

Vers une utilisation de la consommation résiduelle pour piloter les performances des porcs charcutiers en élevage de production

Jean-Charles BESNARD, Vincent BEGOS, Philippe BONIFACE, Laurent ROGER

CCPA, Z.A. du Bois de Teillay, Quartier du Haut-Bois, 35150 Janzé, France

jcbesnard@groupe-ccpa.com

Vers une utilisation de la consommation résiduelle pour piloter les performances des porcs charcutiers en élevage de production

La consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR) est définie comme étant la différence entre la consommation réelle de l'animal et la consommation prédite pour satisfaire ses besoins d'entretien et de production. Cette étude a été réalisée sur 1149 femelles sur 10 lots dans le but d'évaluer l'applicabilité du critère CMJR dans des conditions d'élevage. Les animaux ont été alimentés *ad libitum* entre 32,5 et 111,2 kg. La consommation en énergie nette journalière résiduelle (CEJR) a été calculée pour évaluer l'efficacité alimentaire par case durant l'engraissement. La population a été répartie en trois groupes d'effectif équivalent selon leur CEJR (CEJR⁻ : individus ingérant moins d'EN que la quantité prédite par le modèle ; CEJR⁺ : individus ingérant plus d'énergie nette (EN) que prédit ; CEJR[°] : individus avec une ingestion intermédiaire). La CEJR est corrélée à l'indice de consommation (IC ; $r = 0,88$), à la consommation moyenne journalière (CMJ ; $r = 0,58$), à l'énergie nette ingérée (ENi ; $r = 0,59$), et à l'indice de consommation en EN (ICEN ; $r = 0,91$) sur l'ensemble de l'engraissement. Pour les deux groupes de CEJR extrêmes, les valeurs d'IC diffèrent de 0,21 ($P < 0,05$). Les valeurs de d'épaisseur de gras (G2) sont de 14,5 mm pour les CEJR⁻ et de 15,3 mm pour les CEJR⁺ ($P < 0,05$). La différence d'épaisseur de muscle (M2) entre les deux groupes est de 2,5 mm en faveur des animaux plus efficaces (CEJR⁻) ($P < 0,05$). L'ENi des animaux les moins efficaces est supérieure dès les premières phases de l'engraissement. Cette étude confirme la possibilité d'évaluer la CEJR à l'échelle de l'élevage et son intérêt dans le cadre du contrôle de l'indice de consommation et des rejets en élevage.

Towards the use of the residual feed intake to drive the performances of growing pigs in commercial farms

The residual feed intake (RFI) is defined as the difference between the real consumption of the animal and the predicted consumption calculated to meet the maintenance and production requirements. This study was carried out with 1149 females from 10 groups in order to assess the applicability of the RFI criterion under farm conditions. The animals were fed *ad libitum* from an average weight of 32.5 kg to a weight of 111.2 kg. The residual energy intake (REI) was calculated to evaluate the feed efficiency per pen throughout the entire growing period. The population was divided into three groups according to their REI (REI⁻: lower energy intake than predicted by the model; REI⁺: higher energy intake than predicted by the model; REI[°]: an intermediate energy intake). The REI is correlated with the feed conversion ratio ($r = 0.88$), the average daily feed intake ($r = 0.58$), the average daily energy intake ($r = 0.59$), and the energy conversion ratio ($r = 0.91$) during the fattening period. For the two extreme groups on REI, the difference of FCR is 0.21 ($P < 0.05$). Fat depth values at slaughter are different between the extreme groups with 14.5 mm for REI⁻ as against 15.3 mm for REI⁺ ($P < 0.05$). The difference of muscle depth between groups REI⁻ and REI⁺ is 2.5 mm in favor of the more efficient animals ($P < 0.05$). The ADEI of the less efficient animals is already higher from the beginning of the growing period. This study confirms the potential applicability of the REI concept for growing pigs and the interest of assessing it in order to improve feed efficiency and reduce pig waste.

INTRODUCTION

Le coût alimentaire représente près de 65 % du coût de production des élevages porcins français. Les progrès de la génétique et l'amélioration des connaissances en nutrition animale ont permis de diminuer l'indice de consommation (IC) de 2,94 à 2,72 (Calvar et Badouard, 2015) entre 2004 et 2014 (entre 30 et 115 kg de poids vif). Néanmoins des écarts de 0,5 points d'IC 30-115 subsistent entre les 10% d'élevages les plus performants sur ce critère et les 10% inférieurs, illustrant un potentiel toujours présent d'amélioration de l'IC en élevage porcine.

La consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR) d'un porc correspond à la différence entre la quantité réelle d'aliment ingérée et sa consommation théorique, prédite par le calcul de ses besoins d'entretien et de production (Kennedy *et al.*, 1993). Ces besoins peuvent être estimés au travers d'une régression linéaire intégrant différentes caractéristiques relatives à la croissance (gain moyen quotidien (GMQ), épaisseur de lard...) et à l'entretien (Hoque et Suzuki, 2009). La construction de la variable CMJR permet l'étude de populations avec des besoins théoriques similaires. Les écarts de CMJR peuvent résulter d'une efficacité métabolique ou de comportements alimentaires différents. On obtient ainsi une catégorie d'animaux CMJR consommant moins que leurs besoins théoriques, et à l'opposé, des animaux CMJR consommant plus que leurs besoins théoriques. Les écarts de consommation résiduelle peuvent représenter de 30 à 40% de la consommation moyenne journalière (CMJ) (Dekkers et Gilbert, 2009).

La CMJR a été beaucoup étudiée ces dernières années par les généticiens pour évaluer l'intérêt d'une sélection sur ce critère (Gilbert *et al.*, 2006). Plus récemment, les lignées divergentes ainsi sélectionnées sur le critère CMJR ont été utilisées dans le cadre d'essais de nutrition (Montagne *et al.*, 2014). En revanche, aucune étude n'a été réalisée en conditions de production en vue d'évaluer les différences de performances zootechniques et de qualité de carcasses d'animaux de même type génétique mais présentant des CMJR différentes. L'objectif de cette étude conduite en engraissement est d'évaluer la consommation en énergie nette journalière résiduelle (CEJR) à l'échelle de la case. Les différences de performances zootechniques des porcs seront alors comparées en fonction des écarts de consommation résiduelle calculés.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux et logement

L'étude CCPA est basée sur des données de porcs en engraissement (Piétrain × (Large White × Landrace)) issues de la station expérimentale de Saint Symphorien. L'analyse regroupe 10 lots différents d'animaux élevés entre 2008 et 2012, soit au total 1149 femelles. Les mâles ont été écartés de l'analyse car non alimentés en *ad libitum*.

Les animaux sont identifiés individuellement et logés dans des cases de huit individus du début à la fin de l'engraissement.

Les femelles sont alimentées *ad libitum* du début de l'engraissement (69 jours d'âge) jusqu'à l'abattage (160 jours d'âge en moyenne). Sur l'ensemble des 10 lots, les différents aliments distribués ont un profil nutritionnel connu. Les plans d'alimentation appliqués sont des plans en bi-phase (n = 8 lots) ou tri-phase (n = 2 lots).

1.2. Mesures

L'engraissement est divisé en périodes de 14 jours. A l'entrée des animaux en engraissement et au terme de chacune de ces phases, une pesée individuelle est réalisée. Un bilan de consommation est réalisé pour chaque période à l'échelle de la case.

L'abattage des animaux est réalisé en deux départs avec en moyenne 12 jours d'intervalle. Les mesures effectuées à l'abattage sont les mesures classiques de la méthode Capteur Gras Maigre (CGM), à savoir les mesures d'épaisseur de gras (G2) et de muscle (M2). Ces mesures ont permis de déterminer le taux de muscle des pièces (TMP, % = 62,19 - 0,729 x G2 + 0,144 x M2). A ces critères de qualité de carcasse s'ajoute une mesure du poids froid de carcasse. L'identification individuelle des porcs à l'abattage permet de faire le lien entre les performances de croissance et les caractéristiques de qualité de carcasse.

Les performances de croissance analysées lors de cette étude concernent les données jusqu'au premier départ. Par ailleurs, les critères de qualité de carcasse sont analysés en prenant en covariable le poids en fin d'engraissement. Les données obtenues à l'échelle de l'individu sont le GMQ et les données de qualité de carcasses. L'ingestion et l'IC sont analysés à l'échelle de la case (corrigés du poids et de l'ingéré des porcs morts).

1.3. Analyses statistiques

L'unité expérimentale est la case de huit individus. Les données sont analysées à l'aide du logiciel SPSS (IBM SPSS Statistics 19).

L'énergie nette ingérée théorique ($ENI_{théo}$) a été calculée sur l'ensemble de la croissance à l'aide d'une régression linéaire basée sur le modèle de l'Equation 1.

Equation 1 – Modèle de détermination de l'Energie Nette Ingérée théorique par case

$$ENI_{théo} = C + \alpha \text{ Poids Initial} + \beta \text{ GMQ}$$

Le poids initial intégré dans l'équation correspond au poids de début d'engraissement. Cette variable a été préférée au poids moyen puisqu'elle est obtenue à âge constant. Le critère GMQ de l'Equation 1 correspond au GMQ moyen par case jusqu'au 1^{er} départ. Les critères de qualité de carcasse ne sont pas intégrés à notre modèle. La prise en compte du G2 ou du TMP ne conduit qu'à une amélioration respective de 2% et 3% du coefficient de détermination du modèle d'estimation de l' $ENI_{théo}$. La consommation en énergie journalière résiduelle (CEJR) résulte de la différence entre l'énergie nette ingérée réelle ($ENI_{réelle}$) et l' $ENI_{théo}$ (Equation 2).

Equation 2 – Equation d'estimation de la Consommation en Energie Journalière Résiduelle

$$CEJR = ENI_{réelle} - ENI_{théo}$$

La CEJR a ici été préférée à la CMJR pour prendre en considération les variations des concentrations énergétiques des aliments (de 9,4 MJ à 9,9 MJ/kg) utilisés sur les 10 lots intégrés dans l'étude, en partant du postulat que la concentration énergétique conditionne la quantité d'aliment ingéré (Quiniou et Noblet, 2012). Les coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés entre la CERJ et l'ensemble des critères quantitatifs. Les cases ont été réparties dans trois groupes distincts et d'effectifs équivalents

selon la valeur de leur CEJR. La méthode ANOVA a été utilisée pour comparer les caractéristiques zootechniques de chacun de ces groupes avec prise en compte de l'effet groupe, lot et des interactions entre groupe et lot. Les caractéristiques de qualité de carcasse ont été évaluées en prenant en covariable le poids de carcasse. Les niveaux d'ENi, de GMQ et d'ICEN ont été analysés sur l'ensemble de l'engraissement à l'aide d'un modèle mixte hiérarchique sur données longitudinales et à coefficients aléatoires. La réponse à l'âge t , de la case i au sein du lot j est décrite via l'équation 3 (West *et al.*, 2007).

Equation 3 – Modèle utilisé pour la comparaison des performances selon le groupe de CEJR au cours du temps

$$Y_{tij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Age}_t + \beta_2 \text{Age}_t^2 + \beta_3 \text{CEJR}_{ij} + \beta_4 \text{Age}_t \times \text{CEJR}_{ij} + \beta_5 \text{Age}_t^2 \times \text{CEJR}_{ij} + u_{0j} + u_{1j} \times \text{Age}_t + u_{2j} \times \text{Age}_t^2 + u_{0ij} + \varepsilon_{tij}$$

Les paramètres β_0 à β_5 représentent les effets fixes associés à l'ordonnée à l'origine, l'âge et au facteur CEJR ; u_{0j} , u_{1j} et u_{2j} sont les effets aléatoires des essais associés respectivement à l'ordonnée à l'origine et à l'âge ; u_{0ij} est l'effet aléatoire associé à une case au sein d'un même lot ; ε_{tij} représente la résiduelle. Les effets des interactions ont été évalués par l'estimation des maximums de vraisemblance et éliminés si non significatives. L'analyse des résidus standardisés a été utilisée pour l'élimination des points aberrants. Le seuil de significativité est fixé à $P < 0,05$. Une tendance est notée pour $P < 0,10$.

2. RESULTATS

2.1. Performances zootechniques

Le GMQ moyen jusqu'au premier départ ($n=1\ 149$ individus), est en moyenne de 936 g/j pour un poids vif (PV) allant de 32,5 à 111,2 kg (à 154 jours d'âge). L'IC est de 2,57 sur cette même période. Les animaux ont été abattus à un poids de carcasse moyen de 91,2 kg (1^{er} et 2^{ème} départs confondus, $n=1\ 149$), avec un G2 de 14,9 mm, un M2 de 60,6 mm et un TMP de 60,0 %.

2.2. Estimation de la CEJR

Le tableau 1 présente l'estimation de l'ENi_{théo} sur l'ensemble de l'engraissement. Le PV en début d'engraissement et le GMQ ont tous les deux une incidence significative (Tableau 1) dans la construction de l'équation de prédiction de l'ENi ($P < 0,001$).

Le modèle explique 77 % de la variation de l'ENi à l'aide des deux variables intégrées dans le modèle, avec une erreur résiduelle du modèle de 0,75 MJ/j. Les valeurs de CEJR (Equation 2) sont comprises entre -2,04 MJ/j et +3,37 MJ/j, avec une moyenne à 0,07 MJ/j.

Tableau 1 – Estimation de l'Energie Nette ingérée théorique

Paramètre	Coefficient	Ecart type	P-Value
Constante	-6,62	1,44	< 0,001
Poids début, kg	0,15	0,02	< 0,001
GMQ, g/j	0,026	0,001	< 0,001

GMQ : Gain moyen quotidien (g/j)

2.3. Corrélations entre les critères de performance

La CEJR est corrélée à l'ICEN ($r = 0,91$) et à l'ENi ($r = 0,59$) (Tableau 2). Les coefficients de corrélation entre la CEJR et les critères de qualité de carcasse que sont le M2 et le TMP sont respectivement de -0,49 et -0,36. Le GMQ par case est corrélé à l'ENi ($r = 0,72$), au poids de carcasse ($r = 0,36$), au G2 ($r = 0,45$) et négativement corrélé au TMP ($r = -0,46$). L'ENi est quant à elle corrélée à l'ICEN ($r = 0,74$) et au G2 ($r = 0,43$). Le poids de carcasse est corrélé au G2 ($r = 0,32$) et plus significativement encore au M2 ($r = 0,49$).

2.4. Comparaison des performances zootechniques entre groupes de CEJR

Les trois groupes de CEJR (CEJR⁻, CEJR⁼ et CEJR⁺) sont composés de 49 cases de huit femelles (au total 1 149 porcs). La durée d'engraissement jusqu'au 1^{er} départ, le poids de début d'engraissement, le poids au 1^{er} départ et le GMQ sont identiques ($P > 0,05$) entre les groupes (Tableau 3).

L'IC et l'ICEN sont significativement différents entre groupes de CEJR (Tableau 3) avec des écarts respectifs de 0,21 et 2,2 MJ/kg entre les deux groupes extrêmes. Les animaux du groupe CEJR⁻ consomment 191 g/j de plus que les porcs du groupe CEJR⁼ ($P < 0,05$). Les porcs du groupe CEJR⁼ se situent à un niveau intermédiaire d'ingestion (CMJ = 2416 g/porc/j). Le G2 est supérieur chez les individus du groupe CEJR⁺ par rapports aux CEJR⁻ avec 15,3 mm contre 14,5 mm ($P < 0,05$). Le M2 est différent entre chaque groupe avec respectivement des épaisseurs de 61,7 mm, 61,0 mm et 59,2 mm pour les groupes d'animaux CEJR⁻, CEJR⁼ et CEJR⁺ ($P < 0,05$). Le TMP des porcs du groupe CEJR⁺ est inférieur de 1,0 % et 0,5 % au TMP des porcs des groupes CEJR⁻ et CEJR⁼ ($P < 0,05$).

Tableau 2 – Corrélations entre la consommation résiduelle et les différents critères de performances et de qualité de carcasse

	Pdeb	GMQ	ENi	ICEN	PdsCarc	TMP	G2	M2	CEJR
Pdeb	1,00	0,13	0,43*	0,49*	0,26	0,02	-0,06	-0,03	0,10
GMQ		1,00	0,72*	0,06	0,36*	-0,46*	0,45*	0,02	-0,07
ENi			1,00	0,74*	0,22	-0,54*	0,43*	-0,29	0,59*
ICEN				1,00	-0,03	-0,33*	0,18	-0,44*	0,91*
PdsCarc					1,00	-0,13	0,32*	0,49*	-0,17
TMP						1,00	-0,91*	0,35*	-0,36*
G2							1,00	0,04	0,20
M2								1,00	-0,49*
CEJR									1,00

* significativement différent de zéro à $P < 0,05$; CEJR : consommation en énergie journalière résiduelle (MJ/j) ; ENi : Energie nette ingérée (MJ/j) ; GMQ : Gain moyen quotidien (g/j) ; ICEN : Indice de consommation en énergie nette (MJ/kg) ; Pdeb: Poids de début d'engraissement (kg) ; G2 : Epaisseur de gras à l'abattage (mm) , M2 : Epaisseur de muscle à l'abattage (mm) ; PdsCarc: Poids de carcasse à l'abattage (kg) ; TMP : Taux de muscle des pièces (%)

Les porcs du groupe CEJR⁺ ont une vitesse de croissance supérieure à ceux du groupe CEJR⁻ de près de 70 g/j ($P < 0,05$) sur la première période d'engraissement de 14 jours. Le GMQ est toutefois similaire entre les groupes sur la totalité de l'engraissement ($P > 0,05$). Les animaux du groupe CEJR⁺ ingèrent significativement plus d'EN que les CEJR⁻ ($P < 0,01$) sur l'ensemble

de la période d'engraissement avec des écarts de l'ordre de 2 MJ EN/j (Figure 1). Cela conduit à une différence réelle d'ingéré énergétique de 196 MJ/porc sur l'ensemble de l'engraissement. Les porcs du groupe CEJR⁺ ont également un ICEN supérieur de 1,9 MJ/kg aux porcs du groupe CEJR⁻ dès le début de l'engraissement (Figure 1).

Tableau 3 – Comparaison des performances¹ et qualité de carcasses² des porcs selon leur groupe de CEJR

Groupe	CEJR ⁻	CEJR ⁻	CEJR ⁺	ETR ³	Statistiques ³
Nombre de cases	49	49	49		
Durée, jours	83,5	84,3	84,7	4,0	
Poids début, kg	32,4	32,1	32,9	2,9	
Poids 1 ^{er} départ, kg	110,3	111,6	111,7	5,1	
GMQ, g/j	932	944	931	43	
CMJ, g/j	2310 ^x	2416 ^y	2501 ^z	145	G***
ENi, MJ/j	22,4 ^x	23,6 ^y	24,4 ^z	1,4	G***
IC, kg/kg	2,48 ^x	2,56 ^y	2,69 ^z	0,09	G***
IC _{EN} , MJ/kg	24,0 ^x	25,0 ^y	26,2 ^z	0,8	G***
Pds de carcasse, kg	92,3 ^x	90,3 ^y	90,9 ^{xy}	1,3	G**
G2, mm ⁴	14,5 ^x	15,0 ^{xy}	15,3 ^y	1,3	G**
M2, mm ⁴	61,7 ^x	61,0 ^y	59,2 ^z	3,2	G***
TMP, % ²	60,5 ^x	60,0 ^x	59,5 ^y	1,0	G***
Rdt carcasse, % ⁴	76,4	76,1	76,3	0,9	
CEJR, MJ/j	-0,92 ^x	0,07 ^y	1,09 ^z	0,49	G***

¹ CEJR : consommation en énergie journalière résiduelle (MJ/j) ; ENi : Energie Nette ingérée (MJ/j) ; GMQ : Gain moyen quotidien (g/j) ; IC : Indice de consommation (kg/kg) ; ICEN : Indice de consommation en énergie nette (MJ/kg) ;

² G2 : Epaisseur de gras à l'abattage (mm) ; M2 : Epaisseur de muscle à l'abattage (mm) ; Pds de Carcasse : Poids de carcasse à l'abattage (kg) ; TMP : Taux de muscle des pièces (%)

³ ETR : écart-type résiduel. Analyse de variance avec les effets du groupe de consommation résiduelle (G), du lot de porcs et les interactions. Les plus-values de l'effet lot et des interactions entre facteurs ne sont pas présentées. *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$.

Les moyennes par ligne portant des lettres différentes diffèrent à $P < 0,05$

⁴ Moyenne ajustée avec le poids de carcasse en covariable

3. DISCUSSION

3.1. Evaluation du modèle de calcul de la CEJR

A notre connaissance, c'est la première fois que la CEJR est calculée sur des données par case dans des conditions de production. Les variables de poids et de GMQ ont un effet significatif et positif dans notre estimation de la CEJR (Tableau 1). Ce résultat est en accord avec les travaux de Hoque et Suzuki (2009) pour le poids et le GMQ et de Gilbert *et al.* (2007) pour le GMQ.

A la différence de ces travaux, nous avons fait le choix de ne pas intégrer de composantes de qualité de carcasse ou de dépôts corporels dans le modèle. En effet, la prise en compte des caractéristiques de qualité de carcasse (G2, M2 et TMP) améliore seulement le coefficient de détermination de l'ordre de 3 %. L'erreur résiduelle ne serait quant à elle uniquement améliorée de 0,09 MJ/j.

L'efficacité alimentaire, la qualité de carcasse et les performances de croissance sont des déterminants majeurs de l'efficacité économique des élevages français. L'intérêt de distinguer ces trois paramètres dans l'analyse des résultats nous pousse ainsi à exclure les caractéristiques de qualité de carcasse du modèle de CEJR. De plus, les données de qualité de carcasse sont difficilement disponibles en routine à l'échelle de l'individu.

3.2. Etude des relations entre CEJR et performances

Le GMQ entre les groupes de CEJR est équivalent sur l'ensemble de l'engraissement (Tableau 3), confirmant ainsi les résultats obtenus dans d'autres expérimentations (Faure *et al.*, 2012 ; Grubbs *et al.*, 2013). En revanche, c'est la dynamique de croissance des porcs CEJR⁺ et CEJR⁻ qui semble être différente. En effet, les animaux du groupe CEJR⁻ ont un GMQ inférieur ($P < 0,05$) lors de la première phase d'engraissement (14 premiers jours) et tendent à avoir un GMQ supérieur en fin d'engraissement ($P < 0,10$). Saintilan *et al.* (2015) observent également un profil de croissance différent chez les animaux CMJR⁻ par rapport aux autres individus avec un GMQ moins important entre 78 et 90 jours d'âge et supérieur à partir de 138 jours d'âge pour les CMJR⁻. Barea *et al.* (2010) indiquent également un GMQ inférieur durant la période de post-sevrage chez les animaux les plus efficaces. L'ingestion d'aliment sur l'ensemble de la période d'engraissement est inférieure (191 g/porc/j) chez les animaux CEJR⁻, confirmant les observations d'un certain nombre d'auteurs (Gilbert *et al.*, 2007). Ces résultats sont en accord avec ceux de Barea *et al.* (2010) qui indiquent que la CMJ est supérieure de 160 g/j chez les porcs CMJR⁺ dès la période de post-sevrage. La quantité d'EN ingérée est supérieure chez les porcs du groupe CEJR⁺ par rapport aux porcs CEJR⁻ quelle que soit la période d'engraissement considérée (Figure 1). Une évaluation des besoins en EN des porcs en engraissement, est réalisée à l'aide du logiciel InraPorc[®].

Pendant les 14 premiers d'engraissement, les porcs CEJR⁺ ont un ingéré énergétique supérieur de 7 % aux besoins estimés par InraPorc[®].

Le GMQ moyen équivalent et la consommation constamment supérieure des animaux du groupe CEJR⁺ conduisent à une différence d'IC de 0,21 jusqu'au premier départ. Cette dégradation de l'efficacité alimentaire est observable dès 68 jours d'âge (Figure 1) et pourrait être prise en considération dans l'estimation des besoins individuels des porcs.

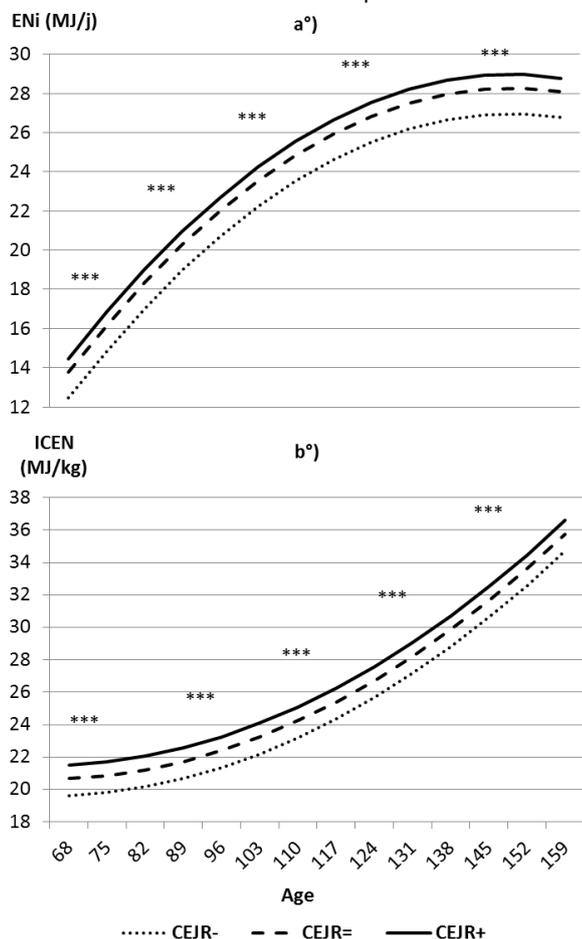


Figure 1 – Evolution de l'Énergie nette ingérée (ENi, a) et de l'indice de consommation en EN (ICEN, b) au cours de l'engraissement selon la CEJR

Moyennes issues du modèle mixte avec prise en considération de l'effet âge, lot et case. Les p-values de l'effet groupe selon l'âge sont notées : *** $P < 0,001$ CEJR⁻; CEJR⁼; CEJR⁺ : Porcs avec une consommation résiduelle respectivement négative, proche de zéro et positive

Par ailleurs, les individus de type CEJR⁺ ont à la fois plus de G2 et moins de M2 que les individus CEJR⁻. Cela pourrait être lié à une ENi plus élevée de ce groupe de porcs, l'apport de lysine digestible ne permettant pas de répondre à leur potentiel de dépôt protéique. Une autre hypothèse serait que les porcs CEJR⁺ ont une orientation différente de la nature et de l'efficacité des dépôts. Arthur *et al.* (2009) observent également que les porcs CMJR⁺ présentent une adiposité supérieure et des dépôts musculaires inférieurs aux porcs CMJR⁻, confirmant nos observations. Boddicker *et al.* (2010) quant à eux mesurent une épaisseur de lard dorsal (ELD) significativement différente dès 55-60 kg de PV avec respectivement pour les CMJR⁺ et les CMJR⁻ des valeurs de 13,7 mm et 12,4 mm. Chez des mâles entiers classés comme CEJR⁺, l'ELD mesurée à 70 kg est supérieure de 2 mm ($P < 0,05$) par rapport à des mâles entiers classés comme CEJR⁻ (données internes CCPA non publiées).

Selon Le Naou *et al.* (2012), cette adiposité supplémentaire serait la résultante d'une consommation accrue. Une différence significative de 2,5 mm de M2 a été observée dans notre étude entre les CEJR⁺ et CEJR⁻. Dekkers (2009) indiquent que les porcs CMJR⁺ auraient une plus grande surface de la noix de longe (39,5 contre 37,0 cm²) à 100 kg, ce que confirme les résultats obtenus par d'autres auteurs sur ces mêmes lignées (Cai *et al.*, 2008 ; Hoque et Suzuki, 2009). Le turnover protéique, qui est un processus très coûteux en énergie, pourrait expliquer les moindres dépôts protéiques et la moins bonne valorisation de l'ENi chez les porcs CMJR⁺ (Dekkers, 2009). Des travaux évaluent ce phénomène au travers de la concentration en urée plasmatique supérieure chez les CMJR⁺ (13,7 contre 11,9 mg/dL) (Dekkers et Gilbert, 2009). Une activité physique supérieure a également été décrite comme augmentant le besoin d'entretien de porcs les moins efficaces (Meunier-Salaün *et al.*, 2011).

La concentration en créatinine plasmatique supérieure chez les bovins de type CMJR⁻ pourrait également être un indicateur indirect de l'efficacité alimentaire (Lawrence *et al.*, 2011). En effet, contrairement à des phases de catabolisme musculaire comme chez la truie en fin de gestation ou en lactation (Hamard *et al.*, 2014), la créatinine plasmatique serait le reflet de la masse musculaire d'un individu durant la phase de croissance (Clarke *et al.*, 1996 ; De Campeneere *et al.*, 2000).

La prise en compte des différentes dynamiques d'ingestion et de croissance selon la consommation résiduelle (Saintilan *et al.*, 2015), détectées à un stade précoce, pourraient permettre de mettre en place des parcours nutritionnels différenciés en vue d'optimiser l'IC, les rejets et les critères de qualité de carcasses.

Young *et al.*, (2013) ont à ce titre évalué l'intérêt d'une restriction nutritionnelle avec un accroissement de la teneur en fibres (24,6 % de NDF). Elle a permis de limiter l'ingestion des CMJR⁺, et d'obtenir un IC équivalent à celui des animaux CMJR⁻. En revanche, Montagne *et al.* (2014) indiquent que l'accroissement de la teneur en fibres (24,4 % de NDF) ne permet pas de combler significativement l'écart d'ingestion entre les deux lignées divergentes (CMJR⁺ vs CMJR⁻). Le rationnement quantitatif des CMJR⁺ à hauteur des CMJR⁻ ne permettrait pas d'améliorer leur efficacité alimentaire, mais pénalise leurs performances de croissance (Le Naou *et al.*, 2012). De la même manière, Dekkers (2009) indiquent qu'une restriction alimentaire à 75 % de l'*ad libitum* (à 25 kg de PV) permet de limiter l'ELD des CMJR⁺ à hauteur de celle des CMJR⁻. Il indique en revanche, que chez des porcs plus âgés (75 kg de PV), la même restriction ne permet pas de combler les écarts de dépôts adipeux entre les deux lignées.

CONCLUSION

Cette étude permet de mettre en évidence la possibilité de calculer la consommation résiduelle (ici exprimée par la CEJR) des porcs à l'échelle de la case et en conditions d'élevage.

Une CMJ au-delà des besoins nutritionnels théoriques dès les phases précoces d'élevage, traduit une moindre efficacité alimentaire globale, plus de dépôts adipeux et moins de dépôts musculaires. L'acquisition continue de données d'élevage, dans le cadre d'une alimentation de précision, pourrait permettre d'évaluer précocement le potentiel d'efficacité alimentaire des individus. Des parcours nutritionnels adaptés pourraient alors permettre d'améliorer le coût alimentaire et limiter les rejets des animaux CEJR⁺. D'autres études sont nécessaires pour évaluer les parcours nutritionnels permettant d'atteindre ces objectifs technico-économiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arthur P. F., Giles L. R., Eamens G. J., Barchia I. M., James K. J., 2009. Measures of growth and feed efficiency and their relationships with body composition and carcass traits of growing pigs. *Anim. Prod. Sci.*, 49, 1105-1112.
- Barea R., Dubois S., Gilbert H., Sellier P., Van Milgen J., Noblet J., 2010. Energy utilization in pigs selected for high and low residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 88, 2062-2072.
- Boddicker N., Gabler N. K., Spurlock M. E., Nettleton D., Dekkers J. C. M., 2010. Effects of ad libitum and restricted feeding on early production performance and body composition of Yorkshire pigs selected for reduced residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 89, 40-51.
- Cai W., Casey D. S., Dekkers J. C. M., 2008. Selection response and genetic parameters for residual feed intake in Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.*, 86, 287-298.
- Calvar C., Badouard B., 2015. Analyse des résultats techniques et technico économiques Bretagne 2014.
- Clarke J. N., Binnie D. B., Dobbie J. L., Jones K. R., Mowat C. M., Purchas R. W., Uljee A. E., 1996. Repeatabilities of blood plasma metabolites and their associations with leanness in genotypes showing a wide divergence in carcass composition. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 56, 180-183.
- De Campeneere S., Fiems L., Vanacker J., Boucqué C., 2000. Evaluation of urinary creatinine excretion to estimate in vivo body composition of Belgian Blue double-muscled bulls. *Anim. Res.*, 49, 334-342.
- Dekkers J. C. M., 2009. Identification of biological factors responsible for differences in feed efficiency between selection lines for residual feed intake. *Nati. Pork. Board*
- Dekkers J. C. M., Gilbert H., 2009. Genetic and biological aspect of residual feed intake in pigs. In: *Proceedings of the 9th WCGALP (p. 1-8)*. Presented at 9. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, DEU (2010-08-01 - 2010-08-06).
- Faure J., Brossard L., Billon Y., Lefaucheur L., Gilbert H., 2012. Vers une sélection sur la consommation alimentaire résiduelle chez le porc en croissance pour concilier efficacité alimentaire, qualité des viandes et impact environnemental. *Journée Rech. Porcine*, 44, 25-30.
- Gilbert H., Bidanel J. P., Gruand J., Caritez J. C., Billon Y., Guillouet P., Noblet J., Sellier P., 2006. Sélection divergente pour la consommation alimentaire résiduelle chez le porc en croissance : paramètres génétiques et réponses à la sélection. *Journées Rech. Porcine*, 38, 111-118.
- Gilbert H., Bidanel J.-P., Gruand J., Caritez J.-C., Billon Y., Guillouet P., Lagant H., Noblet J., Sellier P., 2007. Genetic parameters for residual feed intake in growing pigs, with emphasis on genetic relationships with carcass and meat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 85, 3182-3188.
- Grubbs J. K., Fritchen A. N., Huff-Lonergan E., Dekkers J. C. M., Gabler N. K., Lonergan S. M., 2013. Divergent genetic selection for residual feed intake impacts mitochondria reactive oxygen species production in pigs. *J. Anim. Sci.*, 91, 2133-2140.
- Hamard A., Boudal L., Begos V., Roger L., 2014. L'évolution musculaire de la truie en fin de gestation influence les caractéristiques pondérales de la portée. *Journées Rech. Porcine*, 46, 275-280.
- Hoque M. A., Suzuki K. 2009. Genetics of residual feed intake in cattle and pigs : a review. *J. Anim. Sci.*, 225, 747-755.
- Kennedy B. W., van der Werf J. H., Meuwissen T. H., 1993. Genetic and statistical properties of residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 71, 3239-3250.
- Lawrence P., Kenny D. A., Earley B., Crews D. H., McGee M., 2011. Grass silage intake, rumen and blood variables, ultrasonic and body measurements, feeding behavior, and activity in pregnant beef heifers differing in phenotypic residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 89, 3248-3261.
- Le Naou T., Le Floc'h N., Louveau I., Gilbert H., Gondret F., 2012. Metabolic changes and tissue responses to selection on residual feed intake in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 4771-4780.
- Meunier-Salaün M. C., Guerin C., Billon Y., Priet A., Sellier P., Gilbert H., 2011. Sélection divergente sur la consommation moyenne journalière résiduelle chez le porc en croissance : caractéristiques phénotypiques de l'activité physique et comportementale des porcs en fonction de la lignée et du sexe. *Journées Rech. Porcine*, 43, 181-182.
- Montagne L., Loisel F., Le Naou T., Gondret F., Gilbert H., Le Gall, M., 2014. Difference in short-term responses to a high-fiber diet in pigs divergently selected for residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 92, 1512-1523.
- 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.
- Saintilan R., Brossard L., Vautier B., Sellier P., Bidanel J., van Milgen J., Gilbert H., 2015. Phenotypic and genetic relationships between growth and feed intake curves and feed efficiency and amino acid requirements in the growing pig. *Animal*, 9:1, 18-27.
- West B. T., Welch K. B., Galecki A.T., 2007. Linear mixed model. A practical guide using statistical software. Chapman et Hall/CRC. 353p.
- Young J. M., Patience J. F., Gabler N. K., Dekkers J. C.M., 2013. Feed intake, feed efficiency, and growth of pigs selected for divergent RFI fed high versus low energy diets. *Animal Indus. Report. AS 659, ASL R2833*.