., Knap P.W., Kyriazakis I., 2013. Identification of risk factors associated with poor life-time growth performance in pigs. *J. Anim. Sci.*, 91, 4123-4132.
- Fix J.S., Cassady J.P., Holl J.W., Herring W.O., Culbertson M.S., See M.T., 2010. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livest. Sci.*, 132, 98-106.
- Gade B.P., Christensen L., Baltzer M., Petersen V.J., 2007. Causes of pre-slaughter mortality in Danish slaughter pigs with special emphasis on transport. *Anim. Welf.*, 16, 459-470.
- Gilbert H., Bidanel J.-P., Gruand J., Caritez J.-C., Billon Y., Guillouet P., Lagant H., Noblet J., Sellier P., 2007. Genetic parameters for residual feed intake in growing pigs, with emphasis on genetic relationships with carcass and meat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 85, 3182-3188.
- Gondret F., Lefaucheur L., Louveau L., Lebreton B., Pichodo X., Le Cozler Y., 2005. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livest. Prod. Sci.*, 93, 137-146.
- Jolliff J.S., Mahan D.C., 2011. Effect of injected and dietary iron in young pigs on blood hematology and postnatal pig growth performance. *J. Anim. Sci.*, 89, 4068-4080.
- Le Floc'h N., LeBellego L., Matte J.J., Melchior D., Sève B., 2009. The effect of sanitary status degradation and dietary tryptophan content on growth rate and tryptophan metabolism in weaning pigs. *J. Anim. Sci.*, 87, 1686-1694.
- Le Naou T., Le Floc'h N., Louveau L., Gilbert H., Gondret F., 2012. Metabolic changes and tissue responses to selection on residual feed intake in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 4771-4780.
- Maes D., Larriestra A., Deen J., Morrison R., 2001. A retrospective study of mortality in grow-finish pigs in a multi-site production system. *J. Swine Health Prod.*, 9, 267-273.
- Pastorelli H., van Milgen J., Lovatto P., Montagne L., 2012. Meta-analysis of feed intake and growth responses of growing pigs after a sanitary challenge. *Animal*, 6, 952-961.
- Rauw W.M., Kanis E., Noordhuizen-Stassen E.N., Grommers F.J., 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 56, 15-33.
- Spurlock M.E., 1997. Regulation of metabolism and growth during immune challenge: an overview of cytokine function. *J. Anim. Sci.*, 75, 1773-1783.