



La réponse à la supplémentation en L-leucine pendant la phase de post-sevrage diffère selon le poids de naissance des porcelets

Sam MILLET (1), Carolien DE CUYPER (1), Eline KOWALSKI (1), William LAMBERT (2), Aude SIMONGIOVANNI (2),
Tristan CHALVON-DEMERSAY (2)

(1) ILVO, Animal Sciences Unit, Scheldeweg 68, 9090 Melle, Belgique

(2) METEX ANIMAL NUTRITION, 32 rue Guersant, 75017 Paris, France

aude.simonqiovanni@metex-noovistaqo.com

La réponse à la supplémentation en L-leucine pendant la phase de post-sevrage diffère selon le poids de naissance des porcelets

Cette étude visait à étudier la réponse à la leucine pendant la phase de post-sevrage chez des porcelets présentant différents poids de naissance. Nous avons émis l'hypothèse que la leucine améliore les performances des porcelets, notamment lorsqu'ils présentent un retard de croissance. Dans cet essai, 180 porcelets sevrés à 28 j ont été répartis entre six traitements pendant cinq semaines selon un plan factoriel 2×3 : deux classes de poids vif (PV, selon le poids de naissance) et trois niveaux de Leucine/Lysine digestible (LEU, déficitaire : 85 %, au besoin : 100 % et en excès : 115 %). Les indicateurs de performance (croissance, ingéré alimentaire et indice de consommation (IC)) ont été suivis et analysés statistiquement avec des modèles mixtes incluant PV, LEU et leur interaction comme facteurs fixes (la case était l'unité expérimentale). L'interaction PV×LEU était significative pour le poids final, la croissance et l'ingéré ($P < 0,01$). L'IC n'était pas affecté par l'interaction, ni par PV ou LEU. Chez les porcelets légers, ceux nourris à 100 % LEU présentaient une augmentation significative de leur ingéré, croissance et poids final par rapport à ceux nourris à 85 % LEU ($P < 0,05$) et présentaient une croissance, un ingéré et un IC non significativement différents des porcelets lourds nourris avec le même niveau de LEU ($P > 0,05$). Chez les porcelets lourds, ceux nourris à 115 % LEU présentaient les meilleures performances avec une augmentation numérique ou significative de leur ingéré, croissance et poids final par rapport aux autres traitements. En conclusion, le traitement LEU à 85 % apparaît bien déficitaire pour tous les porcelets. Les porcelets lourds ont répondu positivement à une supplémentation au-delà du besoin admis à 100 % LEU, alors que pour les légers, ce niveau semble optimal. Dans les deux cas, la réponse à la leucine semble s'expliquer par l'ingéré alimentaire sans dégradation de l'IC.

Piglet response to L-leucine supply during the post-weaning phase depends on piglet birth weight

This trial aimed to investigate the piglet response to leucine during the post-weaning phase as a function of piglet birth weight. The hypothesis was that leucine improves piglet performance, especially for those with a low growth rate and light body weight. In this trial, 180 piglets weaned at 28d of age were allocated to six treatments for five weeks in a 2×3 factorial design: two body weight categories (BW) depending on the birth weight and three levels of digestible leucine/lysine in the diet (LEU) (deficient: 85%, at the requirement: 100% and in excess: 115%). The performance traits (growth rate, feed intake and feed conversion ratio (FCR)) were recorded and then statistically analysed with mixed models, using BW, LEU and their interaction as fixed factors (the experimental unit was the pen). The BW×LEU interaction had a significant effect on final body weight, growth rate and feed intake ($P < 0.01$). The FCR was not influenced by the interaction, BW or LEU. In the group of light piglets, those fed 100% LEU had significantly higher feed intake, growth rate and final body weight than those fed 85% LEU ($P < 0.05$) and no significant difference in feed intake, growth rate or FCR compared to the heavy piglets fed the same level of LEU ($P > 0.05$). In the group of heavy piglets, those fed 115% LEU performed best, with a numerical or significant difference in feed intake, growth rate and final body weight compared to the two other LEU treatments. In conclusion, the treatments with 85% LEU appeared deficient for all piglets. The heavy piglets responded positively beyond the level considered to be 100% of the requirement, while for the light piglets, this level seemed optimal. In both cases, the response to leucine seems to be driven by the feed intake, with no effect on the FCR.

INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, la sélection des truies a été effectuée notamment sur le critère de la prolificité. Cette haute prolificité peut être associée à une capacité utéroplacentaire insuffisante responsable de l'augmentation du nombre de petits porcelets. La diminution du poids vif (PV) moyen des porcelets à la naissance et l'augmentation de sa variabilité dans la portée ont de nombreuses conséquences, avant et après le sevrage, sur la conduite d'élevage (Quiniou *et al.*, 2002). Sous la truie, les petits porcelets ont du mal à s'imposer pour atteindre les bonnes tétines et boivent donc souvent moins de colostrum et lait que les porcelets plus lourds. Après le sevrage, les petits porcelets grandissent moins vite que leurs congénères et ces différences perdurent jusqu'à l'abattage, complexifiant la gestion des départs à l'abattoir et provoquant des manques à gagner. De plus, durant la phase de post-sevrage, tous les porcelets de même âge recevant le même aliment, une hétérogénéité de vitesse de croissance empêche un apport optimisé de nutriments permettant à la fois de couvrir les besoins des animaux, et de réduire l'impact environnemental de la production. Réduire l'hétérogénéité de performances de croissance des porcelets après le sevrage est donc un enjeu majeur pour améliorer la gestion et la rentabilité des élevages.

Des études ont montré que les acides aminés à chaîne ramifiée (AACR) peuvent contribuer à réduire les écarts de PV entre petits et gros porcelets. En effet, Chalvon-Demersay *et al.* (2020) ont testé trois niveaux alimentaires d'AACR à 100 %, 150 % et 200 % du besoin sur des porcelets sevrés à 21 jours et divisés en deux groupes selon leur PV au sevrage : légers ($5,39 \pm 0,04$ kg) vs. lourds ($6,84 \pm 0,03$ kg). Cinq semaines après le sevrage, il a été démontré un écart de PV entre porcelets légers et lourds, qui se réduisait de 3,22 kg pour les animaux ayant reçu un aliment à 100 % AACR, à 0,97 kg pour les animaux ayant reçu un aliment à 200 % AACR.

Parmi les AACR, la leucine (Leu) est impliquée dans le contrôle de la synthèse protéique (Duan *et al.*, 2016) : elle agit comme un acide aminé (AA) signal anabolique, notamment *via* la voie mTOR, responsable de l'initiation de la synthèse protéique. Une supplémentation en Leu a ainsi été testée sur des porcelets à retard de croissance intra-utérin (RCIU), sevrés à 14 jours (Xu *et al.*, 2016 ; Zhang *et al.*, 2019). Ces deux études ont démontré un effet bénéfique de la supplémentation en Leu sur la croissance des porcelets avec une réponse plus forte pour les porcelets RCIU, comparés à des porcelets de poids normal.

Concernant des porcelets à faible PV mais non RCIU, une étude en dose-réponse à la Leu pendant la phase de post-sevrage avait mis en évidence une différence métabolique entre des porcelets « légers » et « lourds » (Bertocchi *et al.*, 2019). Chez les porcelets légers, la concentration plasmatique en Leu atteignait un plateau lorsque le niveau de Leu alimentaire atteignait 100 % du besoin admis, alors qu'elle continuait d'augmenter avec le niveau alimentaire chez les porcelets lourds. Dans cette étude, les catégories de PV avaient été créées *a posteriori*, posant ainsi la question d'une réponse différente au niveau alimentaire de Leu reçu pendant la phase de post-sevrage, selon le PV des porcelets.

Notre étude visait donc à étudier la réponse au niveau de Leu alimentaire pendant la phase de post-sevrage chez des porcelets présentant différents PV de naissance. Nous avons émis l'hypothèse que la Leu améliore les performances des porcelets avec une réponse plus forte chez les porcelets plus légers.

1. MATERIEL ET METHODES

Cet essai fait partie d'un projet qui a reçu un financement du programme de recherche et innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne, sous le numéro d'agrément No 101004770.

1.1. Animaux et logement

L'essai s'est déroulé à la station d'ILVO-Animal Sciences du 22/12/2022 au 16/02/2023 et a porté sur deux bandes, étudiées chacune sur une période expérimentale de 35 jours. Les porcelets étaient issus du croisement entre un verrat Piétrain et une truie hybride (génétique RA-SE). Au total, 180 animaux (90 par bande) ont été utilisés pour l'essai.

Pour sélectionner les porcelets à inclure dans l'essai, chaque portée a été divisée en trois groupes en fonction du PV de naissance des porcelets : léger, moyen et lourd, avec un nombre égal de porcelets légers et lourds. Les porcelets pesant moins de 1 kg n'ont pas été pris en compte et la catégorie de PV moyen a été écartée. Ainsi au sevrage (à 4 semaines d'âge), les porcelets des catégories « légers » et « lourds » ont été répartis dans des cases selon leur catégorie de PV, leur sexe (femelles et mâles castrés séparés), leur portée d'origine et leur PV à 3 semaines d'âge.

Tous les porcelets ont reçu une étiquette auriculaire avec un numéro Sanitel unique à l'âge de 3 semaines pour une identification individuelle.

Sur la période expérimentale (4 à 9 semaines d'âge), un plan factoriel 2×3 a été utilisé avec deux classes de PV et trois niveaux alimentaires de Leu, ce qui a donné lieu à six traitements. Les animaux ont été logés en groupe (cinq porcelets par case, non mixtes : deux cases de mâles castrés et une case de femelles par bande et par traitement).

Les porcs étaient logés dans des cases ($1,8 \times 1,0$ m) avec un sol en caillebotis partiel. Chaque case était équipée d'une mangeoire et d'un abreuvoir à tétine. Les aliments et l'eau fraîche étaient offerts à volonté pendant toute la période expérimentale. La température dans les salles était réglée entre 26°C au début et 22°C à la fin de l'essai. La température ambiante et l'humidité relative ont été enregistrées quotidiennement. Le programme d'éclairage était le suivant : lumière naturelle du jour et lumière artificielle supplémentaire entre 7h30 et 15h30.

1.2. Aliments expérimentaux et alimentation

Trois régimes ont été formulés. Chaque régime différait par son niveau de Leu alimentaire (Tableau 1) :

1. Régime déficitaire en Leu : formulé à 85 % de Leu/Lys digestible iléale standardisée (DIS), correspondant aux traitements T1 (porcelets légers) et T4 (porcelets lourds)
2. Régime équilibré en Leu : formulé à 100 % Leu/Lys DIS, correspondant aux traitements T2 (porcelets légers) et T5 (porcelets lourds)
3. Régime excédentaire en Leu : formulé à 115 % Leu/Lys DIS, correspondant aux traitements T3 (porcelets légers) et T6 (porcelets lourds)

Les animaux ont reçu le même traitement tout au long de l'essai. Un programme d'alimentation en deux phases a été utilisé avec un régime 1^{er} âge entre 4 et 6 semaines d'âge et un régime 2^{ème} âge entre 7 et 9 semaines d'âge (Tableau 1).

Le régime de base (T1/T4) a d'abord été formulé puis de la L-Leu a été ajoutée pour obtenir le niveau désiré de Leu/Lys DIS pour

réaliser les régimes tests (T2/T6 et T3/T5). Les régimes ont été formulés et produits par ILVO, en fonction des besoins nutritionnels des porcelets (CVB, 2007). Les AACR partageant la même voie catabolique, les interactions doivent être prises en compte afin d'adapter les niveaux de Val et Ile en fonction du niveau de Leu (Zouaoui *et al.*, 2020). En particulier, le niveau de Leu/Lys DIS à 115 % a été choisi pour ne pas avoir d'interaction négative avec les autres AACR (Wessels *et al.*, 2016). Avant la

formulation, l'analyse proximale des matières premières a été réalisée. Les matières premières ont été mélangées à l'aide d'un mélangeur à ruban pendant au moins 30 minutes. Tous les régimes étaient granulés. Par traitement alimentaire et phase d'alimentation, un échantillon représentatif de l'aliment a été prélevé pour les analyses proximales et d'acides aminés. Les analyses chimiques ont confirmé les teneurs nutritionnelles telles que formulées.

Tableau 1 – Composition des aliments expérimentaux

| Traitements ¹ | T1/T4 | | T2/T5 | | T3/T6 | |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | 1 ^{er} âge | 2 ^{ème} âge | 1 ^{er} âge | 2 ^{ème} âge | 1 ^{er} âge | 2 ^{ème} âge |
| Ingrédients, % | | | | | | |
| Orge | 28,5 | 35,6 | 28,5 | 35,6 | 28,5 | 35,6 |
| Blé | 28,0 | 28,0 | 27,8 | 27,8 | 27,6 | 27,6 |
| Soja toasté | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Maïs | 2,89 | 0,20 | 2,89 | 0,20 | 2,89 | 0,20 |
| Tourteau de soja | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Mélasses de canne | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Prémix ³ | 9,0 | 3,0 | 9,0 | 3,0 | 9,0 | 3,0 |
| Gluten de blé | 0,926 | 1,734 | 0,926 | 1,734 | 0,926 | 1,734 |
| Phosphate monocalcique | 0,537 | 0,648 | 0,537 | 0,648 | 0,537 | 0,648 |
| Carbonate de calcium | 0,785 | 0,881 | 0,785 | 0,881 | 0,785 | 0,881 |
| Sel | 0,465 | 0,554 | 0,465 | 0,554 | 0,465 | 0,554 |
| Huile de soja | 0,165 | 0,683 | 0,165 | 0,683 | 0,165 | 0,683 |
| L-Lysine HCl | 0,617 | 0,652 | 0,617 | 0,652 | 0,617 | 0,652 |
| L-Thréonine | 0,267 | 0,275 | 0,267 | 0,275 | 0,267 | 0,275 |
| DL-Méthionine | 0,271 | 0,265 | 0,271 | 0,265 | 0,271 | 0,265 |
| L-Valine | - | 0,134 | - | 0,134 | - | 0,134 |
| L-Leucine | - | - | 0,176 | 0,180 | 0,351 | 0,360 |
| L-Tryptophane | 0,076 | 0,077 | 0,076 | 0,077 | 0,076 | 0,077 |
| L-Isoleucine/L-Valine (50/50) | 0,403 | 0,126 | 0,403 | 0,126 | 0,403 | 0,126 |
| L-Histidine HCl | 0,046 | 0,044 | 0,046 | 0,044 | 0,046 | 0,044 |
| Phytase, 1000 FYT/g | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Composition nutritionnelle | | | | | | |
| Matières sèches, % | 89,5 | 89,2 | 89,5 | 89,2 | 89,5 | 89,2 |
| Matières azotées totales, % | 17,5 | 18,0 | 17,6 | 18,1 | 17,7 | 18,2 |
| Lys DIS ⁴ , % | 1,15 | 1,18 | 1,15 | 1,18 | 1,15 | 1,18 |
| Thr/Lys DIS, % | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Trp/Lys DIS, % | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| (Met+Cys)/Lys DIS, % | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Val/Lys DIS, % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Ile/Lys DIS, % | 64 | 53 | 64 | 53 | 64 | 53 |
| Leu/Lys DIS, % | 85 | 85 | 100 | 100 | 115 | 115 |
| His/Lys DIS, % | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| (Phe+Tyr)/Lys DIS, % | 99 | 100 | 99 | 100 | 99 | 100 |
| Energie Nette, MJ/kg | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,1 |

¹Les traitements T1, T2 et T3 correspondent aux porcelets « légers » et les traitements T4, T5 et T6, aux porcelets « lourds ».

²L'aliment 1^{er} âge est distribué de 4 (sevrage) à 6 semaines d'âge et l'aliment 2^{ème} âge de 7 à 9 semaines d'âge.

³Le prémix 1^{er} âge contient 84 % de produits lactés et 16 % de prémix vitaminique et minéral. Le prémix 2^{ème} âge contient 84 % de produits lactés et 20 % de prémix vitaminique et minéral. Chaque prémix apporte les quantités suivantes par kg d'aliment : 15 000 IU vitamine A, 2 000 IU vitamine D3, 100 mg vitamine E, 10 mg vitamine K, 3 mg vitamine B1, 10 mg vitamine B2, 6 mg vitamine B6, 0,04 mg vitamine B12, 100 mg vitamine C, 35 mg niacine, 326 mg choline, 3,5 mg acide folique, 0,30 mg biotine, 295 mg Ca, 503 mg P, 168 mg Mg, 591 mg Na, 1095 mg Cl, 2016 mg K, 205 mg S, 100 mg Fe, 150 mg Cu, 60 mg Mn, 100 mg Zn, 2 mg I, and 0,4 mg Se.

⁴DIS = digestibilité iléale standardisée.

1.3. Mesures et enregistrements

Les porcelets ont été pesés individuellement à la naissance afin de créer les catégories de poids, ainsi qu'à 3 (mise en lot), 4 (sevrage) et 9 semaines d'âge. Le gain moyen quotidien (GMQ) a été calculé pour la période complète de post-sevrage (4 à 9 semaines d'âge). Les quantités d'aliment distribuées ainsi que les restes ont été pesés quotidiennement par case pour calculer la consommation moyenne journalière (CMJ) et l'indice de consommation (IC) sur cette même période.

Chaque traitement, maladie et décès a été enregistré avec précision. Si un porcelet était retiré de l'essai (décès ou maladie), sa consommation d'aliment était soustraite à la consommation totale de la case en considérant la consommation moyenne par animal de la case, sauf si ce porc avait cessé de croître (le porcelet était pesé à sa sortie afin de bien prendre en compte le PV des animaux présents pour le calcul du GMQ et de l'IC).

La consistance fécale a été évaluée pour chaque case deux fois par semaine (le lundi et le jeudi) entre le 4^{ème} (J4) et le 35^{ème} (J35) jour après le sevrage, à l'aide d'une échelle visuelle : 0 = selles dures et sèches, 20 = normales, 40 = légèrement moins fermes, 60 = de consistance semblable à un yaourt, 80 = selles molles, parfois jaunes, à 100 = diarrhée aqueuse. Les scores de 60 et plus étaient considérés comme problématiques (diarrhée).

1.4. Calculs et analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée avec les procédures « lme4 » et « emmeans » du logiciel R (R Core Team, 2022). La case a été considérée comme l'unité expérimentale.

Pour analyser les performances de croissance, des modèles mixtes linéaires ont été testés avec le régime alimentaire, la catégorie de PV, leur interaction et le sexe comme effets fixes et la bande comme effet aléatoire. Pour analyser les scores de consistance fécale, un modèle longitudinal avec le score de consistance fécale a été ajusté avec le régime alimentaire et la catégorie de PV ainsi que leur interaction et le sexe comme effets fixes et la bande comme effet aléatoire. Les interactions non significatives ($P > 0,1$) ont été exclues du modèle final. Si l'effet du traitement était significatif ($P < 0,05$), les différences entre les traitements ont été testées à l'aide des tests *post-hoc* de Tukey.

Pour les critères, CMJ, GMQ et IC, les valeurs aberrantes potentielles ont été identifiées par représentation graphique avec des boîtes à moustache (procédure « boxplot » de R). Une valeur était suspectée comme aberrante si son écart à la médiane était supérieur à 2 fois l'intervalle interquartile. Si une raison pour la présence de la valeur aberrante était trouvée (par exemple une maladie), cette valeur n'était pas conservée dans l'ensemble de données. Si aucune raison ne pouvait être donnée, une analyse de sensibilité était réalisée avec et sans la valeur aberrante. Finalement, une seule case a été considérée comme aberrante car les performances étaient anormalement faibles (voir partie 2.).

Tableau 2 – Effet du niveau de Leucine/Lysine digestible iléal standardisé (Leu/Lys DIS) et de la catégorie de poids vif (PV) sur les performances de porcelets en phase post-sevrage (4 à 9 semaines d'âge)¹

| Traitement | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | ETR | Valeur de P | | |
|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------|-------------|--------|----------|
| | Porcelets légers | | | Porcelets lourds | | | | PV | Leu | PV x Leu |
| Leu/Lys DIS, % | 85 | 100 | 115 | 85 | 100 | 115 | | | | |
| PV naissance, kg | 1,31 | 1,35 | 1,29 | 1,90 | 1,85 | 1,80 | 0,09 | <0,001 | 0,23 | 0,28 |
| PV initial, kg | 7,00 | 7,30 | 7,06 | 8,91 | 9,07 | 8,95 | 0,28 | <0,001 | 0,16 | 0,86 |
| PV final, kg | 18,3 ^a | 20,7 ^{bc} | 19,3 ^{ab} | 22,1 ^{cd} | 22,6 ^{de} | 24,0 ^e | 1,0 | <0,001 | 0,02 | 0,007 |
| CMJ, g/j | 405 ^a | 488 ^{bc} | 444 ^{ab} | 500 ^c | 493 ^{bc} | 570 ^d | 31 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| GMQ, g/j | 321 ^a | 382 ^b | 346 ^{ab} | 378 ^b | 387 ^{bc} | 430 ^c | 25 | 0,002 | 0,004 | 0,004 |
| IC | 1,26 | 1,28 | 1,28 | 1,32 | 1,27 | 1,33 | 0,05 | 0,07 | 0,43 | 0,24 |

¹Les valeurs de P des modèles mixtes linéaires sont pour les effets fixes de la catégorie de PV, du régime alimentaire (Leu), et leur interaction. Sur une même ligne, des exposants différents traduisent des écarts significatifs ($P < 0,05$) entre les régimes alimentaires d'après les tests *post-hoc* de Tukey. ETR : écart-type résiduel, PV : poids vif, CMJ : consommation moyenne journalière, GMQ : gain moyen quotidien, IC : indice de consommation.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Commentaires généraux sur le déroulé de l'essai

Trois porcelets ont été traités et trois porcelets ont été éliminés de l'essai (un est mort et deux étaient malades). Les données d'un porcelet supplémentaire (T1) ont été supprimées de l'analyse car le porcelet a arrêté de croître, ce qui a affecté de manière significative les performances moyennes de la case. Tous ces porcelets étaient dans la catégorie de PV « légers ».

En moyenne, les PV, CMJ, GMQ et IC obtenus lors de cet essai correspondent à une croissance normale des animaux dans tous les traitements. Seule une case chez les porcs lourds recevant

115 % de Leu/Lys DIS (T6) a été considérée aberrante. Aucune raison claire pour la faible consommation alimentaire et la faible croissance dans cette case n'a pu être donnée et, par conséquent, les analyses statistiques ont été réalisées avec et sans cette case. Les résultats présentés ici sont ceux obtenus sans la case aberrante.

Le score de consistance fécale était inférieur à 60 pour toutes les cases et jours de mesure, indiquant aucune diarrhée pendant toute la période de l'essai (données non présentées). Aucun effet significatif n'a été observé sauf une interaction entre le régime alimentaire et la catégorie de PV à J14 post-sevrage ($P = 0,028$) : les porcelets du groupe légers présentaient un score de consistance fécale significativement plus faible pour

le régime à 115 % Leu/Lys DIS comparé au régime à 85 %, le régime à 100 % étant intermédiaire ; les porcelets lourds, quant à eux ne présentaient aucune différence significative entre traitements alimentaires.

2.2. Effet du niveau de Leu alimentaire sur les performances

Les résultats de l'effet du niveau Leu/Lys DIS sur les performances des porcelets sont présentés dans le tableau 2.

Une interaction significative entre la catégorie de PV et le régime alimentaire a été observée pour la CMJ entre 4 et 9 semaines d'âge. Les porcelets légers nourris avec le régime à 100 % Leu/Lys DIS présentaient une CMJ plus élevée que ceux nourris avec le régime à 85 % Leu/Lys DIS, le groupe recevant 115 % était intermédiaire. Chez les porcelets lourds, une CMJ significativement plus élevée a été observée pour les porcs nourris avec 115 % Leu/Lys DIS par rapport aux deux autres groupes.

Une interaction significative entre la catégorie de PV et le régime alimentaire a également été observée pour le GMQ entre 4 et 9 semaines d'âge. Chez les porcelets légers, le régime alimentaire contenant 85 % de Leu/Lys DIS a conduit à un GMQ inférieur par rapport aux porcs recevant 100 % de Leu/Lys DIS, le groupe recevant 115 % Leu/Lys DIS était intermédiaire. Pour les porcelets lourds, un GMQ significativement plus élevé a été observé pour les porcelets nourris avec le régime à 115 % par rapport aux deux autres régimes.

Concernant l'IC, aucune interaction entre la catégorie de PV et le régime alimentaire n'a été observée. L'analyse des effets principaux révèle un IC qui tend à être plus élevé pour les porcelets lourds que pour les porcelets légers ($1,31 \pm 0,06$ vs. $1,28 \pm 0,04$; $P = 0,07$).

Dans notre étude, les porcelets légers présentaient une réponse plus forte à la Leu que les porcelets lourds lorsque le niveau passait de déficitaire à adéquat (i.e., de 85 à 100 % Lys DIS). Ces résultats sont à rapprocher des études de Xu *et al.* (2016) et Zhang *et al.* (2019) dans lesquelles il est rapporté que la performance de porcelets présentant un retard de croissance bénéficie d'une supplémentation en Leu de manière plus conséquente que des porcelets de poids normal. Han *et al.* (2008) ont rapporté que la Leu était capable de stimuler la synthèse protéique dans des cellules satellites myogéniques isolées de porcs notamment en augmentant la phosphorylation de mTOR et de ses cibles. Xu *et al.* (2016) ont effectivement démontré une augmentation de la phosphorylation de mTOR chez les porcelets RCIU supplémentés en Leu. D'après ces auteurs, il est possible que les porcelets plus légers aient une sensibilité accrue de la voie mTOR à la Leu, ce qui pourrait expliquer une partie de nos résultats.

Ce qui est surprenant dans notre étude, c'est que les porcelets lourds ont bénéficié d'un apport de Leu supérieur au besoin admis habituellement. Ces résultats sont à rapprocher de ceux observés par Bertocchi *et al.* (2019 ; Figure 1). Bien que les catégories de PV aient été créées *a posteriori*, il avait été observé chez les porcelets lourds une augmentation de la concentration plasmatique de Leu tant que le rapport Leu/Lys alimentaire augmentait, même au-delà du besoin admis à 100 % Leu/Lys DIS, alors que chez les porcelets légers il semble que cette concentration plasmatique forme un plateau au-delà de 100 % Leu/Lys DIS (Figure 1). Ces résultats semblent aller dans le même sens que ce que nous avons observé sur les performances (CMJ et GMQ) des porcelets de notre essai.

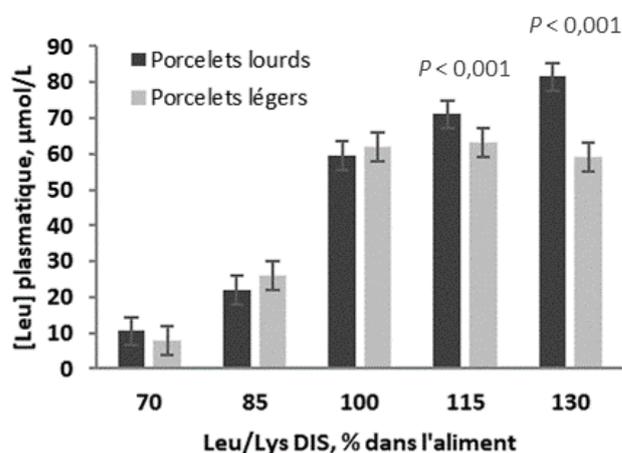


Figure 1 – Effet du niveau de Leucine/Lysine digestible iléale standardisée (Leu/Lys DIS, %) alimentaire sur la concentration plasmatique en Leu ($\mu\text{mol/L}$) de porcelets, 4 semaines après le sevrage et pour deux catégories de poids (lourds vs. légers) (d'après Bertocchi *et al.*, 2019)

Que ce soit chez les porcelets légers ou lourds, que ce soit lors du passage de 85 à 100 % ou de 100 à 115 % Leu/Lys DIS, nous observons dans tous les cas que l'effet de la Leu sur la vitesse de croissance s'explique par un effet sur l'ingéré alimentaire, sans effet sur l'efficacité alimentaire. Ce constat avait également été fait par différents auteurs. D'après Maurin *et al.* (2014), la Leu est capable d'activer plusieurs voies métaboliques par phosphorylation. D'une part, la voie mTOR pourrait détecter les augmentations postprandiales de concentration plasmatique en Leu, ce qui entraînerait une régulation de l'ingéré protéique, d'autre part, la voie GCN2 pourrait plutôt être impliquée dans l'adaptation à un stress nutritionnel (un déficit nutritionnel notamment) entraînant une réduction de l'ingéré alimentaire lorsqu'elle est activée.

Finalement, dans notre essai les différences entre les six traitements, testées à l'aide des tests *post-hoc* de Tukey, indépendamment des catégories de PV (Tableau 2), nous révèlent que la CMJ ($P < 0,001$) et le GMQ ($P = 0,004$) des porcelets lourds sont significativement plus élevés que ceux des porcelets légers pour les régimes à 85 et 115 % Leu/Lys DIS (T1 vs. T4 et T3 vs. T6) ; en revanche, avec le régime à 100 % Leu/Lys DIS, les deux catégories de PV ne présentent pas de différences significatives (T2 vs. T5). Ces résultats mettent en évidence l'importance d'apporter un niveau de Leu/Lys DIS alimentaire autour de 100 % afin d'optimiser la nutrition des porcelets en post-sevrage et d'éviter d'accroître le retard de croissance de la part des porcelets plus légers.

CONCLUSION

Comme supposé, nous avons observé une interaction entre la classe de PV de naissance des porcs et la réponse des porcelets au niveau de Leu alimentaire durant la phase de post-sevrage. Pour tous les porcelets, un rapport Leu/Lys DIS de 85 % était déficitaire et augmenter ce niveau a permis d'améliorer les performances. Les porcelets légers ont répondu plus fortement que les porcelets lourds lorsque le niveau de Leu/Lys DIS a été augmenté de 85 à 100 %. En revanche, contrairement aux attentes, les porcelets lourds ont davantage répondu en supplémentant au-dessus du besoin estimé. Dans les deux cas, la réponse à la Leu semble s'expliquer par un effet sur l'ingéré alimentaire, sans dégradation de l'IC.

Le présent essai suggère donc qu'il est primordial de contrôler le niveau de Leu dans l'aliment à un niveau proche de 100 %

Leu/Lys DIS afin de maintenir des performances de croissance homogènes au sein de l'élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bertocchi M., Bosi P., Luise D., Motta V., Salvarani C., Ribani A., Bovo S., Simongiovanni A., Matsunaga K., Takimoto T., Bannai M., Corrent E., Fontanesi L., Chalvon-Demersay T., Trevisi P., 2019. Dose-response of different dietary leucine levels on growth performance and amino acid metabolism in piglets differing for aminoadipate-semialdehyde synthase genotypes. *Sci. Rep.*, 9, 18496.
- Chalvon-Demersay T., Wessels A.G., Solà-Oriol D., Franco I Rosseló R., Cirera M., Bannai M., Takimoto T., Tateishi Y., Corrent E., Pérez J.F., 2020. Une supplémentation en acides aminés à chaîne ramifiée augmente l'homogénéité des porcelets autour du sevrage. *Journées Rech. Porcine*, 52, 167-168.
- CVB, 2007. Table on feed ingredients - 2007. Information about chemical composition, digestibility and feeding value. Centraal veevoederbureau, Lelystad, the Netherlands, 682 p.
- Duan Y., Li F., Li Y., Tang Y., Kong X., Feng Z., Anthony T.G., Watford M., Hou Y., Wu G., Yin Y. 2016. The role of leucine and its metabolites in protein and energy metabolism. *Amino Acids*, 48, 41-51.
- Han B., Tong J., Zhu M.J., Ma C., Du M., 2008. Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) and leucine activate pig myogenic satellite cells through mammalian target of rapamycin (mTOR) pathway. *Mol. Reprod. Dev.*, 75, 810-817.
- Maurin A.C., Benani A., Lorsignol A., Brenachot X., Parry L., Carraro V., Guissard C., Averous J., Jousse C., Bruhat A., Chaveroux C., B'chir W., Muranishi Y., Ron D., Pénicaud L., Fafournoux P., 2014. Hypothalamic eIF2a signaling regulates food intake. *Cell Reports*, 6, 438-444.
- Quiniou N., Dagorn J., Gaudré D., 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.*, 78, 63-70.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria.
- Wessels A., Kluge H., Hirche F., Kiowski A., Schutkowski A., Corrent E., Bartelt J., König B., Stangl G.I., 2016. High leucine diets stimulate cerebral branched-chain amino acid degradation and modify serotonin and ketone body concentrations in a pig model. *PLoS One*, 11, 1-15.
- Xu W., Bai K., He J., Su W., Dong L., Zhang L., Wang T., 2016. Leucine improves growth performance of intrauterine growth retardation piglets by modifying gene and protein expression related to protein synthesis. *Nutrition*, 32, 114-121.
- Zhang J., Xu W., Han H., Zhang L., Wang T., 2019. Dietary leucine supplementation restores serum glucose levels, and modifying hepatic gene expression related to the insulin signal pathway in IUGR piglets. *Animals*, 9, 1138-1153.
- Zouaoui, M., Simongiovanni A., Létourneau-Montminy M.P., 2020. Meta-analysis of the response of piglets to dietary valine: impact of other branched chain amino acids, ASAS Midwest section, Omaha, Nebraska, 2-4 mars.