

# Influence du rationnement et de la couverture des besoins en acides aminés sur les performances du porc en croissance selon les conditions climatiques

Nathalie QUINIOU (1), David RENAUDEAU (2), Gérard DAUMAS (1)

(1) IFIP-Institut du Porc, BP 35104, 35651 Le Rheu cedex, France

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

nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Cette étude a été réalisée avec la participation technique de Eric GAULT, Jean-Pierre COMMEUREUC, Léandre SAUDRAIS, Philippe ROCHER, Sylvie LECHAUX et Romain RICHARD (1).

## **Influence du rationnement et de la couverture des besoins en acides aminés sur les performances du porc en croissance selon les conditions climatiques**

L'étude compare les performances des porcs en croissance alimentés suivants trois stratégies ( $AL_A$ ,  $AL_B$  et  $RA_A$ ) qui diffèrent par le niveau d'alimentation ( $AL$  : *ad libitum* ;  $RA$  : rationné à 85% de  $AL$ ) et la couverture des besoins en acides aminés ou pas par une séquence triphase (respectivement notées A et B en indice). Deux bandes sont utilisées avec chacune quatre cases de six femelles ou six mâles castrés par stratégie. Le rationnement permet d'augmenter le taux de muscle des pièces (TMP) de 1,5 point ( $RA_A$  : 62,4 vs  $AL_A$  : 60,9,  $P < 0,01$ ) en moyenne pour les deux bandes. L'indice de consommation (IC) reste stable avec le rationnement dans la bande 1 (2,46 vs 2,40) mais augmente dans la bande 2 (2,56 vs 2,39,  $P < 0,05$ ). Cela s'explique sans doute par les conditions d'élevage des deux bandes, étudiées respectivement en périodes hivernale et estivale. Ainsi, la consommation moyenne journalière (CMJ) du lot  $AL_A$  de la bande 2 est inférieure de 20% à celle du lot  $AL_A$  de la bande 1, d'où une CMJ du lot  $RA_A$  de la bande 2 inférieure de 28% à celle du lot  $AL_A$  de la bande 1. La séquence B dégrade l'IC de façon plus importante chez les femelles que chez les mâles castrés ( $P < 0,01$ ). Une dégradation plus marquée du TMP apparaît également chez les femelles élevées en situation de stress thermique (bande 2). Cette étude confirme l'intérêt de couvrir les besoins en acides aminés pour améliorer l'IC et le TMP. Le rationnement permet également d'obtenir un gain sur ce critère, mais au prix d'un engraissement plus long. Une évaluation plus fine de la qualité de la carcasse et des pièces devrait permettre de mieux quantifier l'incidence sur la valeur commerciale susceptible de compenser le surcoût de production.

## **Effect of feed restriction and level of amino acid supply on performance of fattening pigs reared under different climatic conditions**

Growth performance of pigs obtained with three feeding strategies were compared. Strategies  $AL_A$ ,  $AL_B$  and  $RA_A$  differed by the feeding level ( $AL$ : *ad libitum*,  $RA$ : restricted at 85%  $AL$ ) and the 3-phase feeding sequence that met amino acid requirements or not (subscripts A and B, respectively). Two batches, each with four pens of six gilts or barrows per treatment, were used. Carcass leanness was 1.5 percentage point higher in  $RA_A$  than in  $AL_A$  (62.4 vs 60.9,  $P > 0.01$ ) on average from both batches. The feed conversion ratio (FCR) was similar in both treatments in batch 1 (2.46 vs 2.40), but it increased in  $RA_A$  in batch 2 (2.56 vs 2.39,  $P < 0.05$ ). This difference may be related to the housing conditions during batches 1 and 2 (studied in winter and summer, respectively). Hence, daily feed intake (DFI) of  $AL_A$  was 20% lower in batch 2 than in batch 1. Therefore, DFI of  $RA_A$  in batch 2 was 28% lower than that of  $AL_A$  in batch 1. With sequence B, FCR was higher than that of sequence A, and the difference was larger in gilts than in barrows (interaction:  $P < 0.01$ ). The decrease in carcass leanness was also larger in gilts, especially under warm conditions (batch 2). This study demonstrated that both FCR and carcass leanness are improved by more adequate AA nutrition. Carcass leanness was also improved by restricting feed, which was associated with a longer fattening duration. Precise grading of the entire carcass or its main cuts would help to assess more accurately consequences on the commercial value that may attenuate the extra cost of production due to the longer fattening duration.

## INTRODUCTION

Le rationnement alimentaire est une stratégie mise en œuvre depuis longtemps pour améliorer l'indice de consommation (IC) et le classement des carcasses des porcs, notamment quand ceux-ci consomment spontanément beaucoup plus d'énergie que ce qui suffirait pour exprimer leur dépôt maximum de muscle (Affentranger *et al.*, 1996 ; Cho *et al.*, 2006). C'est notamment le cas du porc mâle castré qui dépose plus de gras que les femelles, et dont la carcasse est donc plus grasse (Noblet *et al.*, 1994). L'exposition à des températures ambiantes supérieures à la température de confort des animaux provoque également une réduction de la consommation plus ou moins importante selon l'intensité du stress thermique ressenti (Quiniou *et al.*, 2000). Dans les deux cas, les performances de croissance et de carcasse des porcs sont modifiées (Quiniou *et al.*, 1996 ; Campos *et al.*, 2017).

La qualité de l'aliment détermine également les performances des porcs, notamment sa teneur en acides aminés (AA) digestibles. En effet, pour un niveau d'apport énergétique donné, la croissance musculaire dépend du potentiel de dépôt protéique du porc et de la couverture des besoins en AA associés. Un apport en AA en-deçà du besoin ne permet pas une croissance musculaire maximale au regard de l'énergie disponible, le gain moyen quotidien (GMQ) et l'IC se dégradent et l'adiposité de carcasse augmente.

La présente étude a pour objectif de quantifier les effets de différentes conduites alimentaires sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse de porcs femelles ou mâles castrés issus du croisement Piétrain x (Large White x Landrace), le plus répandu en France.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Deux bandes de porcs sont élevées successivement dans les mêmes salles à la station IFIP (Romillé, 35) entre décembre 2018 et mai 2019 (bande 1) et entre mai et octobre 2019 (bande 2).

#### 1.1. Dispositif expérimental

L'effet de la conduite alimentaire sur les performances de croissance est étudié suivant un dispositif factoriel 3x2, avec trois stratégies d'alimentation appliquées à des porcs de deux types sexuels. Dans chacune des deux bandes étudiées, quatre blocs de six cases de six femelles (F) ou mâles castrés (MC) sont constitués. Les animaux sont mis en lot selon leur poids à la sortie du post-sevrage (vers 26 kg), leur sexe et leur origine de portée. Les quatre blocs sont répartis entre deux salles prévues pour recevoir 100 porcs, le reste de l'effectif étant constitué de porcs hors essai.

#### 1.2. Conduites alimentaires

Deux séquences alimentaires en trois phases sont étudiées. Elles divergent par le rapport entre AA essentiels digestibles (notamment la lysine, LYSd) et énergie nette (EN) et le poids vif (PV) auquel est réalisé le changement d'aliment (Tableau 1). La séquence A est utilisée en alimentation à volonté (lot témoin : AL<sub>A</sub>) ou rationnée (lot RA<sub>A</sub>). Elle est conçue pour couvrir au mieux les besoins des animaux dès le début de chaque phase. La séquence B est utilisée en alimentation à volonté (lot AL<sub>B</sub>). Pour cette séquence, le rapport LYSd/EN est inférieur au besoin théorique dès le début de chaque phase. Les aliments sont formulés sur la base d'une teneur en EN de 9,75 MJ/kg.

**Tableau 1** – Caractéristiques nutritionnelles (en frais)<sup>1,2</sup> des aliments utilisés dans les séquences triphases A et B

Séquence	A			B		
	≤ 65	65-95	≥ 95	≤ 55	55-85	≥ 85
PV, kg						
LYSd, g/MJ EN	0,94	0,81	0,73	0,74	0,66	0,56
MAT, g/kg	160	141	131	134	122	114
LYStot, g/kg	10,2	8,8	8,0	8,2	7,2	6,2
CB, g/kg	35	34	34	35	34	34
Amidon, g/kg	429	463	475	461	486	495
Sucres, g/kg	46	44	42	42	41	40
MG, g/kg	31	27	27	32	27	27
MM, g/kg	53	45	45	53	45	45
Calcium, g/kg	8,3	5,98	5,98	8,27	5,98	5,97
Ptot, g/kg	4,94	3,78	3,78	4,95	3,76	3,76
Pdig, g/kg <sup>3</sup>	2,82	1,91	1,9	2,82	1,89	1,91
EN, MJ/kg	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
EN/ED, %	72,4	73,5	74,2	73,9	74,6	75,1

<sup>1</sup> Caractéristiques obtenues lors de la formulation réalisée sur la base des caractéristiques chimiques des matières premières communiquées par le fabricant et leurs valeurs nutritionnelles estimées avec le logiciel Evapig®.

<sup>2</sup> PV : poids vif moyen limite d'utilisation ; LYStot ou LYSd : lysine totale ou digestible ; ED ou EN : énergie digestible ou nette ; MAT : matières azotées totales ; CB : cellulose brute de Weende ; MG : matières grasses ; MM : matières minérales ; Ptot ou Pdig : phosphore total ou digestible. <sup>3</sup> Les aliments sont granulés.

Cette étude étant intégrée dans un programme expérimental plus vaste qui porte également sur l'étude des effets du stress thermique, l'intensité du rationnement appliqué aux porcs du lot RA<sub>A</sub> a pour objectif de mimer l'amplitude de la chute de consommation spontanée induite par le stress thermique, telle qu'observée par Serviento *et al.* (2020). A partir de la troisième semaine d'engraissement, la ration hebdomadaire allouée aux cases du lot RA<sub>A</sub> est calculée en début de semaine en appliquant un pourcentage décroissant (de 95% la troisième semaine à 78% la treizième semaine et les suivantes) à la consommation moyenne journalière (CMJ) mesurée la semaine qui précède de la case du même sexe affectée au lot AL<sub>A</sub> dans le même bloc. Les deux premières semaines, en l'absence de données disponibles sur les cases AL<sub>A</sub>, la ration allouée par porc correspond à 4% du PV à l'entrée en engraissement, puis elle augmente de 30 g/j. En cas de forte fluctuation de la CMJ spontanée mesurée à l'échelle de la case d'une semaine à l'autre, la moyenne des résultats obtenus sur les 2 ou 3 semaines précédentes est retenue comme référence de calcul. Les cases sont équipées de nourrisseurs bi-place.

#### 1.3. Organisation des départs pour l'abattoir

Des mesures tomographiques sont réalisées afin de caractériser précisément la composition tissulaire de la carcasse et des pièces principales (Daumas *et al.*, 2021). Cette contrainte limite le nombre de porcs abattus par semaine et conduit à organiser cinq (bande 1) ou six (bande 2) départs. Les dates de départ sont par ailleurs assujetties à la disponibilité du tomographe et de l'équipe technique sur 5 jours d'activité hebdomadaires consécutifs avec un départ des porcs pour l'abattoir le lundi, l'abattage le mardi, le retour des carcasses à la station IFIP et le début des mesures tomographiques le mercredi, la poursuite des mesures le jeudi et enfin le départ des carcasses et le nettoyage des installations le vendredi. Le départ des porcs de la bande 1 intervient après 95 (27 animaux), 102 (29), 109 (29), 116 (28) ou 123 (21) jours d'engraissement, et pour ceux de la bande 2 après 88 (23 porcs), 102 (23), 109 (21), 116 (21), 123 (23) ou 130 (20) jours. Les porcs sont abattus par cases entières.

#### 1.4. Mesures

Les porcs sont pesés individuellement la veille de l'entrée en engraissement puis toutes les 2 semaines jusqu'au premier départ pour l'abattoir. Par la suite, tous les animaux sont pesés à chaque départ, qu'ils partent ou pas. En cas de mortalité en cours d'essai, la date, la cause et le poids sont notés et l'aliment restant dans le nourrisseur est aspiré et pesé.

Chaque semaine, un bilan de consommation d'aliment est réalisé à l'échelle de la case à partir des quantités d'aliment distribué depuis le début de la période et du reste aspiré dans les nourrisseurs en fin de période. Le jour de pesée des porcs, les cases du lot RA<sub>A</sub> reçoivent une demi-ration à 08h15 et l'aliment restant dans le nourrisseur des cases des lots AL<sub>A</sub> et AL<sub>B</sub> est aspiré à 09h30. Les porcs des trois lots sont pesés à 14h00. Puis les nourrisseurs des cases des lots AL<sub>A</sub> et AL<sub>B</sub> sont remplies tandis que les cases du lot RA<sub>A</sub> reçoivent la deuxième demi-ration, sauf le jour du départ pour l'abattoir

A l'abattoir, la carcasse chaude est pesée, les épaisseurs de gras (G3, G4) et de muscle (M3, M4) sont mesurées par Image Meater pour calcul du taux de muscle des pièces (TMP).

#### 1.5. Calculs et analyses statistiques

La CMJ est obtenue en divisant la quantité d'aliment consommée sur la période par la somme des temps de présence des porcs de la case (durée de la période pour les porcs présents en fin de période ou temps écoulé depuis le début de la période pour ceux qui meurent avant la fin). Le cumul d'aliment consommé par porc sur la période considérée est calculé en tenant compte du nombre moyen de porcs sur la période en dénominateur. Quand le bilan d'aliment consommé est réalisé une semaine pendant laquelle aucune pesée n'est réalisée, le PV individuel en fin de semaine est estimé par interpolation à partir des mesures réalisées la semaine qui précède et celle qui suit. Le GMQ est calculé individuellement seulement pour les porcs vivants en fin d'engraisement, puis une valeur moyenne est calculée par case. L'IC est calculé en divisant la CMJ moyenne par case par le GMQ moyen calculé à partir des porcs toujours présents en fin de période.

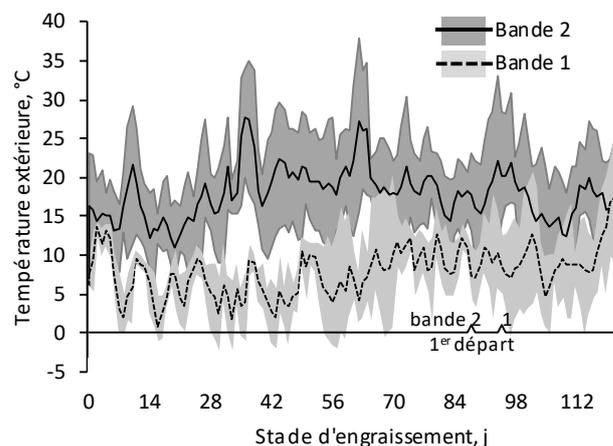
Les contraintes d'organisation des départs pour l'abattoir conduisent à des écarts de poids moyens d'abattage importants entre les lots et entre les bandes. Les performances de croissance moyennes par case sont donc calculées soit jusqu'au départ pour l'abattoir soit jusqu'à un jour de pesée qui permet de calculer les performances sur une gamme de poids comparable pour toutes les cases intra-bloc.

Les données sont soumises à une analyse de la variance (proc GLM, SAS v9.4, Inc.) avec en effets fixes la bande (B), le lot (L), le sexe (S), les interactions du premier et du second ordre, ainsi que le bloc intra-bande. Les effets sont considérés significatifs pour une probabilité inférieure à 5%.

## 2. RESULTATS – DISCUSSION

### 2.1. Préambule sur les conditions d'élevage

Les porcs de la bande 2 sont plus âgés que ceux de la bande 1 à l'entrée en engraissement en raison d'un changement de salle opéré 2 semaines après le sevrage qui a pénalisé leur GMQ. A 63 jours d'âge, ces porcs pèsent 4,9 kg de moins que ceux de la bande 1 (21,5 vs 26,4 kg). En conséquence, l'entrée en engraissement de la bande 2 est retardée de 7 jours, l'écart de PV initial étant alors de 1 kg entre les deux bandes (Tableau 2).



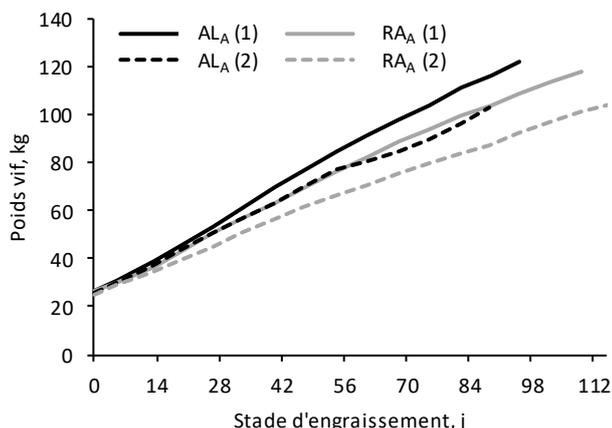
**Figure 1** – Températures moyenne, minimale et maximale extérieures selon le stade d'engraisement et la bande (source : station météorologique INRAE, Le Rheu)

La bande 2 entrée en engraissement le 22 mai 2019 subit dès le mois de juin des conditions météorologiques caniculaires (Figure 1). La température ambiante ne faisant pas initialement l'objet de l'étude, aucune mesure spécifique ne porte sur ce critère en plus de celles réalisées automatiquement par le système de gestion de la ventilation dont certaines n'ont pas été enregistrées. Néanmoins, les données disponibles (non présentées) sur les 70 premiers jours d'engraisement permettent d'observer des températures ambiantes maximales supérieures à 30°C au cours de la journée pendant le premier pic de chaleur qui intervient vers 10 jours d'engraisement. C'est également le cas fréquemment pendant le deuxième mois d'engraisement et pendant les semaines d'engraisement qui suivent. Or au fil du temps les porcs s'alourdissent et produisent de plus en plus de chaleur. Ainsi, même en l'absence de mesure de la température ambiante à ce stade, ces éléments conduisent à considérer que le stress thermique s'est prolongé pendant le troisième mois d'engraisement (e.g., *a minima* jusqu'au premier départ des porcs pour l'abattoir). Cette situation remet en question le principe selon lequel la bande 2 serait une répétition de la bande 1. Si l'impact des conditions climatiques était initialement considéré de façon indirecte dans la conception du plan de rationnement du lot RA<sub>A</sub>, il devient un facteur d'élevage (confondu avec la bande) qui doit être pris en compte dans l'interprétation des résultats.

### 2.2. Effets du niveau d'ingestion

#### 2.2.1. Sur les performances observées jusqu'à l'abattage

En raison d'un fort impact de la conduite alimentaire ( $P < 0,01$ ) et de la bande ( $P < 0,01$ ) sur la croissance des porcs (Figure 2, Tableau 2), l'évolution de la CMJ et de l'ingéré cumulé par porc est représentée pour les lots AL<sub>A</sub> et RA<sub>A</sub> en fonction du stade d'engraisement (Figures 3a et 3b) ou du PV moyen de case en fin de semaine (Figures 3c et 3d) selon la bande. Alors que la CMJ à volonté (lot AL<sub>A</sub>) augmente de façon similaire au cours des 2 premières semaines des deux bandes, un écart apparaît dès la troisième semaine, c'est-à-dire celle qui suit le premier pic de chaleur subi par les porcs de la bande 2. Ce décalage est en accord avec l'effet à long terme des vagues de chaleur évoqué dans la littérature (Renaudeau, 2021). En effet, contrairement à une situation de stress thermique chronique pendant laquelle la réduction de l'ingestion est un des mécanismes d'adaptation mis en place pour réguler la température interne (Quiniou *et al.*, 2000), un épisode de stress thermique aigu surprend les animaux alors qu'ils consomment



**Figure 2** – Evolution du poids moyen jusqu'au premier départ selon le lot et le stade d'engraissement dans la bande (1 ou 2) chez les porcs alimentés à volonté (AL<sub>A</sub>) ou rationnés (RA<sub>A</sub>) avec la séquence triphase A des deux bandes (1 ou 2)

encore l'aliment à satiété. L'exportation de l'extra-chaaleur produite lors de l'utilisation métabolique des nutriments est plus difficile, avec des conséquences sur le métabolisme, la santé digestive et plus généralement les performances des porcs, même après un retour à la thermoneutralité (Renaudeau *et al.*, 2007 ; Ross *et al.*, 2015).

Quand les premiers porcs de la bande 2 partent pour l'abattoir après 89 jours d'engraissement, la quantité cumulée d'aliment ingéré par porc du lot AL<sub>A</sub> est inférieure de 46 kg à celle de la bande 1 (184 vs 230 kg), soit une différence de 20% en moyenne. Sur la même période, elle est très proche de la quantité allouée aux porcs du lot RA<sub>A</sub> de la bande 1 (189 kg, Figure 3b). L'ingestion cumulée de 152 kg/porc du lot RA<sub>A</sub> de la bande 2 jusqu'au premier départ correspond à 83% de l'ingéré spontané de leurs contemporains sur la même période, et à 66%

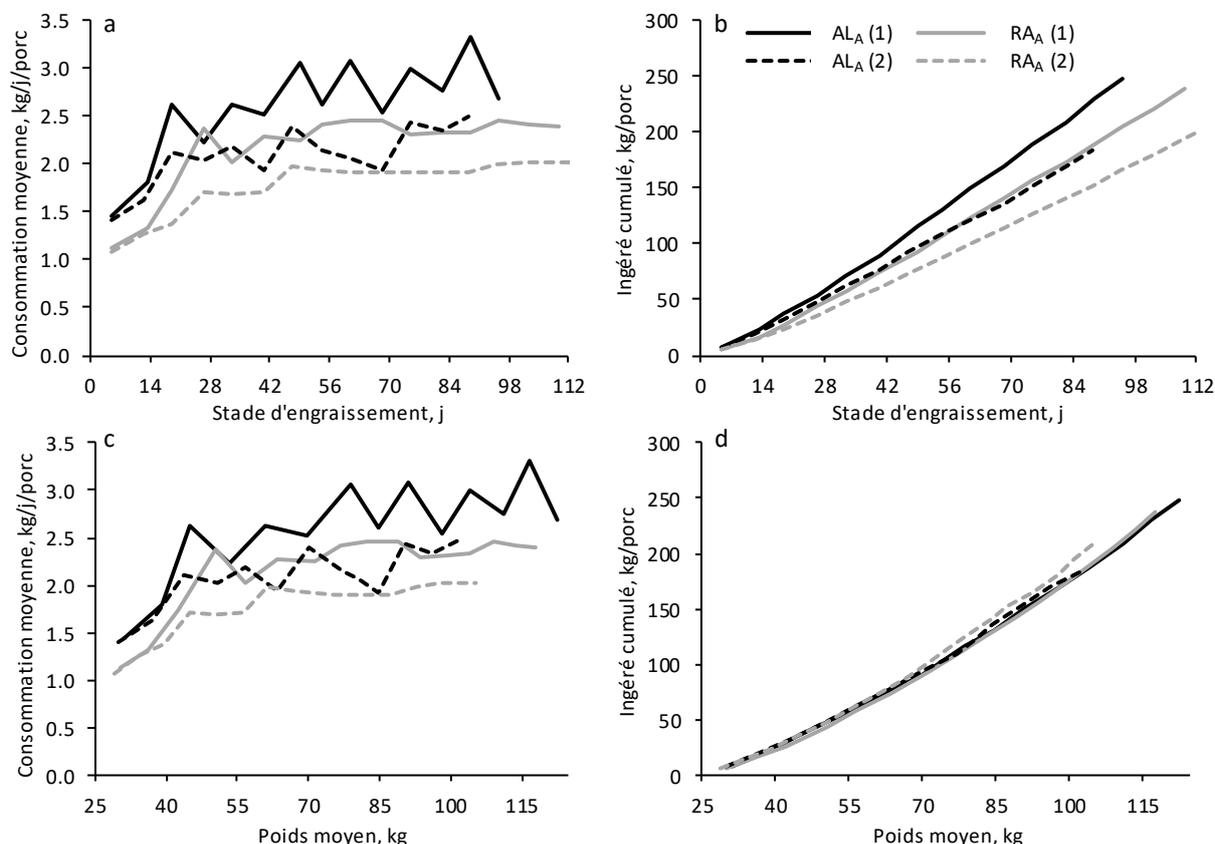
de celui des porcs du lot AL<sub>A</sub> de la bande 1, supposés être élevés dans des conditions d'ambiance favorables à l'expression de leur potentiel d'ingestion et de croissance.

Le rationnement modifie significativement les caractéristiques de la carcasse. A poids de carcasse similaire pour la bande 1, il induit une augmentation significative du TMP de 1,8 point chez les porcs du lot RA<sub>A</sub> par rapport aux porcs du lot AL<sub>A</sub> (Tableau 2). En revanche, pour la bande 1, la carcasse des porcs RA<sub>A</sub> est plus légère ( $P < 0,05$ ) de 7,3 kg par rapport à ceux du lot AL<sub>A</sub>, et l'écart de TMP observé de 1,8 point eut sans doute été moindre avec des porcs RA<sub>A</sub> abattus un peu plus lourds.

Pour un niveau d'ingestion comparable, malgré un IC inférieur sur l'ensemble de l'engraissement ( $P < 0,05$ ), le TMP des porcs AL<sub>A</sub> de la bande 2 est significativement moins élevé que celui du lot RA<sub>A</sub> de la bande 1 même s'ils sont plus légers à l'abattage. Ce résultat est en accord avec Le Bellego *et al.* (2002), qui observent une plus grande adiposité du gain de poids au chaud pour un niveau d'ingestion donné. Il s'agirait d'une adaptation supplémentaire au chaud en parallèle de la baisse d'ingestion qui permet de réduire la production de chaleur, le rendement de dépôt d'énergie sous forme de lipides étant meilleur que sous forme de protéines (Quiniou *et al.*, 1996).

### 2.2.2. Effets observés jusqu'à 105 kg de poids vif environ

Les performances calculées jusqu'à un PV final comparable pour les trois lots intra-bloc sont présentés dans le tableau 3. Bien que l'intensité de rationnement soit comparable dans les bandes 1 et 2 (respectivement 86 et 84%), la baisse de GMQ induite par le rationnement est plus importante dans la bande 2 (-21%, 698 vs 888 g/j) que dans la bande 1 (-15%, 866 vs 1034 g/j). Cet écart s'explique probablement par la forte baisse de la quantité d'énergie disponible au-dessus de l'entretien pour la croissance quand la CMJ des porcs du lot RA<sub>A</sub> de la bande 2 ne



**Figure 3** – Evolution<sup>1</sup> de la consommation moyenne journalière hebdomadaire (a, c) ou de l'ingéré cumulé (b, d) par porc selon le stade d'engraissement (a, b) ou le poids vif en fin de période (c, d) selon le lot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jusqu'au départ pour l'abattoir de la première case du lot (intra bande). <sup>2</sup>Voir Figure 2.

**Tableau 2** – Performances<sup>1</sup> de croissance jusqu'à l'abattage et caractéristiques de carcasse selon la bande et le lot

Bande	1			2			ETR	Statistiques (P-value) <sup>2</sup>				
	AL <sub>A</sub>	AL <sub>B</sub>	RA <sub>A</sub>	AL <sub>A</sub>	AL <sub>B</sub>	RA <sub>A</sub>		L	S	B	SxL	BxL
<b>Performances de croissance jusqu'à l'abattage (moyennes par case)</b>												
Age initial, j	62,5 <sup>a</sup>	62,5 <sup>a</sup>	62,6 <sup>a</sup>	69,8 <sup>b</sup>	69,7 <sup>b</sup>	69,7 <sup>b</sup>	0,3	0,69	0,16	<0,01	0,90	0,58
PV initial, kg	26,4 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>	26,6 <sup>a</sup>	25,6 <sup>b</sup>	25,3 <sup>bc</sup>	25,2 <sup>c</sup>	0,4	0,36	<0,01	<0,01	0,48	0,07
PV final, kg	128,9 <sup>a</sup>	129,0 <sup>a</sup>	122,8 <sup>b</sup>	114,4 <sup>cd</sup>	119,3 <sup>bc</sup>	110,8 <sup>d</sup>	4,8	<0,01	0,38	<0,01	0,71	0,38
Durée, j	103 <sup>ab</sup>	106 <sup>ac</sup>	116 <sup>d</sup>	99 <sup>b</sup>	110 <sup>c</sup>	126 <sup>e</sup>	6	<0,01	<0,01	0,12	<0,04	0,01
CMJ, kg/j	2,63 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,19 <sup>b</sup>	2,17 <sup>b</sup>	2,25 <sup>b</sup>	1,81 <sup>c</sup>	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,24	0,58
GMQ, g/j	990 <sup>a</sup>	962 <sup>a</sup>	824 <sup>c</sup>	894 <sup>b</sup>	850 <sup>bc</sup>	678 <sup>d</sup>	44	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,26
IC	2,66 <sup>a</sup>	2,76 <sup>b</sup>	2,66 <sup>a</sup>	2,42 <sup>c</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>	0,08	<0,01	0,61	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Caractéristiques de carcasse (données individuelles)</b>												
Nombre	39	39	44	37	40	40						
Poids chaud, kg	105,1 <sup>a</sup>	104,6 <sup>a</sup>	97,8 <sup>b</sup>	90,1 <sup>c</sup>	94,8 <sup>b</sup>	89,2 <sup>c</sup>	9,2	<0,01	0,45	<0,01	0,85	0,07
Rendement, %	81,4 <sup>a</sup>	81,2 <sup>a</sup>	79,6 <sup>b</sup>	79,0 <sup>b</sup>	79,2 <sup>b</sup>	79,3 <sup>b</sup>	1,5	<0,01	0,55	<0,01	0,42	<0,01
TMP	60,7 <sup>a</sup>	60,3 <sup>ab</sup>	62,5 <sup>c</sup>	61,0 <sup>a</sup>	59,9 <sup>b</sup>	62,9 <sup>c</sup>	1,8	<0,01	<0,01	0,77	0,37	0,28
Femelles	61,6 <sup>a</sup>	61,0 <sup>ac</sup>	63,4 <sup>b</sup>	61,8 <sup>a</sup>	60,1 <sup>c</sup>	63,4 <sup>a</sup>						
Mâles castrés	59,8 <sup>a</sup>	59,6 <sup>a</sup>	61,5 <sup>b</sup>	60,1 <sup>a</sup>	59,6 <sup>a</sup>	62,3 <sup>b</sup>						

<sup>1</sup>Lots AL<sub>A</sub> et RA<sub>A</sub> : respectivement, alimentation à volonté et rationnée avec la séquence alimentaire A, AL<sub>B</sub> : alimentation à volonté avec la séquence B ; PV : poids vif ; CMJ : consommation moyenne journalière ; IC : indice de consommation ; TMP : taux de muscle des pièces obtenu par Image Meater.

<sup>2</sup>ETR : écart-type résiduel ; L : lot ; B : bande ; S : sexe. Analyse de la variance avec le bloc intra-bande, L, S, B et les interactions du premier et second degré en effets principaux (proc GLM). L'interaction BxSxL n'est jamais significative au seuil de 5% et est retirée du modèle, seule une tendance (P = 0,098) étant observée pour l'IC sur l'ensemble de l'engraissement. L'interaction BxS est significative seulement pour l'âge et PV initiaux. Les valeurs indiquées sont des moyennes ajustées. Différentes lettres indiquées en exposant sur une même ligne témoignent d'une différence significative entre ces valeurs au seuil de 5%.

représente plus que 72% de l'à volonté de la bande 1 (Bikker, 1995). Il s'ensuit une détérioration significative de 0,17 point de l'IC chez les porcs rationnés de la bande 2 (2,56 vs 2,39), mais pas chez ceux de la bande 1 (2,46 vs 2,40, P > 0,05).

Quand la chute d'ingestion résulte des conditions estivales, le GMQ diminue seulement de 146 g/j chez les lots conduits *ad libitum* (888 vs 1034 g/j, P < 0,05). Renaudeau *et al.* (2011) estiment la baisse de GMQ à 30 g/j par degré au-dessus de la température critique supérieure chez les porcs de 60 kg. Même si l'influence de l'exposition au chaud s'accroît quand les porcs s'alourdissent, la baisse de 146 g/j autour d'un PV de 65 kg correspondrait aux attentes quand la température ambiante dépasse de presque 5°C la température de confort.

Pour une même CMJ (2,13 et 2,12 kg/j), l'IC obtenu pour le lot RA<sub>A</sub> de la bande 1 et le lot AL<sub>A</sub> de la bande 2 est respectivement de 2,46 et 2,39. La puissance expérimentale de l'essai n'est pas suffisamment élevée pour mettre en évidence une différence significative entre ces valeurs. Néanmoins, l'IC plus élevé obtenu pour les porcs du lot RA<sub>A</sub> de la bande 1 par rapport à ceux du lot AL<sub>A</sub> de la bande 2 pourrait résulter d'une modification de l'utilisation de l'énergie avec un accroissement

des dépenses liées à l'activité physique chez les animaux en situation de compétition alimentaire tandis qu'à l'inverse la production de chaleur basale diminue en situation de stress thermique chronique (Campos *et al.*, 2017).

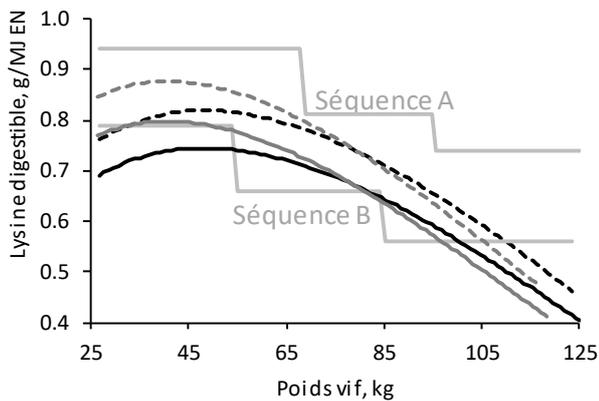
### 2.3. Effets de la séquence alimentaire

Les séquences alimentaires A et B sont conçues sur la base d'un profil de besoin établi antérieurement à l'essai à partir de porcs étudiés dans la même station, sans faire de distinction entre MC et F. Les données recueillies à partir des porcs du lot AL<sub>A</sub> de la bande 1 permettent de calibrer le profil de leur besoin en AA avec le logiciel InraPorc® et de confirmer que la séquence A couvre les besoins des populations de MC et de F (Figure 4) tout au long de l'engraissement. Pour ce qui concerne les apports réalisés avec la séquence B, ils sont en deçà des besoins de la population de MC jusqu'à environ 110 kg de PV, voire en dessous des besoins du porc moyen entre 55 et 102 kg. Chez les F, les apports en AA sont inférieurs au besoin du porc moyen de l'entrée en engraissement jusqu'à 98 kg (105 kg l'échelle de la population). Le déficit d'apport en AA plus important chez les F que chez les MC est corroboré par les résultats zootechniques.

**Tableau 3** – Performances<sup>1</sup> moyennes de croissance jusqu'à un poids final similaire pour les lots des deux bandes

Bande	1			2			ETR	Statistiques (P-value) <sup>1</sup>				
	AL <sub>A</sub>	AL <sub>B</sub>	RA <sub>A</sub>	AL <sub>A</sub>	AL <sub>B</sub>	RA <sub>A</sub>		L	S	B	SxL	BxL
PV final, kg	102,8 <sup>a</sup>	105,5 <sup>ab</sup>	104,5 <sup>ab</sup>	105,9 <sup>ab</sup>	108,8 <sup>b</sup>	106,3 <sup>ab</sup>	3,1	0,05	0,03	<0,01	0,90	0,77
Durée, j	74 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>	90 <sup>c</sup>	91 <sup>c</sup>	98 <sup>d</sup>	117 <sup>e</sup>	6	<0,01	<0,01	<0,01	0,37	0,03
CMJ, kg/j	2,49 <sup>a</sup>	2,51 <sup>a</sup>	2,13 <sup>b</sup>	2,12 <sup>b</sup>	2,16 <sup>b</sup>	1,79 <sup>c</sup>	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,92
Femelles	2,38 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	2,07 <sup>b</sup>	2,00 <sup>b</sup>	2,13 <sup>b</sup>	1,73 <sup>c</sup>						
Mâles castrés	2,59 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>	2,18 <sup>b</sup>	2,24 <sup>b</sup>	2,19 <sup>b</sup>	1,86 <sup>c</sup>						
GMQ, g/j	1034 <sup>a</sup>	987 <sup>a</sup>	866 <sup>b</sup>	888 <sup>b</sup>	853 <sup>b</sup>	698 <sup>c</sup>	51	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,64
Femelles	993 <sup>a</sup>	911 <sup>ab</sup>	847 <sup>bc</sup>	843 <sup>bc</sup>	811 <sup>c</sup>	679 <sup>d</sup>						
Mâles castrés	1075 <sup>a</sup>	1064 <sup>a</sup>	885 <sup>b</sup>	932 <sup>a</sup>	895 <sup>b</sup>	718 <sup>c</sup>						
IC	2,40 <sup>a</sup>	2,55 <sup>b</sup>	2,46 <sup>ab</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,54 <sup>b</sup>	2,56 <sup>b</sup>	0,10	<0,01	0,13	0,39	<0,01	0,18
Femelles	2,40 <sup>a</sup>	2,66 <sup>b</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,37 <sup>a</sup>	2,63 <sup>b</sup>	2,54 <sup>b</sup>						
Mâles castrés	2,41 <sup>a</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	2,47 <sup>ab</sup>	2,41 <sup>a</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	2,58 <sup>b</sup>						

<sup>1</sup>Voir le tableau 2.



**Figure 4** – Comparaison entre l'évolution du besoin en lysine digestible pour le porc moyen (—) ou la population (---) de porcs mâles castrés (en noir) ou femelles (en gris) et les apports réalisés avec la séquence A ou la séquence B

Entre 26 et 105 kg de PV environ, l'IC obtenu avec la séquence B est significativement plus élevé qu'avec la séquence A (+0,15 point,  $P < 0,01$ ) quelle que soit la bande. L'écart est plus important chez les F (+0,26 point) que chez les MC (+0,04 point, interaction significative entre le lot et le sexe). Sur l'ensemble de l'engraissement, des écarts d'IC plus importants sont également observés entre les deux séquences chez les F. Il en est de même pour le TMP qui diminue chez les F du lot AL<sub>B</sub> de façon significative pendant la bande 2 (-1,7 point) mais pas pendant la bande 1 (-0,6 point, Tableau 2), tandis que l'effet est ténu quand les MC sont alimentés avec les aliments de la séquence B plutôt qu'avec ceux de la séquence A (-0,3 point,  $P > 0,05$ ). La sensibilité plus marquée des F au stress thermique peut être mise en relation avec leur gain de poids plus maigre que celui des MC, la production de chaleur étant d'autant plus importante que le ratio protéines/lipides dans le gain de poids est élevé. C'est également une des raisons mises en avant pour expliquer la plus grande sensibilité des types de porcs modernes (maigres) à la chaleur (Renaudeau *et al.*, 2011). Avec un rapport EN/énergie digestible plus élevé (Tableau 1), la production de

chaleur associée à la digestion et l'utilisation métabolique des aliments de la séquence B est moindre que pour la séquence A. Cela présente un intérêt quand le porc est élevé dans des conditions chaudes, car pour une même quantité d'extra-chaleur à exporter, le porc peut consommer plus d'EN. C'est peut-être la raison pour laquelle, pour la bande 2, la CMJ des F est 130 g/j plus élevée entre 26 et 105 kg (+200 g/j sur l'ensemble de l'engraissement) avec la séquence B qu'avec la séquence A.

## CONCLUSION

Les résultats de cette étude confirment l'intérêt de couvrir les besoins en AA des porcs pour réduire l'IC et ainsi diminuer la consommation des ressources. Ils amènent également à considérer des apports nutritionnels adaptés au besoin de chaque type sexuel. Considéré pendant longtemps comme une solution pour améliorer l'IC, le rationnement semble désormais influencer ce critère de façon limitée, la moindre rétention d'énergie étant peut-être obtenue en parallèle d'une dépense énergétique supplémentaire induite par une modification du comportement des animaux. Pourtant, sur la base des résultats de classement obtenus avec l'Image Meater, le rationnement tout comme la couverture des besoins en AA semblent intéressants pour augmenter le taux de muscle de la carcasse, c'est-à-dire sa valeur marchande. Des observations plus fines réalisées sur la carcasse devraient permettre de mieux quantifier l'incidence sur la valeur commerciale susceptible de compenser le surcoût de production induit par un allongement de la durée d'engraissement ou des aliments plus riches en AA et de mieux caractériser les effets de la chaleur également.

## REMERCIEMENTS

Cette communication est issue du programme SCANALI, qui a bénéficié d'une subvention du Ministère chargé de l'agriculture (fonds CASDAR géré par FranceAgriMer). La responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Affentranger P., Gerwig C., Seewer G.J.F., Schwörer D., Künzi N., 1996. Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. *Livest. Prod. Sci.*, 45, 187-196.
- Bikker P., 1995. Protein and lipid accretion in body components of growing pigs: Effects of body weight and nutrient intake. Thèse WUR, 203 pp.
- Campos P.H.R.F., Le Floc'h N., Noblet J., Renaudeau D., 2017. Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. *Rev. Bras. Zootec.*, 46, 537-544.
- Cho S.B., Cho S.H., Chang S.S., Chung I.B., Lim J.S., Kil D.Y., Kim Y.Y., 2006. Effects of restricted feeding on performance, carcass quality and hormone profiles in finishing barrows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19, 1643-1648.
- Daumas G., Monziols M., Quiniou N., 2021. Effet du rationnement et d'une carence en acides aminés sur la teneur en muscle des carcasses et des pièces de découpe du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine*, 53, 61-62.
- Le Bellego L., van Milgen J., Noblet J., 2002. Effect of high ambient temperature on protein and lipid deposition and energy utilization in growing pigs. *Anim. Sci.*, 75, 85-96.
- Noblet J., Karege C., Dubois 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., 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., Dubois S., Noblet J., 2000. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livest. Prod. Sci.*, 63, 245-253.
- Renaudeau D., 2021. Évaluation de l'impact d'une exposition répétée à un challenge thermique simulant une vague de chaleur estivale sur performances et les réponses physiologiques des porcs en finition. *Journées Rech. Porcine*, 53, 83-88.
- Renaudeau D., Huc E., Noblet J., 2007. Acclimation to high ambient temperature in Large White and Caribbean Creole growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 85, 779-790.
- Renaudeau D., Gourdine J.-L., St-Pierre N.R., 2011. A metaanalysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 89, 2220-2230.
- Ross J.W., Hale B.J., Gabler N.K., Rhoads R.P., Keating A.F., Baumgaard L.H., 2015. Physiological consequences of heat stress in pigs. *Anim. Prod. Sci.*, 55, 1381-1390.
- Serviento A.M., Lebreton B., Renaudeau D., 2020. Chronic prenatal heat stress alters growth, carcass composition, and physiological response of growing pigs subjected to postnatal heat stress. *J. Anim. Sci.*, 98 (5), DOI:10.1093/jas/skaa161.