

Effet de la teneur en énergie nette du régime sur la consommation volontaire et les performances de croissance des porcs mâles immunocastrés

Etienne LABUSSIÈRE (1,2), Nina BATOREK (1,2,3), Jean-Charles BESNARD (1,2),
Meta CANDEK-POTOKAR (3), Jean NOBLET (1,2)

(1) INRA, UMR 1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

(2) AGROCAMPUS OUEST, UMR 1348 PEGASE, 35000 Rennes, France

(3) Agricultural Institute of Slovenia, SI-1000 Ljubljana, Slovénie

etienne.labussiere@rennes.inra.fr

Avec la collaboration de Maurice ALIX, Josselin DELAMARE, Georges GUILLEMOIS, Yolande JAGUÉLIN-PEYRAUD,
Régis JANVIER, Jérôme LIGER, Vincent PIEDVACHE, Jean-François ROUAUD, Patrice ROGER et Agnès STARCK.

Effet de la teneur en énergie nette du régime sur la consommation volontaire et les performances de croissance des porcs mâles immunocastrés

Après la seconde vaccination pour l'immunocastration, les porcs immunocastrés augmentent leur niveau alimentaire, ce qui induit une augmentation des dépôts lipidiques préjudiciables à la valorisation économique des carcasses. L'objectif de l'étude a été de comparer la consommation volontaire d'aliment par des porcs immunocastrés recevant trois aliments différant par leur teneur en énergie nette (EN ; 9,10, 9,59 ou 10,07 MJ/kg) entre l'âge de 91 jours et l'abattage (à environ 172 jours). L'expérience a été conduite sur 45 porcs, logés individuellement, dont la consommation volontaire et le poids vif ont été mesurés chaque semaine. L'épaisseur de lard dorsal a été mesurée toutes les 3 semaines. A l'abattage, les carcasses ont été pesées et leur état d'engraissement a été caractérisé (épaisseur de lard dorsal, proportion de gras intermusculaire dans le cou, surface de gras adjacente au *Longissimus dorsi* et teneur en gras intramusculaire dans le *Longissimus dorsi*). Les résultats indiquent que les porcs recevant les deux régimes à faible teneur en EN ingèrent moins d'EN (33,92 vs 36,91 MJ/j avec le régime à 10,07 MJ/kg ; $P = 0,05$). La comparaison avec les résultats de la bibliographie indique que la capacité maximale d'ingestion d'aliment des porcs n'a pas été atteinte pendant l'expérience, suggérant que d'autres facteurs sont impliqués dans la régulation de l'ingestion chez le porc. La réduction de la teneur en EN du régime de 5% a permis de réduire l'épaisseur de lard dorsal et le poids de la bardière sans modifier le poids de la carcasse mais une réduction supplémentaire de la teneur en EN n'a pas entraîné de diminution supplémentaire de l'adiposité des carcasses.

Effect of dietary net energy content on voluntary feed intake and growing performances of immunologically castrated male pigs

The second vaccination for immunocastration induces an increase in feed intake and fat deposition in immunocastrated pigs, which reduces carcass leanness. The objective of the study was to compare voluntary feed intake of immunocastrated pigs that received three diets differing in their net energy content (NE; 9.10, 9.59 or 10.07 MJ/kg) between 91 days of age and slaughter (around 172 days of age). The experiment involved 45 individually-housed pigs whose voluntary feed intake and body weight were measured weekly. Backfat thickness was measured every 3 weeks. At slaughter, carcasses were weighed and their fattening status was described (backfat thickness, percentage of intermuscular fat in the neck, backfat area adjacent to *Longissimus dorsi*, and intramuscular fat content in *Longissimus dorsi*). The pigs that received the two lowest dietary NE content decreased their NE intake (33.92 vs 36.91 MJ/d with the highest dietary NE content; $P = 0.05$). Literature data indicate that pigs did not reach their maximal intake capacity during the experiment, which suggests that other factors may be involved in regulation of feed intake in pigs. The decrease in dietary NE content by 5% reduced backfat thickness and backfat weight with no effect on carcass weight, but a supplementary decrease in dietary NE content did not further decrease carcass adiposity.

INTRODUCTION

L'utilisation de l'immunocastration en alternative à la castration chirurgicale des porcs mâles permet de limiter les odeurs sexuelles dans la viande en inhibant le développement testiculaire des porcs. La procédure d'immunocastration consiste en une double vaccination anti-gonadotrophine, dont la deuxième doit être effectuée dans les 2 à 8 semaines qui précèdent l'abattage. Au cours des 2 semaines qui suivent la seconde vaccination, les porcs immunocastrés augmentent fortement leur niveau alimentaire, ce qui s'accompagne d'une augmentation du dépôt de lipides, dépréciant ainsi la valeur économique des carcasses (Batorek *et al.*, 2012). La diminution du délai entre la seconde vaccination et l'abattage peut être envisagée pour réduire l'engraissement des carcasses mais elle nécessite de connaître *a priori* la date d'abattage. L'application d'une restriction alimentaire, basée sur la quantité d'aliment offerte, permet également de limiter l'engraissement des carcasses mais s'accompagne de comportements agressifs qui sont préjudiciables au bien-être des porcs (Quiniou *et al.*, 2012). En revanche, la dilution énergétique de l'aliment (par ajout de fibres dans le régime) pourrait permettre de limiter l'ingestion énergétique chez les porcs immunocastrés, et ainsi diminuer l'engraissement des carcasses, tout en alimentant les animaux à volonté jusqu'à l'abattage. L'objectif de notre essai est de comparer les performances de croissance et les caractéristiques des carcasses de porcs mâles immunocastrés recevant des régimes avec des teneurs différentes en énergie nette (EN) et avec une durée importante entre la seconde vaccination pour l'immunocastration et l'abattage.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Les effets de la teneur en EN des aliments sur la consommation alimentaire, les performances de croissance et les caractéristiques des carcasses ont été testés sur 45 porcs mâles croisés Piétrain × (Large White × Landrace), issus de 15 triplets de frères de poids vif (PV) homogène. Les porcs ont été placés en loge individuelle sur sol plein bétonné dès leur entrée dans une même salle d'engraissement (à environ 70 jours d'âge) et ils ont reçu un aliment standard pendant 14 jours. Les porcs ont été immunocastrés en deux vaccinations successives à 77 et 112 jours d'âge (Improvac®, Pfizer ; 2 × 2 mL/porc). A partir de 84 jours d'âge et jusqu'à l'abattage (en deux fois à 169 ou 176 jours d'âge), chaque triplet a été réparti sur trois lots différenciant par la teneur en EN de l'aliment :

- Lot HE : aliment à teneur élevée en EN (Aliment HEN),
- Lot BE : aliment à teneur faible en EN (Aliment BEN),
- Lot ME : aliment à teneur intermédiaire en EN (mélange équiproportionnel des aliments HEN et BEN avant granulation).

La teneur en EN des régimes a été adaptée par ajout de son de blé, de coques de soja et de pulpe de betterave et par retrait d'huile de tournesol (Tableau 1). Les teneurs en énergie digestible, énergie métabolisable et en nutriments digestibles ont été déterminées au cours d'un essai de mesures de digestibilité effectué simultanément à cet essai afin de calculer les teneurs en EN d'après les équations de la bibliographie (Noblet *et al.*, 1994). Ainsi, les teneurs en EN des aliments BEN et HEN ont été, respectivement, de 9,10 et 10,07 MJ/kg (à 87% de matière sèche, MS).

Les porcs ont reçu les aliments expérimentaux à partir de 84 jours d'âge, en réalisant une transition progressive à partir du régime standard pendant 5 jours. Les rations individuelles ont été préparées par périodes de 3 ou 4 jours en fonction du niveau d'ingestion des porcs au cours de la semaine précédente et en anticipant leurs performances de croissance. Les aliments ont été distribués en deux repas par jour, sous forme de granulés. Les refus d'aliment ont été collectés deux fois par semaine (lundi et vendredi). L'eau était disponible à volonté, sauf pendant 1 heure le matin durant le nettoyage des loges individuelles.

Tableau 1 – Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux.

Régime	BEN	HEN
Ingrédients, %		
Blé	17,77	24,93
Maïs	17,77	24,93
Orge	17,77	24,93
Son de blé	15,00	2,50
Coques de soja	10,00	-
Pulpe de betterave	5,00	-
Tourteau de soja 48	9,18	15,74
Tourteau de colza	1,97	-
Mélasses de canne	3,00	3,00
Huile de tournesol	-	1,00
L-lysine-HCl	0,24	0,29
L-thréonine	0,07	0,09
L-tryptophane	0,01	0,02
DL-méthionine	0,01	0,03
L-valine	-	0,02
Sel	0,45	0,45
Carbonate de calcium	0,29	0,54
Phosphate bicalcique	0,97	1,03
COV	0,50	0,50
Caractéristiques, /kg ¹		
Matières azotées totales, g	178	184
Matière grasse, g	33	42
Amidon, g	413	516
Cellulose brute (Weende), g	80	34
Fibres Van Soest, g		
NDF	226	147
ADF	99	44
ADL	24	14
Matières minérales, g	60	54
Energie brute, MJ	15,80	15,93
Energie digestible, MJ ²	12,46	13,52
Energie nette, MJ ³	9,10	10,07

¹ A 87% de matière sèche.

² Mesurée au cours d'un essai de digestibilité sur cinq porcs ayant reçu successivement les deux régimes ad libitum selon un schéma en inversion (poids vif moyen pendant les mesures : 57 kg).

³ Calculée d'après les valeurs analytiques et les mesures de digestibilité (moyenne des équations 3 à 8; Noblet *et al.*, 1994).

1.2. Mesures en cours d'engraissement

La consommation alimentaire a été mesurée deux fois par semaine par différence entre la quantité d'aliment offerte et la quantité d'aliment refusée par les porcs, en contrôlant que celle-ci n'avait pas été souillée. Nous n'avons pas observé de souillures liquides des aliments refusés et les fèces éventuellement présentes dans l'auge étaient retirées. Les quantités d'aliment consommées ont ensuite été cumulées pour chaque semaine. Un prélèvement de chaque aliment a été effectué à chaque préparation de ration et conservé à +4°C.

Les porcs ont été pesés une fois par semaine, le lundi matin au moment de la collecte des refus, pendant toute la durée de l'expérience. Il n'y a pas eu de mise à jeun préalable. L'épaisseur de lard dorsal a été mesurée par échographie (Noveko, Vetkoplus, 3.5 MHz) au niveau de la dernière côte à 6 cm de part et d'autre de la colonne vertébrale toutes les 3 semaines le mercredi (soit aux âges moyens de 79, 100, 121, 142 et 163 jours).

1.3. Mesures à l'abattoir

Les porcs ont été abattus par triplet de frères répartis dans les trois lots expérimentaux en deux séries à 1 semaine d'intervalle (aux âges d'environ 164 et 175 jours), après une mise à jeun d'environ 20 heures. L'abattage a été réalisé à l'abattoir expérimental de Saint-Gilles (35) par saignée, précédée d'une électroanesthésie. Les carcasses ont été éviscérées, puis fendues et le poids total de carcasse a été mesuré immédiatement. L'épaisseur de lard dorsal a été mesurée au pied à coulisse au niveau de la première côte, de la dernière côte et de la pointe de la hanche et moyennée par individu. La panne a été isolée et pesée. Le lendemain, après ressuyage des demi-carcasses, la demi-carcasse gauche a été découpée entre la troisième et la quatrième vertèbre cervicale et au niveau de la dernière côte. Les photos des coupes transversales ont été analysées (logiciel LUCIA.NET 1.16.5) pour déterminer le pourcentage de gras intermusculaire au niveau du cou et la surface de gras sous-cutané adjacente au muscle *Longissimus dorsi*. Finalement, la bardière a été isolée et pesée. Un échantillon du *Longissimus dorsi* a été prélevé au niveau de la dernière côte et stocké à -20°C.

1.4. Analyses de laboratoire

Les échantillons hebdomadaires de chaque aliment ont été analysés pour leur teneur en MS et ils ont été cumulés sur l'ensemble de l'expérience pour analyser les teneurs en matières azotées totales, matière grasse, amidon, cellulose brute, fibres Van Soest, matières minérales et énergie brute, selon les méthodes normalisées (AOAC, 1990). Les échantillons de *Longissimus dorsi* prélevés à l'abattoir ont été hachés et la teneur en gras intramusculaire a été mesurée par spectroscopie proche infrarouge (Prevolnik *et al.*, 2005).

1.5. Calculs et analyses statistiques

La quantité d'aliment frais ingérée et le PV moyen par semaine ont été utilisés pour calculer, chaque semaine, la quantité d'EN ingérée par kg de poids métabolique ($PV^{0,60}$). Le gain moyen quotidien a été calculé entre chaque pesée du lundi matin. L'indice de consommation a été calculé par le rapport entre la quantité d'aliment frais ingérée et le gain moyen quotidien. L'efficacité d'utilisation de l'EN a été calculée comme le rapport entre le gain moyen quotidien et la quantité d'EN

ingérée. Ces caractéristiques ont également été calculées sur trois périodes : entre le début des mesures (à 91 jours) et la seconde vaccination (à 112 jours), entre la seconde vaccination et l'abattage (à environ 172 jours), et entre le début des mesures et l'abattage. Le rendement de carcasse a été calculé comme le rapport entre le poids de carcasse et le PV mesuré la veille de l'abattage.

L'analyse de variance sur les données obtenues par périodes et à l'abattage a été réalisée en considérant le lot expérimental comme effet fixe et le triplet de frères comme effet aléatoire (proc MIXED ; SAS, 2004). Les données obtenues à l'abattage ont également été analysées en incluant le poids de carcasse en covariable du modèle statistique. Les cinétiques d'aliment ingéré, d'EN ingérée, de PV, d'indice de consommation, d'efficacité d'utilisation de l'EN et d'épaisseur de lard dorsal ont été analysées en mesures répétées pour les effets de l'âge, du triplet, du lot expérimental et de l'interaction entre l'âge et le lot expérimental (proc MIXED ; SAS, 2004). Seules les valeurs obtenues aux âges moyens de 94, 108 et 164 jours, correspondant respectivement à l'âge moyen pendant la première semaine d'ingestion des régimes expérimentaux, la semaine précédant la seconde vaccination et la semaine précédant la première série d'abattage, ont été rapportées dans les tableaux et comparées entre elles à chaque âge (LS-MEANS statement, proc MIXED ; SAS, 2004).

2. RESULTATS

Les résultats de quatre porcs (un pour chacun des lots BE et HE et deux pour le lot ME) ont été retirés des analyses statistiques suite à des perturbations en cours d'élevage (deux hernies ombilicales, un mort en cours d'expérimentation et une patte cassée). Les analyses ont finalement porté sur 14 porcs pour les lots BE et HE et 13 porcs pour le lot ME, issus des 15 triplets originaux.

2.1. Performances pendant la période d'engraissement

Le PV des porcs pendant l'essai n'était pas différent entre les groupes d'animaux au début des mesures, à la seconde vaccination et au moment de l'abattage à environ 172 jours d'âge ($P > 0,10$; Tableau 2). En moyenne pour tous les lots, il a augmenté de 37 à 54 kg entre le début des mesures et la seconde vaccination et jusqu'à 126 kg à l'abattage. Sur l'ensemble de la période de mesure, les quantités journalières d'aliment ingéré n'ont pas varié significativement entre les lots ($P = 0,12$) et elles ont été en moyenne de 3,17 kg/j.

En revanche, la quantité d'EN ingérée et le gain moyen quotidien ont été significativement plus élevés ($P = 0,05$ et $0,03$, respectivement) pour les porcs du lot HE que pour les autres porcs. L'indice de consommation a été significativement plus élevé pour les porcs du lot BE (3,00 vs 2,77 kg/kg en moyenne pour les porcs des lots ME et HE ; $P < 0,01$).

En revanche, l'efficacité d'utilisation de l'EN n'a pas été significativement différente entre les lots expérimentaux (31,7 g de gain de PV par MJ d'EN).

Avant la seconde vaccination, les quantités d'aliment et d'EN ingérés et le gain moyen quotidien n'ont pas été significativement différents entre les lots expérimentaux mais l'indice de consommation a été significativement plus élevé pour les porcs du lot BE (2,71 kg/kg) et plus faible pour les porcs du lot HE (2,24 kg/kg), par rapport aux porcs du lot ME (2,41 kg/kg ; $P < 0,01$).

L'efficacité d'utilisation de l'EN a également été plus faible pour les porcs du lot BE que pour les autres porcs (35,4 vs 38,5 g/MJ en moyenne ; $P < 0,01$).

Après la seconde vaccination, la quantité d'EN ingérée a été significativement plus faible pour les porcs des lots BE et ME par rapport aux porcs des lots HE (38,25 vs 42,00 MJ/j ; $P = 0,03$) alors que la quantité d'aliment ingérée n'a pas été

significativement différente entre les lots expérimentaux ($P = 0,11$). Le gain moyen quotidien a été significativement plus élevé pour les porcs du lot HE ($P = 0,04$). L'indice de consommation a été significativement plus élevé pour les porcs du lot BE que pour les porcs des autres lots (3,16 vs 2,91 kg/kg, en moyenne ; $P < 0,01$) mais l'efficacité d'utilisation de l'EN a été similaire pour tous les lots (30,5 g/MJ).

Tableau 2 – Effet de la teneur en énergie nette (EN) du régime sur les performances de croissance et les caractéristiques des carcasses à l'abattage (à environ 172 jours d'âge) des porcs mâles immunocastrés.

	Régime ¹			ETR ²	P-value Effet du régime ²
	BE	ME	HE		
Nombre de porcs	14	13	14		
Poids vif (PV), kg					
A 91 jours d'âge	37,7	36,6	36,5	4,7	0,75
A 112 jours d'âge	54,0	53,6	54,8	6,9	0,90
A l'abattage	124,3	122,6	129,9	11,5	0,24
De 91 jours d'âge à l'abattage					
Aliment ingéré, kg/j	3,30	3,02	3,19	0,33	0,12
Energie nette ingérée, MJ/j	34,51 ^a	33,32 ^a	36,91 ^b	3,60	0,05
Gain moyen quotidien, g/j	1072 ^a	1070 ^a	1160 ^b	97	0,03
Indice de consommation, kg/kg	3,00 ^a	2,83 ^b	2,71 ^b	0,13	< 0,01
Efficacité d'utilisation de l'EN, g gain PV/MJ EN	31,29	32,30	31,46	1,6	0,26
De 91 à 112 jours d'âge					
Aliment ingéré, kg/j	2,11	1,93	1,94	0,30	0,27
Energie nette ingérée, MJ/j	22,01	21,27	22,47	3,35	0,66
Gain moyen quotidien, g/j	777	811	873	133	0,18
Indice de consommation, kg/kg	2,71 ^a	2,41 ^b	2,24 ^c	0,19	< 0,01
Efficacité d'utilisation de l'EN, g gain PV/MJ EN	35,4 ^a	38,0 ^b	39,0 ^b	2,8	< 0,01
De 112 jours d'âge à l'abattage					
Aliment ingéré, kg/j	3,72	3,41	3,63	0,37	0,11
Energie nette ingérée, MJ/j	38,91 ^a	37,58 ^a	42,00 ^b	4,00	0,03
Gain moyen quotidien, g/j	1175 ^a	1158 ^a	1262 ^b	106	0,04
Indice de consommation, kg/kg	3,16 ^a	2,93 ^b	2,88 ^b	0,16	< 0,01
Efficacité d'utilisation de l'EN, g gain PV/MJ EN	30,5	31,1	30,0	1,7	0,26
Carcasse, kg	96,4	95,9	102,4	9,9	0,18
Rendement de carcasse, %	77,4 ^a	78,1 ^{ab}	78,9 ^b	1,6	0,09
Panne, kg	1,29	1,32	1,48	0,36	0,34
Bardière, kg	2,59 ^a	2,56 ^a	3,13 ^b	0,54	0,02
Epaisseur de lard dorsal, mm					
A 163 jours d'âge ³	14,5 ^a	14,6 ^a	16,7 ^b	2,2	0,03
A l'abattoir ⁴	26,3	27,2	28,8	3,7	0,20
Gras intermusculaire dans le cou, %	22,8	22,4	24,7	4,3	0,36
Gras sous-cutané adjacente au <i>Longissimus dorsi</i> , mm ²	17,4 ^a	18,0 ^a	20,5 ^b	3,3	0,05
Gras intramusculaire dans le <i>Longissimus dorsi</i> , %	1,55	1,42	1,70	0,57	0,45

¹ BE : 9,10 MJ EN/kg ; ME : 9,59 MJ EN/kg ; HE : 10,07 MJ EN/kg. La seconde vaccination pour l'immunocastration a été réalisée à 112 jours d'âge.

² ANOVA pour l'effet régime en considérant le triplet de frères comme effet aléatoire (proc MIXED ; SAS, 2004), ETR : écart-type résiduel.

³ Mesurée avec un échographe au niveau de la dernière côte.

⁴ Mesurée avec un pied à coulisse au niveau de la première côte, de la dernière côte et de la pointe de la hanche sur la demi-carcasse et moyennée par porc.

^{a,b,c} Au sein de la même ligne, les valeurs avec des exposants différents sont significativement différentes ($P < 0,10$).

Tableau 3 – Effet de la teneur en énergie nette (EN) du régime sur l'évolution de l'ingestion et de la croissance moyenne par semaine des porcs mâles immunocastrés entre 91 jours d'âge et l'abattage (à environ 172 jours d'âge).

	Age moyen ¹	Régime ²			ETR ³	P-values ³		
		BE	ME	HE		Régime	Age	Age × Régime
Poids vif (PV), kg	94	39,9	38,7	38,2	3,7	0,60	< 0,01	< 0,01
	108	50,5	49,7	50,9				
	164	115,7 ^a	114,9 ^a	121,7 ^b				
Aliment ingéré, kg/j	94	1,83	1,66	1,65	0,39	0,10	< 0,01	0,01
	108	2,39	2,22	2,10				
	164	4,02 ^{ab}	3,96 ^a	4,29 ^b				
EN ingérée, MJ/j	94	16,62	15,77	16,78	3,80	0,04	< 0,01	< 0,01
	108	21,72	21,24	21,23				
	164	36,57 ^a	37,93 ^a	43,25 ^b				
EN ingérée, MJ/kg PV ^{0,60} par jour	94	1,81	1,76	1,90	0,25	< 0,01	< 0,01	0,10
	108	2,07	2,05	2,02				
	164	2,13 ^a	2,21 ^a	2,44 ^b				
Gain moyen quotidien, g/j	94	618	662	729	280	0,06	< 0,01	0,98
	108	1041	1093	1075				
	164	1077	1097	1203				
Indice de consommation, kg/kg	94	3,69	2,78	2,37	0,99	< 0,01	< 0,01	0,95
	108	2,31	2,10	1,99				
	164	4,28	4,02	3,83				
Efficacité d'utilisation de l'EN, g gain PV/MJ EN	94	36,8	40,5	44,2	8,1	0,26	< 0,01	0,90
	108	48,1	51,6	50,7				
	164	29,6	29,7	27,7				

¹ Chaque variable a été calculée comme la moyenne des valeurs par semaine. Seules les moyennes correspondant aux âges de 94 (première semaine de mesure), 108 (semaine précédant la seconde vaccination réalisée à 112 jours d'âge) et 164 jours (semaine précédant la première série d'abattage) sont présentées.

² BE : 9,10 MJ EN/kg ; ME : 9,59 MJ EN/kg ; HE : 10,07 MJ EN/kg.

³ ANOVA avec en effets fixes l'âge, le régime et leur interaction et le triplet de frères en effet aléatoire (proc MIXED ; SAS, 2004). ETR : écart-type résiduel.

^{a,b} Sur la même ligne, les valeurs avec des exposants différents sont significativement différentes ($P < 0,10$).

L'analyse des cinétiques des performances de croissance indique que l'effet des régimes expérimentaux sur le PV et sur les quantités d'aliment et d'EN ingérées a varié en fonction de l'âge des animaux (interaction régime × âge : $P \leq 0,10$; Tableau 3).

Ainsi, le PV, la quantité d'aliment ingérée et la quantité d'EN ingérée (MJ/j) ont été significativement plus élevés pour les porcs du lot HE à l'âge de 164 jours. Rapportée au poids métabolique moyen de la semaine, la quantité d'EN ingérée par jour a été significativement plus élevée pour les porcs du lot HE que pour les porcs des lots BE et ME (2,44 vs 2,17 MJ/kg PV^{0,60}). Le gain moyen quotidien a augmenté avec l'âge ($P < 0,01$) et a été significativement plus élevé pour les porcs du lot HE ($P = 0,06$). De plus, l'indice de consommation a été significativement plus élevé pour les porcs du lot BE que pour ceux des autres lots mais l'évolution de l'indice de consommation selon la teneur en EN du régime n'a pas varié significativement avec l'âge des porcs ($P = 0,95$). L'efficacité d'utilisation de l'EN n'a pas été affectée par la composition des régimes ($P = 0,26$) mais elle a varié avec l'âge des porcs ($P < 0,01$). L'épaisseur de lard dorsal n'a pas été affectée significativement par la composition du régime aux âges de 100, 121 et 142 jours (respectivement 6,0, 7,4 et 10,1 mm en moyenne) mais a été significativement plus élevée pour les porcs du lot HE que pour les autres porcs (16,7 vs 14,6 mm en

moyenne ; $P = 0,03$) à l'âge de 163 jours (valeurs non présentées dans le tableau).

2.2. Performances à l'abattage

A l'abattage, le poids de carcasse n'a pas différencié significativement entre les lots et était en moyenne de 98,2 kg (Tableau 2) mais le rendement d'abattage était plus élevé pour les porcs du lot HE (78,9%) que pour les autres porcs (77,4% en moyenne, $P = 0,09$). Cependant, l'introduction du poids de carcasse en covariable du modèle d'analyse statistique indique que les variations du rendement de carcasse sont principalement liées aux variations du poids de carcasse ($P = 0,21$ pour l'effet régime). Le poids de la panne n'a pas été significativement différent entre les lots, mais le poids de la bardière a été plus élevé pour les porcs du lot HE que pour les autres lots (3,13 vs 2,58 kg ; $P = 0,02$). De même, la surface de gras sous-cutané adjacente au *Longissimus dorsi* a été plus élevée pour les porcs du lot HE que pour les autres porcs (20,5 vs 17,7 mm² ; $P = 0,05$). En revanche, l'épaisseur moyenne de lard dorsal mesurée au pied à coulisse sur la carcasse n'a pas varié significativement en fonction de la teneur en EN du régime. De même, les teneurs en gras intermusculaire dans le cou et en gras intramusculaire dans le *Longissimus dorsi* n'ont pas été significativement différentes entre les lots (Tableau 2).

L'introduction du poids de carcasse en covariable du modèle d'analyse statistique n'a pas modifié les réponses de ces paramètres aux traitements expérimentaux.

3. DISCUSSION

3.1. Caractérisation de la consommation volontaire d'aliment

La régulation de l'ingestion volontaire chez le porc en croissance dépend de plusieurs critères dont l'ingéré de MS (Black *et al.*, 1986) ou l'ingéré d'énergie (Cole *et al.*, 1967). Cependant, ces deux critères ne semblent pas suffisants pour décrire la consommation volontaire d'aliment par le porc, surtout en fin d'engraissement (Quiniou et Noblet, 2012). Dans notre expérience, les porcs ont reçu des aliments avec des teneurs différentes en EN mais nous n'avons pas observé de variations significatives des quantités d'aliment ingérées sur plusieurs semaines (Tableau 2), alors que des différences entre les lots semblent se mettre en place au cours des dernières semaines précédant l'abattage (Tableau 3). En revanche, une partie de ces variations est probablement due aux différences de PV des animaux entre les lots, qui se sont également exprimées au cours des semaines précédant l'abattage. Ainsi, l'ingéré d'EN, exprimé par kg de poids métabolique, a été plus faible pour les porcs des lots BE et ME que pour les porcs du lot HE. De plus, les niveaux d'ingestion volontaire ont toujours été inférieurs aux valeurs proposées par Black *et al.* (1986 ; de 3,0 à 7,9 kg/j pour les âges de 94 et 164 jours, respectivement) ou à celles mesurées par Quiniou et Noblet (2012) en fin d'engraissement chez des porcs élevés également en loges individuelles (3,8 kg/j pour des porcs d'un PV moyen de 90 kg). Ceci suggère que la capacité d'ingestion (c'est-à-dire le volume d'aliment pouvant être consommé) n'a pas été le facteur limitant la consommation volontaire d'aliment, d'autant plus que les animaux, logés individuellement dans la même salle, avaient accès à l'aliment toute la journée. Ainsi, d'autres facteurs sont susceptibles d'intervenir dans la régulation de l'ingestion chez le porc. Parmi ceux-ci, des différences de cinétique d'ingestion d'aliment sont susceptibles d'avoir été induites par les teneurs en fibres plus élevées des régimes BE et ME, qui ont généré un apport prolongé de nutriments issus des fermentations dans le caecum et colon et à cause de variations de la cinétique digestive (Wilfart *et al.*, 2007), modifiant la satiété des porcs. Cependant, notre dispositif expérimental ne permettait pas de rapporter des valeurs de cinétique journalière de prise alimentaire.

3.2. Utilisation de la réduction de la teneur en EN des régimes pour limiter l'adiposité des carcasses des porcs mâles immunocastrés

La réduction de la quantité d'EN ingérée par la diminution de la concentration énergétique du régime s'est accompagnée d'une diminution du gain moyen quotidien (-8%) et elle a permis de limiter les dépôts de lipides, principalement au niveau du lard dorsal, chez les porcs mâles immunocastrés, tout en maintenant une alimentation à volonté et un délai important entre la seconde vaccination pour l'immunocastration et l'abattage. Nos résultats indiquent qu'une réduction de la teneur en EN de 10,07 à 9,59 MJ/kg diminue les dépôts de lipides dans les carcasses. En revanche, l'efficacité d'utilisation de l'EN n'a pas été affectée par la composition du régime sur l'ensemble de la période de mesures, ce qui suggère que la composition du gain pondéral (rapport entre les protéines et les lipides déposés) n'a pas été affectée par les traitements expérimentaux et qu'une diminution du dépôt de protéines a pu être également induite par la diminution de la quantité d'EN ingérée. Une diminution supplémentaire de la teneur en EN des régimes de 9,59 à 9,10 MJ/kg n'a pas entraîné de réduction supplémentaire des dépôts lipidiques, notamment parce que l'ingéré d'EN a été très similaire entre les porcs des lots BE et ME.

CONCLUSION

La diminution de la teneur en EN du régime de 10,07 à 9,59 MJ/kg constitue une alternative à la réduction de la quantité d'aliment apportée aux porcs mâles immunocastrés après la seconde vaccination pour limiter l'ingéré d'EN et les dépôts de lipides dans les tissus adipeux mais elle peut également affecter la synthèse des tissus musculaires. En revanche, une réduction plus drastique de la teneur en EN du régime (jusqu'à 9,10 MJ/kg) n'a pas entraîné de diminution supplémentaire de l'ingéré d'EN et de l'adiposité des carcasses, ce qui signifie que les porcs ont été capables d'adapter leur niveau alimentaire à la faible teneur énergétique du régime. Ainsi, nos résultats indiquent que la consommation volontaire d'aliment par le porc immunocastré ne peut pas être prédite uniquement comme la quantité de MS ou d'EN ingérée quand la plage de variations de la teneur énergétique du régime est étendue mais que d'autres facteurs sont susceptibles d'affecter le comportement alimentaire du porc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Ed., Arlington, VA, USA.
- Batorek N., Candek-Potokar M., Bonneau M., van Milgen J., 2012. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6, 1330-1338.
- Black J.L., Campbell R.G., Williams I.H., James K.J., Davies G.T., 1986. Simulation of energy and amino acid utilization in the pig. *Res. Dev. Agric.*, 3, 121-145.
- Cole D.J.A., Duckworth J.E., Holmes W., 1967. Factors affecting voluntary feed intake in pigs. 1. The effects of digestible energy content of the diet on the intake of castrated male pigs housed in holding pens and metabolic crates. *Anim. Prod.*, 9, 141-148.
- Noblet J., Fortune H., Shi X.S., Dubois S., 1994. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 72, 344-354.
- Prevolnik M., Candek-Potokar M., Skorjanc D., Velikonja-Bolta S., Skrllep M., Znidarsic T., Babnik D., 2005. Predicting intramuscular fat content in pork and beef by near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spec.*, 13, 77-85.
- Quiniou N., Noblet J., 2012. Effect of the dietary net energy concentration on feed intake and performance of growing-finishing pigs housed individually. *J. Anim. Sci.*, 90, 4362-4372.
- Quiniou N., Monziols M., Colin F., Goues T., Courboulay V., 2012. Effect of feed restriction on the performance and behaviour of pigs immunologically castrated with Improvac®. *Animal*, 6, 1420-1426.
- SAS, 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Wilfart A., Montagne L., Simmins H., Noblet J., van Milgen J., 2007. Digesta transit in different segments of the gastrointestinal tract of pigs as affected by insoluble fibre supplied by wheat bran. *Brit. J. Nutr.*, 98, 54-62.