

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

Nathalie QUINIOU, Clément ALLAIN, Antoine VAUTIER

IFIP - Institut du porc, BP35104, F-35651 Le Rheu cedex

nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Cette étude a été réalisée avec la collaboration de Jean-Pierre Commereuc, Philippe Rocher, Romain Richard, Marie-Hélène Lohat, Didier Pilorget, Kelie Rochet, Loïc Chenard, (station expérimentale de Romillé) et de Delphine Loiseau, Frédéric Guyomard, Eric Gault, Thierry Lhommeau, Louis Coudray, Sylviane Boulot, Sylvie Dubroca, et Patrick Chevillon (IFIP).

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

Les performances de 184 porcs issus de verrats Piétrain (PP) ou croisés Large White x Piétrain (LWxPP) sont caractérisées en conditions non limitantes d'apports azotés (essai 1). Les performances moyennes obtenues en période de croissance et de finition sont utilisées pour paramétrer le profil de croissance et de consommation de chaque type de porc dans le logiciel InraPorc® et estimer leurs besoins en lysine digestible par unité d'énergie nette (LYSd/EN). Au début des périodes de croissance et de finition, le besoin LYSd/EN n'est pas différent pour les porcs issus de verrats PP ou LWxPP et est estimé à 0,8 et 0,7 g/MJ. Ces valeurs sont retenues pour définir un traitement «BAS» qui permet de limiter les excès azotés tout en restant non limitant pour la croissance. L'essai 2 consiste à comparer cette stratégie alimentaire à celle utilisée dans l'essai 1 (lot «HAUT» ; 0,9 et 0,8 g LYSd/MJ EN, respectivement en croissance et finition). Ces stratégies sont comparées, d'une part, dans un essai zootechnique réalisé sur deux bandes de porcs issus de verrats PP ou LWxPP (70 porcs par traitement et type) et, d'autre part, via des simulations InraPorc®. Pour ces dernières, les profils animaux sont réactualisés à partir des porcs de l'essai 2 du lot HAUT. Les profils animaux établis dans les essais 1 et 2 diffèrent quelque peu, principalement en relation avec des différences de niveaux d'ingestion entre essais. Toutefois, aucune différence significative entre traitements ou types de porcs n'est mise en évidence dans l'essai 2. Cela permet de confirmer que le traitement BAS n'est pas limitant, en d'autres termes que l'estimation des besoins réalisée dans l'essai 1 est pertinente. Des performances comparables pour les deux traitements sont également obtenues par simulation.

Evaluation of a feeding strategy established using InraPorc® software and tested on pigs obtained from Piétrain or crossbred Large White x Piétrain sires

Growth performance of 184 pigs obtained either from Piétrain sires or crossbred Large White x Piétrain sires were characterised under non limiting amino acid supplies (trial 1). Average performance over growing and finishing periods were used to parameterise the growth and feed intake curves for each type of pig in InraPorc® software and thereafter to estimate their respective digestible lysine requirement per unit of net energy (LYSd/NE). At the beginning of the growing and finishing periods, LYSd/NE requirement was close to 0.8 and 0.7 g/MJ, respectively. Those levels were used in the treatment BAS, that corresponded to a reduced dietary nitrogen supply but high enough to meet requirements. In trial 2, this feeding strategy was compared to the strategy used in trial 1 (treatment «HAUT»; 0.9 et 0.8 g LYSd/MJ NE, during the growing and finishing periods, respectively). Comparisons were performed either through a growth trial carried out on two batches of pigs obtained from PP or LWxPP sires (70 pigs per treatment and type) or through simulations with InraPorc®. For this latter purpose, animal profiles were characterised again in trial 2 from pigs allocated to treatment HAUT. Some differences were observed between profiles obtained from trials 1 and 2, mainly related to differences in feed intake. However, no significant difference between treatments or types of pigs was observed in trial 2. Such a result would be in agreement with non limiting nutrient supplies with treatment BAS as expected from simulations made in trial 1. Similar performances for both treatments were also obtained through the modelling approach.

INTRODUCTION

Le besoin en acides aminés du porc en croissance dépend essentiellement de son aptitude à déposer du muscle. Lors de la formulation de(s) l'aliment(s) utilisé(s) pendant l'engraissement, il s'agit de prendre en compte à la fois le besoin en acides aminés et le besoin en énergie, ce qui aboutit à la définition d'un rapport entre les teneurs en composés azotés et en énergie. En l'état actuel des connaissances sur les caractéristiques nutritionnelles des matières premières, le rapport entre la teneur en lysine digestible (LYSd) et l'énergie nette (EN) est désormais privilégié pour décrire la gamme d'aliment utilisée.

Le type génétique est l'un des facteurs qui influencent à la fois la quantité moyenne de muscle et de gras déposées au cours de l'engraissement, et leur évolution avec le poids vif. Le rapport minimal LYSd/EN permettant de satisfaire les besoins des animaux est donc susceptible de différer à un poids donné d'un type de porc à l'autre (Noblet et Quiniou, 1999).

Le logiciel InraPorc® (van Milgen et al., 2005) permet d'estimer l'évolution du rapport LYSd/EN au cours de la croissance pour un profil animal donné et d'adapter les apports nutritionnels en conséquence. L'objectif de la présente étude est, dans un premier temps, de caractériser les performances et les besoins nutritionnels de porcs issus de deux types de verrats. Dans un deuxième temps, les résultats obtenus sont utilisés pour définir une stratégie alimentaire biphasée alternative à l'aide du logiciel InraPorc® dont l'objectif est de limiter les excès d'apports azotés. Les performances obtenues via cette stratégie sont évaluées via des essais zootechniques et des simulations, les conclusions des deux approches étant ensuite comparées.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental

Deux essais sont mis en place à la station IFIP de Romillé à partir de trois bandes de charcutiers dont la moitié est issue de verrats Piétrain (PP) et l'autre moitié de verrats croisés Large White x Piétrain (LWxPP), issus de la sélection collective.

Dans l'essai 1, les porcs issus d'une bande de 192 animaux (Bande 1.1) sont alimentés avec des aliments dont la teneur en LYSd est de 0,9 g/MJ EN pendant la croissance et de 0,8 g/MJ EN pendant la finition. La teneur en énergie nette est de 9,6 MJ/kg pour les deux périodes. Les apports des autres acides aminés digestibles relativement à la lysine respectent les rapports minimaux de 30 % pour la méthionine, 60 % pour la méthionine+cystine, 65 % pour la thréonine et 19 % pour le tryptophane. Les résultats de l'essai 1 sont utilisés pour raisonner le niveau BAS d'apport en acides aminés dans l'essai 2. Mâles castrés et femelles sont élevés séparément.

Dans l'essai 2, deux bandes de porcs sont utilisées (Bandes 2.1 et 2.2). Les animaux de chaque bande sont mis en lot suivant un dispositif factoriel 2x2 correspondant aux deux types génétiques décrits plus haut et deux niveaux d'apports en acides aminés. Le niveau HAUT correspond à des rapports LYSd/EN de 0,9 et 0,8 g/MJ, respectivement dans les aliments croissance et finition. Le niveau BAS correspond à des rapports de 0,8 et 0,7 g/MJ. Tous

les aliments sont iso énergétiques sur la base d'une teneur de 9,6 MJ/kg. Compte-tenu du nombre de modalités expérimentales étudiées, les porcs ne sont pas sexés.

1.2. Conduite et logement

Les porcs de la bande 1.1 et de la bande 2.2 sont élevés dans les mêmes conditions. Ils sont répartis dans 4 salles de 6 cases chacune. Concernant la bande 2.2, seules 4 des 6 cases de chaque salle sont en essai et constituent 1 bloc. Les porcs de la bande 2.1 sont élevés dans deux salles. La 1^{ère} est constituée de 16 cases de 6 porcs chacune, correspondant à 4 blocs de 4 cases. La 2^{nde} est constituée de 4 cases de 20 porcs, correspondant à 1 bloc. L'essai 1 a été mené entre décembre 2005 et avril 2006. L'essai 2 a été mené entre septembre 2007 et février 2008. La conduite de la température ambiante est réalisée de façon similaire pour les différentes bandes et salles, à savoir 24°C la 1^{ère} semaine, 23°C la 2^{nde} et 22°C ensuite. Les porcs sont alimentés à volonté à partir de nourrisseurs biplaces. Le changement d'aliment est réalisé vers 65 kg de poids moyen de case.

1.3. Mesures

Les porcs sont pesés la veille de l'entrée en engraissement, après mise à jeun préalable, puis 9, 14 et 17 semaines plus tard. Les pesées sont réalisées vers 14h00 après une mise à jeun de 7h00, sauf pour les pesées en milieu d'engraissement réalisées sans ajeunement préalable. La consommation d'aliment hebdomadaire est déterminée par case. En cas de mortalité, la date et le poids du porc mort sont notés. A l'abattage, les carcasses sont pesées chaudes et les épaisseurs de gras (G1 et G2) et de muscle (M2) sont mesurées afin de calculer le taux en muscle des pièces ($TMP = 63,2 - 0,334 \times G1 - 0,427 \times G2 + 0,144 \times M2$). Le pH est mesuré sur la carcasse chaude et le pH ultime est mesuré à 24 h post-mortem en salle d'égalisation, au niveau des muscles Semi Membranosus (jambon, pHu_SM) et Long Dorsal (longe, pHu_LD) sur la demi-carcasse droite. Un pH-mètre SYDEL (Lorient, France) et une électrode de pénétration au Xerolyt sont utilisés selon les procédures habituelles (ITP, 1998).

1.4. Calculs et analyses statistiques

La consommation moyenne journalière (CMJ) est calculée à partir des quantités cumulées d'aliment ingéré, de la durée de la période considérée et du nombre de porcs dans la case. Les morts sont comptés au *pro rata temporis*. L'indice de consommation est calculé comme le rapport entre la quantité totale d'aliment ingérée et le gain de poids cumulé réalisé dans la case.

Les performances de croissances sont calculées individuellement (GMQ, TMP) ou à l'échelle de la case (CMJ, IC) pour l'ensemble de la période d'engraissement ainsi que pendant les périodes de croissance et de finition. Les données individuelles sont soumises à une analyse multifactorielle de la variance (proc GLM, SAS 1998) avec la case en unité expérimentale. Dans l'essai 1, le type génétique, le sexe, l'interaction entre le type génétique et le sexe, et le bloc sont pris en compte en effets principaux. Dans l'essai 2, ces effets sont repris dans le modèle d'analyse seuls et en interaction avec la bande. Le poids de départ pour l'abattoir est pris en compte en covariable pour analyser les caractéristiques de carcasse.

Les performances globales de l'essai 1 et les résultats obtenus pendant les périodes de croissance et de finition sont utilisées pour paramétrer dans le logiciel InraPorc® les profils de croissance des deux types génétiques étudiés suivant la méthode proposée par J. van Milgen (InraPorc 2008).

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Essai 1

Le type de verrat n'influence pas la plupart des critères de croissance étudiés, en accord avec Le Tiran et al. (2003) et Quiniou et al. (2007). Sur l'ensemble de l'engraissement, le GMQ est en moyenne de 846 g/j et l'IC de 2,9. Le type de verrat influence en revanche les caractéristiques de carcasse. Les porcs issus de verrat PP présentent un M2 plus important que ceux issus d'un verrat croisé (Tableau 1). Toutefois, compte-tenu du poids de ce critère dans l'équation de calcul du TMP, l'écart de TMP n'est pas suffisant pour être significatif.

Pendant les périodes de croissance et de finition, les écarts de performance sont également très faibles entre types de porcs. Il en résulte des profils animaux très proches (Tableau 2) et des besoins qui évoluent de façon similaire avec le poids (Figure 1-a).

D'après les calculs de Brossard et al. (2007) et de Quiniou et al. (2007), formuler 10-15 % au dessus du niveau moyen du besoin à un poids donné permet de couvrir le besoin d'une proportion plus importante de porcs. Toutefois, dans le cas d'une conduite alimentaire biphasé, l'écart de performance est très faible entre un apport à 100 ou à 110 % du besoin déterminé en début de période de croissance ou de finition.

La Figure 1-a illustre le fait que les rapports LYSd/EN des aliments distribués dans l'essai 1 (i.e., AA HAUT sur la figure) sont bien supérieurs au besoin des porcs quel que soit le poids. D'après les simulations InraPorc®, les besoins en début de croissance et en début de finition seraient proches de, respectivement, 0,8 et 0,7 g LYSd/MJ EN. Ces deux niveaux sont donc retenus comme apports BAS dans l'essai 2 et comparés à des apports HAUT (Tableau 3).

2.2. Essai 2

De même que dans l'essai 1, le niveau moyen de performance observé sur l'ensemble de l'engraissement n'est pas significativement différent entre les deux types de porcs (Tableau 4). Tout comme dans l'essai 1, un M2 plus élevé est observé chez les porcs issus de verrat PP ($P < 0,001$) tandis qu'ils présentent un G1

Tableau 1 - Performances des porcs de l'essai 1 (bande 1.1)

Type de verrat	LWxPP	PP	ETR	Statistiques ¹
Croissance				
Nombre d'observations	91	93		
Poids initial, kg	30	30	1	Bloc***
Poids au changement d'aliment, kg	75	76	5	
Poids à l'abattage (PVa), kg	117	117	5	
Durée, j	103	103	9	S***, Bloc***
GMQ en engraissement, g/j	845	846	77	S*
croissance	786	791	116	
finition	915	908	100	
Consommation				
Nombre de cases	10	10		
CMJ, kg	2,42	2,37	0,12	S**
croissance	1,88	1,92	0,14	
finition	2,85	2,77	0,18	S**
IC, kg/kg	2,92	2,87	0,11	
croissance	2,54	2,47	0,10	GxS*, Bloc**
finition	3,23	3,22	0,21	
Caractéristiques de carcasse				
Nombre d'observations	89	92		
Poids chaud, kg	91	92	4	
Rendement, %	78	79	1	G***, S*
G1, mm	16	16	3	S***, PVa**
G2, mm	14	14	3	S***, PVa***
M2, mm	60	63	5	G**, PVa***
TMP, %	60,5	60,7	2,2	S***, PVa*

¹ Analyse multifactorielle de la variance avec le type génétique (G), le sexe (S), le bloc et l'interactions génétique x sexe (GxS) en effets principaux, la case constitue l'unité expérimentale.

Tableau 2 - Paramètres des profils animaux pour InraPorc®

Type de verrat	Essai 1		Essai 2	
	LWxPP	PP	LWxPP	PP
Paramètres de croissance¹				
Poids à 63 j d'âge, kg	30	30	26	27
Poids à 172 j d'âge, kg	117	116	121	120
Dépôt protéique moyen, g/j	131	130	143	143
Précocité	0,0106	0,0110	0,0159	0,0159
Entretien	1	1	1	1
Consommation ad libitum²				
a	0,149	0,167	0,544	0,533
b	0,648	0,624	0,354	0,354
Ingéré à 50 kg, kg/j	1,87	1,91	2,17	2,12

¹ Critères nécessaires pour paramétrer le profil de croissance

² Equation choisie : $a.PV^b$, d'un aliment à 9,6 MJ EN/kg

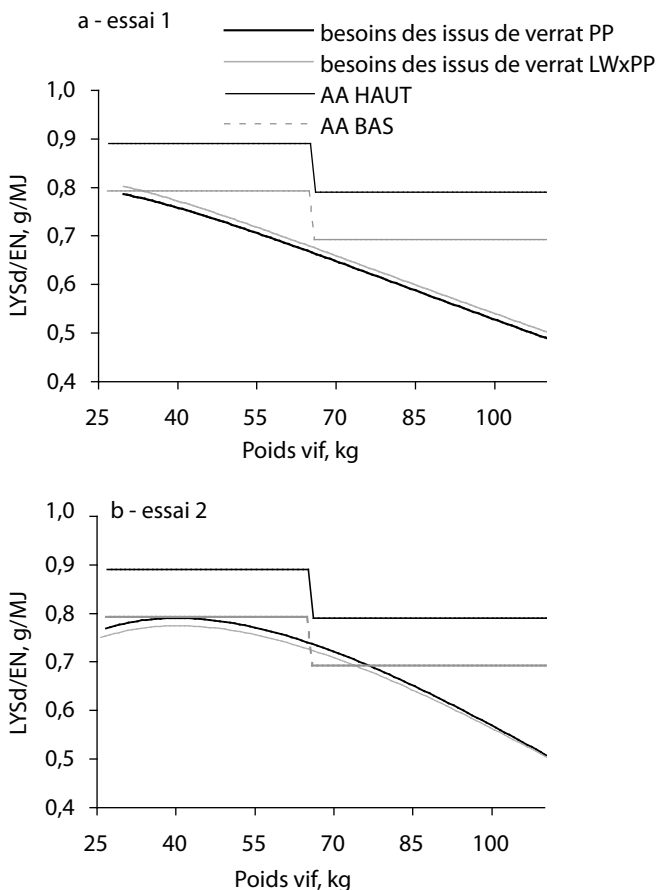


Figure 1 - Modélisation de l'évolution du besoin moyen en lysine digestible relativement à l'énergie nette en fonction du poids chez des porcs issus de verrats PP ou LWxPP (essais 1 et 2) et comparaison avec les niveaux d'apports en acides aminés HAUT et BAS testés dans l'essai 2

inférieur de 1 mm ($P < 0,05$). Le cumul de ces deux écarts aboutit à un TMP significativement plus élevé chez les porcs issus de verrat PP (+1,1 point, $P < 0,001$). Un écart de teneur en viande maigre au bénéfice des porcs issus de verrat PP avait déjà été rapporté par Le Tiran et al. (2003). Cela n'est toutefois pas sys-

tématiquement observé selon les conditions d'élevage d'après Quiniou et al. (2007). Le choix de la population PP ou du type génétique LWxPP peut également expliquer la mise en évidence ou non d'une différence de qualité de carcasse entre porcs issus de verrat PP pur ou croisé. En effet, d'après les résultats du 28^{ème} test des terminaux (Agence de la sélection porcine, 2007), il apparaît que les différences de performances entre les porcs issus des différents verrats PP de race pure disponibles en France soient du même ordre que celles mises en évidence entre les deux combinaisons de la présente étude. Enfin, compte-tenu de la demande en semence PP (69 % des doses de verrat terminal vendues en CIA en 2007, estimation IFIP 2008), la pression qui s'exerce sur les verrats diffère selon leur origine. Par conséquent, il est probable que l'indice génétique des verrats LWxPP utilisés soit plus élevé que celui des verrats PP, ce qui contribue à réduire les écarts de performance.

Le lot n'influence pas significativement les performances de croissance observées sur l'ensemble de l'engraissement. Ainsi, les porcs des deux lots consomment la même quantité d'aliment et ont un GMQ et une qualité de carcasse comparable. Une interaction significative est observée avec le type génétique ($P < 0,05$) sur la valeur de M2. Celle-ci augmente chez les porcs issus de verrat LWxPP quand ils reçoivent des apports HAUT par rapport aux apports BAS, alors qu'aucune différence n'est observée chez les animaux issus de verrat PP. Cette augmentation n'est cependant pas suffisante pour modifier le TMP. L'ensemble de ces résultats semble indiquer que les apports BAS ne sont pas limitants pour la croissance, ce qui est en accord avec les hypothèses de formulation établies à partir des simulations InraPorc® réalisées d'après les données recueillies dans l'essai 1.

Pendant la période de croissance, le GMQ des porcs du lot BAS est significativement inférieur à celui du lot HAUT (-40 g/j, $P < 0,05$). La chute de GMQ moyen avec le lot BAS pourrait s'expliquer par le fait qu'en début de croissance les apports BAS coïncident avec le besoin moyen de la population étudiée (Figure 1-b). Aussi, sur les premiers jours de l'engraissement, le besoin des porcs dont le potentiel est le plus élevé n'est pas couvert. Il en est sans doute de même au début de la période de finition. Toutefois, la durée de la période de carence pour ces

Tableau 3 - Caractéristiques nutritionnelles des aliments distribués dans l'essai 2 (/kg d'aliment frais)¹

Stade	Croissance								Finition			
	BAS		<i>dosage</i>		BAS		<i>dosage</i>		HAUT		<i>dosage</i>	
Lot	BAS	<i>dosage</i>	BAS	<i>dosage</i>	HAUT	<i>dosage</i>	HAUT	<i>dosage</i>	BAS	<i>dosage</i>	HAUT	<i>dosage</i>
Bande	2.1		2.2		2.1		2.2		2.1+2.2			
Matière sèche, g	858		857		858		857		867		856	
Matières azotées totales, g	150	<i>152</i>	156	<i>154</i>	156	<i>155</i>	156	<i>154</i>	150	<i>148</i>	150	<i>147</i>
Lysine totale, g	8,6		8,6	<i>8,6</i>	9,5		9,6	<i>9,2</i>	7,6	<i>7,8</i>	8,6	<i>8,3</i>
Méthionine totale, g ²	2,6		2,7		2,9		2,9		2,3		2,6	
Méthionine + Cystine totales, g ²	5,7		5,8		6,0		6,0		5,3		5,6	
Thréonine totale, g	5,8		5,9	<i>5,9</i>	6,4		6,6	<i>6,2</i>	5,2	<i>5,2</i>	5,8	<i>5,5</i>
Tryptophane total, g	1,8		1,9	<i>1,9</i>	1,9		1,9	<i>1,9</i>	1,8	<i>1,9</i>	1,8	<i>1,9</i>
Lysine digestible (LYSd), g ²	7,6		7,6	<i>7,6</i>	8,5		8,6	<i>8,2</i>	6,6	<i>6,8</i>	7,6	<i>7,4</i>
Méthionine digestible/LYSd, %	31		32		30		31		31		31	
Méthionine + cystine digestibles/LYSd, %	66		67		61		62		69		64	
Thréonine digestible/LYSd, %	65		66		65		66		65		65	
Tryptophane digestible/LYSd, %	21		22		19		19		24		20	
Cellulose brute Weende, g	33	<i>31</i>	36	<i>33</i>	33	<i>31</i>	36	<i>30</i>	35	<i>32</i>	35	<i>33</i>
Matières minérales totales, g	47	<i>45</i>	48	<i>45</i>	48	<i>47</i>	48	<i>47</i>	43	<i>43</i>	43	<i>43</i>
Amidon, g	459	<i>452</i>	443	<i>430</i>	451	<i>442</i>	443	<i>439</i>	448	<i>451</i>	448	<i>449</i>
Matières grasses totales, g	24	<i>19</i>	25	<i>21</i>	24	<i>17</i>	25	<i>23</i>	258	<i>22</i>	25	<i>19</i>
Energie digestible, kcal	3144		3169		3158		3168		3150		3147	
Energie nette (EN), MJ	9,60		9,6		9,60		9,6		9,6		9,6	
LYSd / EN, g/MJ	0,8		0,8		0,9		0,9		0,7		0,8	

1. Les valeurs indiquées en police normale correspondent aux résultats de la formulation. Les valeurs en italique correspondent aux moyennes des résultats de dosage sur extrait sec obtenus pour chaque fabrication et ramenés sur la même base de matière sèche que celle indiquée dans le tableau. Les aminogrammes n'ont pas été faits sur les aliments distribués aux porcs de la bande 2.1. pour des raisons de coût.

2. La teneur théorique en méthionine est atteinte via de la méthio-hydroxy-analogue.

porcs est somme toute assez limitée dans le temps et il semble que le retard de croissance soit récupéré avant l'abattage et qu'il ne soit pas suffisant pour pénaliser les résultats moyens de composition corporelle. Ceci est en accord avec les observations effectuées par de Greef et al. (1992). Cependant, la période de carence protéique imposée par ces auteurs aux porcs en début de croissance était trop longue et d'une intensité trop forte pour que les porcs parviennent à récupérer complètement en terme de croissance. En parallèle, les CMJ observées pour les différents types de porcs sont identiques quel que soit le niveau d'apport en acides aminés. Compte-tenu du GMQ inférieur des porcs du lot BAS pendant la croissance, leur IC est légèrement plus élevé mais de façon non significative. Cela est cohérent avec des caractéristiques de carcasse peu différentes entre régimes.

En ce qui concerne les mesures réalisées sur la viande, le pH chute dans la première heure post-mortem significativement plus rapidement pour les porcs issus de verrat PP que pour ceux issus de verrat LWxPP et ce quel que soit le lot (Tableau 5). Cette différence s'opère hors cadre d'une relation avec le typage halothane et pour des valeurs moyennes de pH1 bien supérieures au seuil caractérisant les viandes PSE et tendance PSE. Les observations de Pellois et al. (1984) et Guéblez et al. (1993) vont également dans ce sens. Au contraire, aucune différence significative n'est mise en évidence par Le Tiran et al. (2003).

Les mesures de pH ultime réalisées sur les jambons mettent en évidence une interaction significative entre le type de porc et le lot. Avec des apports BAS, le pH_{DM} des porcs issus de LWxPP est plus élevé que chez les porcs issus de verrat PP (+0,09 unité pH) alors qu'il n'existe pas de différence entre types de porc avec un apport HAUT. Dans la bibliographie, Pellois et Runavot (1991), Le Tiran et al. (2003) et Vautier et Gault (2008) s'accordent sur l'absence d'effet du type génétique sur le pH ultime du jambon, ainsi qu'observé en conditions d'apport HAUT. L'interaction entre le niveau d'apport et le type génétique sur les résultats de pH ultime constitue une donnée nouvelle qui mériterait d'être confirmée, d'une part, en raison du caractère non limitant de la conduite des apports BAS, d'autre part, au regard de la plupart des travaux disponibles dans la bibliographie qui ne rapportent pas d'effet significatif ni « signifiant » de la stratégie alimentaire sur la qualité technologique de la viande. Les mesures de pH ultime réalisées sur la longe montrent cette fois un écart significatif entre types génétiques, quel que soit le lot. Les porcs issus de verrat PP présentent un pH_{LD} de 0,18 unité plus faible que les porcs issus de verrat LWxPP (P<0,001). Cette différence contraste avec les données de Pellois et al. (1991) et de Le Tiran et al. (2003) qui n'observent pas de différence significative entre types génétiques sur ce critère. Nos résultats s'accordent en revanche avec ceux d'Edwards et al. (2003) qui observent un pH_{LD} significativement plus faible chez les

Tableau 4 - Performances des porcs de l'essai 2

Lot	Bas		Haut		ETR	Statistiques ¹
	LWxPP	PP	LWxPP	PP		
Nombre d'observations	73	75	70	71		
Croissance²						
Poids initial, kg	26	27	26	27	2	G**, S*
Poids au changement d'aliment, kg	65	65	65	66	5	S***, B***
Poids à l'abattage (PVa), kg	119	118	121	120	7	L*, S**, B**
Durée, j	103	102	102	103	6	S**, Case*
GMQ en engraissement, g/j	893	884	918	904	79	S***
croissance	896	896	938	931	96	L*, S**, Case**
finition	892	877	904	888	108	S*
Consommation^{2,3}						
Nombre de cases	9	9	9	9		
CMJ, kg	2,40	2,38	2,46	2,40	0,09	B***
croissance	2,01	2,01	2,07	2,03	0,06	B***
finition	2,68	2,65	2,72	2,65	0,11	B**
IC, kg/kg	2,75	2,72	2,75	2,69	0,09	B***
croissance	2,27	2,25	2,21	2,19	0,10	B*
finition	3,11	3,09	3,15	3,04	0,15	
Caractéristiques de carcasse⁴						
Poids chaud, kg	95	96	95	96	5	S**, B*
Rendement, %	81	81	80	81	2	G*, Case*
G1, mm	18	17	18	17	3	G*, S***, PVa***
G2, mm	16	15	16	16	3	S***, PVa***
M2, mm	60	66	63	65	5	G***, GxL*, B*, PVa***
TMP, %	59,2	60,6	59,1	60,2	2,2	G***, S***, PVa**
Données de pH (bande 2.1)⁵						
Nombre de mesures	37	39	34	36		
pH 1	6,32	6,20	6,26	6,21	0,19	G**, GxL*, D***
pH ultime du jambon	5,91	5,82	5,85	5,84	0,21	G*, GxL*, D***
pH ultime de la longe	5,97	5,74	5,91	5,78	0,22	G*, GxL*, D***

¹ Analyse multifactorielle de la variance avec le lot (L), le type génétique (G), le sexe (S), le bloc intra bande, la bande (B) et les interactions entre G, L et S, la case constitue l'unité expérimentale.

² L'effet du bloc est toujours significatif au moins au seuil de 5 %.

³ Analyse de la variance avec L, G, B et le bloc intra bande en effets principaux.

⁴ Analyse de la variance avec L, G, B, S, le bloc intra bande et les interactions entre G, L et S. Le poids d'abattage (PVa) est inclus dans le modèle statistique en covariable sauf pour le poids chaud.

⁵ Analyse de la variance à partir des porcs de la bande 2.1 avec la date d'abattage (D), L, G, S, le bloc et les interactions entre ces facteurs en effets principaux.

porcs issus de verrat PP (comparativement à des porcs issus de verrat Duroc).

2.3. Comparaison des courbes de croissance obtenues dans les deux essais

Les porcs du lot HAUT de l'essai 2 rentrent un peu plus légers en engraissement et sont abattus un peu plus lourds que dans l'essai 1 (Tableaux 1 et 4). Toutefois, si le gain de poids réalisé est plus important (+93 vs +87 kg), l'engraissement ne dure pas plus longtemps en raison d'un GMQ légèrement supérieur (+70 et +58 g/j, respectivement chez les porcs issus de verrats LWxPP ou PP par rapport à l'essai 1). La quantité d'aliment ingérée n'étant pas dif-

férente en moyenne dans les deux essais, un IC inférieur est donc observé dans l'essai 2 (2,7 vs. 2,9 dans l'essai 1). Cette meilleure efficacité alimentaire n'est toutefois pas associée à une adiposité inférieure de la carcasse. Les porcs de l'essai 2 diffèrent également de ceux de l'essai 1 par leur cinétique de prise de poids. En effet, les porcs de l'essai 2 présentent un GMQ beaucoup plus élevé pendant la phase de croissance. Cet écart contribue pour l'essentiel au GMQ plus élevé observé sur l'ensemble de l'engraissement. L'écart de performance selon la période entre les deux essais s'explique principalement par les différences d'ingestion.

Les données des porcs de l'essai 2 recevant des apports HAUT sont utilisées pour calibrer à nouveau les profils animaux. Dans

Tableau 5 - Rapport de comparaisons de simulations porc croissance par InraPorc®

Lot	Bas		Haut	
	LWxPP	PP	LWxPP	PP
Type de verrat				
Croissance				
Poids initial, kg	26	27	26	27
Poids final, kg	121	120	122	121
Durée, j	104	103	104	103
GMQ en engraissement, g/j	0,92	0,91	0,92	0,91
Dépôt de protéines, g/j	142	141	142	142
Dépôt de lipides, g/j	256	244	256	244
CMJ, kg	2,45	2,40	2,45	2,40
IC, kg/kg	2,67	2,65	2,67	2,64
Caractéristiques de carcasse				
Rendement, %	78,3	78,3	78,3	78,3
Pourcentage de muscle, %	61,3	61,6	61,3	61,7

ce cas, la cinétique du besoin en LYSd évolue différemment de celle de l'essai 1. Ceci peut résulter en partie du fait que l'aliment finition n'est pas alloué au même poids dans les deux essais. Cela peut modifier l'appréciation des performances en début vs. fin d'engraissement et par conséquent l'estimation des besoins. En particulier, le besoin en LYSd des porcs de l'essai 2 reste élevé plus longtemps en début d'engraissement, prolongeant ainsi la durée de la période pendant laquelle le besoin des porcs les plus performants ne serait pas couvert (Figure 1-b). Par ailleurs, il semble que les apports BAS soient inférieurs au besoin moyen des porcs de l'essai 2 en début de finition.

A partir de ces nouveaux profils, des simulations sont réalisées avec une séquence alimentaire correspondant aux apports BAS. Les résultats obtenus sont tout à fait en accord avec ceux de l'essai 2 (Tableau 5). Dans un contexte d'alimentation biphasé, les modifications du profil n'ont pas d'incidence. En revanche, si une conduite multiphasé avait été envisagée, il en eut été probablement autrement. En effet dans ce cas, les apports suivent au plus près les besoins tout au long de la croissance et une estimation erronée des besoins peut compromettre de façon très importante l'adéquation avec les apports et pénaliser beaucoup plus fortement les performances (Brossard et al., 2007).

CONCLUSIONS

L'utilisation d'un verrat PP ou croisé LWxPP a peu d'incidence sur le profil de croissance et de consommation d'aliment. Malgré une adiposité de carcasse inférieure chez les porcs issus de ver-

rat PP, le besoin en lysine digestible relativement à l'énergie nette est comparable tant du point de vue du niveau absolu que de son évolution avec le poids pour les deux types de porcs. Une stratégie alimentaire biphasé qui correspond à des apports en acides aminés proches du besoin en début de croissance et de finition a été appliquée à des animaux réels (essai 2) et fictifs (simulation InraPorc®) et comparée à celle utilisée pour caractériser les profils initiaux. Les résultats obtenus par les deux approches sont identiques ce qui renforce l'intérêt à porter à la modélisation comme alternative à l'expérimentation zootechnique, au moins dans le champ d'investigation faisant l'objet du travail présenté.

Une question se pose toutefois quand à la relative flexibilité du profil animal pour un type de porc donné. En effet, les profils obtenus dans les deux essais sont relativement différents notamment en relation avec des niveaux d'ingestion eux-mêmes différents. Ces profils sont déterminés pas à pas manuellement à partir des résultats moyens de croissance et de finition. La modélisation de la croissance à partir de pesées successives et un suivi plus précis de l'évolution de l'ingéré devrait fournir des profils plus robustes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la société Ajinomoto Eurolysine SAS pour la prise en charge des aminogrammes, ainsi que Claire Hassenfranz et Isabelle Delaunay (IFIP) pour la relecture du manuscrit. Cette étude a été financée dans le cadre du programme national de développement agricole et rural.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence de la sélection porcine 2007. Résultats du 28^{ème} test de contrôle des produits terminaux issus de différentes combinaisons de types génétiques de truies et de verrats parentaux agréés par le Ministère chargé de l'Agriculture. *TechniPorc* 30 (4), 7-20.
- Brossard L., Dourmad J.-Y., van Milgen J., Quiniou N. 2007. Analyse par modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation. *Journées Rech. Porcine* 39, 95-102.
- de Greef K.H., Kemp B., Verstegen M.W.A. 1992. Performance and body composition of fattening pigs of two strains during protein deficiency and subsequent realimentation. *Live. Prod. Sci.*, 30, 141-153.
- Edwards D.B., Bates R.O., Osburn W.N. 2003. Evaluation of Duroc- vs Piétrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *J. of Anim. Sci.*, 81: 1895-1899.

- Guéblez R, Sellier P, Fernandez X, Runavot J.-P. 1993. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques et technologiques des tissus maigre et gras de trois races porcines françaises (Large White, Landrace français et Piétrain). 1. Caractéristiques du tissu maigre. Journées Rech. Porcine Fr. 25, 5-12.
- ITP 1998. Trier la viande de porc selon la qualité. Ed. ITP, Paris, 11 pp.
- IFIP, 2008. Bilan d'activité 2007 des CIA porcins, 4 pp.
- InraPorc®, 2008. Logiciel de prédiction des besoins et de l'utilisation des nutriments par le porc. <http://w3.rennes.inra.fr/inraporc/>
- Le Tiran M.-H., Bouffaud M., Boulard J., Flého J.-Y., Maignel L., Houix Y. 2003. Verrat Piétrain ou Large White x Piétrain : comparaison des performances de croissance, carcasse et qualité de viande de porcs charcutiers soumis à diverses durées de jeûne. TechniPorc 26(5), 3-8.
- Noblet J., Quiniou N. 1999. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du porc en croissance. TechniPorc 22(4), 9-16.
- Pellois H., Hyrien Y., Calvar C., Perrocheau C., Gueblez R., Lechaux P., Pommeret P. 1984. Incidence du choix du verrat terminal sur les performances d'engraissement et de carcasse, et sur la qualité de la viande. Journées Rech. Porcine Fr. 16, 439-448.
- Pellois H., Runavot J.P. 1991. Comparaison des performances d'engraissement, de carcasse et de qualité de la viande de 4 types de porcs ayant une proportion variable de sang Piétrain. Journées Rech. Porcine Fr. 23, 369-376.
- Quiniou N., Brossard L., Gaudré D., van Milgen J., Salaün Y., 2007. Optimum économique du niveau en acides aminés dans les aliments pour porcs charcutiers - Impact du contexte de prix des matières premières et de la conduite d'élevage. TechniPorc 30(3), 25-36.
- SAS 1998. SAS/STAT User's Guide (version 6. Fourth Ed.), SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- van Milgen J., Noblet J., Valancogne A., Dubois S., Dourmad J.Y., 2005. InraPorc® : un modèle pour analyser les performances et évaluer les stratégies alimentaires chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 37, 291-298.
- Vautier A., Gault E. 2008. Réalisation d'un observatoire des résultats de pH ultime des porcs charcutiers issus de croisement verrat terminal Piétrain pur. Rapport d'étude, Ed. IFIP, Paris, 11 pp.