



Évaluation d'alternatives alimentaires en remplacement du plasma sanguin dans les aliments pour porcelets



Rapport final préparé par :

Janie Lévesque, agr., M.Sc., chargée de projets, CRSAD

En collaboration avec :

Hélène Lavallée, animalière, CRSAD

Guy Chalifour, animalier, CRSAD

Luc Gignac, animalier, CRSAD

Marylène Bédard, secrétaire, CRSAD

Yan Kennes-Martel, agr., M.Sc., directeur scientifique, CRSAD

Mai 2015

Partenaires financiers



UNIVERSITÉ
LAVAL

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

Réalisé par le CRSAD

Coordination

Janie Lévesque, agr., M.Sc., chargée de projets

Réalisation, recherche et rédaction

Janie Lévesque, agr., M.Sc., chargée de projets
Yan Martel- Kennes, agr., M.Sc., directeur scientifique
Hélène Lavallée, animalière, CRSAD
Guy Chalifour, animalier, CRSAD
Luc Gignac, animalier, CRSAD
Marylène Bédard, secrétaire, CRSAD

Partenaires financiers

Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation



Les directions régionales de la Capitale Nationale, de la Mauricie, du Bas St-Laurent, de la Montérégie Ouest, du Centre du Québec, l'Estrie, et de la Chaudière-Appalaches



Collaborateurs

Diane Allard, MAPAQ
Frédéric Guay, Université Laval
Dan Buissières, Groupe Cérès
Paul Primeau et Dave Hensel, Premier Ag ressources Ltd
Louise Morneau, Jefe Nutrition
Emmanuelle Lewis, Agri-Marché
Nicolas Lafond, Aliments Breton inc.
Laetitia Cloutier, CDPQ inc.

RÉSUMÉ

À l'âge de 21 jours, 308 castrats commerciaux issus de verrats Duroc et de truies YYLL sont entrés le même jour à l'Unité de recherche porcine du CRSAD. Quatre traitements alimentaires ont été appliqués en période de pouponnière, soit de 5,6 jusqu'à 12,0 kg de poids vif (phases I et II) alors que durant la 3^e phase de pouponnière (12,0 à 23,9 kg), un aliment commun était offert aux animaux. Un suivi des performances en engraissement a ensuite été effectué jusqu'à 28 jours avant l'abattage final i.e. jusqu'au poids vif moyen de 106,7 kg \pm 9,1. Les ingrédients suivants ont été incorporés à la ration des porcelets : A) Témoin avec 5 % plasma sanguin porcine en phase I B) Concentré de soya hydrolysé (21,7 et 0,78 % en phase I et II) C) Poudre d'œuf et hydrolysate de poisson (5 et 2 % en phase I et II selon un ratio 65:35) D) Cultures de levure (3,5 et 2,5 % en phase I et II). Les additifs suivants ont également été incorporés dans les aliments des traitements B, C et D : une source de butyrate aux taux respectifs de 1,2 et 0,8 kg/T en phase I et II et un arôme & édulcorant au taux de 1 kg/T en phase I. Les aliments isoprotéique et isoénergétique étaient composés principalement de perméat de lactosérum, blé, maïs, tourteau de soya et contenaient tous des quantités variables de concentré de soya hydrolysé. Tous les aliments des phases I et II contenaient un acidifiant, de hauts niveaux de zinc (2500-2000 ppm) et de vitamine E (85 UI/kg) ainsi que des antibiotiques. Des quantités fixes des aliments des phases I et II ont été servies aux porcelets. De 5,6 à 8,0 kg de poids, la vitesse d'ingestion des porcelets recevant du plasma sanguin d'origine porcine (témoin) a été plus rapide que celle des traitements contenant différentes alternatives. La consommation journalière a été supérieure de 36,3 g/j en moyenne pour le groupe témoin par rapport à celle des trois autres traitements ($P < 0,0001$) ce qui a, par la même occasion, amélioré le GMQ de ces porcelets de 51,6 g/j en moyenne ($P = 0,001$). En phase II (8,0 à 12,0 kg), la consommation des porcelets ingérant les

différentes alternatives de remplacement a été plus élevée ($P=0,003$) que celle des témoins. Le retrait du plasma sanguin de l'aliment de phase II a fait chuter la consommation des animaux témoins ainsi que leur GMQ (diminution de 52,5 et 58,7 g/j par rapport aux traitements B et C). En fin de pouponnière (56 j âge), des tendances numériques non négligeables sont apparues. Les porcelets du traitement B ont terminé la période de pouponnière avec un certain arriérage numérique de -0,86 et -0,92 kg de poids par rapport au groupe de porcelets des traitements A et C ($P=0,12$); leur GMQ en pouponnière ayant tendance à être inférieur à celui des porcelets des traitements A et C ($P=0,09$). D'ailleurs, la teneur en haptoglobine sérique, un indicateur de la réponse inflammatoire, était plus élevée chez les porcelets ayant consommé de grandes proportions de protéine de soya (traitement B) ($P=0,009$). Outre cet effet, le coût d'alimentation par kg de gain est moins onéreux de 0,08 \$/kg pour ces porcelets par rapport à celui des traitements C et D ($P=0,05$). Quant aux animaux du traitement C, ceux-ci se comportent en terme de performances comme ceux du groupe témoin et cette tendance se poursuit jusqu'en fin d'engraissement. Quoique la réponse en terme de performances des animaux du traitement D a été plutôt intermédiaire en pouponnière entre celle des animaux du traitement B et celle des groupes A et C, les porcs ont eu tendance à terminer la période d'engraissement avec un poids final plus léger (-3,72 kg) que celui des animaux du traitement C ($P=0,09$). La tendance statistique démontre toutefois que leur poids final est égal à celui des porcs témoins et de ceux du traitement B ($P=0,09$). Vingt-neuf pourcent des porcs traités par médication en engraissement étaient issus du traitement D et parmi les mortalités en engraissement, 3 porcs sur 4 provenaient de ce traitement. Selon le contexte dans lequel cette étude a été menée, on peut dire qu'il est possible d'obtenir de bonnes performances zootechniques chez le porcelet en remplaçant le plasma sanguin de l'aliment par d'autres substituts alimentaires. Le régime à base de poudre d'œuf (Isonova), d'hydrolysate de poisson (CPSP Special G), d'une source de butyrate (Proformix 650) et d'un arôme & édulcorant (Cristal feed fruity) a été celui qui a démontré la réponse la plus proche de celle des animaux ayant consommé une ration contenant du plasma sanguin.

TABLE DES MATIERES

	Pages
RÉSUMÉ	II
1 MISE EN CONTEXTE	1
2 OBJECTIF	2
2.1 Objectif principal	2
2.2 Objectifs spécifiques	2
3 METHODOLOGIE	2
3.1 Animaux et dispositif expérimental	2
3.2 Traitements	3
3.3 Formulation et fabrication des aliments	4
3.4 Médication	5
3.5 Programme alimentaire	10
3.6 Conditions ambiantes en pouponnière	10
3.7 Mesures	11
3.8 Mortalité et retrait	12
3.9 Échantillonnage de moulées	12
3.10 Analyses statistiques	13
RÉSULTATS ET DISCUSSION	14
CONCLUSION	28
REFERENCES	29

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1: Composition des aliments pour porcelet	6
Tableau 2 : Concentrations nutritives des aliments pour porcelet (tel que servi)	8
Tableau 3 : Programme alimentaire en section pouponnière	10
Tableau 4 : Performances zootechniques des porcelets en période de pouponnière.....	19
Tableau 5 : Concentrations de paramètres sanguins mesurées a la fin de la phase II.....	21
Tableau 6 : Performances zootechniques des porcs en engraissement	24
Tableau 7 : Épaisseurs de muscle et de gras mesures sur l'animal vivant.....	25
Tableau 8 : Estimation monétaire du retour sur l'investissement 2015 (\$/porc)	26
Tableau 9 : Estimation monétaire du retour sur l'investissement 2014 (\$/porc)	27
Figure 1: Températures moyennes dans les salles 1 et 2 de pouponnière	11

1. MISE EN CONTEXTE

Depuis la fin du mois d'avril 2013, la diarrhée épidémique porcine (DEP) fait des ravages chez nos voisins du Sud. Le virus se retrouve maintenant dans plusieurs états américains et on estimait, à l'été 2014, que le nombre de porcelets morts aux États-Unis à cause du virus se chiffrait à 7 millions de têtes. À ce moment, la DEP continuait de progresser aux États-Unis et l'infection s'était limitée au Canada à quelques cas en Ontario, et des cas isolés au Manitoba, au Québec et à l'Î.-P.É. En février 2014, un seul cas avait été recensé au Québec. En février 2015, le décompte était de 74 cas en Ontario, 8 au Manitoba, 1 à l'IPE et 12 cas au Québec, principalement en Montérégie (Cardinal, 2015). Quoique tous les maillons du milieu porcin québécois et canadien se mobilisent depuis pour éviter la propagation de la maladie, le risque de contamination est toujours présent. Plusieurs actions ont été mises en place afin de contrôler cet épisode dont celles de resserrer les mesures de biosécurité au sein des élevages, lors du transport, du lavage et de la désinfection des camions, et celle de retirer le plasma sanguin des aliments pour porcelet. En fait, le virus actif de la DEP aurait été identifié dans du plasma sanguin ce qui aurait incité la plupart des meuniers du Québec à retirer cet ingrédient des moulées pour porcelets. Au Québec et ailleurs, le plasma sanguin porcin est un ingrédient très apprécié et l'impact positif chez le jeune porcelet est connu et documenté. Cette source protéique, hautement digestible et appétente, est très appréciée puisqu'elle améliore la prise alimentaire des jeunes porcelets et réduit la diarrhée post-sevrage ce qui a des répercussions positives sur les performances zootechniques. Son remplacement dans les aliments par d'autres ingrédients ne garantit pas le même effet sur la santé intestinale et les performances du porcelet. C'est pourquoi, il est impératif de rechercher un ou des substituts qui ont la même efficacité. De plus, son remplacement par d'autres substituts pourrait permettre d'encourager le non-usage chez le porc de sous-produits d'origine porcine.

2. OBJECTIF

2.1 Objectif principal

Vérifier l'impact du remplacement du plasma sanguin porcin dans les aliments pour porcelet par d'autres alternatives alimentaires.

2.2 Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, l'essai vise à :

- Comparer les performances zootechniques (GMQ, IMQ, C.A.) des porcelets en pouponnière ayant consommé une ration à base de plasma sanguin d'origine porcine à celles de porcelets ayant ingéré des aliments contenant différentes alternatives alimentaires pouvant remplacer le plasma sanguin;
- Vérifier l'effet résiduel des traitements appliqués en pouponnière sur les performances en engraissement (poids, GMQ).

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Animaux et dispositif expérimental

À l'âge de 21 jours, trois cent huit castrats issus de verrats Duroc et de truies Yorkshire X Landrace ont été transférés le même jour (23 octobre 2014) à l'Unité de recherche porcine du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD). Les porcelets provenaient de 2 maternités (SRRP négatif). La phase animale s'est déroulée du sevrage (5,64 kg \pm 0,60) jusqu'à 28 jours avant l'abattage final i.e. jusqu'au poids vif de 106,68 kg \pm 9,09 (17 février 2015).

Aussitôt entrée, les porcelets ont été pesés, identifiés individuellement et la mise en lot expérimental a été réalisée. En section pouponnière, quarante-quatre (44) parquets de 7 porcelets ($0,26 \text{ m}^2/\text{tête}$ ou $2,8 \text{ pi}^2/\text{tête}$) ont été utilisés pour l'essai. Un dispositif expérimental en bloc complet a été prévu et le facteur de blocage était le poids initial des porcelets. Onze blocs complets de 4 traitements expérimentaux (11 parcs/traitement) ont été répartis aléatoirement dans les 44 parcs de la section pouponnière. Le parc représentait l'unité expérimentale. Par la suite, les animaux ont été transférés en engraissement dans 19 parcs à raison de 17 têtes par parc ($0,72 \text{ m}^2/\text{tête}$ ou $7,8 \text{ pi}^2/\text{tête}$) et distribués de sorte à confondre les 4 traitements reçus en pouponnière parmi ceux prévus en engraissement. L'objectif étant de vérifier l'effet résiduel en engraissement, au niveau du poids et du GMQ, des traitements reçus en pouponnière. Le suivi des performances en engraissement, de 23,98 jusqu'à 106,68 kg de poids vif, a donc été effectué avant le démarrage d'un autre projet en engraissement. Ce dernier étant un essai de régie d'élevage démarrant 28 jours avant l'abattage.

3.2 Traitements

Quatre traitements alimentaires ont été appliqués en pouponnière. Les voici :

- *Traitement A (témoin ou trt A)*: Aliment avec plasma sanguin d'origine porcine;
- *Traitement B (Trt B)*: Aliments avec concentré de soya hydrolysé, source de butyrate, arôme & édulcorant;
- *Traitement C (Trt C)*: Aliments avec poudre d'œuf, hydrolysate de poisson, source de butyrate, arôme & édulcorant;
- *Traitement D (Trt D)*: Aliments avec cultures de levures, source de butyrate, arôme & édulcorant.

Le traitement avec plasma sanguin a été offert seulement durant la phase I, ce qui représente la pratique courante selon les spécialistes en nutrition qui ont été consultés. Une analyse confirmant la négativité du plasma sanguin au virus de la DEP a d'ailleurs été effectuée avant son utilisation. Quant aux alternatives de

remplacement, elles ont été choisies suite à des consultations auprès des spécialistes en nutrition et des fournisseurs. Elles ont été recommandées durant les phases I et II, tel que proposé par les spécialistes en nutrition sauf pour certains produits tel que le plasma sanguin et l'arôme & édulcorant qui ont été offerts en phase I seulement. La poudre d'œuf et l'hydrolysate de poisson ont été employés dans les aliments selon un ratio 65 : 35, tel que le fournisseur le recommandait et un apport suffisant de vitamine E (85 UI/kg) a été utilisé comme antioxydant. Durant la 3^e phase de pouponnière, les porcelets ont tous reçu un aliment commun. En plus des sources protéiques hautement digestibles proposées en remplacement du plasma sanguin (concentré de soya hydrolysé, poudre d'œuf, hydrolysate de poisson et cultures de levures), il a été jugé nécessaire d'incorporer des additifs comme une source de butyrate ainsi que des arômes et édulcorants (tableau 1). Le but étant de stimuler la consommation alimentaire des porcelets, stimuler la sécrétion enzymatique afin d'améliorer la digestibilité des aliments, stimuler la croissance des villosités intestinales et équilibrer la flore intestinale (Betit K. et Girard Y., communication personnelle, août 2014). À noter que les différents traitements alimentaires contenaient tous des quantités variables de protéine de soya hydrolysé. Le traitement B étant celui qui contenait le plus de protéine de soya hydrolysé puisque le but était d'évaluer son impact comme alternative chez le porcelet (tableau 1).

3.3 Formulation et fabrication des aliments

Des aliments expérimentaux de pouponnière (isoprotéiques et isoénergétiques) ont été formulés sur la base des acides aminés digestibles et de l'énergie nette. Ils ont été fabriqués à la meunerie Gérard Soucy (Ste-Croix, Québec). Les moulées médicamenteuses des phases I et II étaient en granules alors que la moulée médicamenteuse de la phase 3 était cubée. Des « microtracers » (limaille de fer) de différentes couleurs (Micro-Tracers inc., San Francisco, États-Unis) ont été incorporés aux moulées lors de la fabrication afin de bien différencier les différents traitements. Un suivi a été effectué en meunerie lors de la fabrication et des échantillons d'aliments ont été prélevés afin de vérifier leur conformité quant aux

concentrations nutritives désirées. Les tableaux 1 et 2 présentent les ingrédients utilisés dans les moulées de pouponnière de même que leurs concentrations nutritionnelles. En section engraissement, aucun traitement alimentaire n'a été appliqué. Les animaux ont tous consommé des aliments commerciaux cubés en provenance de La Coop La Seigneurie (St-Narcisse, Québec) et les porcs ont tous été gardés dans le même environnement.

3.4 Médication

Tous les aliments de pouponnière contenaient des antibiotiques, soit 440 ppm de chlorhydrate de chlortétracycline (Auréomycine 220G, Zoetis Canada, Kirkland, Québec) et 31,2 ppm de tiamuline (Denagard, Novartis Animal Health, Mississauga, Ontario). Les porcelets ont reçu à l'entrée une injection de 1 ml intramusculaire des vaccins contre *Mycoplasma Hyopneumoniae* (Ingelvac Mycoflex, Boehringer Ingelheim Ltd., Burlington, Ontario) et le circovirus porcin, type 2 (Ingelvac Circoflex, Boehringer Ingelheim, Burlington, Ontario) causant le syndrome de dépérissement en post-sevrage alors qu'une injection de 2 ml intramusculaire du vaccin Respisure One (Zoetis Canada, Kirkland, Québec) a été administrée 3 semaines après leur arrivée pour prévenir les infections causées par *Mycoplasma Hyopneumoniae*.

Au transfert en engraissement, un vaccin a également été offert dans l'eau d'abreuvement (Entérisol Ileitis FF, Boehringer Ingelheim Ltd., Burlington, Ontario) afin de prévenir les iléites causées par *Lawsonia intracellularis*. Les aliments commerciaux en début d'engraissement (24-40 kg) contenaient 440 ppm de chlorhydrate de chlortétracycline (Chlor100, Bio Agri Mix, Mitchell, Ontario). De 40 kg jusqu'à la fin de l'engraissement, 22 ppm de tylosine (Tylan 40, Elanco, Guelph, Ontario) a été incorporé aux aliments comme facteur de croissance.

Tableau 1: Composition des aliments pour porcelet

Ingrédients (kg par tonne)	Phase I (5 à 8 kg)				Phase II (8 à 12 kg)				Phase III (12 à 25 kg)
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	
Perméat lactosérum (kg)	217,39	217,39	217,39	217,39	86,96	86,96	86,96	86,96	-
Maïs (kg)	185,57	121,22	149,97	113,38	304,06	302,64	314,14	297,05	460,83
Blé (kg)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Tourteau de soya (kg)	150,00	150,00	150,00	150,00	250,00	250,00	250,00	250,00	273,24
Huile maïs-soya (50 : 50) (kg)	48,73	54,58	41,41	55,92	40,99	41,45	36,18	42,41	25,72
Concentré de soya hydrolysé (kg) ¹	113,82	217,08	152,20	188,55	78,07	78,23	52,28	57,85	-
Plasma sanguin porcin (kg) ²	50,00	-	-	-	-	-	-	-	--
Poudre d'œuf (kg) ³	-	-	32,50	-	-	-	13,00	-	-
Hydrolysate de poisson (kg) ⁴	-	-	17,50	-	-	-	7,00	-	-
Culture de levures (kg) ⁵	-	-	-	35,00	-	-	-	25,00	-
Concentré de butyrate de calcium (kg) ⁶	-	1,20	1,20	1,20	-	0,80	0,80	0,80	-
Arôme, édulcorant (kg) ⁷	-	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-
Biolys 70 (kg)	5,82	6,16	6,18	6,01	6,25	6,24	6,25	6,14	6,34
DL-Méthionine (kg)	2,17	2,47	2,06	2,56	1,95	1,95	1,79	2,02	1,46
L-Thréonine (kg)	1,31	1,55	1,59	1,46	1,49	1,49	1,51	1,43	1,52
L-Tryptophane (kg)	0,23	0,18	0,26	0,22	0,14	0,14	0,17	0,17	0,23
Pierre à chaux (kg)	9,80	8,63	9,03	8,65	9,73	9,73	9,90	9,75	11,74
Phosphate monocalcique (kg)	3,48	4,84	4,44	4,95	7,39	7,40	7,24	7,47	7,28
Sel (kg)	-	2,04	1,61	2,04	2,48	2,48	2,31	2,49	4,58

Tableau 1 : Composition des aliments pour porcelet (suite)

Ingrédients (kg par tonne)	Phase I (5 à 8 kg)				Phase II (8 à 12 kg)				Phase III (12 à 25 kg)
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Plasma (témoin)	Trt B	TrtC	Trt D	
Acidifiant (kg) ⁸	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
Oxyde de zinc (kg)	3,12	3,11	3,11	3,11	2,42	2,42	2,43	2,43	-
Chlorure de choline (kg)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Prémix vitamines et minéraux mineurs (kg)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,5
Phytase 750 FTU (kg) ⁹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Auréomycine 220G (kg) ¹⁰	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Denagard (kg) ¹¹	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75

¹ HP-300 (distribué par Jefe Nutririon Inc., St-Hyacinthe, Québec)

² AP-920 (distribué par Jefe Nutririon Inc., St-Hyacinthe, Québec)

³ Isonova™ Spray-Dried Granulated Inedible Egg Product (distribué par Premier Ag ressources, London, Ontario)

⁴ CPSP Special G (distribué par Premier Ag ressources, London, Ontario)

⁵ PFS (distribué par Probiotech International, St-Hyacinthe, Québec)

⁶ Proformix 650 (distribué par Probiotech International, St-Hyacinthe, Québec)

⁷ Crystal feed fruity (distribué par Probiotech International, St-Hyacinthe, Québec).

⁸ Porcinat* (distribué par Jefe Nutririon Inc., St-Hyacinthe, Québec)

⁹ Phyzyme® XP 2500 TPT (Halchemix Canada, Port Perry, Ontario)

¹⁰ 440 ppm de chlorydrate de chlortétracycline

¹¹ 31,2 ppm de tiamuline

Tableau 2 : Concentrations nutritives des aliments pour porcelet (tel que servi)

Analyses chimiques et valeurs théoriques	Phase I (5 à 8 kg)				Phase II (8 à 12 kg)				Phase III (12 à 25 kg)
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	
Matière sèche (%)	90,90	91,80	91,70	91,50	91,00	91,30	90,80	91,10	90,00
Protéine brute (%)	24,31	24,70	24,14	25,04	23,16	22,43	23,49	22,58	19,88
Matière grasse (%)	5,90	6,37	6,77	5,80	5,44	5,78	5,79	5,53	4,57
Lysine brute (dig.) (%) ¹	1,71 (1,55)	1,57 (1,43)	1,56 (1,43)	1,63 (1,48)	1,55 (1,42)	1,51 (1,38)	1,64 (1,50)	1,49 (1,36)	1,39 (1,27)
Méthionine brute (dig.) (%) ¹	0,48 (0,45)	0,56 (0,53)	0,56 (0,53)	0,56 (0,53)	0,49 (0,46)	0,50 (0,47)	0,48 (0,45)	0,52 (0,49)	0,41 (0,38)
Méth+Cystine brute (dig.) (%) ¹	0,91 (0,82)	0,92 (0,83)	0,92 (0,83)	0,93 (0,84)	0,85 (0,77)	0,85 (0,77)	0,84 (0,76)	0,86 (0,78)	0,74 (0,67)
Thréonine brute (dig.) (%) ¹	1,03 (0,90)	1,04 (0,91)	1,00 (0,88)	1,06 (0,93)	0,96 (0,85)	0,95 (0,84)	0,97 (0,86)	0,98 (0,87)	0,85 (0,76)
Tryptophane brute (dig.) (%) ¹	0,33 (0,29)	0,32 (0,28)	0,31 (0,28)	0,33 (0,29)	0,30 (0,26)	0,29 (0,26)	0,30 (0,26)	0,29 (0,26)	0,26 (0,23)
Valine (%) ¹	1,13 (0,99)	1,12 (0,98)	1,10 (0,97)	1,15 (1,00)	1,06 (0,93)	1,03 (0,90)	1,08 (0,95)	1,00 (0,88)	0,90 (0,79)
Isoleucine (%) ¹	0,95 (0,84)	1,03 (0,91)	1,00 (0,89)	1,06 (0,94)	0,96 (0,86)	0,93 (0,83)	0,97 (0,87)	0,90 (0,80)	0,80 (0,71)
Arginine (%) ¹	1,50 (1,37)	1,64 (1,51)	1,53 (1,41)	1,61 (1,48)	1,52 (1,41)	1,48 (1,37)	1,52 (1,41)	1,39 (1,29)	1,28 (1,19)
Ac. glutamique (%) ¹	4,22	4,40	4,18	4,41	4,23	4,21	4,28	4,07	3,77
Calcium (%)	0,70	0,90	0,93	0,79	0,80	0,90	0,77	0,88	0,90
Phosphore total (%)	0,69	0,65	0,66	0,69	0,67	0,69	0,67	0,67	0,55
Sodium (%)	0,30	0,29	0,29	0,25	0,20	0,19	0,21	0,20	0,32
Zinc (ppm) ²	2 500	2 500	2 500	2 500	2 000	2 000	2 000	2 000	250
Cuivre (ppm) ²	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Lactose (%) ²	17,5	17,5	17,5	17,5	7,0	7,0	7,0	7,0	-

Tableau 2. Concentrations nutritives des aliments pour porcelet (tel que servi) (suite)

Analyses chimiques et valeurs théoriques	Phase I (5 à 8 kg)				Phase II (8 à 12 kg)				Phase III (12 à 25 kg)
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	
Énergie brute (EB; kcal/kg) ³	4 159	4 182	4 194	4 155	4 178	4 146	4 213	4 176	4 085
Énergie digestible (ED; kcal/kg) ⁴	3 846	3 878	3872	3 858	3 835	3 851	3 832	3 834	3 786
Énergie nette (EN; kcal/kg) ²	2 650	2 650	2 650	2 650	2 550	2 550	2 550	2 550	2 475
Ratio lysine digestible / EN ²	5,47	5,47	5,47	5,47	5,25	5,25	5,25	5,25	4,85
Vitamine A (UI/kg) ²	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Vitamine D (UI/kg) ²	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Vitamine E (UI/kg) ²	85	85	85	85	85	85	85	85	85

¹ Acides aminés totaux (digestibles). Les acides aminés totaux ont été analysés chimiquement alors que les acides aminés digestibles (SID) ont été calculés en considérant les acides aminés totaux analysés et les facteurs de conversion proposés par le système de formulation

² Valeurs proposées par le système de formulation

³ Analysée à partir d'une bombe calorimétrique

⁴ Calculée à partir des analyses chimiques de différentes composantes (PB, MG, NDF, cendres) et d'une équation de prédiction proposée par Le Goff et Noblet (2001).

3.5 Programme alimentaire

Selon les quantités proposées par le programme pour les phases I et II, des quantités fixes d'aliments étaient servies à chacun des parcs, celui-ci étant l'unité expérimentale (tableau 3). L'aliment était pesé au préalable, incorporé dans un contenant hermétique et placé devant le parc (ex: 7 têtes/parc * 2,5 kg/tête de phase I = 17,5 kg par parc; 7 têtes/parc * 5 kg/tête de phase II= 35 kg par parc). Le changement d'aliment, pour les phases I et II, se faisait lorsque la quantité d'aliment pré-pesée était consommée ce qui signifie que selon la vitesse d'ingestion des porcelets, les changements d'aliments de chacun des parcs ne survenaient pas tous en même temps. Par contre, les quantités de phase III servies étaient pesées à chaque jour et offertes à volonté. L'essai en section pouponnière a débuté (23 octobre 2014) et s'est terminé (27 novembre 2014) le même jour pour tous les animaux.

Tableau 3 : Programme alimentaire en section pouponnière

Phases	Poids, kg	Quantité à offrir
I	5-8	2,5 kg
II	8-12	5 kg
III	12-25	~18

En section engraissement, aucun traitement alimentaire n'a été appliqué. Le programme alimentaire comportait 4 phases (IV: 24-40 kg V : 40-65 kg VI : 65-90 kg VII: 90-140 kg) et les aliments étaient servis à volonté.

3.6 Conditions ambiantes en pouponnière

Les températures moyennes en pouponnière ont été de 23,5°C avec des minimum et maximum de 22,9 °C et 24,1°C.

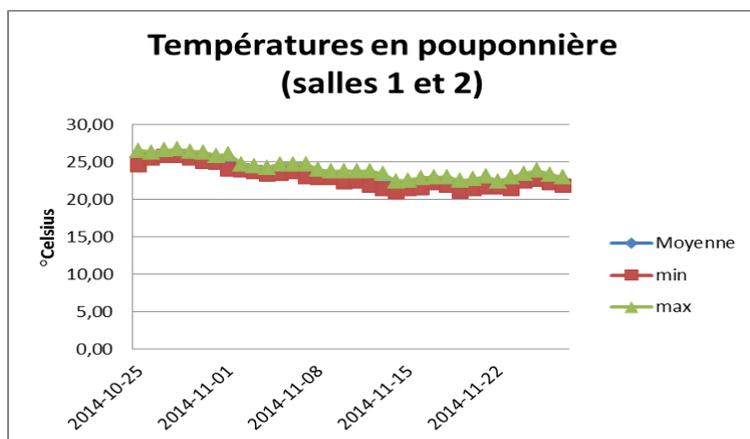


Figure 1: Températures moyennes dans les salles 1 et 2 de pouponnière

3.7 Mesures

Les porcelets ont tous été pesés individuellement le même jour, soit lors de l'entrée en pouponnière et à la fin de cette période (phase III). Des pesées intermédiaires (fin des phases I et II) ont également été effectuées lors des changements de moulées, mais à des temps variables selon le parc. Tel que décrit plus haut, des quantités fixes d'aliments des phases I et II ont été pesées et servies à chacun des parcs. Les changements de phases variaient donc d'un parc à l'autre selon la vitesse d'ingestion des porcelets. La date et l'heure du changement ont été notées pour chacun des parcs. Durant la phase III, les quantités servies par parc ont été pesées et notées à tous les jours de même que les refus à la fin de chaque semaine et à la fin de la période de pouponnière. Le gain moyen quotidien, la consommation alimentaire journalière et la conversion alimentaire ont été calculés par phase et par parc pour la durée totale de la période de pouponnière.

Les lectures de compteur à eau ont été enregistrées pour chaque parc à l'entrée, à la fin des phases I et II et ensuite à chaque période de 7 jours. La consommation journalière en eau de chaque parc a donc été calculée.

Des prélèvements sanguins (10 ml/tête) ont également été effectués à la fin de la phase II i.e. vers 12,0 kg de poids vif. Deux porcelets par parc ont été échantillonnés. Un pool de sérum par parc a ensuite été effectué pour les fins

d'analyses (44 pools sériques). Les concentrations sériques des immunoglobulines G (IgG), de l'hormone IGF-1 et de l'haptoglobine ont ensuite été mesurées afin de vérifier les statuts immunitaire (IgG), inflammatoire (haptoglobine) et anabolique (IGF-1) des porcelets soumis aux différents traitements.

En période d'engraissement, tous les porcs ont été pesés individuellement le même jour au transfert dans la section finition, à chaque changement de moulées et à la fin de l'essai qui est survenu le 17 février 2015 au poids de 106,68 kg. Des mesures des épaisseurs de gras et de muscle ont été également effectuées à partir d'un appareil à ultrasons entre les 3e et 4e avant-dernières côtes de l'animal vivant lors de la pesée finale.

3.8 Mortalité et retrait

Dès le début de la période de pouponnière (phase I), 2 porcelets des traitements B et C sont morts pour des raisons inconnues ce qui correspond à 0,6% de mortalité en pouponnière. Un seul parquet a été traité sur une courte période en début de pouponnière pour de la diarrhée (traitement C). À noter que tous les porcelets recevaient des antibiotiques via la moulée, 2500-2000 ppm de zinc ainsi qu'un acidifiant durant les phases I et II, respectivement. En période d'engraissement, 1 porc du traitement B et 3 animaux du traitement D sont morts ce qui correspond à 1,2% de mortalité en engraissement. Un prolapse (traitement B), 2 boiteries (traitement D) et une mort inconnue (traitement D) ont été enregistrés.

3.9 Échantillonnage de moulées

À tous les jours durant la période de pouponnière, un échantillon de moulées d'environ 250 g a été prélevé. Un pool homogène était ainsi formé en fin de phase et envoyé à différents laboratoires pour les fins d'analyses chimiques. La matière sèche, la matière grasse, la protéine brute, l'énergie brute, la fibre NDF et les cendres ont été analysées de même que les acides aminés totaux et l'énergie brute. Les résultats se retrouvent au tableau 2.

3.10 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à partir du logiciel R (R Core Team, 2012) selon un dispositif en blocs complets pour les données de la période de pouponnière, alors que pour celles de la période d'engraissement, elles ont été réalisées selon un dispositif complètement aléatoire. Les unités expérimentales pour les données de performances zootechniques en pouponnière ont été les parcs pour les variables suivantes : consommation en moulée et en eau, conversion alimentaire, lysine ingéré/tête/jour, lysine ingéré/kg gain et coût d'aliment/kg gain. Les analyses ont été réalisées à l'aide de l'ANOVA avec un modèle statistique mixte incluant les traitements et les blocs (basé sur le poids initial des porcelets) comme variables explicatives. Concernant les analyses des données d'engraissement (poids, GMQ et épaisseurs de gras et de muscle) ainsi que les poids et les GMQ en pouponnière, ce sont les données individuelles qui ont été considérées. Pour ces données, l'animal a été considéré comme l'unité expérimentale et les analyses ont été réalisées à l'aide de l'ANOVA avec un modèle statistique incluant les traitements comme variables explicatives. Un test Tukey a été appliqué pour l'ensemble des données afin d'effectuer la comparaison entre les traitements.

Les données qui sont présentées dans ce rapport sont des moyennes ajustées («least square means»). Une covariable (poids final) a été appliquée pour les épaisseurs de gras et de muscle mesurées à la fin de la phase animale.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Durant la phase I (5,6 à 8,0 kg), on observe d'excellentes performances pour l'ensemble des porcelets et une consommation en eau dans les normes et semblable entre les animaux des différents traitements. Cependant, la vitesse d'ingestion des porcelets recevant du plasma sanguin d'origine porcine (témoin) est plus rapide que celle des autres traitements (tableau 4). On peut percevoir cet effet par l'ingéré journalier qui est plus élevé en moyenne de 36,3 g par jour pour le groupe témoin par rapport à celui des trois autres traitements ($P < 0,0001$). La quantité fixe de 2,5 kg par tête, offerte en phase I, a été consommée en 8,10 jours pour le traitement avec plasma sanguin alors qu'elle a été de 9,45, 9,25 et 9,28 jours pour les traitements B, C et D, respectivement qui contenaient des alternatives de remplacement au plasma sanguin. Par conséquent, les porcelets témoin ont démontré une vitesse de croissance supérieure (51,6 g par jour en moyenne) aux porcelets des autres traitements ($P = 0,001$) alors que la conversion alimentaire a été semblable entre tous les animaux. Les animaux témoins ont consommé à chaque jour plus de lysine brute ou digestible que les autres porcelets (tableau 4). Certains auteurs rapportent un effet du plasma sanguin au niveau de la consommation et de la vitesse de croissance sans toutefois que la conversion alimentaire ne soit modifiée (Van Dijk et al., 2001). C'est d'ailleurs lors des 2 semaines post-sevrage, avec un effet plus prononcé dans la 1^{ère} semaine que l'effet du plasma sanguin se fait sentir (Van Dijk et al., 2001). Une des caractéristiques de cet ingrédient est d'améliorer la palatabilité des aliments et de stimuler la prise alimentaire des porcelets (Kats et al., 1994 ; Coffey et Cromwell, 2001; Van Dijk et al., 2001). Étant une protéine animale, plus digestible qu'une protéine végétale (Everts et al., 1999), et de par sa composition en acides aminés et sa digestibilité proche de celle du lait de truie, le plasma permet de promouvoir la croissance des porcelets (Darragh et Moughan, 1998). Durant cette même période, on note toutefois que les porcelets du traitement B, dont l'aliment contenait comme

alternative de la protéine de soya hydrolysé, une source de butyrate et des arômes & édulcorants, ont démontré un coût d'alimentation par kg de gain moins élevé de 0,05 à 0,06 \$/kg comparativement aux traitements A et C, respectivement ($P=0,001$).

En phase II (8,0 à 12,0 kg), la consommation journalière des porcelets ingérant les différentes alternatives de remplacement a été semblable entre eux, mais plus élevée que celle des porcelets témoins ($P=0,003$). On peut d'ailleurs constater que le temps d'ingestion a été plus court pour les porcelets des traitements B, C et D que celui des témoins (tableau 4). On observe, par conséquent, une diminution respective du GMQ de 52,5 et 58,7 g/j des porcelets témoins par rapport aux animaux des traitements B et C ($P=0,005$). Tel qu'observé commercialement, le retrait du plasma sanguin de l'aliment de phase II (8,0-12,0 kg) provoquerait une baisse de la prise alimentaire des porcelets (Buissière D., communication personnelle, novembre 2014).

Lorsque l'on combine les données des phases I et II, période où les traitements alimentaires ont été offerts, les différences statistiques entre les traitements disparaissent (tableau 4). Cependant, le traitement B offrant comme alternative de la protéine de soya hydrolysé, une source de butyrate et des arômes & édulcorants, démontre un coût d'alimentation par kg de gain moins élevé de 0,09 \$/kg comparativement aux alternatives des traitements C et D (1,60 vs 1,69 \$ /kg gain) ($P=0,05$). Le coût d'alimentation durant cette période étant respectivement de 5,52\$, 5,34\$, 5,61\$ et 5,54\$ par porcelet issu des traitements A, B, C et D, soit 0,18\$, 0,27\$, et 0,20 \$ par tête de moins pour les porcelets du traitement B que ceux des groupes A, C et D. En 3^e période de pouponnière (tableau 4), seuls les porcelets du traitement C se démarquent de ceux du traitement B par un GMQ statistiquement plus élevé de 41,9 g/j ($P=0,02$). Aucune différence entre les 4 groupes de porcelets n'apparaît en aucun temps au niveau de la conversion alimentaire.

En considérant toute la période de pouponnière (5,6 à 23,9 kg), on remarque que les performances des porcelets sont excellentes, peu importe le traitement. Quoique les résultats ne ressortent pas tous significatifs, on peut noter des tendances et des écarts numériques entre les traitements non négligeables. La réponse en pouponnière

des porcelets du traitement C (poudre d'œuf, hydrolysate de poisson, source de butyrate, arôme & édulcorant) en terme de poids final, GMQ, consommation journalière en moulée, en lysine et en eau est similaire à celle du traitement avec plasma sanguin. Quant aux porcelets ayant consommé les alternatives du traitement D (cultures de levures, source de butyrate, arôme & édulcorant), ceux-ci présentent une réponse plutôt intermédiaire en terme de performances entre celle des porcelets des traitements A et C vs celle du traitement B. Leur poids en fin de pouponnière étant numériquement proche de celui du traitement B ($P=0,12$) alors que le GMQ de ces porcelets a tendance à être égal à celui des traitements A et C en fin de période ($P=0,09$). En ce qui concerne les porcelets du traitement B, ceux-ci terminent la période de pouponnière avec un certain arriérage numérique au niveau du poids. Cet écart numérique est de -0,86 et -0,92 kg de poids par rapport au groupe de porcelets témoins et de ceux du traitement C ($P=0,12$); leur GMQ ayant tendance à être inférieurs à celui des traitements A (plasma) et C (poudre d'œuf, hydrolysate de poisson, source de butyrate, arôme & édulcorant). La tendance respective à la baisse du GMQ du traitement B étant de -24,5 et -25,4 g/j ($P=0,09$) par rapport aux traitements A et C. Selon Skinner et al. (2014), un régime simple contenant principalement du tourteau de soya, maïs et blé (70-80% de la ration) aurait pour effet de réduire le GMQ et détériorerait l'efficacité alimentaire des porcelets en pouponnière en comparaison avec une ration complexe à base de protéine de sang, lactosérum, amidon digestible, gruau et d'orge. L'ingestion de grande quantité de tourteau de soya (24, 34 et 37% pour les phases I, II et III, respectivement) aurait causé, selon ces auteurs, une réaction allergique, initié une réponse immunitaire ce qui aurait altéré la condition des porcelets (Skinner et al., 2014). Dans notre étude, l'aliment de phase I du traitement B contenait 15% de tourteau de soya et 21,7% de soya hydrolysé, cette dernière étant toutefois une protéine plus digestible que celle du tourteau de soya (Cervantes-Pahm et Stein, 2014). De plus, la teneur en haptoglobine sérique, un indicateur de la réponse inflammatoire, est plus élevée chez les porcelets ayant consommé une grande proportion de soya (tourteau de soya et soya hydrolysé) (traitement B) (tableau 5). Malgré les hautes teneurs en zinc des aliments des phases I et II (2 500 et 2 000 ppm), la concentration plus élevée d'haptoglobine dans le sang des porcelets du traitement B suggère qu'une inflammation a été stimulée et qu'elle

est probablement associée à un niveau d'ingestion plus élevée de protéine végétale. La protéine végétale étant à la base moins digestible qu'une protéine animale (Pluske, 2012). Quoique la conversion alimentaire des animaux du traitement B ne se soit pas détériorée dans cette étude, ceci pourrait avoir ralenti la vitesse de croissance des porcelets du traitement B. Cependant, selon les niveaux d'haptoglobine et d'IGF-1 observés dans la littérature, le statut inflammatoire observé chez les porcelets ne serait pas détérioré. Lors d'inflammation, la teneur en IGF-1 chute (Willing et al., 2013), ce qui n'est pas le cas dans cette étude, et les concentrations d'haptoglobine peuvent atteindre des concentrations de 1 010 µg/ml lors d'inflammation (Floch et al., 2006). Selon Piñeiro et al. (2009), des teneurs de 580, 850 et 1 420 µg/ml sont observées chez le porcelet élevé en conditions commerciales aux jours 7, 35 et 63 post-sevrage. Selon l'évolution des teneurs en haptoglobine observées par Sauerwein et al. (2005), un pic de 575-800 µg/ml surviendrait vers 7-14 jours post sevrage (34-44 jours d'âge) pour ensuite redescendre à des valeurs de 405-410 µg/ml au jour 21 post-sevrage (48-51 jours d'âge). Les porcelets du traitement B avaient 38,3 jours d'âge (17,3 jours post sevrage) à la fin de la phase d'application des traitements alors que la teneur moyenne observée dans le sérum (269,32 µg/ml) n'atteignait pas les niveaux rapportés par ces derniers auteurs. La combinaison de la protéine de soya avec une source de butyrate et un arôme & édulcorant a probablement amenuisé l'effet de l'inflammation. Selon le fournisseur, la source de butyrate utilisée aurait pour rôle de stimuler la croissance des villosités intestinales et équilibrer la flore intestinale des porcelets (Betit K. et Girard Y., communication personnelle, août 2014). Il stimulerait la sécrétion des enzymes digestifs, améliorerait la digestibilité des nutriments en plus de jouer un rôle lors du développement des tissus et de leur réparation (Guilloteau et al., 2010). Quant à l'arôme & édulcorant employé, il aurait la caractéristique de stimuler la consommation alimentaire possiblement par un effet similaire au glutamate, comme celui retrouvé dans le plasma (Betit K. et Girard Y., communication personnelle, août 2014). La glutamine peut augmenter la prolifération des cellules intestinales en améliorant la récupération des muqueuses (Willing et al., 2013). Le glutamate et la glutamine sont d'importants carburants métaboliques qui permettent à l'intestin grêle de maintenir sa fonction digestive et de protéger l'intégrité de la muqueuse intestinale (Wu, 2015). Outre l'effet du traitement B au

niveau de la réponse inflammatoire, le coût d'alimentation par kg de gain pour ce traitement a été moins onéreux (-0,08 \$/kg) que celui des traitements C et D ($P=0,05$). Le coût d'alimentation durant la période de pouponnière a été de 12,89\$, 12,11\$, 12,93\$ et 12,65\$ par porcelet issu des traitements A, B, C et D, soit 0,78\$, 0,82\$, et 0,54\$ par tête de moins pour les animaux du traitement B par rapport aux groupes A, C et D.

En ce qui concerne les teneurs en immunoglobulines G (Ig G), les résultats de l'étude démontrent que peu importe le traitement alimentaire, les concentrations sériques en Ig G sont les mêmes entre les 4 groupes de porcelets (tableau 5). Selon Remus et al. (2013), le système immunitaire du porcelet ne serait pas mature avant un minimum de 35 jours d'âge et celui-ci se construirait lentement à partir du 21^e jour d'âge (Coffey, 2001) alors que Rooke et al. (2003) indiquent que la synthèse endogène d'immunoglobulines débiterait entre 7 et 28 jours d'âge. Le début de la synthèse endogène serait variable selon la quantité de colostrum absorbée par les porcelets dans les premiers 24 heures de vie (Rooke et al., 2003). Étant limité du point de vue immunologique, c'est par des apports de colostrum et des composantes alimentaires immunostimulantes, agissant au niveau intestinal, que le jeune porcelet peut se prémunir des pathogènes. Le plasma sanguin contient des Ig G et des substances bioactives (Torrallardona, 2010) qui peuvent améliorer les compétences immunologiques du porcelet (Coffey et Cromwell, 1995 ; Coffey, 2001). De par ses propriétés, le plasma préviendrait l'attachement des pathogènes à la muqueuse intestinale du porcelet grâce à son contenu en immunoglobulines et en glycoprotéines (Van Dijk et al., 2001). En prévenant l'attachement des bactéries à l'intestin des porcelets ceci réduirait l'activation du système immunitaire et la production des cytokines pro-inflammatoire (Torrallardona, 2010). Dans la présente étude, à 17 jours post-sevrage (38 jours d'âge), période où les prélèvements ont été effectués, le système immunitaire des porcelets était peut-être suffisamment mature pour maintenir une production d'immunoglobulines. Le moment du prélèvement ainsi qu'une stimulation plus faible du système immunitaire en raison du bon statut sanitaire de l'élevage pourraient expliquer les teneurs observées.

Tableau 4 : Performances zootechniques des porcelets en période de pouponnière^{1,2}

	TRAITEMENTS					
Phase I (5-8 kg)	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Erreur-type	P
GMQ (g/tête/j)	367,73 b	313,39 a	320,21 a	317,74 a	10,89	0,001
C.A.	0,83	0,84	0,84	0,85	0,01	0,76
Ingestion quotidienne d'aliments (g/tête/j)	302,55 b	263,09 a	268,18 a	267,45 a	5,20	< 0,0001
Lysine brute (SID) (g/tête/j) ³	5,17 b (4,69)	4,13 a (3,76)	4,18 a (3,83)	4,36 a (3,96)	0,08	< 0,0001
g lysine brute (SID) / kg gain ³	14,10 b (12,78)	13,22 a (12,04)	13,14 a (12,05)	13,78 ab (12,51)	0,24 (0,22)	0,02 (0,05)
\$ Moulée / kg gain	0,83 b	0,77 a	0,82 b	0,80 ab	0,01	0,001
Consommation en eau (l/tête/j)	1,02	0,90	1,02	1,08	0,07	0,31
Durée (j)	8,10	9,45	9,26	9,28	-	-
Phase II (8-12 kg)						
GMQ (g/tête/j)	427,78 b	480,32 a	486,46 a	463,52 ab	12,52	0,005
C.A.	1,38	1,35	1,36	1,39	0,04	0,91
Ingestion quotidienne d'aliments (g/tête/j)	586,45 b	641,00 a	653,91 a	637,18 a	12,71	0,003
Lysine brute (SID) (g/tête/j) ³	9,09 a (8,33)	9,68 a (8,85)	10,73 b (9,81)	9,49 a (8,66)	0,20 (0,18)	< 0,0001
g lysine brute (SID) / kg gain ³	21,39 (19,59)	20,44 (18,68)	22,33 (20,42)	20,65 (18,85)	0,56 (0,51)	0,09 t (0,08 t)
\$ Moulée / kg gain	0,84	0,83	0,87	0,89	0,02	0,26
Consommation en eau (l/tête/j)	2,20	2,20	2,27	2,24	0,16	0,98
Durée (j)	8,55	7,84	7,69	7,85	-	-

Tableau 4 : Performances zootechniques des porcelets en période de pouponnière^{1,2} (suite)

	TRAITEMENTS					
Phase III (12-24 kg)	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Erreur-type	P
GMQ (g/tête/j)	668,12 ab	636,64 a	678,54 b	657,55 ab	9,73	0,02
C.A.	1,47	1,49	1,46	1,48	0,02	0,71
Ingestion quotidienne d'aliments (g/tête/j)	983,45	947,73	992,09	973,36	15,91	0,24
Lysine brute (SID) (g/tête/j) ³	13,67 (12,49)	13,17 (12,04)	13,79 (12,60)	13,53 (12,36)	0,22 (0,20)	0,24
g lysine brute (SID) / kg gain ³	20,50 (18,73)	20,71 (18,92)	20,35 (18,60)	20,63 (18,85)	0,23 (0,21)	0,71
\$ Moulée / kg gain	0,61	0,62	0,61	0,61	0,01	0,59
Consommation en eau (l/tête/)	3,71	3,17	3,77	3,40	0,25	0,31
Durée (j)	18,07	17,43	17,77	17,58	-	-
Phases I et II (5-12 kg)						
GMQ (g/tête/j)	397,58	388,95	392,83	384,26	9,54	0,79
C.A.	1,13	1,12	1,13	1,14	0,02	0,90
Ingestion quotidienne d'aliments (g/tête/j)	447,55	433,27	441,09	436,73	5,57	0,31
\$ Moulée / kg gain	1,68 ab	1,60 a	1,69 b	1,69 b	0,03	0,05
Durée (j)	16,65	17,29	16,95	17,13	-	-
Phases I, II et III (5-24 kg)						
Poids initial (kg)	5,63	5,63	5,66	5,65	0,07	0,99
Poids final (kg)	24,31	23,45	24,37	23,79	0,31	0,12
GMQ (g/tête/j)	537,95	513,42	538,82	522,68	8,32	0,09 t
C.A.	1,35	1,35	1,34	1,36	0,01	0,78
Ingestion quotidienne d'aliments (g/tête/j)	726,65	691,36	723,36	708,73	11,88	0,16

Tableau 4 : Performances zootechniques des porcelets en période de pouponnière^{1,2} (suite)

Phases I, II et III (5-24 kg) (suite)	TRAITEMENTS					
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Erreur-type	P
Lysine brute (SID) (g/tête/j) ³	10,55 b (9,64)	9,91 a (9,05)	10,54 b (9,63)	10,17 ab (9,28)	0,16 (0,15)	0,02
g lysine brute (SID) / kg gain ³	19,62 (17,92)	19,34 (17,67)	19,57 (17,89)	19,46 (17,77)	0,13 (0,12)	0,45 (0,42)
\$ Moulée / kg gain	2,29 ab	2,22 a	2,30 b	2,30 b	0,02	0,05
Consommation en eau (l/tête/jour)	2,71	2,34	2,75	2,52	0,16	0,27
Durée (j)	34,72	34,72	34,72	34,72	-	-

¹ Moyennes ajustées. Les valeurs sur une même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes (P≤ 0,05)

² n=11 par traitement pour les variables C.A., ingestion quotidienne d'aliments, lysine brute (SID), lysine brute (SID)/kg gain, \$ moulée/kg gain, consommation en eau. Pour les poids et GMQ en début de pouponnière, n=77 pour chacun des traitements alors qu'en fin de pouponnière n=77, 76, 76, 77 pour les traitements A, B, C et D, respectivement.

³ Lysine total (lysine digestible)

Tableau 5 : Concentrations de paramètres sanguins mesurées à la fin de la phase II¹

	TRAITEMENTS (n=10 par traitement)					
	Plasma (témoin)	Trt B	Trt C	Trt D	Erreur-type	P
Immunoglobulines G (mg/ml)	3,96	4,34	3,86	4,05	0,42	0,87
IGF-1 (ng/ml) ²	206,80	221,20	243,69	220,84	14,18	0,34
Haptoglobine (µg/ml)	91,55 b	269,32 a	64,36 b	74,82 b	46,64	0,009

¹ Moyennes ajustées. Les valeurs sur une même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes (P≤ 0,05)

² «Insulin like growth factor-1»

Selon le suivi effectué en période d'engraissement, on remarque que peu importe le traitement alimentaire qui a été appliqué en pouponnière, les poids et les GMQ sont excellents (tableau 6). On observe que la réponse des porcs qui ont consommé les aliments du traitement C (poudre d'œuf, hydrolysate de poisson, source de butyrate, arôme & édulcorant) durant les phases I et II de pouponnière, est similaire en engraissement à celle du groupe témoin avec plasma sanguin. L'effet du traitement C, observé en pouponnière, s'est donc maintenu en engraissement. Malgré l'arriérage du traitement B en fin de pouponnière pour le GMQ et le poids ($P=0,09$ et $P=0,12$, respectivement), ceux-ci ont eu tendance en engraissement à se maintenir au même poids que ceux des traitements A et C mais aussi à celui du traitement D (phases IV, V et VII ; $P=0,06$, $P=0,07$ et $P=0,09$, respectivement). En phase VI, l'effet est significatif pour le poids en fin de phase ($P=0,03$). Quoique la réponse en terme de performances des animaux du traitement D (cultures de levures, source de butyrate, arôme & édulcorant) était plutôt intermédiaire en pouponnière entre celle des animaux du traitement B et celle des groupes A et C, ces porcs ont eu tendance à atteindre un poids final plus léger (-3,72 kg) que celui des animaux du traitement C (poudre d'œuf, hydrolysate de poisson, source de butyrate, arôme & édulcorant). La tendance statistique ($P=0,09$) démontre toutefois que leur poids final est égal à celui des porcs témoins et de ceux du traitement B (tableau 6) et qu'aucune différence significative ne ressort entre les traitements pour le GMQ en engraissement. Parmi les porcs traités par médication en engraissement, on note que 29% de ces derniers étaient issus du traitement D et que parmi les mortalités en engraissement, 3 sur 4 provenaient du traitement D. Malgré que les porcs consommaient tous des aliments communs en engraissement, la consommation ni la conversion alimentaire de ces animaux n'ont pu être analysées en engraissement. La redistribution des animaux dans les parcs pour l'essai de régie prévu en fin d'engraissement étant la cause. Il est donc difficile d'établir un lien entre cet effet et la consommation alimentaire. Aucun facteur de régie particulier durant l'engraissement ne permet d'expliquer les performances observées pour le traitement D.

Finalement, les porcs ont atteint le poids final avec des différences au niveau des épaisseurs de gras. En effet, les porcs du traitement D terminent l'essai avec moins de

gras au niveau dorsal que ceux du traitement B et avec une épaisseur de muscle de longe similaire à celle des autres traitements. Il est à noter que les épaisseurs de gras et de muscle, mesurées dans cette étude, de même que les poids finaux des porcs ne correspondent pas aux données recueillies à l'abattoir (poids carcasse, épaisseurs de gras et de muscle Destron). Les données du présent projet sont un aperçu des performances en fin d'engraissement ce qui ne permet pas de faire de lien direct avec le revenu de vente des carcasses.

Par contre, il est intéressant de faire l'exercice d'évaluer le retour sur l'investissement en fixant certaines hypothèses. En considérant les écarts numériques par rapport au groupe témoin en terme de coûts d'alimentation en pouponnière et de poids carcasse, un estimé économique du retour sur l'investissement a été calculé (tableaux 7 et 8). L'hypothèse étant que les écarts numériques de poids finaux entre les différentes alternatives (B, C et D) et le témoin (A) demeurent les mêmes au niveau du poids carcasse et que l'indice obtenu est le même peu importe le traitement. Pour les animaux du traitement C, malgré qu'il en coûte 0,04\$ moulée/tête de plus en pouponnière que les aliments avec plasma sanguin, le gain de poids carcasse (+0,88 kg) de ces porcs permettrait un retour sur l'investissement de 1,45 \$ par tête (selon le prix de pool cumulé entre janvier et mai 2015). En 2014, ce bénéfice aurait été de 2,03\$ par porc (tableau 8). Pour ce qui est des alternatives B et D, malgré leurs coûts d'alimentation moins élevés en pouponnière (-0,78 et -0,24\$/tête pour les traitements B et D, respectivement) que celui du groupe témoin avec plasma, une perte monétaire de 0,44\$ et 3,30\$ par tête pourrait être enregistrée pour ces 2 traitements respectifs. Leurs poids vifs finaux étant numériquement moins élevés que celui des porcs témoins (-0,72 et -2,10 kg poids carcasse, respectivement). En 2014, cette perte de revenu aurait pu être de 0,91 et 4,68 \$ par tête, respectivement (tableau 8).

À titre informatif, il est important d'indiquer que ces estimés ont été effectués à partir de valeurs numériques en omettant les différences statistiques obtenues, et qu'un indice fixe de 110,73 a été considéré peu importe le traitement. Seuls les coûts d'alimentation en pouponnière ont été considérés dans ces calculs. Ceux en engraissement n'ont pas été tenus en compte et l'hypothèse étant que la

consommation alimentaire en engraissement était semblable entre les 4 groupes de porcs.

Tableau 6 : Performances zootechniques des porcs en engraissement ¹

	TRAITEMENTS					
	Plasma (témoin) (n=77)	Trt B (n=74)	Trt C (n=76)	Trt D (n=76)	Erreur-type	P
Phase IV (24-40 kg)						
Poids initial (kg) ²	24,31	23,65	24,37	23,67	0,30	0,17
Poids final (kg)	38,88	37,77	38,82	37,45	0,46	0,06 t
GMQ (g/tête/j)	0,767	0,743	0,761	0,725	13,10	0,10 t
Durée (j)	19	19	19	19	-	-
Phase V (40-65 kg)	(n=77)	(n=73)	(n=76)	(n=76)		
Poids initial (kg)	38,88	37,77	38,82	37,45	0,46	0,06 t
Poids final (kg)	66,30	64,83	66,03	63,96	0,70	0,07 t
GMQ (g/tête/j)	1,10	1,08	1,09	1,06	15,54	0,41
Durée (j)	25	25	25	25	-	-
Phase VI (65-90 kg)	(n=77)	(n=73)	(n=76)	(n=75)		
Poids initial (kg)	66,30	64,83	66,03	63,96	0,70	0,07 t
Poids final (kg)	91,59 a	89,88 ab	91,83 a	88,39 b	0,92	0,03
GMQ (g/tête/j)	1,05	1,04	1,07	1,02	16,74	0,17
Durée (j)	24	24	24	24	-	-
Phase VII (90-107 kg)	(n=77)	(n=73)	(n=76)	(n=73)		
Poids initial (kg)	91,59 a	89,88 ab	91,83 a	88,39 b	0,92	0,03
Poids final (kg)	107,08	106,18	108,18	104,46	1,06	0,09 t
GMQ (g/tête/j)	1,11	1,16	1,17	1,15	24,47	0,25
Durée (j)	14	14	14	14	-	-

Tableau 6 : Performances zootechniques des porcs en engraissement ¹ (suite)

Période totale (24-107 kg)	Plasma (témoin) (n=77)	Trt B (n=73)	Trt C (n=76)	Trt D (n=73)	Erreur-type	P
Poids initial (kg)	24,31	23,65	24,37	23,67	0,30	0,17
Poids final (kg)	107,08	106,18	108,18	104,46	1,02	0,09 t
GMQ (g/tête/j)	1,01	1,01	1,02	0,986	11,22	0,16
Durée (j)	82	82	82	82	-	-

¹Moyennes ajustées. Les valeurs sur une même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P \leq 0,05$)

²Certains poids initiaux en phase IV ne sont pas tout à fait identiques à ceux de fin pouponnière (phase III-tableau 4) puisque les porcelets n'ont pas tous été retenus lors de l'allotement fait au transfert en engraissement pour l'essai de régie débutant en fin de période d'engraissement

Tableau 7 : Épaisseurs de muscle et de gras mesurés sur l'animal vivant ¹

	TRAITEMENTS					
	Plasma (témoin) (n=77)	Trt B (n=73)	Trt C (n=76)	Trt D (n=73)	Erreur-type	P
Poids final (kg)	107,08 ab	106,18 ab	108,18 a	104,46 b	1,02	0,09 t
Épaisseurs de gras (mm) ²	16,13 ab	17,05 a	16,38 ab	15,51 b	0,37	0,002
Épaisseurs de muscle (mm) ²	61,67	60,66	61,14	61,97	0,42	0,17

¹Moyennes ajustées. Les valeurs sur une même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P \leq 0,05$)

²Les moyennes ajustées considèrent l'effet de la covariable poids final qui a été appliquée

Tableau 8 : Estimation monétaire du retour sur l'investissement 2015 (\$/porc)

Alternatives de remplacement		B	C	D
Prix du pool cumulé 2015 (\$/indice 110,73) ¹		152,58		
Ecart des kg carcasse par rapport au témoin (Kg/tête) ^{2,3}		-0,72	+0,88	-2,10
Ecart \$ alimentation par rapport au témoin (\$/tête) ⁴		-0,78	+0,04	-0,24
Ecart de poids carcasse par rapport au témoin (kg) ³	-2,10	-2,76	-3,58	-3,30
	-1,60	-1,92	-2,74	-2,46
	-1,20	-1,25	-2,07	-1,79
	-0,72	-0,44	-1,26	-0,98
	-0,46	0,00	-0,82	-0,55
	-0,24	0,37	-0,45	-0,16
	-0,14	0,54	-0,28	0,00
	0,00	0,78	-0,04	0,24
	0,02	0,82	0,00	0,28
	0,40	1,46	0,64	0,92
	0,80	2,13	1,31	1,59
0,88	2,27	1,45	1,73	

¹ Écho-porc (semaine du 27 avril au 3 mai 2015)

² Poids vif final : 107,08, 106,18, 108,18 et 104,46 kg pour les traitements A (témoin), B, C et D, respectivement

³ Calculé à partir du différentiel de poids vif par rapport au témoin et selon un rendement carcasse de 80%

⁴ Coût d'alimentation par tête de 5,6 à 23,9 kg poids : 12,89, 12,11, 12,93 et 12,65 \$ pour les traitements A, B, C et D, respectivement

Tableau 9 : Estimation monétaire du retour sur l'investissement 2014 (\$/porc)

Alternatives de remplacement		B	C	D
Prix du pool cumulé 2014 (\$/indice 110,73) ¹		211,98		
Ecart des kg carcasse par rapport au témoin (kg/tête) ^{2,3}		-0,72	+0,88	-2,10
Ecart \$ alimentation par rapport au témoin (\$/tête) ⁴		-0,78	+0,04	-0,24
Ecart de poids carcasse par rapport au témoin (kg) ³	-2,10	-4,14	-4,96	-4,68
	-1,60	-2,98	-3,80	-3,52
	-1,20	-2,04	-2,86	-2,58
	-0,72	-0,91	-1,73	-1,45
	-0,46	-0,31	-1,13	-0,85
	-0,24	0,00	-0,32	-0,60
	-0,10	0,54	-0,28	0,00
	0,00	0,78	-0,04	0,24
	0,02	0,82	0,00	0,28
	0,40	1,72	1,18	0,90
	0,80	2,66	1,84	2,12
0,88	2,85	2,03	2,31	

¹ Écho-porc (semaine du 5 au 11 janvier 2015) et «Mise en marché des Éleveurs de porcs du Québec, compilation CDPQ, 7 mai 2015»

² Poids vif final : 107,08, 106,18, 108,18 et 104,46 kg pour les traitements A (témoin), B, C et D, respectivement

³ Calculé à partir du différentiel de poids vif par rapport au témoin et selon un rendement carcasse de 80%

⁴ Coût d'alimentation par tête de 5,6 à 24 kg poids : 12,89, 12,11, 12,93 et 12,65 \$ pour les traitements A, B, C et D, respectivement

CONCLUSION

Selon le contexte dans lequel cette étude a été menée, on peut dire qu'il est possible de remplacer le plasma sanguin par une combinaison d'alternatives alimentaires ayant des attributs se rapprochant de ceux du plasma. Quoique des différences statistiques et des tendances apparaissent entre les alternatives mises à l'essai, on peut dire que les performances zootechniques des animaux en pouponnière et en engraissement ont été excellentes, peu importe le traitement appliqué. En pouponnière, aucune différence entre les 4 groupes de porcelets n'est apparue au niveau de la conversion alimentaire. Les porcelets ayant consommé durant les phases I et II de pouponnière un régime alternatif à base de poudre d'œuf (Isonova), d'hydrolysate de poisson (CPSP Special G), d'une source de butyrate (Proformix 650) et d'un arôme & édulcorant (Crystal feed fruity) ont démontré des performances équivalentes (GMQ, poids) en pouponnière à celles du groupe d'animaux avec plasma sanguin. D'ailleurs, l'effet de ce traitement observé en pouponnière s'est maintenu en engraissement. Selon l'estimation économique effectuée pour 2015, un retour sur l'investissement de 1,45 \$ par tête (selon le prix de pool cumulé entre janvier et mai 2015) serait possible alors qu'il aurait été de 2,03\$ par porc en 2014.

RÉFÉRENCES

Betit K. et Girard Y. [karinabetit@probiotech.com et ivangirard@probiotech.com]. 2014, août. Communication personnelle.

Buissières, Dan [dbussieres@gceres.com]. 2014, novembre. Communication personnelle.

Cardinal, F. 2015. Capsule DEP. Soirée Technic Porc : Les facteurs limitant ma productivité en pouponnière et en engraissement, Ste-Marie de Beauce, 8 février.

Coffey, R.D. et G.L. Cromwell. 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early weaned pigs to spray-dried porcine plasma. J. Anim. Sci. 73 : 2532-2539.

Cervantes-Pahm, S.K. et H.H. Stein. 2008. Effect of dietary soybean oil and soybean protein concentration on the concentration of digestible amino acids in soybean products fed to growing pigs. J. Anim. Sci. 86 :1841-1849.

Coffey, R.D. et G.L. Cromwell. 2001. Spray-dried animal plasma in diets for weanling pigs. [En ligne].
[http://www.researchgate.net/publication/265068245_Spray
Dried_Animal_Plasma_in_Diets_for_Weanling_Pigs/links/543e3ee70cf240f04d10ee1
a.pdf](http://www.researchgate.net/publication/265068245_Spray_Dried_Animal_Plasma_in_Diets_for_Weanling_Pigs/links/543e3ee70cf240f04d10ee1a.pdf)

Darragh, A.J. et P.J. Moughan. 1998. The composition of colostrum and milk. Pages 3-21. Dans : The Lactating Sow. Verstegen, M.W.A., Moughan, P.J, Schrama, J.W., éditeurs. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.

Everts H., H.M.G. Van Beers-Schreurs et L. Vellenga. 1999. Diet in relation to weaning problems in piglets. Tijdschr. Diergeneesk, 124 : 44-47.

Guilloteau P., L. Martin, V. Eeckhaut. R. Ducatelle, R. Zabielski et F. Van Immerseel. 2010. From the gut to the peripheral tissues : the multiple effects of butyrate. Nutrition Research Reviews, 23 : 366-384.

Kats L.J., J.L. Nelssen, M.D. Tokach, R.D. Goodband, T.L. Weeden, S.S. Dritz, J.A. Hansen et K.G. Friesen. 1994. The effects of spray-dried blood meal on growth

performance of the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 72 : 2860-2869.

Le Floc'h N., C. Jondreville, J.J. Matte et B. Seve. 2006. Importance of sanitary environment for growth performance and plasma nutrient homeostasis during the post-weaning period in piglets. *Archives of Animal Nutrition*, 60 (1) : 23-34.

Le Goff G. et J.Noblet. 2001. Utilisation digestive comparée de l'énergie des aliments chez le porc en croissance et le truie adulte. *Journée Rech. Porcine en France*, 33 : 211-220.

Piñeiro C., M. Piñeiro, J. Morales, .M. Andrés, E. Lorenzo, M. del Pozo, M.A. Alava et F. Lampreave. 2009. Pig-MAP and haptoglobin concentration reference values in swine from commercial farm. *The Veterinary Journal* 179 : 78-84.

Pluske J.R. 2012. Physiology of feed efficiency in the pig : emphasis on the gastrointestinal tract and specific dietary examples. Pages 239-254 dans : *Feed efficiency in swine*. Patience J.F. éditeur. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.

Remus A., I. Andretta, M. Kipper, R. Lehnen, C.C. Klein, P.A. Lovatto et L. Hauschild. 2013. A meta-analytical study about the relation of blood plasma addition in diets for piglets in the post-weaning and productive performance. *Livestock Sci.* 155 (2-3) : 294-300.

Rooke J.A., C. Carranca, I.M. Bland, A.G. Sinclair, M. Ewen et V.C. Bland. 2003. Relationships between passive absorption of immunoglobulin G by the piglet and plasma concentrations of immunoglobulin G at weaning. *Livestock Prod. Sci.* 81 : 223-234.

Sauerwein H., S. Schmitz et S. Hiss. 2005. The acute phase protein haptoglobin and its relation to oxidative status in piglets undergoing weaning-induced stress. *Redox Report*, 10 (6): 295-302.

Skinner L.D., C.L. Levesque, D. Wey, M. Rudar, J. Zhu, S. Hooda et C.F.M. de Lange. 2014. Impact of nursery feeding program on subsequent growth performance, carcass quality, meat quality, and physical and chemical body composition of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 92 : 1044-1054.

Torrallardona, D. 2010. Spray dried animal plasma as an alternative to antibiotics in weanling pigs. A review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23 (1) : 131-148.

Van Dijk A.J., H. Everts, M.J.A. Nabuurs, R.J.C.F. Margry et A.C. Beynen. 2001. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma : a review. *Livestock Prod. Sci.*, 68 : 263-274.

Willing B.P., G. Malik et A.G. Van Kessel. 2013. Nutrition and gut health in swine. Pages 197-213 dans : *Sustainable swine nutrition*. Chiba L.I. éditeur. Wiley-Blackwell, Iowa, United State.

Wu G. 2015. Besoins en acides aminés fonctionnels dans l'alimentation des porcs en gestation, en lactation et en croissance. 51^e Colloque de nutrition de l'est, Association de nutrition animale du Canada, 13-14 mai, Montréal, Qc.