



Caractérisation des performances et du profil de croissance des porcs mâles entiers ou castrés chirurgicalement pour évaluer leurs besoins en acides aminés

Nathalie QUINIOU, Didier GAUDRE

IFIP - Institut du Porc, BP53, 35651 Le Rheu Cedex, France

nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Caractérisation des performances et du profil de croissance des porcs mâles entiers ou castrés chirurgicalement pour évaluer leurs besoins en acides aminés

La consommation d'aliment et le poids de 30 mâles entiers (ME) et 30 mâles castrés (MC) croisés Piétrain x (Large White x Landrace), élevés par cases de six, ont été mesurés toutes les 3 semaines entre l'entrée en engraissement (68 jours d'âge, 26 kg de poids vif) et le premier départ pour l'abattoir (153 jours, 118 kg). Les résultats (notés '2023') sont comparés à ceux obtenus dans un essai antérieur (noté '2010'). La consommation moyenne des ME est moins élevée que celle des MC (2,49 vs 2,73 kg/j, $P = 0,02$). Leur vitesse de croissance étant comparable (1084 g/j, $P = 0,90$), cela conduit à une diminution de leur indice de consommation (2,31 vs 2,51, $P = 0,007$). Les profils de croissance des ME et des MC indiquent, d'une part, que les porcs '2023' sont plus lourds (i.e., plus tardifs) qu'en 2010 lorsqu'ils atteignent leur vitesse de croissance maximale et, d'autre part, qu'ils conservent un rythme de croissance élevé plus longtemps, notamment les MC. La modélisation de l'évolution du besoin en lysine digestible par mégajoule d'énergie nette (LYS_{DIS}/MJ EN) réalisée avec le logiciel InraPorc® indique que le besoin moyen des ME est plus élevé que celui des MC tout au long de la croissance, mais que la différence évolue avec le poids de façon plus marquée que dans l'étude '2010'. En pratique, cela conduit à des recommandations de teneur en LYS_{DIS} assez proches en début de période de croissance pour les deux groupes de mâles (MC : 0,94 et ME : 0,96 g/MJ EN en intégrant une marge de sécurité de 10% au-dessus du besoin moyen) et en début de période de finition des teneurs de 0,88 et 0,81 g/MJ EN, respectivement pour les ME et les MC. Ces résultats illustrent l'importance d'actualiser régulièrement les bases d'estimation des besoins.

Characterisation of performances and the growth profile of entire or surgically castrated male pigs and assessment of their nutritional requirements

Body weight and feed intake of 30 entire male pigs (EM) and 30 surgically castrated male pigs (CM) born from Piétrain sires and Large White x Landrace sows were measured every 3 weeks between entry into fattening (68 days of age, 26 kg live weight) and the first departure for the slaughterhouse (153 days, 118 kg). Pigs from each group were reared in pens of six. The results (e.g., '2023') were compared to those obtained in a previous test in 2010. The average daily feed intake of EM was lower than that of MC (2.49 vs 2.73 kg/d, $P = 0.02$), but their average daily gain was similar (1084 g/d, $P = 0.90$). It resulted in a decreased feed conversion ratio (2.31 vs 2.51, $P = 0.007$). Growth profiles calibrated with InraPorc® software indicated that the '2023' pigs were heavier when they reached their maximum growth rate, which was later (e.g., with a lower precocity), than in 2010, and that their growth rate remained high up to a heavy body weight, especially for CM. Dynamics of standardised ileal digestible lysine requirements per MJ of net energy (LYS_{DIS}/MJ EN) were also modelled with InraPorc®. The average requirement of EM was higher than this of CM throughout the growth period, but the influence of body weight on the difference was markedly stronger than in the '2010' study. In practice, relatively similar dietary LYS_{DIS} contents can be recommended for both groups of males at the start of the growth period (CM: 0.94 and EM: 0.96 g/MJ EN, accounting for a security margin of 10% above the average requirement), whereas at the start of the finishing period 0.88 and 0.81 g/MJ are required for ME and CM, respectively. These results illustrate the importance of regularly updating the bases for estimating nutritional requirements.

INTRODUCTION

Au début de l'engraissement, quand les besoins en acides aminés essentiels (AAe) des porcs sont couverts, l'énergie ingérée est le premier facteur limitant du dépôt protéique chez la plupart des types de porcs modernes. Avec l'avancement de l'engraissement et l'augmentation du poids vif (PV), le porc alimenté à volonté parvient à ingérer suffisamment d'énergie pour que le potentiel de dépôt protéique devienne le principal facteur limitant à condition que les apports en AAe soient suffisants pour couvrir le besoin. Si ce n'est pas le cas, et que la situation de carence se prolonge, le dépôt de muscle est pénalisé et une partie de l'énergie réorientée vers les dépôts de tissus gras (Bikker, 1994).

Les besoins en AAe sont le plus souvent exprimés en référence à l'apport de l'acide aminé limitant primaire, i.e. la lysine exprimée sur la base de la digestibilité iléale standardisée (LYS_{DIS}), et son ratio avec l'apport d'énergie exprimée dans le système énergie nette (EN). Les autres AAe sont ensuite apportés en proportions minimales de l'apport de LYS_{DIS} , suivant le concept de la protéine idéale (Henry, 1993). A un stade donné, le rapport LYS_{DIS}/EN permettant de couvrir le besoin en LYS_{DIS} dépend essentiellement de l'aptitude des porcs à déposer du muscle dans le gain de poids. Ainsi que démontré par Noblet *et al.* en 1994, le porc mâle entier (ME) dépose une proportion plus élevée de muscle que le mâle castré (MC) dans le gain de poids réalisé pendant l'engraissement. Il a des besoins en LYS_{DIS} plus élevés que les MC (Quiniou *et al.*, 2010 ; Bee et Quiniou, 2022). Ainsi, quand le ME est nourri avec des aliments initialement conçus pour couvrir les besoins des MC, il se retrouve en situation de carence, ce qui freine son dépôt de muscle, augmente son indice de consommation (IC) et l'adiposité de la carcasse (Quiniou et Chevillon, 2015).

Pour couvrir les besoins en LYS_{DIS} , le rapport minimal LYS_{DIS}/EN n'est pas constant pendant l'engraissement. Il diminue conjointement à l'augmentation de l'adiposité du gain de poids. Pour concevoir des stratégies d'alimentation en plusieurs phases qui permettent à la fois de limiter les apports d'AAe en excès (donc le coût alimentaire, le gaspillage et les rejets azotés) et de préserver le potentiel de croissance musculaire (donc l'efficacité d'utilisation des aliments et la valeur économique de la carcasse), il est nécessaire de caractériser en amont cette dynamique. Elle diffère selon le type génétique, et pour un croisement donné elle évolue également sous l'effet de la pression de la sélection génétique pour des animaux de plus en plus maigres. Enfin, elle peut également être influencée par les conditions d'élevage, notamment au regard de leur incidence sur le comportement des animaux, et donc sur l'activité physique qui est très coûteuse en énergie chez le porc (Noblet *et al.*, 1993).

A partir d'un suivi régulier du poids vif (PV) et de la consommation d'aliment pendant l'engraissement, le logiciel InraPorc® permet d'estimer l'évolution du rapport minimal LYS_{DIS}/EN au cours de la croissance et d'adapter les apports nutritionnels en conséquence pour un profil animal donné (Quiniou *et al.*, 2009).

Les données collectées entre novembre 2008 et février 2009 sur des porcs issus d'un croisement entre des truies Large White x Landrace et des verrats Large White x Piétrain, tous abattus après 89 jours d'engraissement, conduisaient à recommander une teneur en LYS_{DIS} accrue de 0,1 g/MJ EN en moyenne tout au long de la phase de croissance-finition pour les ME par rapport aux MC. Douze ans plus tard, des données ont été collectées

pour actualiser la comparaison des profils de besoins des ME et MC issus du même croisement de truies mais cette fois inséminées par de la semence du type de verrat devenu majoritaire (i.e., Porc de Piétrain). Les porcs étaient par ailleurs élevés dans des conditions de densité non limitante pour l'expression de leur potentiel de croissance (Li *et al.*, 2020).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

L'essai s'est déroulé entre janvier et mai 2021 à la station expérimentale IFIP de Romillé (35). La consommation d'aliment et le poids vif de ME et de MC sont étudiés depuis l'entrée en engraissement (vers 68 jours d'âge) jusqu'au premier départ pour l'abattoir (vers 153 jours d'âge). Ces résultats seront millésimés 2023 dans la suite de cet article et comparés à ceux publiés en 2010 par Quiniou *et al.* à partir de porcs étudiés dans les conditions rappelées dans le tableau 1.

Tableau 1 – Conditions d'élevage dans le présent essai et celui publié en 2010 par Quiniou *et al.*

Etude	2023	2010
Croisement¹		
Verrat	PP	PP x LW
Truie	LW x LD	LW x LD
Condition d'élevage		
Nombre de porcs/case	5	6
Surface par porc, m ²	1,20	0,75
Suivi zootechnique		
Age initial, j	68	63
Poids vif initial, kg	26	25
Fin de suivi zootechnique		
Stade	Premier départ	Un seul départ
Age, j	153	159
Age moyen à l'abattage, j	173	159
Alimentation		
Niveau	Ad libitum	Ad libitum
EN, MJ/kg	9,6	9,7 ²
Nombre de phases	2	1
LYS_{DIS} phase 1, g/MJ EN	0,90	0,89
LYS_{DIS} phase 2, g/MJ EN	0,80	

¹PP : Porc de Piétrain, LW : Large White, LD : Landrace, EN : énergie nette, LYS_{DIS} : lysine digestible iléale standardisée.

²Les résultats de consommation d'aliment et d'indice de consommation issus de cette étude et cités par la suite dans le présent article sont ramenés par règle de 3 sur une base de 9,6 MJ EN/kg (observé x 9,7 / 9,6).

Les animaux proviennent de 24 portées dans lesquelles seuls un ou deux mâles sont castrés, dont le PV à la naissance est proche du PV moyen des mâles de la portée. La veille de l'entrée en engraissement, les porcs sont pesés individuellement pour constituer 30 paires de (demi)-frères dans la mesure du possible et les répartir entre les six cases de ME et les six cases de MC, soit six blocs de deux cases qui font l'objet du présent essai. Les autres cases de la salle sont peuplées d'animaux conduits dans les mêmes conditions que les porcs étudiés, mais ne sont pas intégrées à l'essai.

1.2. Conduite

Les porcs sont alimentés à volonté selon une séquence d'alimentation biphasée. Les aliments croissance et finition sont distribués sous forme de granulés dans des nourrisseurs

biplace. Ils sont formulés pour une teneur en EN de 9,60 MJ/kg et, respectivement, pour une teneur en LYS_{DIS} de 0,9 et 0,8 g/MJ EN. Les teneurs en phosphore digestible et en calcium total sont, respectivement, de 2,5 et 7,4 g/kg pour l'aliment croissance, et 2,0 et 6,1 g/kg pour l'aliment finition. Le changement d'aliment est réalisé après 7 semaines d'engraissement, vers 117 jours d'âge. Les porcs sont logés par groupes de cinq dans des cases initialement conçues pour huit porcs, soit une surface allouée de 1,2 m² par animal.

1.3. Mesures

Les porcs sont pesés individuellement toutes les 3 semaines jusqu'au 85^{ème} jour d'engraissement (153 j d'âge). La quantité d'aliment distribuée ou aspirée est mesurée entre deux pesées à l'échelle de la case. L'aliment présent dans les nourrisseurs est aspiré à 16h00 la veille de la pesée des porcs, réalisée à 08h00. Les porcs sont abattus en quatre départs après 94, 105, 108, et 112 jours d'engraissement, avec un PV moyen de 140 kg pour les trois premiers départs et 133 kg pour le dernier départ. A l'abattoir, les données individuelles recueillies sont le poids de carcasse chaude, et les épaisseurs de gras (G2) et de muscle (M2) mesurées avec un capteur gras-maigre Sydel.

1.4. Calculs et analyses statistiques

Les performances de croissance moyennes par case (six unités expérimentales par lot) sont calculées sur l'ensemble des 12 semaines d'engraissement de la période expérimentale (entre 68 et 153 jours d'âge). Les porcs n'étant pas pesés au changement d'aliment mais 1 semaine avant, les performances sont calculées sur les 6 premières (phase 1, entre 68 et 111 jours d'âge) et les 6 dernières semaines (phase 2, entre 111 et 153 jours d'âge), plutôt que sur les périodes de distribution d'aliment croissance/finition.

Le PV moyen de la case est calculé à partir des porcs présents. En cas de mortalité, le porc est pris en compte au *pro rata temporis* pour calculer la consommation moyenne journalière (CMJ) à l'échelle de la case. Son gain de poids sur la période, quand il est positif ou nul, est cumulé avec celui des autres porcs pour calculer l'IC à l'échelle de la case. La quantité d'aliment consommée par porc sur chaque période est ensuite calculée en multipliant le gain de PV moyen entre le début et la fin de la période par l'IC sur la période.

Les données de performances de croissance sont soumises à une analyse de la variance avec le sexe et le bloc en effets fixes (proc GLM, SAS, v9,4, Inst. Inc. Cary). Le PV initial ou le poids chaud sont pris en compte en covariable dans le modèle quand cela est pertinent. Les cinétiques d'évolution du PV en fonction de l'âge et d'évolution de la CMJ en fonction du PV sont déterminées à l'aide du module de calibrage du logiciel InraPorc®. Cet outil est utilisé par la suite pour estimer l'évolution du besoin en LYS_{DIS} au cours de l'engraissement pour chaque type de mâles.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances de croissance

A l'entrée en engraissement, les MC pèsent en moyenne 0,9 kg de plus que les ME ($P = 0,03$, Tableau 2). Cette différence explique les écarts de PV constatés aux stades ultérieurs ainsi que la différence significative de GMQ en Phase 1. En effet, celle-ci n'est pas significative quand le PV initial est ajouté en covariable dans le modèle statistique.

Tableau 2 – Effet de la castration sur l'évolution du poids et de l'ingestion d'aliment selon l'âge et performances de croissance moyennes selon la période^{1,2}

		Type de mâle		ETR	P-value
		ME	MC		
Nombre de cases		6	6		
Poids vif moyen selon l'âge, kg					
	68 j	25,7	26,6	0,5	0,03
	90 j	44,7	47,6	2,1	0,07
	111 j	66,9	72,3	2,5	0,01
	132 j	90,7	97,0	4,1	0,05
	153 j	116,0	120,4	3,8	0,10
Aliment ingéré, kg/porc					
	de 68 à 90 j	36,2	41,1	2,3	0,01
	de 68 à 111 j	84,7	99,3	4,0	0,002
	de 68 à 132 j	139,3	162,9	5,7	<0,001
	de 68 à 153 j	207,0	236,8	7,4	<0,001
Performances moyennes					
Phase 1 (68-111 j)	CMJ, kg	1,97	2,31	0,09	0,002
	GMQ, g	957	1064	49	0,01
	IC	2,06	2,17	0,02	<0,001
Phase 2 (111-153 j)	CMJ, kg	2,91	3,27	0,11	0,002
	GMQ, g	1170	1143	55	0,45
	IC	2,49	2,86	0,09	0,001
Total (68-153 j)	CMJ, kg	2,44	2,79	0,09	<0,001
	GMQ, g	1062	1104	42	0,15
	IC	2,29	2,52	0,04	<0,001
Total ³ (68-153 j)	CMJ, kg	2,49	2,73	0,06	0,02
	GMQ, g	1081	1086	40	0,90
	IC	2,31	2,51	0,04	0,007

¹ Abréviations : ME : mâles entiers, MC : mâles castrés, CMJ : consommation moyenne journalière, GMQ : gain moyen quotidien, IC : indice de consommation, ETR : écart-type résiduel. La période expérimentale se termine au premier départ pour l'abattoir (153 j d'âge).

² Analyse de la variance avec le sexe (P-value indiquée) et le bloc en effets principaux.

³ Le poids à 68 jours d'âge est intégré en covariable dans le modèle statistique et les moyennes ajustées pour un même poids initial de 26,2 kg en moyenne sont présentées.

Sur l'ensemble de la période, le GMQ (ajusté ou non) n'est pas significativement différent entre ME et MC. C'est un résultat déjà rapporté lorsque les deux types de mâles sont alimentés à volonté (Quiniou *et al.*, 2010). En revanche, la vitesse de croissance observée est associée à un niveau d'ingestion très différent. Le statut hormonal des ME diminue leur appétit (von Borell *et al.*, 2020). Dans notre étude, la CMJ des ME est ainsi plus basse de 240 g/j comparée à celle des MC ($P = 0,02$). Combinée à un GMQ qui ne diffère pas de celui des MC sur les 85 jours de la période ($P = 0,90$), cela conduit à un IC plus bas de 0,20 kg/kg chez les ME ($P = 0,007$). Sur une période d'engraissement de durée comparable (89 jours) et avec un PV initial similaire (25 kg), les écarts d'ingestion et d'IC observés par Quiniou *et al.* (2010) étaient plus importants (-0,29 kg/j et -0,36 kg/kg).

L'écart d'IC entre ME et MC est significatif pendant les deux phases d'alimentation, mais pas constant tout au long de l'engraissement. En effet, l'écart d'ingestion reste stable sur les deux phases mais est associé à une différence d'IC trois fois plus importante pendant la phase 2 ($\Delta = 0,37$ kg/kg ; 2,49 vs 2,86, $P = 0,001$) que pendant la phase 1 ($\Delta = 0,11$ kg/kg ; 2,06 vs 2,17,

$P < 0,001$). Quiniou *et al.* (2010) rapportaient déjà une incidence différente de la castration sur l'IC selon le stade d'engraissement, avec un écart entre ME et MC également trois fois plus élevé pendant la phase 2 par rapport à la phase 1 ($\Delta = 0,62$ vs $0,17$ kg/kg). Dans la présente étude, l'écart d'IC limité pendant la phase 1 est en relation avec un GMQ plus élevé des MC pendant cette période que celui des ME ($P = 0,01$) alors que ce n'est plus le cas pendant la phase 2. Or en parallèle l'écart de CMJ se maintient entre les deux groupes de mâles.

La différence d'amplitude de l'effet de la castration sur l'IC moyen et son évolution sur les deux phases de la période expérimentale sont probablement d'origine multifactorielle. Une part de cet effet peut sans doute être attribuée aux conditions d'élevage. En effet, une incidence différente de la surface allouée par porc a déjà été rapportée entre des femelles et des MC par Serrano *et al.* (2013). Une telle comparaison entre ME et MC ne semble cependant pas avoir été réalisée dans la littérature. Une autre part des différences observées entre études pourrait être attribuée à la sélection génétique pour des animaux plus efficaces. Ainsi, l'IC des MC est de $2,52$ kg/kg dans notre étude (vs $2,65$ dans celle de 2010 sur une base de $9,60$ MJ EN/kg) tandis que celui des ME est resté proche de $2,30$ kg/kg. Cela s'accompagne d'une dynamique de croissance également différente entre les deux études comme présenté plus loin.

2.2. Caractéristiques de carcasse

L'augmentation de l'écart d'IC entre ME et MC quand l'engraissement progresse peut être mise en relation avec la composition chimique du gain de poids (Noblet *et al.*, 1994). Ainsi, en conditions d'alimentation libérale, le dépôt lipidique augmente avec l'âge et le PV de façon plus importante chez les MC que chez les ME (Quiniou *et al.*, 1996). Bien que les données de carcasses soient collectées en moyenne 20 jours après la fin de la période de suivi des performances de croissance (et pour des porcs ayant poursuivi leur croissance et qui pèsent 20 kg PV de plus), les données collectées à l'abattoir sont des indicateurs d'une composition différente du gain de poids sur l'ensemble de l'engraissement chez les deux groupes de mâles (Tableau 3).

Tableau 3 – Caractéristiques moyennes des porcs à l'abattage^{1,2}

	Type de mâle		ETR	P-value
	ME	MC		
Nombre de porcs	27	30		
Age, j	173,3	173,5	5,8	0,91
Poids vif, kg	139,5	141,0	6,2	0,37
Carcasse chaude, kg	110,0	113,8	4,9	0,006
Rendement, %	78,9	80,7	1,3	< 0,001
G2 ³ , mm	14,2	16,6	2,3	< 0,001
M2 ³ , mm	64,8	66,9	5,3	0,17
TMP ³	61,1	59,7	2,0	0,02

¹G2 et M2 : épaisseurs de gras et de muscle dorsales mesurées au capteur gras-maigre (CGM), TMP : taux de muscle des pièces calculé à partir de G2 et M2, ETR : écart-type résiduel.

²Analyse de la variance avec le sexe (P-value) et le bloc en effets principaux.

³Le poids de carcasse chaude est intégré en covariable dans le modèle statistique et les résultats affichés sont des moyennes ajustées.

Après un ajustement pour un même poids de carcasse chaude, les ME présentent un TMP plus élevé de 1,4 point que celui des MC ($P = 0,02$). L'épaisseur de gras G2 des ME est inférieure de 2,4 mm à celle des MC ($P < 0,001$), pour une épaisseur de muscle M2 inférieure de 2,1 mm de façon non significative

($P = 0,17$). L'absence de différence significative de M2 entre les deux groupes de mâles est en accord avec les résultats de Quiniou *et al.* (2010, 59,9 mm en moyenne), mais ces auteurs observaient une épaisseur de gras G2 beaucoup plus élevée chez les MC que chez les ME (19,2 vs 13,8 mm).

2.3. Profils de croissance

La caractérisation des profils de croissance repose (1) sur les équations qui décrivent l'évolution du PV avec l'âge et de l'ingéré avec le PV, (2) sur le dépôt protéique moyen et (3) le degré de précocité des animaux. L'évolution du PV avec l'âge est modélisée à partir d'une équation de Gompertz qui décrit l'augmentation de la masse protéique, et l'évolution de la quantité d'EN ingérée avec le PV est décrite par une fonction puissance (i.e., aPV^b). Les paramètres descriptifs des profils des ME et MC sont obtenus par calibrage avec le logiciel InraPorc® à partir des PV moyens et quantités d'aliment cumulées mesurés toutes les 3 semaines au cours de l'essai. Ils sont présentés dans le tableau 4, de même que les caractéristiques des profils obtenus en 2010 par Quiniou *et al.*

La comparaison des jeux de profils de cet essai à ceux de l'essai de 2010 met en évidence une évolution contrastée de la dynamique de croissance et d'ingestion selon le type de mâle entre les deux études. Pour un GMQ similaire à celui des MC sur

Tableau 4 – Caractérisation¹ de la courbe de croissance et d'ingestion selon le type de mâles

	Mâle	
	Entier	Castré
Etude 2023		
Courbe de croissance²		
Age initial, j	68	68
Poids vif initial, kg	25,8	26,2
Durée, j	86	86
Poids vif final, j	115,9	120,4
Dépôt protéique moyen, g/j	170,9	170,3
Précocité, /j	0,01294	0,01666
Ingestion d'énergie nette (EN)³		
a	2,120	2,838
b	0,5751	0,5305
EN ingérée à 50 kg de poids vif, MJ/j	20,11	22,61
EN ingérée à 100 kg de poids vif, MJ/j	29,96	32,66
Etude 2010⁴		
Courbe de croissance²		
Age initial, j	63	63
Poids vif initial, kg	25,4	25,4
Durée, j	90	90
Poids vif final, j	121,3	117,3
Dépôt protéique moyen, g/j	175,2	156,0
Précocité, /j	0,01585	0,02036
Ingestion d'énergie nette (EN)³		
a	2,929	4,708
b	0,4934	0,4054
EN ingérée à 50 kg de poids vif, MJ/j	20,18	23,00
EN ingérée à 100 kg de poids vif, MJ/j	28,41	30,46

¹A partir des données présentées dans le tableau 2 et à l'aide du module de calibrage du logiciel InraPorc®.

²Courbe d'évolution du poids vif (PV) avec l'âge décrite selon une équation de Gompertz.

³EN (MJ/j) = $a.PV^b$

⁴Quiniou *et al.* (2010), voir le tableau 1 pour les conditions d'élevage.

l'ensemble de l'engraissement, les porcs ME présentent une vitesse de croissance moyenne moins élevée que les MC en début d'engraissement et plus élevée à la fin dans les deux études. Cependant dans le présent essai, les courbes atteignent leur valeur maximale à un âge plus avancé pour les deux groupes de mâles et se croisent également beaucoup plus tard que celles établies en 2010. Avec un coefficient de précocité plus faible, cela correspond à des profils de croissance plus tardifs, c'est-à-dire à des animaux avec une aptitude plus élevée à maintenir un rythme de croissance important jusqu'à la fin de l'engraissement (Figure 1).

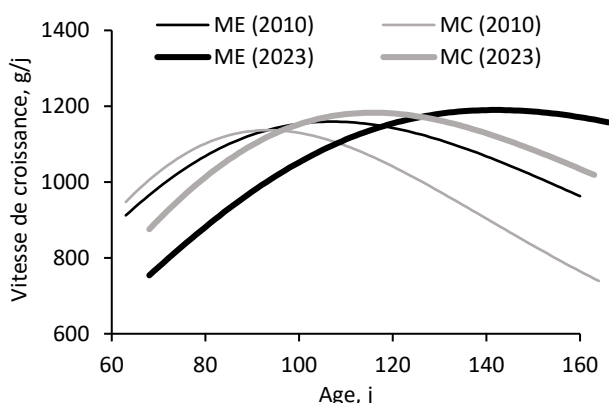


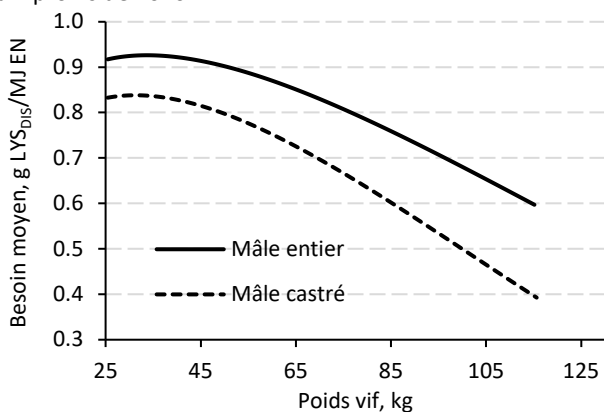
Figure 1 – Dynamique d'évolution de la vitesse de croissance au cours de l'engraissement chez les mâles entiers (ME) ou castrés (MC) de la présente étude (2023) ou celle de Quiniou *et al.* (2010)

Des différences de dynamique d'ingestion peuvent expliquer, au moins en partie, les différences de cinétique de prise de poids entre les études de 2010 et 2023. Bien que les porcs de 2010 fussent issus de verrats croisés Large White x Piétrain et ceux de la présente étude de verrats Porcs de Piétrain purs, il semble difficile d'attribuer les différences observées entre essais au croisement *sensu stricto*, mais également ou plutôt à la pression de sélection génétique exercée au cours des 12 années qui séparent les deux essais, pression pour des animaux de plus en plus maigres. En effet, les profils de croissance de porcs femelles et MC issus de truies Large White x Landrace inséminées soit par des verrats Piétrain purs soit par des verrats croisés Large White x Piétrain ont été caractérisés et comparés à trois reprises par le passé dans le même élevage à partir

d'animaux de ces deux croisements élevés en simultanément. Or, aucune différence de précocité n'a été observée entre les deux types de croisement dans ces essais (Quiniou *et al.*, 2009 ; Vautier, 1993). Par ailleurs, la comparaison des épaisseurs M2 et G2 mesurées sur la carcasse des ME et MC de la présente étude à celles de 2010 sont en accord avec une évolution de la composition du gain de poids vers des animaux plus maigres aujourd'hui. En effet, bien que 20 kg plus lourds à l'abattage, les porcs ME de 2023 présentent une épaisseur de gras G2 comparable à celle des ME de 2010 (respectivement 14,2 et 13,8 mm) tandis qu'elle est inférieure de 2,3 mm chez les MC de 2023 par rapport aux MC de 2010 (16,6 vs 19,2 mm).

Les différences de profils d'ingestion et de croissance observées entre ME et MC et entre études ont une incidence sur l'estimation du besoin moyen en LYS_{DIS} (Figure 2) et donc sur les caractéristiques nutritionnelles de la stratégie alimentaire à privilégier. Ainsi, les profils obtenus en 2010 conduisaient à préconiser chez les ME, par rapport aux MC, une augmentation de la teneur en LYS_{DIS} de 0,10 g par MJ d'EN dans les aliments distribués pendant les phases de croissance et de finition quand le changement d'aliment était réalisé à 65 kg de PV moyen. Avec les profils de 2023, l'écart est moins important entre le besoin des MC et des ME en début de période de croissance. Un aliment croissance semble pertinent pour couvrir le besoin des deux types de mâles (ME : 0,87 g/MJ EN ; MC : 0,85 g/MJ EN). En intégrant 10% de marge de sécurité pour prendre en compte l'hétérogénéité des besoins à l'échelle de la population (Brossard *et al.*, 2007), la teneur en LYS_{DIS} à recommander est alors proche pour les deux types de mâle, soit 0,95 g/MJ EN. Le besoin moyen en début de période de finition est de 0,80 et de 0,74 g LYS_{DIS}/MJ EN, respectivement pour les ME et les MC. En intégrant 10% de marge de sécurité, la teneur en LYS_{DIS} est plus élevée pour les ME (0,87 vs 0,81 g/MJ EN pour les MC). L'écart de 0,06 g/MJ EN est inférieur à celui préconisé en 2010 (0,10 g/MJ EN). Les animaux de 2023 étant plus tardifs, le besoin en LYS_{DIS} diminue moins rapidement avec l'augmentation du PV que chez les porcs de 2010. Ainsi, un aliment formulé en fin d'engraissement à 0,40 g LYS_{DIS}/MJ EN couvrirait le besoin des MC de 2010 à partir de 115 kg, alors qu'en 2023 il faut attendre que les MC atteignent 130 kg de PV pour que ce soit le cas. En d'autres termes, le besoin des MC à 115 kg est plus élevé en 2023 probablement en relation avec un gain de poids qui reste plus maigre à ce stade que 12 ans plus tôt.

a – profils de 2010



b – profils de 2023

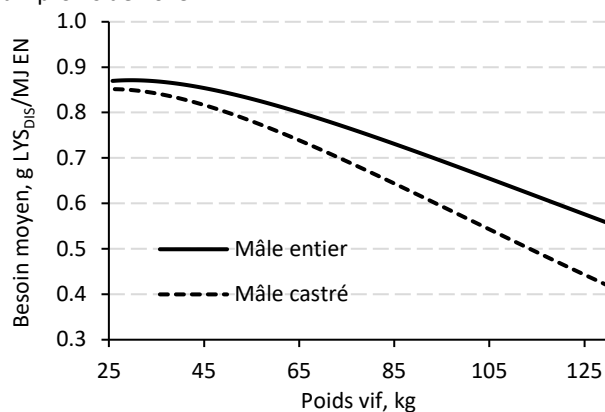


Figure 2 - Modélisation du besoin moyen en lysine digestible iléale standardisée (LYS_{DIS}) par MJ d'énergie nette (EN) en fonction du poids chez les mâles entiers et mâles castrés (a) par Quiniou *et al.* (2010) et (b) dans la présente étude

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude confirment les différences qui existent entre les différents types de porc, en l'occurrence entre les mâles selon qu'ils sont castrés chirurgicalement ou non. Comparés aux résultats d'une étude réalisée il y a une douzaine d'années, nos travaux démontrent la nécessité de remettre en question la pertinence du (des) profil(s) établi(s) à un moment donné et les recommandations nutritionnelles qui en sont issues pour concevoir un programme alimentaire. Si celui-ci est réalisé avec un nombre de phases important, la prise en compte de la dynamique d'évolution du besoin est encore plus cruciale qu'en alimentation biphasé (Brossard *et al.*, 2007).

Les nouveaux profils de besoins obtenus indiquent, d'une part, une diminution de l'écart moyen entre les besoins des mâles entiers et des mâles castrés par rapport à 2010 et, d'autre part, une évolution différente de l'écart de besoin au cours de l'engraissement. Ainsi en début de croissance, quand l'incidence des hormones sexuelles est encore limitée, les

besoins nutritionnels des mâles entiers et castrés apparaissent assez proches. En revanche, en finition, il est nécessaire de distribuer un aliment plus riche en acides aminés essentiels aux mâles entiers, pour couvrir leurs besoins, soit environ 0,06 g de lysine digestible de plus par MJ d'énergie nette.

En pratique, les résultats obtenus et leur comparaison avec les résultats antérieurs incitent à peser régulièrement quelques cases de porcs à l'entrée en engraissement puis ponctuellement jusqu'au premier départ pour l'abattoir et à mesurer les quantités d'aliment consommé entre deux pesées pour actualiser le profil de croissance des porcs et adapter en conséquence les caractéristiques nutritionnelles des aliments.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec la collaboration technique du personnel de la station expérimentale de Romillé et du Pôle Techniques d'Élevage, avec un financement du Programme National de Développement Agricole et Rural.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bee G., Quiniou N., 2022. Quelles stratégies alimentaires pour couvrir les besoins nutritionnels des porcs mâles entiers et/ou immuno-castrés et pour réduire les risques d'odeurs de verrat dans la viande ? Journées Rech. Porcine, 54, 117-128.
- Bikker P., 1994. Protein and lipid accretion in body components of growing pigs. Thèse de doctorat, Université de Wageningen, Pays-Bas, 203 p.
- Brossard L., Dourmad J.-Y., van Milgen J., Quiniou N., 2007. Analyse par la modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport en lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation. Journées Rech. Porcine 39, 95-102.
- Henry Y., 1993. Affinement du concept de la protéine idéale pour le porc en croissance. INRA Prod. Anim., 6, 199-212.
- Li X., Xiong X., Wu X., Liu G., Zhou K., Yin Y., 2020. Effects of stocking density on growth performance, blood parameters and immunity of growing pigs. Anim. Nutr., 6, 529-534.
- Noblet J., Shi X.S., Dubois S., 1993. Energy cost of standing activity in sows. Journées Rech. Porcine, 34, 127-136.
- Noblet J., Karege C., Dudois S., 1994. Prise en compte de la variabilité de la composition corporelle pour la prévision du besoin énergétique et de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 26, 267-276.
- Quiniou N., Chevillon P., 2015. Performances de croissance et risques d'odeurs de verrat de porcs mâles entiers selon les apports alimentaires en acides aminés essentiels ou en protéines. Journées Rech. Porcine, 47, 69-74.
- Quiniou N., Dourmad J.-Y., Noblet J. 1996. Effect of energy intake on the performance of different types of pigs from 45 to 100 kg body weight: 1. Protein and lipid deposition. Anim. Sci., 63, 277-288.
- Quiniou N., Allain C., Vautier A., 2009. Evaluation zootechnique d'une stratégie alimentaire biphasé établie via le logiciel InraPorc® et appliquée sur des porcs issus de verrats Piétrain ou Large White × Piétrain. Journées Rech. Porcine, 41, 101-108.
- Quiniou N., Courboulay V., Salaün Y., Chevillon P., 2010. Conséquences de la non castration des porcs mâles sur les performances de croissance et le comportement : comparaison avec les mâles castrés et les femelles. Journées Rech. Porcine, 42, 113-118.
- Serrano M.P., Cámara L., Morales J.I., Berrocoso J.D., López Bote C.J., Mateos G.G., 2013. Effect of gender, housing density and the interaction on growth performance and carcass and meat quality of pigs slaughtered at 110 kg body weight. Span. J. Agric. Res., 11, 89-99.
- Vautier B., 2013. Intégration de la variabilité des porcs en croissance dans la modélisation des besoins nutritionnels et recherche de stratégies alimentaires permettant de maîtriser l'hétérogénéité des porcs en élevage. Thèse de doctorat. Agrocampus Ouest, France, 290 p.
- von Borell E., Bonneau M., Holinger M., Prunier A., Stefanski V., Zöls S., Weiler U., 2020. Welfare aspects of raising entire male pigs and immunocastrates. Animals, 10, 2140.