

Réponses au sevrage de porcs de lignées divergentes pour l'efficacité alimentaire en fonction de l'aliment

Hélène GILBERT (1), Julien RUESCHE (1), Nelly MULLER (2), Yvon BILLON (3),
Fabrice ROBERT (4), Laurent ROGER (4), Lucile MONTAGNE (2)

(1) GenPhySE, INRA, INPT, ENVT, Université de Toulouse, 31326 Castanet-Tolosan, France

(2) PEGASE, Agrocampus Ouest, INRA, 35590 Saint-Gilles, France

(3) GenESI, INRA, 17700 Surgères, France

(4) CCPA, 35150 Janzé, France

helene.gilbert@inra.fr

Avec la collaboration de Stéphane FERCHAUD (3), Stéphane MOREAU (3), Franck GUIRAUD (3), Tony TERRASSON (3),
Françoise THOMAS (2) et Raphaël COMTE (2)

Avec le soutien financier du programme EU-FP7 PROHEALTH (projet n° 613574).

Réponses au sevrage de porcs de lignées divergentes pour l'efficacité alimentaire en fonction de l'aliment

La sélection pour l'efficacité alimentaire peut affecter la capacité des porcs à répondre au stress. La réponse au sevrage a été étudiée dans deux lignées de porcs divergentes pour la consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR). Un total de 132 porcs par lignée, placés en loges collectives, ont reçu en post-sevrage un régime conventionnel (deux phases) ou sécurisant (trois phases). Les poids vifs et diarrhées ont été enregistrés au sevrage (28 jours, J0), à J1, J2, J6, J12, J19, J26 et en fin de post-sevrage (J42). L'ingéré par loge a été enregistré. Aucun antibiotique n'a été distribué. Les porcs de la lignée à CMJR réduite (CMJR-, plus efficaces) étaient plus lourds au sevrage, avec moins de diarrhées à J1 et J2 que les porcelets de la lignée à CMJR haute (CMJR+) ($P < 0,01$). A J42, les poids vifs n'étaient pas différents entre lignées. Les porcs CMJR- avaient un ingéré et une vitesse de croissance réduits entre J0 et J18 par rapport aux CMJR+ ($P < 0,001$) et des teneurs en acides gras libres plasmatiques plus élevées ($P < 0,001$). Ils présentaient plus de diarrhées à J6 (22% vs 14%), mais les teneurs plasmatiques en haptoglobine ne suggéraient pas d'inflammation majeure. Le régime sécurisant améliorait les performances en début de post-sevrage chez les CMJR- ($P < 0,001$). En conclusion, la lignée la plus efficace semble plus sensible au sevrage mais aussi plus résiliente pour retrouver son niveau de performances initial, et le régime sécurisant a un effet favorable chez les porcelets les plus sensibles.

Responses to weaning in two pig lines divergently selected for residual feed intake depending on diet

Selecting for improved feed efficiency might impair the animal's ability to face stresses. The response to weaning was studied in pigs from two lines divergently selected for residual feed intake (RFI) after weaning. A total of 132 pigs from each line, housed in conventional post-weaning units were fed either a conventional (two diets) or a protective (three diets) feed sequence during the post-weaning period. Body weight and diarrhoea were recorded at weaning (D0; 28 days of age), D1, D2, D6, D12, D19, D26 and when exiting the post-weaning unit (D42, 10 weeks of age). Pen feed intake was recorded. No antibiotics were used. Pigs of the low RFI line (LRFI) were heavier at weaning, with lower levels of diarrhoea at D1 and D2 than pigs from the high RFI line (HRFI) ($P < 0.01$). At D42, there was no body weight difference between lines. The LRFI pigs had a lower feed intake and growth rate from D0 to D18 ($P < 0.001$), greater plasma level of non-esterified fatty acid ($P < 0.001$). They had higher levels of diarrhoea at D6 (22% for LRFI vs 14% for HRFI), but the level of plasma haptoglobin did not suggest acute inflammation. The protective sequence improved feed intake and growth and reduced diarrhoea, mainly in the LRFI line ($P < 0.001$). To conclude, pigs from the more efficient line seemed more affected by weaning stress, but also more resilient to recover afterwards. The protective dietary sequence had positive effects in these more sensitive pigs.

INTRODUCTION

L'amélioration de l'efficacité alimentaire est un objectif majeur en élevage porcin, pour maîtriser les coûts alimentaires et pour réduire l'impact environnemental de la production. Elever des animaux robustes, c'est-à-dire en bonne santé et ayant un niveau de production élevé dans une large gamme de conditions d'élevages (Knap, 2005), est par ailleurs indispensable. Cependant, il a été suggéré que l'amélioration génétique des performances affecte défavorablement la capacité des animaux à répondre à des stress (Knap et Rauw, 2009). Le sevrage est en élevage une période particulièrement critique : la combinaison des stress générés par la séparation de la mère, le changement alimentaire et le mélange de portées entraîne généralement une forte réduction de l'ingéré, pouvant conduire à l'apparition de troubles digestifs plus ou moins importants (Lallès et al., 2009). Bien qu'ayant fortement diminué ces dernières années, le sevrage est de ce fait encore responsable de la moitié des utilisations d'antibiotiques en élevage porcin (Hémonic et al., 2015). L'objectif de cette étude est d'évaluer 1) si la réponse au sevrage de lignées sélectionnées pour des efficacités alimentaires divergentes diffère et 2) si un programme alimentaire sécurisant, contenant des matières premières très digestibles, des extraits de plantes et ayant une faible teneur en protéines, modifie la réponse des lignées.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux et conduite

Les porcs de cet essai sont issus de la 8^{ème} génération d'une expérience de sélection divergente pour la consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR).

La CMJR est la différence entre la consommation observée et leur consommation prédite d'après leurs performances et leurs besoins d'entretien (Gilbert, 2015). C'est une mesure de l'efficacité alimentaire. Un porc avec une CMJR négative (lignée CMJR-) est plus efficace, alors qu'un porc avec une CMJR positive (lignée CMJR+) est moins efficace.

Deux bandes de 66 porcs par lignée, nés sur les élevages expérimentaux INRA du Magneraud et de Rouillé (UE GenESI) ont été testées, soit 264 porcs au total. Les animaux ont été rassemblés au sevrage (28 jours d'âge, J0) dans le bâtiment de post-sevrage de Rouillé. Ils n'ont pas eu accès à de l'aliment solide avant le sevrage. Trois loges de 22 porcs (11 femelles et 11 mâles castrés) ont été constituées pour chaque lignée dans chaque bande. A 10 semaines d'âge (J42), les porcs ont été transférés dans un bâtiment d'engraissement dans des loges de 11 porcs allotés par sexe et par lignée (une demi-loge en post-sevrage donne une loge en engraissement), et contrôlés jusqu'à 23 semaines d'âge. Pendant tout l'élevage, les animaux avaient libre accès à l'eau et à l'aliment. Aucune vaccination et aucun traitement antibiotique n'a été délivré.

Chaque loge de post-sevrage a été soumise à une séquence alimentaire conventionnelle (témoin) ou sécurisante (Tableau 1). Au total, trois loges en post-sevrage ont donc été testées pour chaque combinaison lignée x séquence alimentaire (66 porcs). La séquence témoin correspond à une séquence conventionnelle : aliment 1^{er} âge (PS1) jusqu'à J11 puis aliment 2^{ème} âge (PS2) jusqu'à J42. La séquence alimentaire sécurisante contenait deux aliments 1^{er} âge successifs : aliment PS1A de J0 à J8, puis aliment PS1B, distribué jusqu'à J18, suivis de l'aliment 2^{ème} âge. Les transitions alimentaires ont eu lieu sur deux jours. En engraissement, un seul aliment croissance commercial a été utilisé. Il contenait 10 MJ EN/kg et 160 g protéines brutes/kg, avec un minimum de 0,80 g Lys digestible /MJ EN.

Tableau 1 – Composition et valeur nutritive des aliments distribués en post-sevrage

	PS1 témoin	PS2 témoin	PS1A sécurisant	PS1B sécurisant	PS2 sécurisant
Ingrédients, %					
Blé	25,7	40,0	12,3	26,4	39,7
Orge	25,0	31,7	25,0	25,0	31,7
Céréales cuites	9,8	–	25,0	11,8	–
Gluten feed de blé	–	5,0	–	–	5,0
Pulpes de betterave et de chicorée	–	–	–	2,0	–
Farine de biscuits	5,0	–	–	2,9	–
Tourteau de soja	19,4	12,8	4,0	5,0	12,8
Tourteau de colza	–	3,4	–	–	3,4
Graine de soja extrudée	3,4	3,8	5,0	7,1	3,8
Lactosérum	2,8	–	8,5	5,3	–
Concentrés protéiques végétaux (pomme de terre, soja, blé)	1,5	–	9,5	6,0	–
Huiles végétales (coprah, colza)	2,0	–	3,6	1,5	–
Complément minéral et vitaminique ¹	5,6	3,4	7,2	7,1	3,7
Composition et valeur nutritive, % ou précisé					
Protéines brutes	19,0	16,6	18,5	17,7	16,6
Matières grasses brutes	5,0	2,7	6,5	5,0	2,7
Cellulose brute	3,5	4,2	4,0	3,3	4,2
Lys digestible	1,22	1,05	1,32	1,20	1,05
Met digestible	0,45	0,37	0,57	0,52	0,37
Thr digestible	0,78	0,66	0,87	0,78	0,66
Trp digestible	0,23	0,19	0,25	0,23	0,19
Val digestible	0,81	0,69	0,87	0,79	0,69
Energie nette (MJ/kg)	10,44	9,70	11,02	10,62	9,70

¹Le prémix fournit les vitamines et minéraux conforme aux recommandations INRA / NRC et des acides aminés de synthèse (Lys, Met, Thr, Trp, Val). Les aliments sécurisants contiennent des extraits de plantes riches en flavonoïdes.

1.2. Mesures et prélèvements

L'ingéré par loge a été calculé à partir des quantités délivrées et des refus enregistrés le jour du sevrage (J0), à J1 (18 heures post-sevrage), J2, J6, J19, J42. L'ingéré individuel en engraissement était enregistré par des distributeurs automatiques (DAC, ACEMA 64). Les porcs ont été pesés à J0, J1, J2, J6, J12, J19, J26 et J42, et à 23 semaines d'âge, permettant d'estimer des gains moyens quotidiens (GMQ) pour différentes périodes. Pendant le post-sevrage, les consommations moyennes journalières par porc (CMJ) ont été estimées pour chaque loge en tenant compte du nombre de porcs présents. L'indice de consommation (IC) en post-sevrage a été estimé en divisant cette CMJ par le GMQ moyen de la loge. Pendant l'engraissement, les CMJ et les IC ont été calculés individuellement à partir des données des DAC. La consistance des fèces a été enregistrée à J1, J2, J6, J12, J19 selon une grille en 3 niveaux (normales, molles, liquides). Des mesures d'épaisseurs de lard aux ultra-sons ont été réalisées à 23 semaines d'âge. Des prélèvements de sang sur EDTA sans mise à jeun ont été effectués sur la moitié des animaux à J-1, J6, J19 et J42, centrifugés pour récupérer le plasma et congelés à -80°C jusqu'aux dosages.

1.3. Dosages

L'haptoglobine, protéine inflammatoire, a été dosée par une méthode colorimétrique (phase haptoglobine assay T801,

Tridelta Development). Des kits de dosage colorimétriques ont été utilisés pour le glucose (Glucose RTU ; Biomérieux), les acides gras libres (AGL ; NEFA-HR(2), Wako Chemicals GmbH), et l'urée (UREA 981818, Thermo Fisher Scientific), et les analyses ont été réalisées avec un automate Konélab 20i (Thermo Fisher Scientific, France). L'insuline a été dosée par Radio Immuno Assay (Insulin-CT, IBA Molecular).

1.4. Analyses statistiques

Les mesures individuelles (GMQ en post-sevrage et performances en engraissement) ont été analysées séparément pour chaque période d'enregistrement, avec un modèle linéaire incluant les effets de la bande, du sexe, de l'élevage de naissance, de la séquence alimentaire et de la lignée, ainsi que les interactions séquence alimentaire x lignée. Pour les composés sanguins, le temps a été inclus comme facteur dans le modèle et le poids au sevrage comme co-variable. Les variables AGL et insuline ont subi une transformation logarithmique avant analyse. Les mesures de consommation alimentaire et d'indices de consommation en post-sevrage (N = 3 par combinaison lignée x séquence alimentaire) ont été analysées avec un modèle linéaire à chaque temps séparément avec les effets bande, lignée, séquence alimentaire et l'interaction lignée x séquence alimentaire. Les notations des fèces ont été analysées à chaque temps à l'aide d'un Chi2 pour tester l'effet de la séquence alimentaire et l'effet de la lignée.

Tableau 2 – Effets de la lignée (CMJR– vs CMJR+) et de la séquence alimentaire (témoin vs sécurisante) sur la vitesse de croissance, la consommation alimentaire et l'efficacité alimentaire après le sevrage (Jour J0)

Caractères ¹	N	P ²			ESM ³	CMJR– ⁴		CMJR+	
		L	A	LxA		Témoin	Sécurisante	Témoin	Sécurisante
GMQ (g/j)									
J0-J42	259	*	**	**	5	353 ^a	367 ^{ab}	384 ^b	386 ^b
J0-J6	263	ns	**	***	5	87 ^a	92 ^a	153 ^b	166 ^b
J6-J19	260	ns	***	ns	7	290 ^a	356 ^b	318 ^a	349 ^{ab}
J19-J42	258	†	ns	ns	6	484 ^{ab}	471 ^a	511 ^b	490 ^{ab}
Engraissement	161	***	†	ns	7	880 ^a	890 ^a	919 ^{ab}	957 ^b
CMJ (g/j)									
J0-J42	12	*	ns	ns	3	611 ^a	639 ^{ab}	679 ^b	683 ^b
J0-J6	12	**	ns	ns	1	151 ^a	169 ^{ab}	203 ^{bc}	221 ^c
J6-J19	12	**	ns	ns	2	324 ^a	363 ^{ab}	396 ^b	408 ^b
J19-J42	12	†	ns	ns	4	905	932	981	976
Engraissement	161	***	†	ns	24	1933 ^a	2012 ^a	2284 ^b	2348 ^b
IC									
J0-J42	12	***	ns	ns	0,03	1,72 ^a	1,73 ^a	1,76 ^b	1,77 ^b
J0-J6	12	**	ns	ns	0,25	1,99 ^b	2,07 ^b	1,43 ^a	1,32 ^a
J6-J19	12	†	ns	ns	0,11	1,11	1,02	1,25	1,17
J19-J42	12	ns	ns	ns	0,06	1,86	1,96	1,91	1,99
Engraissement	161	***	ns	ns	0,02	2,20 ^a	2,27 ^a	2,49 ^b	2,46 ^b

¹GMQ = gain moyen quotidien ; CMJ = consommation moyenne journalière ; IC = indice de consommation. ²P = P-valeur associée à l'effet de la lignée (L), de la séquence alimentaire (A) et de leur interaction ; ns : non significatif ; * : P < 0,05 ; ** : P < 0,01 ; *** : P < 0,001 ; ³ ESM = erreur standard poolée des moyennes.

⁴Moindres carrés moyens estimés par le modèle linéaire. Des valeurs différant significativement (P < 0,05) sont indiquées avec des lettres différentes.

2. RESULTATS

2.1. Croissance, consommation et efficacité alimentaire

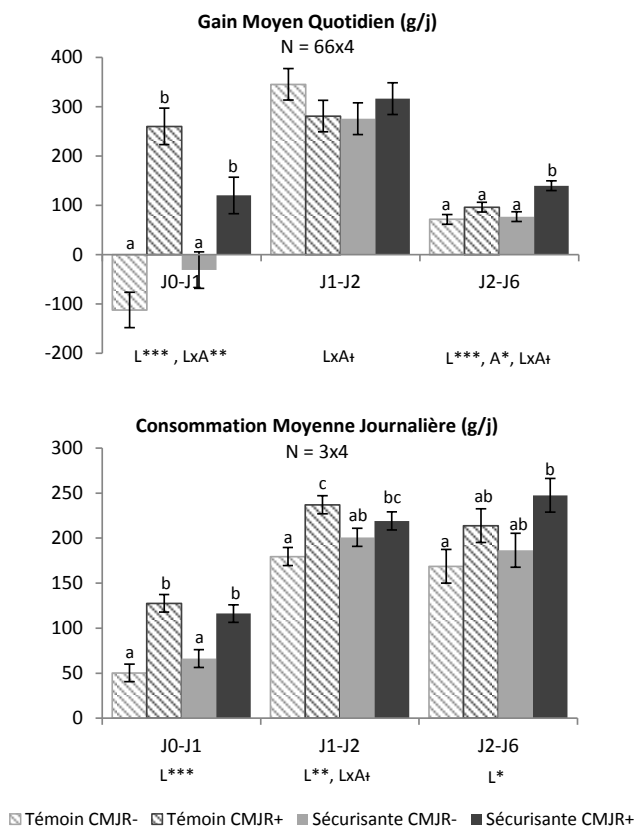
Les poids de naissance ne différaient pas entre lignées (1,46 ± 0,25 kg). En revanche, les poids au sevrage étaient en moyenne plus élevés dans la lignée CMJR– que dans la lignée CMJR+ (8,88 ± 0,10 vs 8,35 ± 0,10 kg, P < 0,001).

Sur l'ensemble du post-sevrage, les porcs CMJR– grossissent moins vite que les CMJR+ (P < 0,05) et mangent moins (P < 0,02),

ce qui se traduit par un IC plus faible (-40 g/kg de poids vif, P < 0,001) (Tableau 2). La séquence alimentaire sécurisante n'a un effet améliorateur que pour la lignée CMJR–, entraînant une augmentation du GMQ de ces animaux (P < 0,01). Les CMJ sont aussi numériquement plus élevées avec la séquence sécurisante dans cette lignée (P = 0,32).

La différence de croissance entre lignées est principalement observée durant la semaine suivant le sevrage (J0 à J6) au cours de laquelle les porcs CMJR– ont un GMQ réduit de 43% par rapport à celui des CMJR+ (Tableau 2). Le GMQ est par ailleurs

légèrement plus élevé pour les animaux nourris avec la séquence sécurisante pendant cette période, en particulier pour les porcs CMJR+ (+5,7% en CMJR- vs +9,2% en CMJR+).



■ Témoin CMJR- ■ Témoin CMJR+ ■ Sécurisante CMJR- ■ Sécurisante CMJR+

Figure 1 – Gain de poids et consommation alimentaire en fonction de la lignée (L ; CMJR- vs CMJR+), de la séquence alimentaire (A ; témoin vs sécurisante) et de leur interaction (AxL) durant la semaine suivant le sevrage (Jour J0)

†: $P < 0,10$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. Des lettres différentes intra-temps indiquent des valeurs significativement différentes ($P < 0,05$). Les valeurs rapportées sont les moindres carrés moyens.

Pendant les deux semaines suivantes, les GMQ ne diffèrent pas significativement entre lignées (Tableau 2), mais les animaux avec la séquence sécurisante croissent plus rapidement que ceux nourris avec la séquence témoin (352 vs 304 g/j ; $P < 0,001$). Cette différence est numériquement plus importante pour la lignée CMJR- que pour la lignée CMJR+ (+66 g/j vs +31 g/j, respectivement, $P = 0,18$). Pendant les trois dernières semaines du post-sevrage, seule une légère réduction de GMQ chez les porcs CMJR- subsiste (-23 g/j, $P < 0,07$), sans effet de la séquence alimentaire. A partir de J6 et jusqu'à J42 la différence de poids vif entre lignées n'est plus significative. Ces différences de GMQ sont associées à des ingestions plus faibles chez les CMJR-. En particulier, les porcs CMJR- ont ingéré en moyenne 25% de moins que les CMJR+ pendant la semaine suivant le sevrage, et 14% de moins pendant les deux semaines suivantes ($P < 0,01$). L'effet de la séquence alimentaire n'est pas significatif sur l'ingestion, en dépit de valeurs numériquement plus élevées entre J0 et J6, et J6 et J19, pour les porcs ayant reçu la séquence sécurisante (Tableau 2).

Un focus sur la première semaine post-sevrage met en évidence des différences importantes de réponse immédiate au sevrage entre les deux lignées (Figure 1). En moyenne, dans les 18 h suivant le sevrage, les animaux CMJR- mangent 59 g/j, soit 48% de l'ingéré des porcs CMJR+. Cela se traduit par une perte de poids chez ces porcs. Cette différence est légèrement atténuée lorsque les porcs sont nourris avec la séquence sécurisante avec

une reprise de l'ingestion le lendemain (J1-J2) et pendant la fin de cette première semaine post sevrage (J2-J6), plus importante chez les porcs CMJR- nourris avec la séquence sécurisante. Un effet lignée est retrouvé sur les performances en engraissement (Tableau 2), avec une ingestion plus faible dans la lignée CMJR-, associée à un GMQ plus faible (-340g/j ; $P < 0,001$), qui se traduit par un IC plus faible de 250g/kg de poids vif ($P < 0,001$), et donc une meilleure efficacité alimentaire. Les animaux CMJR- sont aussi plus maigres (-3,8 mm d'épaisseur de lard dorsal ; $P < 0,001$) à 23 semaines d'âge. La CMJ et le GMQ en engraissement tendent à être plus élevés chez les animaux qui ont reçu la séquence alimentaire sécurisante après le sevrage, sans effet sur l'efficacité alimentaire.

2.2. Notation des fèces

L'occurrence de fèces anormales a été globalement faible dans cet essai, avec un maximum de 25% des animaux ayant des fèces molles ou liquides aux stades J6 et J12 (Figure 2). La proportion de porcs ayant des fèces normales à J0 et J1 était plus élevée pour la lignée CMJR- que pour la CMJR+ (>98% vs <94%, respectivement ; $P < 0,02$). A J6, il y avait inversement une proportion plus élevée de porcs CMJR- ayant des fèces liquides (diarrhées). A J12 la proportion d'animaux ayant des fèces liquides ou molles était encore supérieure à 25%, sans différence significative entre lignées. Elle devenait inférieure à 19% à J19, avec moins de 9% de diarrhées.

A J6 et J12, la proportion d'animaux avec des fèces non normales était supérieure chez les porcs nourris avec l'aliment témoin (Figure 2). En particulier, à J6, 78% des animaux nourris avec la formule sécurisante présentaient des fèces normales, contre 70% avec la séquence témoin, et 12% présentaient des diarrhées contre 24% avec la séquence témoin ($P < 0,05$). Cet effet de la séquence alimentaire n'était plus observé à J19.

2.3. Paramètres sanguins

Le temps affecte significativement les concentrations plasmatiques d'AGL, de glucose et d'insuline ($P < 0,001$) et tend à affecter l'urémie ($P = 0,08$) (Tableau 3). Les dynamiques diffèrent suivant la lignée (à l'exception de l'urémie) et la séquence alimentaire (à l'exception du glucose), sans interaction entre ces facteurs. Les concentrations en AGL et en urée sont similaires pour les deux lignées à J-1, puis diminuent fortement jusqu'à J19. A J6, les concentrations d'AGL et d'urée sont plus élevées chez les animaux CMJR- comparativement aux CMJR+, ce qui témoigne d'une plus forte mobilisation des lipides et des protéines corporelles. Les concentrations d'AGL et d'urée augmentent entre J19 et J42. En fin de post-sevrage, les animaux CMJR+ ont des concentrations d'AGL supérieures aux CMJR-, et des urémies similaires. Les concentrations d'urée à J6 et J19 sont plus faibles avec la séquence alimentaire sécurisante qu'avec le témoin à J6 pour les deux lignées. Elles diminuent après le sevrage, plus fortement chez les porcs CMJR+ qui ont des valeurs à J42 plus faibles que les CMJR-. Cette valeur à J42 est en outre plus faible chez les animaux qui ont reçu la séquence sécurisante. L'insulinémie diminue au cours de la période post-sevrage. A J42, elle est plus faible chez les animaux CMJR+, en cohérence avec la glycémie. Les concentrations d'haptoglobine augmentent après le sevrage, atteignent un maximum à J6, puis rediminuent. Des concentrations plus importantes sont observées pour la lignée CMJR- à J6 et J19, sans interaction avec la séquence alimentaire (Figure 3). Avec la séquence alimentaire sécurisée, les valeurs d'haptoglobine sont identiques J6 et J19, alors qu'elles diminuent entre J6 et J19 avec l'aliment témoin.

A. Influence de la lignée

CMJR: Consommation moyenne journalière résiduelle faible (CMJR-) ou élevée (CMJR+)

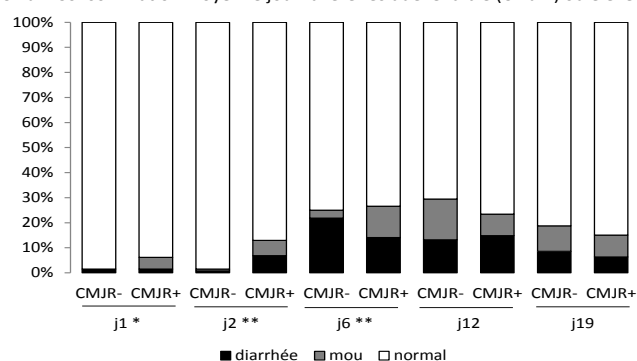
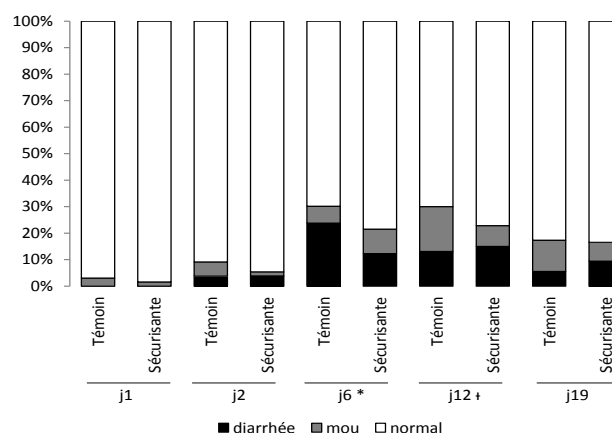
**B. Influence de la séquence alimentaire**

Figure 2 – Pourcentage d'animaux ayant des fèces diarrhéiques, molles ou normales après le sevrage (Jour 0) en fonction de la lignée (CMJR– vs CMJR+) et de la séquence alimentaire (témoin vs sécurisante)

** : $P < 0,01$, * : $P < 0,05$, + : $P < 0,10$

3. DISCUSSION

Au moment du sevrage, les animaux de la lignée CMJR– sont plus lourds que ceux de la lignée CMJR+, pour un poids de naissance similaire. Ils ont moins de fèces anormales. Tous les autres paramètres physiologiques sont similaires dans les deux lignées. Une différence de gain de poids en période d'allaitement a déjà été observée sur ces lignées (Gilbert *et*

al., 2012). Il est sans doute lié à des différences de production laitière (qualitatives et/ou quantitatives) qui peuvent s'expliquer par des différences de capacité des truies à mobiliser leurs réserves pendant la lactation, et à des différences de potentiel des porcelets pour l'utilisation du lait. Les diarrhées observées chez les animaux CMJR+ à J0 et J1 sont peut-être aussi à attribuer à un effet lignée en maternité plutôt qu'à un effet précoce du sevrage.

Tableau 3 – Influence de la lignée (CMJR– vs CMJR+) et de la séquence alimentaire (témoin vs sécurisante) sur les concentrations d'acides gras libres (AGL), d'urée, de glucose et d'insuline, après le sevrage (Jour 0)

Jour	p^1	ESM ³	CMJR–		CMJR+	
			Témoin	Sécurisante	Témoin	Sécurisante
AGL, $\mu\text{mol/L}$	-1	9	283	284	303	317
	6	13	263 ^{bc}	316 ^{bc}	165 ^{ab}	157 ^a
	19	3	57	49	36	61
	42	36	293 ^a	516 ^a	589 ^b	874 ^b
Urée, mg/L	-1	4	178	180	164	144
	6	5	178 ^c	120 ^{ab}	151 ^{bc}	79 ^a
	19	6	146 ^c	73 ^{ab}	116 ^{bc}	63 ^a
	42	6	169	186	169	208
Glucose, mg/L	-1	15	1484	1455	1378	1374
	6	12	1114	1066	1121	1133
	19	14	1021	968	967	975
	42	18	1108 ^{bc}	947 ^{abc}	911 ^{ab}	820 ^a
Insuline, $\mu\text{UI/mL}$	-1	0,59	8,37	7,00	9,12	7,56
	6	0,30	7,73	7,94	6,63	4,91
	19	0,41	6,78	7,92	6,20	6,57
	42	0,36	5,77 ^{bc}	3,95 ^{ab}	3,13 ^{ab}	2,56 ^a

¹ L : lignée, A : séquence alimentaire, T : temps/jour, *** : $P < 0,001$, ** : $P < 0,01$, + : $0,10 < P < 0,05$. ³ ESM = erreur standard poolée des moyennes. Les valeurs rapportées sont les moyennes. Sur une même lignée, les valeurs différant significativement ($P < 0,05$) sont indiquées avec des lettres différentes.

L'ensemble des résultats suggèrent une plus grande difficulté pour les porcs sélectionnés pour être plus efficaces (CMJR–) pour faire face aux stress du sevrage. Le sevrage entraîne une baisse de l'ingestion comme attendu (Le Dividich et Sève, 2000), mais le niveau de consommation est particulièrement faible chez les animaux CMJR–. L'anorexie du sevrage peut être à l'origine d'une inflammation de la muqueuse intestinale et d'une baisse de capacité digestive pouvant être à l'origine de diarrhées (Dirkzwager *et al.*, 2005). Dans cet essai, l'occurrence accrue de diarrhées chez les porcs CMJR– la semaine suivant le sevrage est liée à une augmentation des concentrations d'haptoglobine entre J0 et J6, accentuée chez les animaux CMJR–, qui confirme la présence d'inflammation.

Ces valeurs restent cependant modérés ce qui suggère la présence de diarrhées alimentaires, fonctionnelles et non infectieuses (Dirkzwager *et al.*, 2005). En outre, les animaux CMJR– mobilisent plus leurs réserves corporelles de lipides et de protéines. Tous ces éléments peuvent expliquer la plus faible croissance des animaux de la lignée CMJR– après le sevrage. D'après Pastorelli *et al.* (2012), une baisse de croissance suite à des problèmes digestifs en post-sevrage peut être expliquée à 25% par la baisse d'ingestion et à 75% par des modifications du métabolisme, comme ici la production de molécules de la réponse inflammatoire, parmi lesquelles l'haptoglobine, ou la mobilisation des réserves corporelles.

La plus grande difficulté des porcs CMJR– à faire face au stress du sevrage semble atténuée par la distribution d’une séquence alimentaire sécurisante dans cette lignée. L’effet sécurisant de l’aliment semble lié à sa capacité à maintenir un niveau d’ingestion après le sevrage ainsi qu’à la présence de matières premières hautement digestibles qui ont limité les diarrhées alimentaires. La croissance est ainsi moins ralentie. Cet avantage de la séquence sécurisante n’est pas retrouvé chez les porcs les moins efficaces (CMJR+), qui spontanément maintiennent mieux leur ingestion après sevrage.

Les deux lignées ont atteint l’engraissement au même poids, indiquant que les porcs CMJR–, bien que plus sensibles au stress du sevrage, se sont finalement adaptés à leur nouvel environnement et ont repris une croissance normale après deux à trois semaines. Cette réponse suggère une bonne résilience des porcs CMJR–, c’est-à-dire une bonne capacité à dépasser l’effet du challenge et à revenir au niveau de performance initial. Dans une autre expérience de sélection sur la CMJR, un récent essai rapportait que les animaux plus efficaces ont été plus robustes face à une infection virale en début de post-sevrage (Dunkelberger *et al.*, 2015), ce qui va dans le sens des résultats de la présente étude.

CONCLUSION

Les animaux de la lignée CMJR–, plus efficaces, ont été plus sensibles au stress du sevrage que les animaux de la lignée CMJR+, montrant une importante baisse d’ingestion, un fort ralentissement de la croissance et plus de diarrhées sur la première semaine après le sevrage. Au cours de la seconde partie du post-sevrage, les animaux CMJR– ont récupéré, pour obtenir des résultats zootechniques équivalents à ceux des animaux CMJR+. Dans nos conditions expérimentales, et sur la base des analyses effectuées, la sélection sur l’efficacité alimentaire sur le critère de la CMJR n’a pas altéré la robustesse des porcelets vis à vis du sevrage, mais a modifié la dynamique de la réponse. La séquence alimentaire sécurisante a permis de

renforcer la résistance des animaux de la lignée CMJR– vis-à-vis des conséquences immédiates du sevrage. Elle a eu un effet limitée sur les animaux de la lignée CMJR+.

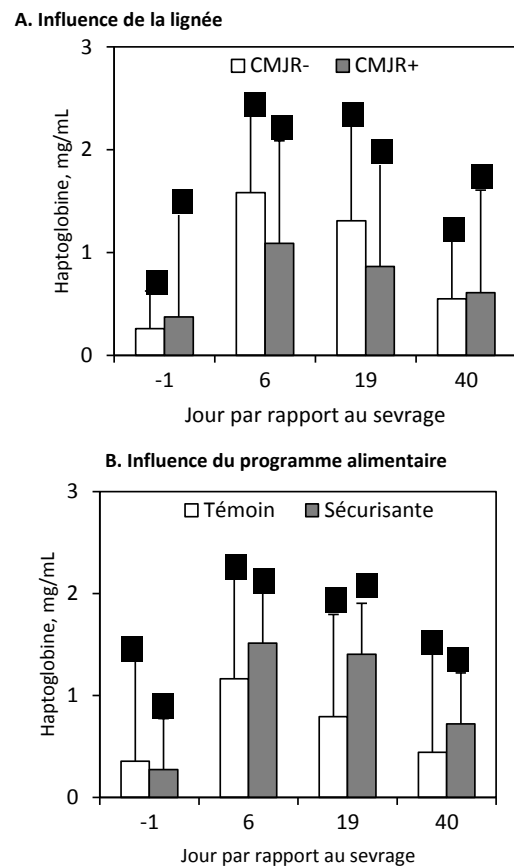


Figure 3 – Concentration en haptoglobine plasmatique après le sevrage (Jour 0)

CMJR: Consommation moyenne journalière résiduelle faible (CMJR–) ou élevée (CMJR+). † : $P < 0,10$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$. Des lettres différentes indiquent des valeurs significativement différentes ($P < 0,05$).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dirkzwager A., Veldman B., Bikker P., 2005. A nutritional approach for the prevention of Post Weaning Syndrome in piglets. *Anim. Res.*, 54, 231-236.
- Dunkelberger J.R., Boddicker N.J., Serão N.V., Young J.M., Rowland, R.R., Dekkers J. C., 2015. Response of pigs divergently selected for residual feed intake to experimental infection with the PRRS virus. *Livest. Sci.*, 177, 132–141.
- Gilbert H., Bidanel J.-P., Billon Y., Lagant H., Guillouet P., Sellier P., Noblet J., Hermes S., 2012. Correlated responses in sow appetite, residual feed intake, body composition, and reproduction after divergent selection for residual feed intake in the growing pig. *J. Anim. Sci.*, 90, 1097-1108.
- Gilbert H., 2015. Sélection pour l’efficacité alimentaire chez le porc en croissance : opportunités et challenges. *Journ. Rech. Porcine*, 47, 19-30.
- Hémonic A., Ogereau J., Chauvin C., Dorenlor V., Corrége I., 2015. Analyse des évolutions des usages d’antibiotiques entre 2010 et 2013 dans un groupe d’élevages de porcs. *Journ. Rech. Porcine*, 47, 289-294.
- Knap P. W., 2005. Breeding robust pigs. *Aust. J. Exp. Agric.*, 45, 763–773.
- Knap P.W., Rauw W.M., 2009. Selection for high production in pigs. Pp 210-229 In *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*, Rauw (Eds) CABI international.
- Lallès J.P., Bosi P., Smidt H., Stokes C.R., 2007. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proc. Nutr. Soc.*, 66, 260-268.
- Le Dividich J., Sève B., 2000. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. *Dom. Anim. Endocrinol.*, 19, 63–74.
- Pastorelli H., Van Milgen J., Lovatto P., Montagne L., 2012. Meta-analysis of feed intake and growth responses of growing pigs after a sanitary challenge. *Animal*, 6, 952-961.