

# Développement d'un programme alimentaire pour porcelet sevré en production biologique

Sabrina PLANTE (1), Guylaine TALBOT (2), Martin LESSARD (2), Frédéric GUAY (1)

(1) Université Laval, Département des sciences animales, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada, G1V 0A6

(2) Agriculture et agroalimentaire Canada, 2000 rue College, Sherbrooke, Québec, Canada, J1M 0C8

frederic.guay@fsaa.ulaval.ca

## Développement d'un programme alimentaire pour porcelet sevré en production biologique

L'un des problèmes majeurs en production porcine biologique survient au moment du sevrage. En effet, les antibiotiques et les farines animales étant interdits en production biologique et les sous-produits laitiers biologiques étant peu disponibles, cela laisse le producteur avec peu d'alternatives alimentaires ou de suppléments pour maximiser la croissance et limiter les problèmes gastro-intestinaux. Pendant l'expérience, deux aliments ont été étudiés, l'un simple (SIMP) composé principalement de blé et de tourteau de soja et l'autre complexe (COMP) complétement avec de la canne à sucre, des concentrés de protéine de pois et de levure. Ces aliments étaient également supplémentés ou non d'enzymes, probiotiques et prébiotiques (SUPP), et ont été servis pendant les deux semaines suivant le sevrage. Par la suite, les porcelets étaient tous nourris avec le même aliment pour les deux autres semaines. Au total, 306 porcelets ont été étudiés dans deux fermes biologiques. Les porcelets étaient sevrés entre 28 et 35 jours d'âge. L'aliment COMP a permis d'obtenir un meilleur gain moyen quotidien et une meilleure efficacité alimentaire pendant les deux premières semaines post-sevrage ( $P < 0,05$ ). Ces meilleures performances des porcelets du groupe COMP ont été associées à une amélioration de la digestibilité de la matière organique et de l'énergie pendant les deux premières semaines et une meilleure digestibilité du phosphore pendant la première semaine post-sevrage ( $P < 0,05$ ). Toutefois, après les deux semaines d'application des traitements, les porcelets ayant consommé de l'aliment SIMP ont eu une meilleure croissance et efficacité alimentaire que les porcelets du traitement COMP ( $P < 0,05$ ). Globalement, sur l'ensemble de la période expérimentale, aucun effet du type d'aliment ou de l'ajout de supplément n'a été noté sur les performances de croissance. Cependant, la communauté bactérienne dans les fèces des porcelets ayant consommé la moulée SIMP était différente ( $P < 0,05$ ) de celle des porcelets ayant consommé la moulée COMP, deux semaines après le sevrage. En conclusion, les résultats indiquent que des porcelets nourris avec un aliment SIMP peuvent à long terme exprimer une croissance équivalente à ceux nourris avec une ration COMP malgré une adaptation post-sevrage plus lente.

## Development of a dietary program for weaned piglets in organic production

One of the major problems in organic pig production occurs at weaning. Indeed, antibiotics and animal by-products are prohibited, in pig organic production and organic dairy by-products are not readily available. The producers are therefore quite limited in feed alternatives or supplements to be used to maximize growth and minimize gastrointestinal problems. During the experiment, two diets were studied, one simple (SIMP) composed mainly of wheat and soybean meal and the other complex (COMP) supplemented with sugar cane and protein concentrates from pea and yeast. These diets were also supplemented or not with enzymes, probiotics and prebiotics (SUPP) and were distributed during the two weeks that followed weaning. Thereafter, all piglets were fed with the same diet for two weeks. A total of 306 pigs were studied in two organic farms. Piglets were weaned at 28 and 35 days of age. The COMP diet achieved a better average daily gain and better feed efficiency during the first two weeks post-weaning ( $P < 0.05$ ). These best performances in COMP piglets were associated with an improvement in the digestibility of organic matter and energy in the first two weeks and better digestibility of phosphorus during the first week post-weaning ( $P < 0.05$ ). However, after the first two weeks, piglets that consumed the SIMP diet had better growth and feed efficiency than piglets fed the COMP treatment ( $P < 0.05$ ). Overall, throughout the experimental period, no effect of the type of feed or the addition of supplement was reported on the growth performance. A significant difference in the fecal bacterial community was noted between animals fed the SIMP and COMP two weeks after weaning ( $P < 0.05$ ). In conclusion, the results indicate that piglets fed a SIMP diet can express long-term growth equivalent to those fed the COMP diet despite slower post-weaning adaptation.

## INTRODUCTION

En production porcine, l'une des étapes critiques concerne le sevrage. Ce dernier induit chez le porcelet un stress majeur, dont le passage d'un aliment liquide à un aliment solide. En élevage conventionnel, plusieurs ingrédients (sous-produits laitiers, farines animales, antibiotiques, isolat de protéine de soja) peuvent être ajoutés aux aliments pour améliorer les performances ou la santé des porcelets. En élevage biologique, la majorité de ces ingrédients est interdite ou leur disponibilité est limitée (Blair, 2007).

Pour améliorer la santé et la croissance des porcelets, des ingrédients pourraient être ajoutés aux aliments biologiques. Par exemple, la canne à sucre, en tant que source de sucrose, peut remplacer le lactose sans modifier les performances des porcelets sevrés (Mavromichalis *et al.*, 2001). Des protéines de haute qualité facilement digestibles peuvent aussi être employées, telles que les concentrés de protéines de pois et de levure (D'Souza et Frio, 2007 ; Gunawardena *et al.*, 2010).

Des suppléments peuvent être employés en production porcine biologique tels que les prébiotiques, les probiotiques et les enzymes. Les enzymes utilisées permettent d'améliorer la croissance et l'utilisation des nutriments et de réduire l'excrétion d'éléments indigestibles (Adeola et Cowieson, 2011). Les probiotiques, comme *Pediococcus acidilactici*, peuvent moduler le microbiote intestinal, réduire l'attachement d'*E. coli* entérotoxique (Daudelin *et al.*, 2011) et améliorer le gain de poids (Di Giancamillo *et al.*, 2008). Les prébiotiques, comme les mannanes-oligosaccharides, peuvent également améliorer la croissance et la santé intestinale des porcelets (Nochta *et al.*, 2009).

Les hypothèses de ce projet sont que l'utilisation d'un aliment spécialisé biologique pour porcelet sevré ainsi que l'ajout de suppléments alimentaires (enzymes, probiotiques et prébiotiques) : 1) améliorent la digestion des rations et la croissance des porcelets sevrés, 2) réduisent l'incidence des diarrhées post-sevrage et 3) induisent des changements dans la composition des populations bactériennes.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Dispositif expérimental

L'expérience a été conduite dans deux porcheries biologiques du Québec. Dans les deux fermes, quatre parcs (7,2 m<sup>2</sup>) ont été emménagés et contenaient huit ou neuf porcelets mâles castrés sevrés (8,3 ± 0,7 kg) entre 28 et 35 jours d'âge. Au total, 306 porcelets croisés (Yorkshire x Landrace) x Duroc ont été utilisés sur les deux fermes pour un total de neuf répétitions (34 porcelets par répétition ou bloc). Chaque période expérimentale durait 30 ± 2 jours.

À chacune des répétitions, les porcelets étaient répartis selon un plan d'expérience factoriel en quatre traitements dans les quatre parcs. Il y avait deux types d'aliments, soit simple (SIMP) soit complexe (COMP) (Tableau 1), qui étaient complémentées ou non avec un cocktail de suppléments (SUPP). Ce SUPP contenait le probiotique *Pediococcus acidilactici* (10<sup>9</sup> CFU/kg, 0,01% Bactocell, Lallemand Nutrition Animal), le mannane-oligosaccharide (MOS, 0,2 % Bio-MOS, Alltech inc.) et un mélange d'enzymes (0,02% Allzyme, Alltech inc., amylase, xylanase, β-glucanase, phytase et protéase). Les rations SIMP et COMP supplémentées ou non ont été distribuées aux porcelets pendant 14 jours après le sevrage.

Après cette période, tous les porcelets recevaient le même aliment composé d'un mélange de céréales (orge, blé), de pois et de tourteaux de soja et de lin.

Tableau 1 - Composition des aliments

Aliments	Simple	Complexe
<b>Matières premières, %</b>		
Blé tendre biologique	42,8	37,3
Tourteau de soja biologique	31,0	15,0
Huile de lin biologique	-	1,0
Huile de soja biologique	4,5	4,0
Tourteau de lin biologique	18,0	15,0
Canne à sucre biologique	-	10,0
Protéine de pois biologique	-	10,0
Protéine de levure	-	4,0
Phosphate bicalcique	1,2	1,2
Pierre à chaux	1,2	1,2
Sel	0,3	0,3
Vitamines et minéraux	0,5	0,5
Célite <sup>1</sup>	0,5	0,5
<b>Caractéristiques nutritionnelles<sup>2</sup></b>		
Matière organique, %	93,52	94,09
Energie brute, MJ/kg	18,07	17,85
ADF, % <sup>3</sup>	6,08	4,62
Lipides, %	9,75	8,08
Protéine brute, %	24,31	22,45
Cendre, %	6,48	5,91
Phosphore, %	0,54	0,57
Calcium, %	0,83	0,84

<sup>1</sup> La célite a été ajoutée comme marqueur de digestibilité.

<sup>2</sup> Sur une base de 100% de matière sèche.

<sup>3</sup> Acid detergent fiber.

Les rations distribuées ont été pesées et ajoutées deux fois par jour pour chacun des parcs dans des trémies afin de fournir les rations à volonté. Les refus ont été évalués aux jours 14 et 28 après le sevrage. Une tétine était disponible dans chaque parc afin de fournir l'eau à volonté. Les porcelets ont été pesés au sevrage (J0) et aux jours 14 et 28 après le sevrage.

Aux jours 5 à 7 et 12 à 14 après le sevrage, la consistance des fèces des porcelets a été évaluée afin de détecter des signes de diarrhée. Un système de score variant de 1 à 5 en fonction de la consistance a été appliqué pour en indiquer la présence et la sévérité (Lynch *et al.*, 2009). Des échantillons de fèces fraîches de chacun des parcs ont aussi été prélevés quotidiennement durant ces deux périodes et ont été immédiatement congelés à -20°C.

### 1.2. Analyses de laboratoire

Les fèces ont été lyophilisées pour l'analyse de la composition chimique. Les rations et les fèces ont été analysées pour leur concentration en matière sèche, en azote, en lipides totaux, en phosphore, en calcium, en énergie brute et en cendres insolubles ainsi qu'en fibres alimentaires à détergent acide (ADF). Pour calculer la digestibilité, les cendres insolubles ont été utilisées comme marqueur.

Pour l'extraction de l'ADN, les échantillons de fèces récoltés entre les jours 12 et 14 ont été homogénéisés à 4°C, pour

chacun des parcs. L'extraction d'ADN a été réalisée en utilisant la méthode décrite par Roy *et al.* (2009) avec des modifications mineures. La technique de profilage de la communauté bactérienne par « amplicon length heterogeneity-PCR » (LH-PCR) a été précédemment décrite par Roy *et al.* (2009). Les données des hauteurs et longueurs des pics ont été déterminées en utilisant le logiciel GeneMapper software v4.1. La méthode de Dunbar *et al.* (2001) a été utilisée pour aligner les profils dupliqués et standardiser les données.

### 1.3. Analyses statistiques

Les données de croissance, de digestibilité et de scores fécaux ont été analysées comme une expérience factorielle 2 x 2 avec l'aliment (SIMP versus COMP) et les suppléments (avec ou sans SUPP) comme facteurs principaux dans un dispositif en bloc aléatoire (effet répétition) en utilisant la procédure Mixed de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Une différence statistiquement significative est acceptée lorsque  $P \leq 0,05$  et une tendance lorsque  $P \leq 0,10$ . Chaque parc est considéré comme une unité expérimentale. Pour le calcul des performances de croissance, le gain de poids des animaux morts a été considéré.

L'analyse du profilage bactérien par LH-PCR a été réalisée en réduisant les données en coordonnées dans un espace tridimensionnel, en utilisant la méthode d'ordination « non-metric multidimensional scaling » (NMS). Pour tester les différences significatives dans la composition de la communauté bactérienne des animaux alimentés avec les diverses rations, une procédure de permutation « multi-response permutation procedure » (MRPP) a été utilisée avec les matrices de distance de Sørensen, en utilisant le logiciel PC-ORD (McCune et Mefford, 1999).

## 2. RESULTATS

### 2.1. Effet sur les performances de croissance

Au début de l'expérience, les porcelets des différents traitements expérimentaux avaient un poids corporel similaire ( $8,3 \pm 0,7$  kg) (Tableau 2). Le poids corporel à 14 jours était significativement plus élevé avec l'ajout de SUPP à l'aliment COMP seulement (Aliment x Supp,  $P = 0,01$ ). Les porcelets ayant consommé l'aliment COMP ont obtenu de meilleures performances entre les jours 0 et 14 (gain moyen quotidien, GMQ, et efficacité alimentaire, EA,  $P < 0,05$ ) comparativement à ceux qui ont été alimentés avec l'aliment SIMP. Le type d'aliment et le SUPP n'ont pas eu d'effet significatif sur la consommation moyenne journalière (CMJ) ( $P = 0,39$ ) entre les jours 0 et 14.

Durant la période de post-traitement (jours 15-28), les porcelets consommant l'aliment SIMP tendait à avoir un meilleur GMQ ( $P = 0,09$ ) et ont eu une EA supérieure ( $P = 0,02$ ) à ceux ayant reçu l'aliment COMP. Durant la période de post-traitement, il n'y a aucun effet du type d'aliment et du SUPP sur la CMJ (Tableau 2). Globalement sur l'ensemble de l'expérience (jours 0-28), il n'y a pas eu d'effet significatif de l'aliment ou du SUPP sur le GMQ, la CMJ et l'EA ainsi que sur le poids des porcelets à 28 jours (Tableau 2). De plus pendant l'expérience, le taux de mortalité a été relativement faible à 1,63 % et n'a pas été associé avec un traitement en particulier

(un porcelet SIMP, un SIMP+SUPP, trois COMP et 0 COMP+SUPP).

### 2.2. Étude de la digestibilité et des scores fécaux

Les porcelets nourris avec l'aliment COMP ont eu une meilleure digestibilité de la matière organique ( $P = 0,009$ ) et de l'énergie ( $P = 0,01$ ), et ont eu tendance à avoir une meilleure digestibilité du phosphore ( $P = 0,07$ ) pour la période des jours 5 à 7 (Tableau 3). Des jours 12 à 14, l'aliment COMP tendait à mener à une meilleure digestibilité de la matière organique ( $P = 0,06$ ) et de l'énergie ( $P = 0,08$ ). Il n'y a pas eu d'interaction significative entre le type d'aliment et le SUPP sur les valeurs de digestibilité pour les périodes des jours 5 à 7 et 12 à 14. L'ajout de SUPP n'a également eu aucun effet sur les valeurs de digestibilité pour les deux périodes de collecte.

Il n'y a pas d'effet significatif de la période de collecte sur les scores fécaux ( $P = 0,65$ ). La figure 1 présente donc la moyenne des scores pour ces 2 semaines. Il y a eu une interaction entre le type d'aliment et l'ajout de SUPP ( $P = 0,03$ ), mais il n'y a pas d'effet significatif du type d'aliment ( $P = 0,17$ ) ou du SUPP ( $P = 0,34$ ). Chez les porcelets recevant l'aliment COMP, l'ajout de SUPP a diminué les scores, les fèces des porcelets étant plus dures et mieux formées. Cependant l'ajout de SUPP à l'aliment SIMP n'a pas d'effet sur les scores fécaux.

### 2.3. Analyse de la communauté bactérienne

L'analyse du NMS montre qu'après 2 semaines de traitement, les porcelets nourris avec l'aliment SIMP ou SIMP+SUPP ont des profils bactériens qui sont similaires. (Figure 2, cercle à droite). Le NMS montre aussi qu'il y a une différence entre les profils bactériens des porcelets nourris avec les aliments COMP (COMP ou COMP+SUPP) et SIMP (SIMP ou SIMP+SUPP). Finalement, l'aliment COMP tend à se différencier de l'aliment COMP+SUPP. En effet, les profils bactériens se rapprochent sur le graphique, mais les deux profils semblent se distinguer l'un de l'autre (triangles noirs et blancs).

Le test du MRPP «multi-response permutation procedure» (Tableau 4) appuie les résultats observés à l'aide du NMS. Le profil bactérien provenant des fèces des animaux nourris avec les aliments COMP ou COMP+SUPP était significativement différent du profil de ceux nourris avec les rations SIMP ou SIMP+SUPP ( $P < 0,01$ ). À l'intérieur du même type d'aliment, les résultats montrent que le SUPP tendaient à modifier les profils bactériens des porcelets alimentés avec l'aliment COMP ( $P = 0,07$ ) mais pas de ceux avec l'aliment SIMP ( $P = 0,32$ ).

## 3. DISCUSSION

La complexité de l'aliment au sevrage est considérée comme un facteur clé pour maximiser la croissance des porcelets après le sevrage en gestion conventionnelle (Dong et Pluske, 2007). La haute qualité des ingrédients est connue pour augmenter la palatabilité, la prise alimentaire, la digestibilité des nutriments et les performances de croissance (Mateos *et al.*, 2007).

Plusieurs études ont montré une augmentation des performances lors de l'emploi d'un aliment COMP plus digestible comparativement à un aliment SIMP en gestion conventionnelle (Dong et Pluske, 2007).

**Tableau 2** - Performance après sevrage des porcelets élevés selon un mode de gestion biologique et alimentés pendant 2 semaines avec un aliment simple (SIMP) ou complexe (COMP), supplémenté (SUPP) ou non avec des enzymes, des probiotiques et des prébiotiques<sup>1</sup>

Période étudiée	Traitement alimentaire entre les jours 0 et 14				ETR <sup>1</sup>	Valeur de P <sup>2</sup>		
	SIMP	SIMP+ SUPP	COMP	COMP+ SUPP		Aliment	SUPP	Aliment x SUPP
<b>Traitement (jours 0-14)</b>								
GMQ, kg/j <sup>2</sup>	0,176	0,154	0,198	0,240	0,042	0,01	0,61	0,13
CMJ, kg/j <sup>2</sup>	0,566	0,453	0,458	0,487	0,073	0,39	0,33	0,11
EA <sup>2</sup>	0,344	0,342	0,390	0,458	0,042	0,02	0,29	0,28
Poids au jour 14, kg <sup>1</sup>	10,99 <sup>ab</sup>	10,37 <sup>b</sup>	10,99 <sup>ab</sup>	11,91 <sup>b</sup>	0,40	0,01	0,58	0,01
<b>Post-traitement (jours 15-28)</b>								
GMQ, kg/j <sup>2</sup>	0,386	0,403	0,341	0,357	0,044	0,08	0,53	0,99
CMJ, kg/j <sup>2</sup>	0,762	0,770	0,757	0,804	0,105	0,67	0,42	0,56
EA <sup>2</sup>	0,538	0,554	0,476	0,493	0,066	0,02	0,53	0,98
Poids au jour 28, kg	16,82	16,13	16,22	17,08	0,85	0,78	0,89	0,23
<b>Globale (jours 0-28)</b>								
GMQ, kg/j <sup>2</sup>	0,287	0,276	0,268	0,299	0,044	0,91	0,66	0,39
CMJ, kg/j <sup>2</sup>	0,683	0,628	0,621	0,653	0,076	0,55	0,72	0,18
EA <sup>2</sup>	0,425	0,448	0,414	0,442	0,037	0,71	0,26	0,89

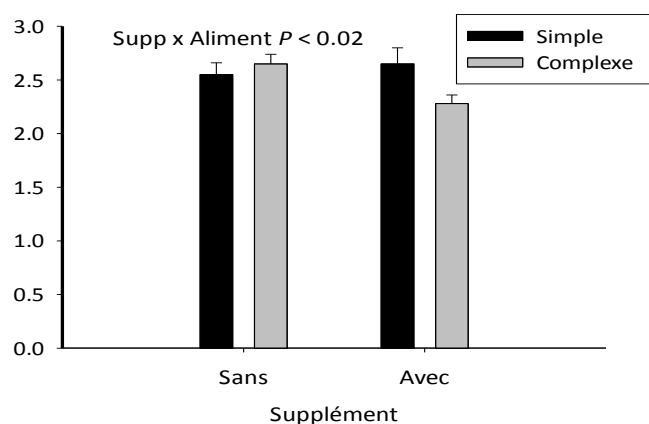
<sup>1</sup> Quatre traitements alimentaires et neuf blocs (n = 9, répétitions) analysés en blocs aléatoires. P : probabilité pour les effets aliments (SIMP et COMP) et supplément (SUPP) et leur interaction. Sur la même ligne, les moyennes non-suivies d'une même lettre sont différentes (P < 0,05). ETR : écart-type résiduel. Suppléments : 0,02% de mélange enzymatique ( $\beta$ -glucanase, xylanase, phytase, amylase et protéase), 0,01% de *Pediococcus acidilactici* (10<sup>9</sup>CFU/kg) et 0,2% de Mannanes-oligosaccharides (voir texte).

<sup>2</sup> CMJ : consommation moyenne journalière; GMQ : gain moyen quotidien; EA : efficacité alimentaire.

**Tableau 3** - Digestibilité (%) de la matière organique, de l'énergie, des fibres à détergent acide (ADF), des lipides, des protéines brutes, du phosphore et du calcium chez des porcelets sevrés nourris avec un aliment simple (SIMP) ou complexe (COMP) supplémenté (SUPP<sup>1</sup>) ou non avec des enzymes, des probiotiques et des prébiotiques selon un mode de gestion biologique<sup>1</sup>

Stade de mesure de la digestibilité	Traitement alimentaire entre les jours 0 et 14				ETR <sup>1</sup>	Valeur de P <sup>2</sup>		
	SIMP	SIMP+ SUPP	COMP	COMP+ SUPP		Aliment	SUPP	Aliment x SUPP
<b>Jours 5-7</b>								
Matière organique	80,0	76,8	82,9	82,5	2,8	0,01	0,24	0,36
Énergie	77,0	73,6	80,5	79,2	3,1	0,01	0,17	0,56
ADF	34,9	28,4	45,4	34,5	6,8	0,20	0,18	0,73
Lipide	64,4	63,0	65,8	65,1	5,6	0,68	0,80	0,94
Protéine	77,6	76,3	78,2	77,2	3,5	0,68	0,52	0,93
Phosphore	42,1	38,8	50,3	47,4	6,7	0,07	0,48	0,96
Calcium	49,7	49,9	45,9	54,9	5,8	0,90	0,30	0,34
<b>Jours 12-14</b>								
Matière organique	79,4	80,2	81,9	83,9	2,3	0,07	0,37	0,68
Énergie	77,2	77,6	79,1	81,7	2,5	0,09	0,37	0,52
ADF	37,2	40,2	45,1	42,6	6,8	0,37	0,96	0,62
Lipide	67,3	72,7	71,1	72,2	4,5	0,65	0,35	0,54
Protéine	78,3	79,4	76,7	79,2	2,8	0,60	0,30	0,69
Phosphore	39,3	43,5	45,5	52,6	6,7	0,11	0,23	0,76
Calcium	45,0	50,4	43,4	51,2	6,8	0,94	0,20	0,81

<sup>1</sup> Quatre traitements alimentaires et neuf blocs (n=9 répétitions) analysés en blocs aléatoires. P : probabilité pour les effets aliments (SIMP et COMP) et supplément (SUPP) et leur interaction. ETR : écart-type résiduel. Suppléments : 0,02% de mélange enzymatique ( $\beta$ -glucanase, xylanase, phytase, amylase et protéase), 0,01% de *Pediococcus acidilactici* (10<sup>9</sup>CFU/kg) et 0,2% de Mannanes-oligosaccharides (voir texte).



**Figure 1** - Scores fécaux pour la période de post-sevrage (jours 0 à 14) de porcelets en gestion biologique nourris pendant 2 semaines avec un aliment simple ou complexe, supplémenté ou non avec des enzymes, des probiotiques et des prébiotiques

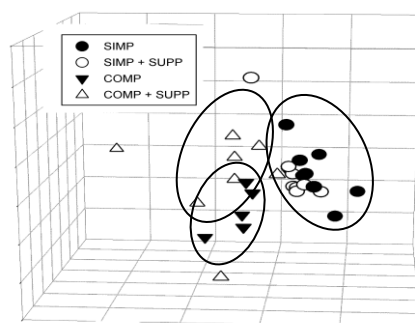
Les aliments SIMP contiennent généralement du blé ou du maïs et du tourteau de soja. En comparaison, les aliments COMP contiennent généralement des sources de protéines animales ou des concentrés de protéine de soja, du lactose voire des antibiotiques. Dans la présente étude, des concentrés de protéine de levure et de pois ainsi que de la canne à sucre ont été utilisés comme des sources de protéine et de glucides digestibles. L'étude de Berrocoso *et al.* (2012) a montré une amélioration de la digestibilité de plusieurs nutriments chez les porcelets alimentés avec un aliment COMP comparativement à un aliment SIMP comme observé dans la présente étude. Bien qu'une amélioration de la prise alimentaire n'ait pas été observée chez les porcelets alimentés avec l'aliment COMP, une augmentation du GMQ et de l'EA et une meilleure digestibilité de certaines composantes alimentaires ont été constatées dans la présente étude. Toutefois, l'ajout des suppléments n'a eu aucun effet sur la digestibilité et la croissance. Ces résultats peuvent sembler étonnants considérant, particulièrement, l'effet connu des enzymes sur la digestibilité des nutriments (Adeola et Cowieson, 2011). Toutefois avec le mélange d'enzymes utilisé dans la présente étude, Kerr *et al.* (2013) et Passos *et al.* (2015) n'ont obtenu aucun effet du supplément enzymatique sur la digestibilité des nutriments et la croissance des porcelets.

Pendant la période post-traitement (jours 15-28), les porcelets ayant consommé auparavant de l'aliment SIMP tendaient à présenter de meilleures performances, montrant un meilleur GMQ et une EA supérieure, que ceux ayant été nourris avec de l'aliment COMP. L'aliment post-traitement ressemblait davantage à l'aliment SIMP, il est donc possible que le système digestif des porcelets était mieux adapté à cet aliment. Il y a donc une période d'adaptation qui pourrait être réduite pour le porcelet ayant consommé l'aliment SIMP. Un passage plus graduel au nouvel aliment aurait pu améliorer la transition des porcelets nourris avec l'aliment COMP (Fraser *et al.*, 1994).

Une autre hypothèse, qui pourrait expliquer ce phénomène, est le gain compensatoire. En effet, bien que le but du projet ne fût pas de restreindre les porcelets, l'aliment SIMP a pu réduire la disponibilité des nutriments compte tenu de la plus faible digestibilité de cet aliment ainsi que la plus faible EA associée. Dritz *et al.* (1996) expliquent la diminution de l'EA des aliments SIMP par le fait que les ingrédients seraient moins digestibles ou que la capacité d'absorption de l'intestin

serait réduite en présence de ces aliments. Fraser *et al.* (1994) ont également observé un regain de la croissance chez des porcelets préalablement nourris avec un aliment SIMP 2 semaines après le sevrage.

Le NMS et le MRPP permettent de constater que les profils bactériens généraux des fèces d'animaux ayant consommé les aliments SIMP et COMP sont différents. Ces résultats pourraient s'expliquer par des différences dans les caractéristiques des aliments, dont particulièrement la fibre alimentaire. Le type de fibres et leur taux d'inclusion ont un effet important sur le nombre de bactéries dans le tractus gastro-intestinal et le type de populations bactériennes observées (Castillo *et al.*, 2007).



**Figure 2** - Représentation 3D en « non-metric multidimensional scaling » (NMS) des changements dans la composition de la communauté bactérienne des fèces en relation avec les aliments (SIMP ou COMP) et suppléments (SUPP) composés d'enzymes, de probiotiques et de prébiotiques

**Tableau 4** - Procédure de permutation multi-réponse (MRPP) pour déterminer les changements dans la composition de la communauté bactérienne des groupes d'animaux ayant reçu les aliments (SIMP ou COMP) et suppléments (SUPP) composés d'enzymes, de probiotiques et de prébiotiques

Rations		Valeur de P
COMP	vs COMP+SUPP	0,07
COMP	vs SIMP	0,002
COMP	vs SIMP+SUPP	0,002
COMP+SUPP	vs SIMP	< 0,001
COMP+SUPP	vs SIMP+SUPP	< 0,001
SIMP	vs SIMP+SUPP	0,32

La teneur en fibres établie sur la base du critère ADF était différente entre les deux types d'aliment ce qui pourrait expliquer les profils bactériens différents. De plus, la digestibilité moindre de certains composés de l'aliment SIMP pourrait favoriser différents types bactériens dans le tube digestif, particulièrement dans le colon et le caecum (Zhang *et al.*, 2014).

Contrairement au type d'aliment, le SUPP n'a pas globalement modifié les profils bactériens évalués par NMS et MRPP. Cependant pour les porcelets nourris avec l'aliment COMP, le SUPP tendait à modifier les profils bactériens évalués par MRPP et NMS. Ces résultats démontrent donc que le supplément a eu un effet différent sur les communautés bactériennes, selon le type d'aliment consommé par les animaux. Ce même SUPP a aussi réduit le score fécal pour les porcelets nourris avec l'aliment COMP suggérant un effet positif de ce SUPP sur la santé digestive.

Dans le SUPP, les prébiotiques, comme les mannan-oligosaccharides, peuvent s'attacher à la paroi cellulaire de bactéries spécifiques ce qui les empêche de s'attacher et de coloniser les cellules de l'intestin (Daudelin *et al.*, 2011).

Les probiotiques peuvent interagir avec l'épithélium intestinal pour bloquer l'adhésion des pathogènes. *Pediococcus acidilactici* produit des acides organiques qui peuvent inhiber des bactéries, dont certains pathogènes (Rodriguez-Palacios *et al.*, 2009).

Toutefois, comme aucune diarrhée ou maladie digestive importante n'a été observée pendant l'expérience, cela peut expliquer qu'il n'y a eu qu'un effet limité du SUPP au niveau des profils bactériens.

## CONCLUSION

En période de post-sevrage, l'utilisation d'un aliment complexe améliore la croissance des porcelets en gestion biologique, comme observé déjà en gestion conventionnelle. Cette amélioration des performances serait associée à une meilleure digestibilité des aliments ainsi qu'avec un profil bactérien fécal spécifique. Toutefois, bien que l'utilisation d'un aliment complexe semble favorable à court terme, les porcelets nourris avec un aliment simple seraient en mesure de compenser le retard de croissance 4 semaines après le sevrage. Finalement, l'ajout de SUPP (enzymes, probiotiques, et prébiotiques) a eu un effet limité sur la croissance et l'effet de ces SUPP sur le profil bactérien serait dépendant du type d'aliment.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adeola O., Cowieson A.J., 2011. Board-Invited Review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *J. Anim. Sci.*, 89, 3189-3218.
- Berrocoso J.D., Serrano M.P., Cámara L., Rebollar P.G., Mateos G.G., 2012. Influence of diet complexity on productive performance and nutrient digestibility of weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 171, 214-222.
- Blair R., 2007. Nutrition and feeding of organic pigs. Cambridge, CAB International. 322 p.
- Castillo M., Skene G., Roca M., Anguita M., Badiola I., Duncan S.H., Flint H.J., Martín-Orúe S.M., 2007. Application of 16S rRNA gene-targeted fluorescence *in situ* hybridization and restriction fragment length polymorphism to study porcine microbiota along the gastrointestinal tract in response to different sources of dietary fibre. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 59, 138-146.
- Daudelin J.F., Lessard M., Beaudoin F., Nadeau E., Bissonnette N., Boutin Y., Brousseau J.P., Lauzon K., Fairbrother J.M., 2011. Administration of probiotics influences F4 (K88)-positive enterotoxigenic *Escherichia coli* attachment and intestinal cytokine expression in weaned pigs. *Vet. Res.*, 42, 69.
- Di Giancamillo A., Vitari F., Savoini G., Bontempo V., Bersani C., Dell'Orto V., Domeneghini C., 2008. Effects of orally administered probiotic *Pediococcus acidilactici* on the small and large intestine of weaning piglets. A qualitative and quantitative micro-anatomical study. *Histol. Histopathol.*, 23, 651-664.
- Dong G.Z., Pluske J.R., 2007. The low feed intake in newly-weaned pigs: problems and possible solutions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20, 440-452.
- Dritz S.S., Owen K.Q., Goodband R.D., Nelssen J.L., Tokach D.D., Chengappa M.M., Blecha F., 1996. Influence of lipopolysaccharide-induced immune challenge and diet complexity on growth performance and acute-phase protein production in segregated early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 74, 1620-1628.
- D'Souza D., Frio A., 2007. Bridging the post-weaning piglet growth gap: the NuPro® experience in the Asia Pacific region. In: T.P. Lyons, K.A. Jacques & J.M. Hower (Eds), *Nutritional biotechnology in the feed and food industries: Proceeding of Alltech's 23rd Annual Symposium. The new energy crisis: food, feed or fuel?*, 41-48. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Dunbar J., Ticknor L.O., Kuske C.R., 2001. Phylogenetic specificity and reproducibility and new method for analysis of terminal restriction fragment profiles of 16S rRNA genes from bacterial communities. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 190-197.
- Fraser D., Feddes J.J.R., Pajor E.A., 1994. The relationship between creep feeding behavior of piglets and adaptation to weaning: Effect of diet quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 74, 1-6.
- Gunawardena C.K., Zijlstra R.T., Goonewardene L.A., Beltranena E., 2010. Protein and starch concentrates air-classified field pea and zero-tannin faba bean for weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 88, 2627-2636.
- Kerr B.J., Weber T.E., Shruson G.C., 2013. Evaluation of commercially available enzymes, probiotics or yeast on apparent total tract nutrient digestion and growth in nursery and finishing pigs fed diets containing corn dried distillers grains with soluble. *Prof. Anim. Scientist.*, 29, 508-517.
- Lynch B., Callan J.J., O'Doherty J.V., 2009. The interaction between dietary crude protein and fermentable carbohydrate source on piglet post weaning performance, diet digestibility and selected faecal microbial populations and volatile fatty acid concentration. *Livest. Sci.*, 124, 93-100.
- Mateos G.G., Lopez E., Latorre M.A., Vicente B., Lazaro R.P., 2007. The effect of inclusion of oat hulls in piglet diets based on raw or cooked rice and maize. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 135, 100-112.
- Mavromichalis I., Hancock J.D., Hines R.H., Senne B.W., Cao H., 2001. Lactose, sucrose, and molasses in simple and complex diets for nursery pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 93, 127-135.
- McCune B., Mefford M.J., 1999. PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis of Ecological Data. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Nocht I., Tuboly T., Halas V., Babinszky L., 2009. Effect of different levels of mannan-oligosaccharide supplementation on some immunological variables in weaned piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.*, 93, 496-504.
- Passos A.A., Andrade C., Phillips C.E., Coffey M.T., Kim S.W., 2015. Nutrient value of spray field forages fed to pigs and the use of feed enzymes to enhance nutrient digestibility. *J. Anim. Sci.*, 93, 1721-1728.
- Rodriguez-Palacios A., Staempfli H.R., Duffield T., Weese J.S., 2009. Isolation of bovine intestinal *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici* with inhibitory activity against *Escherichia coli* O157 and F5. *J. Appl. Microbiol.*, 106, 393-401.
- Roy C.S., Talbot G., Topp E., Beaulieu C., Palin M.-F., Massé D.I., 2009. Bacterial community dynamics in an anaerobic plug-flow type bioreactor treating swine manure. *Water Res.*, 43, 21-32.
- Zhang G.G., Yang Z.B., Wang Y., Yang W.R., Zhou H.J., 2014. Effects of dietary supplementation of multi-enzyme on growth performance, nutrient digestibility, small intestinal digestive enzyme activities, and large intestinal selected microbiota in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 92, 2063-2069.