

Effet d'aliments à basse teneur en protéines sur les performances et les carcasses de porcs femelles ou mâles entiers nourris à volonté

David GUILLOU (1), Francesc MOLIST (1), Jeroen PIJLMAN (1), Piet VAN DER AAR (1), Marc ROVERS (2), Jan ENSINK (2),
Etienne CORRENT (3)

(1) Schothorst Feed Research, NL-8200 AM Lelystad, Pays-Bas

(2) Orffa Additives B.V., NL-4251 LC Werkendam, Pays-Bas

(3) Ajinomoto Eurolysine S.A.S., F-75817 Paris Cedex 17, France

fmolist@schothorst.nl

Effet d'aliments à basse teneur en protéines sur les performances et les carcasses de porcs femelles ou mâles entiers nourris à volonté

Réduire les teneurs en protéines des aliments est un moyen reconnu pour limiter l'impact de la production porcine sur l'environnement. Toutefois, les références doivent être actualisées en intégrant les évolutions des pratiques d'élevage pour favoriser l'adoption de cette stratégie. Dans ce but, un essai a été conduit afin de déterminer les effets d'une réduction de 10% des apports de protéines sur les performances et la qualité de carcasse de porcs à l'engrais, femelles ou mâles entiers, issus de deux lignées paternelles et abattus à 120 kg de poids vif. Tous les aliments étaient formulés aux mêmes niveaux d'acides aminés digestibles : 9,43, 7,88 et 6,85 g lysine digestible /kg respectivement en démarrage, croissance puis finition ; les autres acides aminés suivaient le profil de la protéine idéale. L'essai portait sur 16 cases de 12 porcs, équipées de stations d'alimentation pour suivre individuellement l'ingestion. Les porcs étaient pesés au début de l'essai, puis toutes les 3 semaines jusqu'au départ à l'abattoir, et les données de classement de carcasses étaient récupérées. La consistance des fèces était notée chaque semaine. La réduction des teneurs en protéines n'a pas pénalisé les performances ou le classement des carcasses. En finition, l'appétit des porcs recevant le niveau bas en protéines était augmenté, et le rendement de leurs carcasses réduit. Avec les niveaux de protéines supérieurs, les porcs tendaient à présenter plus de fèces molles. Les effets attendus du sexe et de la lignée paternelle étaient retrouvés sur l'appétit, la croissance et le classement des carcasses. Le rendement marginal de la lysine pour la croissance ne dépendait pas de la lignée paternelle, mais un effet du sexe était détecté à chaque période. Les résultats de cet essai confirment que l'on peut réduire de 10% les apports de protéines sans affecter les performances des porcs nourris à volonté.

Influence of low protein diets on growth performance and carcass of female or entire male pigs fed ad libitum

Reducing the dietary crude protein content is a well-known option to limit the environmental impact of pig production. However, it is important to keep on updating the references of such a practice, incorporating the evolution of farming practice in order to promote the adoption of this strategy. For this purpose, a trial was undertaken to determine the effect of 10% reduction of protein levels in the fattening period, on growth performance and carcass of female or entire male pigs, from two sire lines, slaughtered at 120 kg live weight. All diets had similar levels of digestible amino acids: 9.43, 7.88 and 6.85 g digestible lysine/kg in starter, grower and finisher diets, respectively. Other amino acids were balanced according to ideal protein pattern. Trial involved 16 pens with 12 pigs each, equipped with feeding stations making it possible to record the daily feed intake of individual pigs. Pigs were weighed individually at the start, then every three weeks until slaughter and carcass grades were collected at the slaughterhouse. Fecal consistency was assessed weekly during the trial. Reducing crude protein provision by 10% did not penalize growth performance or carcass grade. In the finishing period, the appetite of pigs receiving the low protein diet was higher, and their carcass yield was reduced. Pigs receiving the highest protein diet tended to show looser faeces. Expected differences between genders and sire lines were observed on feed intake, growth rate and carcass grade. Lysine marginal efficiency for growth did not depend on sire line, but effect of gender was detected at each period. The current results confirm that reducing protein supply by 10% was not detrimental for the performance of fattening pigs fed ad libitum.

INTRODUCTION

Pour réduire les rejets azotés des porcs à l'engrais par la voie de l'alimentation, il s'agit à la fois d'améliorer le profil en acides aminés digestibles de l'aliment et d'adapter les apports quantitatifs d'acides aminés indispensables à l'évolution de leurs besoins dans le temps (Lenis, 1989; Dourmad et Henry, 1994; Pomar *et al.*, 2007). Afin de mettre en pratique ces principes élémentaires, il faut disposer d'informations précises et actualisées sur l'évolution des besoins des porcs, surtout en conditions d'alimentation à volonté, étant données les difficultés de prédire avec précision l'ingéré des porcs (Black, 2009). La possibilité de réduire les apports de protéines en utilisant des acides aminés libres a été maintes fois étudiée, mais l'évolution des systèmes de production (poids d'abattages alourdis, production de mâles entiers, différenciation des schémas de sélection, retrait des antibiotiques régulateurs de flore) rend nécessaire l'actualisation des références.

Dans ce but, un essai a été conduit afin de déterminer les effets de deux séquences de teneurs en protéines, sur les performances et la qualité de carcasse de porcs femelles ou mâles entiers, issus de deux lignées paternelles et abattus à 120 kg de poids vif.

1. MATERIEL ET METHODES

Le protocole appliqué a été approuvé par le comité d'éthique de Schothorst Feed Research (Lelystad, Pays-Bas). Les conditions de logement, d'élevage et de conduite étaient conformes à la législation de l'Union Européenne. L'essai a été conçu comme un schéma randomisé complet à trois facteurs croisés ($2 \times 2 \times 2$: deux sexes, deux croisements génétiques, deux séquences de teneurs protéiques des aliments).

1.1. Animaux et logement

L'essai impliquait des porcs, femelles ou mâles entiers, nés sur l'élevage de Schothorst Feed Research. Des truies Topigs 20 (Topigs Norsvin, Helvoirt, Pays-Bas) étaient inséminées avec des semences de verrats de deux lignées: Dutch Yorkshire (York), réputés pour leur appétit élevé et leur croissance rapide, ou Piétrain, réputés pour leur conformation de carcasse et leur appétit réduit. Seize cases de 12 porcs des deux sexes et des deux croisements, étaient constituées à l'entrée en engraissement (63 jours d'âge moyen) sur la base du poids initial et de la portée d'origine. Les cases étaient équipées de stations d'alimentation IVOG (Insentec B.V., Marknesse, Pays-Bas) et les porcs munis d'une puce électronique dans une boucle d'oreille, ce qui permettait l'enregistrement continu des quantités d'aliment ingérées par chaque individu lors de chaque visite au nourrisseur (de Haer et Merks, 1992). Les porcs étaient logés dans deux salles voisines, fonctionnant en tout plein-tout vide, sur caillebotis béton partiel, dont l'ambiance était gérée par la ventilation.

1.2. Aliments expérimentaux et alimentation

Les porcs recevaient une séquence de trois aliments en engraissement : un aliment de « démarrage » pendant les 5 premières semaines, puis un aliment de « croissance » pendant les 5 semaines suivantes, enfin un aliment de « finition » jusqu'à la veille du départ à l'abattoir (fin de

l'essai). Les deux modalités étudiées correspondaient soit au niveau de protéine brute conforme aux pratiques courantes aux Pays-Bas (H-Prot : haute protéine), soit des apports protéiques réduits de 10% dans chaque phase (B-Prot : basse protéine). Les aliments étaient formulés sur des bases iso-nutritionnelles pour chaque phase : pour l'énergie nette, les teneurs suivaient ou excédaient les recommandations du CVB (2010) ; en revanche, les teneurs en lysine digestible (iléale standardisée) se situaient 10% en dessous des besoins (porcs à l'engrais, type indifférencié, CVB, 2010). Les autres acides aminés indispensables (méthionine + cystine, thréonine, tryptophane, isoleucine et valine) devaient respecter un ratio minimum à la lysine (respectivement : 60, 67, 21, 51 et 67%, sur la base des teneurs digestibles iléales standardisées, DIS). La composition des aliments est présentée dans le Tableau 1. Les aliments étaient produits en granulés de 4 mm de diamètre, à l'usine pour aliments expérimentaux d'ABZ Diervoeding à Leusden (Pays-Bas). Des échantillons des matières premières employées et des aliments complets étaient prélevés pour analyser les teneurs en acides aminés (méthode ISO 13903, laboratoire d'Ajinomoto-Eurolysine, Amiens). Par ailleurs, la conformité des fabrications était vérifiée (humidité, matières minérales, matières azotées totales, matières grasses et cellulose brute). Tous les aliments étaient conformes, et les valeurs analysées sont présentées dans le Tableau 1.

L'aliment était offert en granulés secs, disponible à volonté dans chaque case pendant toute la durée de l'essai. Un abreuvoir dans chaque case permettait aussi de disposer de l'eau à volonté. Un compteur (C700I, ABB Water Meters Inc., Ocala, FL, USA) installé en amont de chaque abreuvoir permettait de s'assurer d'un débit suffisant.

1.3. Mesures et enregistrements

Les porcs étaient pesés individuellement après une période de 2 h minimum sans accès à l'aliment : à la mise en lots, à la fin de la période de démarrage, puis toutes les 3 semaines environ jusqu'au départ à l'abattoir (une pesée sur deux correspondait à la fin de distribution d'un aliment). Les enregistrements des stations IVOG étaient synthétisés par individu et par jour. L'aspect des fèces était noté sur deux jours chaque semaine par des personnels entraînés, selon une échelle interne de 0 à 10 (0=liquide, 10=billes dures et sèches, 6 correspondant à la note optimale). Les porcs étaient sélectionnés pour l'abattage sur la base de leur poids, vers 120 kg, et mis à jeûn pendant 12 h avant le départ. Les porcs étaient transportés en camion puis abattus dans un abattoir commercial du groupe Vion Food (Boxtel, Pays-Bas), après un repos de 14 h. Le poids chaud de carcasse et les données de classement (épaisseur de gras en mm, EG, et épaisseur de muscle en mm, EM, déterminées au Capteur Gras Maigre, Sydel, Lorient) étaient récupérés individuellement.

1.4. Calculs et analyses statistiques

Le gain moyen quotidien (GMQ), la consommation moyenne journalière (CMJ) et l'indice de consommation (IC) étaient calculés pour chaque animal et sur chaque période étudiée. Un rendement de carcasse était calculé en divisant le poids chaud par le poids vif du jour du départ. La teneur en viande maigre (LMP) était calculée à l'aide de l'équation (Engel *et al.*, 2012) : $66,86 - 0,6549 \times EG + 0,0207 \times EM$.

L'influence du schéma expérimental sur l'incidence des problèmes sanitaires était évaluée par le test du Chi². Les critères de performance et de classement étaient analysés selon un arrangement factoriel 2 × 2 × 2 randomisé dans un modèle mixte d'analyse de la variance (SAS 9.2, SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Les effets du sexe, de la lignée paternelle et du régime protéique étaient inclus comme des facteurs fixes, et l'effet de la case comme un facteur aléatoire. Les effets du sexe et de la lignée paternelle étaient considérés à l'échelle individuelle, mais celui du régime était considéré sur les cases complètes (St Pierre, 2007). Le poids initial des porcs était intégré comme covariable pour les performances, et le poids

final pour l'analyse des données de carcasse. Les scores fécaux étant déterminés à la case, seuls les effets du régime protéique et de la période de mesure étaient considérés dans le modèle d'analyse.

La relation entre consommation d'aliment, de protéines (M.A.T. × CMJ, g/j) ou de lysine (lysine analysée dans l'aliment × CMJ, g/j) et la croissance des porcs était aussi calculée par période sur les données individuelles, selon des modèles linéaires généralisés, incluant les effets du schéma expérimental, du poids initial de la période et de la durée pour la fin de l'essai.

Tableau 1 – Composition des aliments expérimentaux

| Ingrédients, g/kg | Démarrage (J0-J32) | | Croissance (J33-J68) | | Finition (J69-fin d'essai) | |
|---|--------------------|--------|----------------------|--------|----------------------------|--------|
| | H-Prot | B-Prot | H-Prot | B-Prot | H-Prot | B-Prot |
| Maïs | 310,2 | 368,2 | 322,6 | 335,2 | 230,7 | 243,2 |
| Orge | 210,0 | 207,7 | 200,0 | 200,0 | 250,0 | 250,0 |
| Blé | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 | 200,0 |
| Tourteau de soja (47% M.A.T.) | 202,4 | 143,5 | 98,2 | 41,6 | 40,0 | - |
| Son fin de blé | - | - | - | 43,9 | 103,7 | 136,6 |
| Tourteau de colza (34% M.A.T.) | - | - | 120,0 | 105,7 | 113,6 | 101,0 |
| Mélasses de canne | 30,0 | 30,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Carbonate de calcium | 11,0 | 14,6 | 7,3 | 8,7 | 4,8 | 7,5 |
| Huile de palme | 11,1 | 5,0 | 6,6 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Phosphate monocalcique | 6,0 | 6,7 | - | 0,6 | 0,1 | - |
| Sel | 2,9 | 0,6 | 3,1 | 1,2 | 2,1 | 2,1 |
| Bicarbonate de sodium | - | 3,3 | - | 2,7 | 0,6 | 2,5 |
| Prémélanges vit-OE-phytase ¹ | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 9,0 | 6,0 | 6,7 |
| Lysine-HCl (L79%) | 3,1 | 4,9 | 2,4 | 4,2 | 2,6 | 3,9 |
| Méthionine (DL 99%) | 0,8 | 1,4 | - | 0,4 | - | - |
| Threonine (L 98%) | 1,2 | 2,0 | 0,6 | 1,5 | 0,6 | 1,2 |
| Tryptophan (L 98%) | 0,3 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,3 |
| Valine (L 99%) | - | 0,5 | - | - | - | - |
| Valeurs nutritionnelles², /kg | | | | | | |
| Humidité, g | 107,9 | 104,9 | 110,0 | 109,0 | 127,7 | 126,5 |
| Matières azotées totales, g | 176,0 | 156,0 | 164,0 | 150,0 | 150,0 | 133,0 |
| Lysine, g | 10,7 | 10,5 | 9,5 | 9,3 | 8,4 | 8,1 |
| Méthionine, g | 3,5 | 3,6 | 2,6 | 2,8 | 2,4 | 2,4 |
| Méthionine + cystine, g | 6,3 | 6,1 | 5,6 | 5,6 | 5,3 | 5,1 |
| Thréonine, g | 7,2 | 7,0 | 6,6 | 6,4 | 5,9 | 5,7 |
| Tryptophane, g | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 1,8 |
| Isoleucine, g | 6,8 | 5,9 | 6,3 | 5,4 | 5,5 | 4,5 |
| Histidine, g | 4,2 | 3,7 | 4,0 | 3,6 | 3,7 | 3,2 |
| Leucine, g | 13,4 | 12,1 | 12,3 | 10,9 | 11,1 | 9,3 |
| Valine, g | 7,8 | 7,4 | 7,6 | 6,8 | 7,0 | 6,0 |
| Energie nette, MJ | 9,83 | 9,83 | 9,66 | 9,66 | 9,40 | 9,40 |
| DIS-Lys ³ , g | 9,43 | 9,43 | 7,88 | 7,88 | 6,85 | 6,85 |

¹ Vitamines, oligo-éléments et 500 unités phytasiques (FTU) /kg d'aliment. ² Valeurs analysées, sauf Energie nette et DIS-Lys/EN calculées. ³ Lysine digestible iléale standardisée.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'essai s'est déroulé conformément au protocole. Huit porcs sont morts en cours d'essai, sans relation avec le régime, le sexe ou la lignée paternelle (Chi² non significatifs). Dans les essais comparant différents types de porcs logés en groupes, les différentes catégories (sexe, lignée) de porcs ne sont généralement pas répartis dans les mêmes cases. Or, des comportements d'agression sont souvent associés à des groupes très homogènes, et peuvent biaiser des comparaisons. Dans notre essai, aucune agression n'a été observée en élevage après l'établissement initial de la hiérarchie à la mise en lots.

La réduction de 10% des apports de protéine n'affectait pas les performances pendant les périodes de démarrage et de croissance (Tableau 2). Ces résultats sont en accord avec ceux de Quiniou et Chevillon (2015), qui n'observaient pas d'influence de la réduction des apports protéiques sur les performances de croissance des mâles entiers quand les teneurs en lysine de leurs aliments étaient inférieures à leur besoin. En finition, principalement pendant la dernière phase (données non présentées), la consommation était significativement plus élevée ($P > 0,05$) avec le régime B-Prot. Ce type d'effet a été rapporté par de nombreux auteurs (Noblet *et al.*, 1980 ; Kerr *et al.*, 1995 ; Tuitoek *et al.*, 1997) en réponse à une réduction des apports d'azote indifférencié, c'est à dire en maintenant constant les apports d'acides

aminés indispensables mais en limitant les apports de l'ensemble des acides aminés. Etant donné que l'excès d'azote non indispensable est associé à une augmentation des pertes énergétiques urinaires et de la production de chaleur due à l'effet thermique du repas (Le Bellego *et al.*, 2001), il est possible que l'appétit des porcs ait été stimulé afin de satisfaire le besoin énergétique, mal connu chez les porcs de plus de 100 kg.

La réduction de 10% des apports de protéines diminuait le poids (92,3 vs, 91,1 kg, $P < 0,001$) et le rendement de carcasse (76,4 vs, 75,5%, $P < 0,001$). En revanche, les données de classement n'étaient pas affectées. En relation avec l'appétit plus élevé en période de finition, il est probable que le poids des contenus digestifs ait augmenté, comme le suggèrent Friesen *et al.* (1994) et Hinson *et al.* (2009).

La réduction de 10% des apports de protéines tendait à augmenter les scores fécaux sur l'ensemble de la période ($P = 0,068$), avec des différences numériques sur les périodes de démarrage (4,59 vs. 4,76, respectivement pour H-Prot et B-Prot) et de croissance (5,70 vs. 6,18, respectivement pour H-Prot et B-Prot) uniquement. L'influence de la teneur en protéines sur la consistance des fèces est le plus souvent étudiée en post-sevrage (Kim *et al.*, 2012), mais cette étude a permis d'observer des effets de même nature en période d'engraissement.

Ces résultats confirment donc qu'il est possible de réduire les apports de protéines dans les aliments destinés aux porcs en croissance et finition sans pénaliser leurs performances ni le classement des carcasses.

Tableau 2 – Influence du régime protéique, de la lignée paternelle et du sexe des porcs sur les performances des porcs en périodes de démarrage, de croissance, de finition et globale

| Régime ¹ | H-Prot | | | | B-Prot | | | | Signification statistique ⁴ | | | | |
|--------------------------------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--|--------|--------|------------|----------|
| | York | | Piétrain | | York | | Piétrain | | (Valeur de P) | | | | |
| Lignée paternelle ² | | | | | | | | | Régime (R) | Lignée | Sexe | Lignée x R | Sexe x R |
| Sexe ³ | F | ME | F | ME | F | ME | F | ME | | | | | |
| PV, kg | | | | | | | | | | | | | |
| J0 | 22,7 | 22,7 | 22,7 | 22,5 | 22,8 | 22,7 | 22,7 | 22,7 | - | - | - | - | - |
| J33 | 47,8 | 49,1 | 46,7 | 46,0 | 50,2 | 48,6 | 47,3 | 46,7 | 0,289 | <0,001 | 0,331 | 0,672 | 0,086 |
| J50 | 65,4 | 67,2 | 62,7 | 61,7 | 67,2 | 66,2 | 62,0 | 63,2 | 0,770 | <0,001 | 0,618 | 0,997 | 0,841 |
| J68 | 82,2 | 86,8 | 77,6 | 77,6 | 84,1 | 85,1 | 76,3 | 79,0 | 0,926 | <0,001 | 0,015 | 0,997 | 0,804 |
| J89 | 102,1 | 111,7 | 94,2 | 96,9 | 104,7 | 109,0 | 94,5 | 99,6 | 0,640 | <0,001 | <0,001 | 0,452 | 0,498 |
| Abattage | 122,3 | 123,3 | 118,3 | 120,5 | 122,1 | 121,9 | 116,7 | 120,1 | 0,189 | <0,001 | 0,016 | 0,893 | 0,989 |
| Durée, J | 108,8 | 100,3 | 117,4 | 113,1 | 107,4 | 100,6 | 117,5 | 109,3 | 0,403 | <0,001 | <0,001 | 0,403 | 0,437 |
| Démarrage (J 0-33) | | | | | | | | | | | | | |
| CMJ, kg | 1,45 | 1,44 | 1,36 | 1,28 | 1,58 | 1,42 | 1,34 | 1,32 | 0,360 | <0,001 | 0,006 | 0,310 | 0,262 |
| GMQ, g | 760 | 800 | 719 | 706 | 833 | 786 | 745 | 728 | 0,209 | <0,001 | 0,429 | 0,827 | 0,056 |
| IC, g/g | 1,90 | 1,82 | 1,88 | 1,82 | 1,93 | 1,82 | 1,80 | 1,82 | 0,524 | 0,095 | 0,014 | 0,274 | 0,548 |
| Croissance (J 34-68) | | | | | | | | | | | | | |
| CMJ, kg | 2,26 | 2,33 | 2,00 | 1,98 | 2,36 | 2,25 | 1,96 | 2,06 | 0,824 | <0,001 | 0,847 | 0,869 | 0,696 |
| GMQ, g | 983 | 1106 | 898 | 922 | 1000 | 1060 | 835 | 948 | 0,451 | <0,001 | <0,001 | 0,917 | 0,715 |
| IC, g/g | 2,32 | 2,17 | 2,36 | 2,27 | 2,63 | 2,15 | 2,37 | 2,24 | 0,331 | 0,919 | 0,002 | 0,247 | 0,177 |
| Finition (J69-abattage) | | | | | | | | | | | | | |
| CMJ, kg | 2,82 | 3,04 | 2,14 | 2,37 | 3,01 | 3,05 | 2,28 | 2,56 | 0,037 | <0,001 | <0,001 | 0,482 | 0,457 |
| GMQ, g | 991 | 1209 | 820 | 958 | 974 | 1164 | 833 | 1008 | 0,985 | <0,001 | <0,001 | 0,075 | 0,885 |
| IC, g/g | 3,02 | 2,74 | 2,61 | 2,54 | 3,14 | 2,68 | 2,79 | 2,56 | 0,536 | <0,001 | <0,001 | 0,589 | 0,186 |
| Période globale | | | | | | | | | | | | | |
| CMJ, kg | 2,32 | 2,46 | 1,93 | 2,00 | 2,48 | 2,40 | 1,96 | 2,12 | 0,179 | <0,001 | <0,001 | 0,699 | 0,312 |
| GMQ, g | 942 | 1084 | 831 | 893 | 956 | 1042 | 816 | 929 | 0,987 | <0,001 | <0,001 | 0,246 | 0,971 |
| IC, g/g | 2,52 | 2,33 | 2,36 | 2,29 | 2,61 | 2,30 | 2,42 | 2,28 | 0,261 | <0,001 | <0,001 | 0,592 | 0,071 |

¹ H-Prot : haute protéine. B-Prot : basse protéine. ² York : Dutch Yorkshire. ³ F : femelle. ME : mâle entier. ⁴ Le modèle inclut le poids vif initial en covariable

En période de démarrage, des interactions entre le régime et le sexe des porcs semblaient probables ($P < 0,10$). Les femelles recevant le régime B-Prot présentaient un GMQ plus élevé que les femelles recevant le régime H-Prot, ceux des mâles des 2 régimes étant intermédiaires ($P = 0,056$). Par conséquent, le poids en fin de période des femelles du lot B-Prot tendait à être plus élevé aussi ($P = 0,086$). Sur cette période, indépendamment du régime, les femelles consommaient significativement plus d'aliment que les mâles entiers ($P = 0,006$) mais leur IC était supérieur aussi ($P = 0,014$). De même, les porcs issus de la lignée paternelle York consommaient significativement plus ($P < 0,001$) et tendaient à être moins efficaces ($P = 0,095$) que les porcs issus de Piétrain. En période de croissance, on n'observait pas d'interaction entre le régime et le sexe ou la lignée paternelle. Les mâles présentaient de meilleures croissance et IC que les femelles.

L'appétit et la croissance des issus de York étaient plus élevés que ceux des issus de Piétrain ($P > 0,001$) mais l'IC n'était pas significativement différent.

En période de finition, une interaction entre la lignée paternelle et le régime sur la vitesse de croissance était suggérée par une tendance statistique ($P = 0,075$).

Les porcs issus de York présentaient les GMQ les plus élevés, similaires pour les deux régimes, alors que pour les porcs issus de Piétrain, le GMQ tendait à être plus élevé avec le régime B-Prot. Indépendamment du régime, l'IC des femelles était plus élevé que celui des mâles entiers ($P < 0,001$), qui présentaient aussi un appétit et une croissance plus élevés.

De même, la lignée paternelle affectait les performances de finition : appétit et croissance supérieurs pour les issus de York, et IC amélioré pour les issus de Piétrain ($P < 0,001$).

Sur l'ensemble de l'engraissement, les effets du sexe et de la lignée paternelle étaient confirmés ($P < 0,001$). Toutefois, l'amplitude de ces effets devrait logiquement être revue si les niveaux d'apports en acides aminés essentiels étaient adaptés aux besoins de chaque type de porcs. La consommation et le GMQ étaient plus élevés pour les mâles entiers que pour les femelles et pour les issus de York que pour les issus de Piétrain, se traduisant par un poids plus élevé en fin d'essai avec une durée d'engraissement réduite ($P < 0,001$). Ainsi, un écart de 10 jours d'engraissement entre les lignées et un écart de 7 jours entre les sexes étaient constatés. L'effet du régime n'était probable qu'à travers une tendance statistique à une interaction avec le sexe : les femelles recevant la séquence B-Prot présentaient l'IC le plus élevé, alors que les mâles entiers soumis au même régime présentaient les IC les plus bas ($P = 0,071$).

Toutes les caractéristiques de classement des carcasses dépendaient du sexe et de la lignée paternelle. Les carcasses des femelles étaient plus lourdes (92,8 vs. 90,6 kg, $P < 0,001$), leur rendement supérieur (76,8 vs. 75,0%, $P < 0,001$), avec des

EM (66,5 vs. 62,2 mm, $P < 0,001$) et des EG plus élevées (12,8 vs. 12,0 mm, $P = 0,030$) que celles des mâles entiers. Sur ces bases, la valeur de LMP tendait à être favorable aux carcasses de mâles entiers (59,8 vs. 60,2, $P = 0,073$, pour les femelles et les mâles, respectivement). L'écart de rendement de carcasse entre femelles et mâles entiers ne dépendait probablement pas des contenus digestifs, mais plus probablement du développement des organes reproducteurs chez les mâles (Quiniou et Noblet, 1995).

Les carcasses des porcs issus de Piétrain étaient plus lourdes (92,1 vs. 91,3 kg, $P = 0,050$) que celles des issus de York, et le rendement était plus élevé (76,3 vs. 75,5 %, $P = 0,017$), L'EG des carcasses était réduite (11,8 vs. 13,1 mm, $P = 0,003$) et l'EM était plus élevée (66,8 vs. 61,9 mm, $P < 0,001$) pour les issus de Piétrain, résultant en des LMP plus élevées (60,4 vs. 59,6, $P < 0,001$) que pour les issus de York.

Ainsi, les données de cet essai confirment la réputation des lignées paternelles : appétit et croissance plus élevés des porcs issus de York, appétit réduit et carcasses plus conformées pour ceux issus de Piétrain.

Tableau 3 – Relations entre la vitesse de croissance dans chaque période et la lysine ingérée ; influence du régime, de la lignée paternelle et du sexe des porcs : $GMQ (g/j) = A_0 + A_{Régime}^1 + A_{LignéeP}^2 + A_{Sexe}^3 + B \times PV_{initial} (kg) + C \times Durée (j) + D \times Lysine\ ingérée (g/j)$

| Période | A ₀ | A _{Régime} ¹ | A _{LignéeP} ² | A _{Sexe} ³ | B | C ⁴ | D | ETR | R ² ajusté |
|------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------|----------------|------|-------|-----------------------|
| 23-48 kg | 155,4 | 20,3 | - | 17,5 | - | - | 39,5 | 59,4 | 0,6196 |
| 48-64 kg | 334,1 | - | -34,8 | 47,9 | -7,4 | - | 48,9 | 93,7 | 0,6588 |
| 64-81 kg | 422,2 | - | - | 84,8 | -9,1 | - | 52,1 | 137,8 | 0,6045 |
| 81-102 kg | 432,8 | - | - | 114,3 | -6,6 | - | 46,8 | 116,0 | 0,6484 |
| 102-121 kg | 2154,6 | - | - | 114,2 | -14,7 | -8,7 | 28,9 | 168,8 | 0,4753 |

¹ H-Prot=0, correction pour B-Prot. ² York=0, correction pour Piétrain. ³ Femelle=0, correction pour mâle entier. ⁴ En fin d'essai uniquement

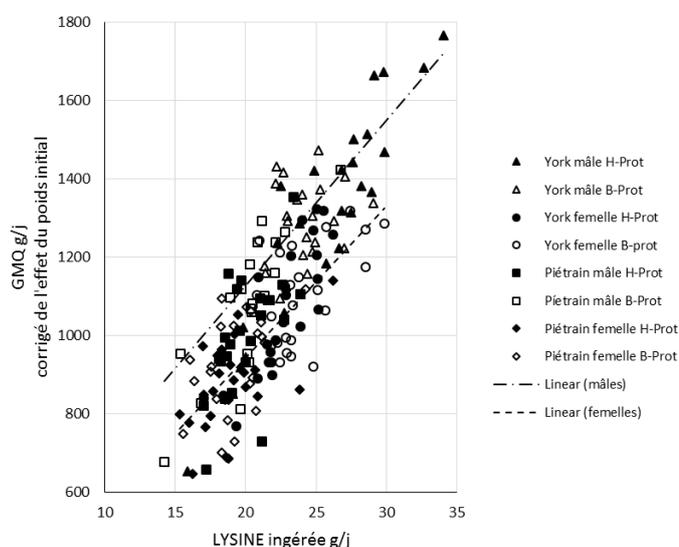


Figure 1 –Rendement pour la croissance (GMQ) de la lysine ingérée *ad libitum* en début de finition (80-100 kg) selon le sexe des porcs et la lignée paternelle

Dans chaque période, le GMQ était mieux prédit par la lysine ingérée que par la CMJ ou les protéines ingérées. Les meilleurs ajustements statistiques sont présentés au Tableau 3.

La réduction des niveaux de lysine digestible (DIS) dans les aliments de cet essai permettait de penser que ce nutriment serait le facteur limitant de la croissance.

Par ailleurs, si la baisse des apports protéiques avait pour conséquence une carence en acides aminés secondaires ou en azote indifférencié, le rendement marginal de la lysine ingérée pour la croissance devrait être réduit. L'analyse de la relation entre le GMQ et la lysine ingérée par période permettait ainsi

de tester ces hypothèses et de mieux décrire l'influence du type de porcs. A l'exception de la période 102-121 kg, où une forte variabilité des données individuelles était observée, la qualité des équations obtenues validait une réponse linéaire à la lysine ingérée, qui était donc le principal facteur limitant de la croissance. La pente des régressions ne dépendait jamais du type de porc, ni du régime, indiquant que, pour une période donnée, l'efficacité marginale de la lysine pour la croissance était constante. La réduction des teneurs en protéines des aliments ne s'accompagnait donc pas de déficience en acides aminés secondaires ou en azote indifférencié. Les valeurs des pentes obtenues étaient plus élevées que celles rapportées par Dourmad *et al.* (1995), en relation avec des GMQ beaucoup plus élevés aussi, ce qui rend compte probablement du progrès génétique accompli pendant les deux dernières décennies.

L'effet du régime, significatif en période de démarrage uniquement, est probablement lié à un meilleur confort intestinal. En effet, c'était dans cette période que les scores fécaux étaient les plus bas et que la différence numérique entre traitements était la plus élevée. L'effet de la lignée paternelle n'était significatif qu'en début de période de croissance.

Il est remarquable que la prise en compte de l'ingestion et du poids initial de la période, permettait de s'affranchir le plus souvent de l'effet de la lignée paternelle sur le GMQ, mais pas de celui du sexe des porcs. La différence entre femelles et mâles entiers sexe augmentait avec le poids des animaux. La Figure 1 illustre cette relation pour la période de finition : alors qu'un décalage évident est observé entre les données des mâles entiers et celles des femelles, l'influence de la lignée paternelle consiste en un gradient de lysine ingérée. En conséquence, il semble possible d'appliquer les mêmes rendements nutritionnels pour les deux génotypes, mais pas pour les deux types sexuels de cet essai.

En l'absence dans de données de composition corporelle à des poids intermédiaires dans cet essai, il convient de rester prudent avant de généraliser cette observation aux effets sur la qualité de carcasse des différents types de porcs, car la littérature indique une liaison forte entre type sexuel ou génétique et composition du gain (Quiniou et Noblet, 1995).

CONCLUSIONS

Les résultats de cet essai ont confirmé que la réduction des apports de protéines, à teneurs identiques d'acides aminés indispensables, ne réduisait pas les performances des porcs nourris à volonté, ni en démarrage, ni en croissance, ni sur l'ensemble de l'engraissement. Ils montrent également que la qualité des carcasses n'était pas affectée par la teneur en protéines des régimes, même si, en période de finition, la réduction des apports protéiques stimulait l'ingestion et réduisait le rendement de carcasse.

Les scores fécaux des porcs étaient améliorés par la réduction de 10% des apports protéiques.

La croissance des mâles entiers était plus élevée que celle des femelles, et la croissance des porcs de génétique à fort appétit était plus élevée que celle des porcs issus de verrats Piétrain.

Les caractéristiques de carcasse des porcs issus de Piétrain étaient meilleures que celles des porcs issus de verrats à fort appétit.

Par ailleurs, l'efficacité de la lysine ingérée ne dépendait ni du sexe ni de la lignée paternelle, mais la connaissance du sexe des porcs restait importante pour prédire la vitesse de croissance à partir du poids vif initial et de l'ingestion.

Dans la mesure où les profils en acides aminés indispensables digestibles des matières premières sont correctement décrits, l'application des connaissances disponibles autorise donc de concevoir des programmes d'alimentation des porcs nourris à volonté associant performances et réduction des émissions d'azote.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Black J.L., 2009. Models to predict feed intake. In: Torrallardona D. and Roura E. (Eds). Voluntary feed intake in pigs, p 323-351, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- CVB, 2010. Tabellenboek veevoeding. Centraal Veevoeder Bureau, Productschap Diervoeder, Den Haag, the Netherlands, 121 p.
- De Haer L.C.M., Merks J.W.M., 1992. Patterns of daily food intake in growing pigs. *Anim. Prod.*, 54, 95-104.
- Dourmad J.Y., Guillou D., Sève B., Henry Y., 1995. Influence de l'apport de lysine sur les performances du porc en finition. *Journées Rech. Porcine*, 27, 253-260.
- Dourmad J.Y., Henry Y., 1994. Influence de l'alimentation et des performances sur les rejets azotés des porcs. *INRA Prod. Anim.*, 7, 263-274.
- Engel B., Lambooij E., Buist W.G., Vereijken P.F.G., 2012. Lean meat prediction with HGP, CGM and CSB-Image-Meater, with prediction accuracy evaluated for different proportions of gilts, boars and castrated boars in the pig population. *Meat Sci.*, 90, 338-344.
- Friesen K.G., Nelssen J.L., Unruh J.A., Goodband R.D., Tokach M.D., 1994. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 72, 946-954.
- Hinson R.B., Schinckel A.P., Radcliffe J.S., Alle G.L., Sutton A.L., Richert B.T., 2009. Effect of feeding reduced crude protein and phosphorus diets on weaning-finishing pig growth performance, carcass characteristics, and bone characteristics. *J. Anim. Sci.*, 87, 1502-1517.
- Kerr B.J., McKeith F.K., Easter R.A., 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finishing pigs fed reduced crude protein, amino acid supplemented diets. *J. Anim. Sci.*, 73, 433-440.
- Kim J.C., Hansen C.F., Mullan B.P., Pluske J.R., 2012. Nutrition and pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 173, 3-16.
- Le Bellego L., van Milgen J., Dubois S., Noblet J., 2001. Energy utilization of low protein diets in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 79, 1259-1271.
- Lenis N.P., 1989. Lower nitrogen excretion in pig husbandry by feeding: Current and future possibilities. *Neth. J. Agric. Sci.*, 37, 61-70.
- Noblet J., Henry Y., Bourdon D., 1980. Influence d'une réduction du taux d'azote indifférencié sur le niveau d'ingestion alimentaire et les performances de croissance du porc femelle, selon la concentration et la nature des substrats énergétiques dans le régime. *Ann. Zootech.*, 29, 103-119.
- Pomar C., Pomar J., Babet D., Dubeau F., 2007. Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine*, 39, 23-30.
- Quiniou N., Chevillon P., 2015. Performances de croissance et risques d'odeurs de verrot de porcs mâles entiers selon les apports alimentaires en acides aminés essentiels ou en protéines. *Journées Rech. Porcine*, 47, 69-74.
- Quiniou N., Noblet J., 1995. Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 73, 1567-1575.
- St Pierre N.R., 2007. Design and analysis of pen studies in the animal sciences. *J. Dairy Sci.*, 90 (Suppl.), E87-E99.
- Tuitoek K.L., Young L.G., de Lange C.F.M., Kerr B.J., 1997. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an evaluation of the ideal protein concept. *J. Anim. Sci.*, 75, 1575-1583.