

Effets sur la truie et sa portée d'un enrichissement en lipides des aliments par incorporation d'huile de palme ou de graines de lin

L'augmentation des taux de pertes avant sevrage associée à l'arrivée de l'hyperprolificité dans les troupeaux incite à rechercher des solutions nutritionnelles permettant d'améliorer la vitalité des porcelets. L'incorporation de matières grasses dans les aliments «truie» est l'une d'entre elles. Toutefois, leur effet sur la survie n'est pas systématique mais dépend de nombreux facteurs, tels que leur taux d'incorporation, la durée de distribution, la nature des matières grasses utilisées et leur profil en acides gras.

Les mammifères tels l'homme et le porc ne peuvent synthétiser les acides gras polyinsaturés (AGPI) des séries n-3 et n-6 qui sont donc des acides gras essentiels. S'il ne leur est pas possible d'insérer deux doubles liaisons dans les chaînes carbonées vers l'extrémité méthyle (positions 3 et 6), en revanche ils peuvent ajouter des doubles liaisons supplémentaires vers l'extrémité carboxyle des deux acides gras indispensables que sont les acides linoléique (LA, C18:2 n-6) et α -inolénique (ALA, C18:3 n-3), et allonger la chaîne à cette extrémité. Au cours du métabolisme, les acides gras des deux familles se trouvent en compétition vis-à-vis des mêmes enzymes. Ainsi un excès relatif en AGPI n-6 peut compromettre la synthèse des AGPI n-3 tels les acides eicosapentaénoïque (EPA, C20:5 n-3) et docosahexaénoïque (DHA, C22:6 n-3) à partir de leur précurseur. Cette synthèse est toutefois très limitée dans le règne animal et elle est souvent estimée à environ 1 % de transformation du précurseur ALA jusqu'à l'acide gras terminal allongé et désaturé qu'est le DHA. De nombreux travaux sont réalisés chez l'Homme sur les AGPI n-3 en raison à la fois de leurs effets sur l'immunité (immuno-nutrition) et sur le système cardiovasculaire (rapport AFSSA, 2003).

Dans les aliments des porcs, les apports alimentaires en AGPI à longue chaîne (C20:5 n-3 et C22:6 n-3) reposent sur l'utilisation d'huile de poisson dont le coût limite l'utilisation. Le recours aux sources végétales de matières grasses est donc privilégié. Parmi ces dernières, la

graine de lin est celle qui présente la teneur en AGPI n-3 la plus élevée.

La graine de lin a pendant longtemps été incorporée dans les aliments après avoir été bouillie pour détruire les composés cyanogènes qu'elle renferme. Depuis quelques années, les opérateurs de l'industrie de l'alimentation animale ont mis au point un **process thermo-mécanique avec injection de vapeur et extrusion comprimante qui permet de détruire ces facteurs antinutritionnels** ; dans le même temps des efforts de sélection vers des variétés à teneur élevée en AG n-3 ont été réalisés (filiale Bleu-Blanc-Cœur). Les valeurs nutritionnelles de la graine de lin extrudée Tradilin® sont connues depuis peu (Noblet et al., 2008). La connaissance de la teneur en énergie nette de la graine de lin extrudée était un préalable à la formulation d'aliments expérimentaux renfermant cette matière première.

Dans notre essai, l'intérêt de l'introduction dans le régime de 1,4 % de lipides apportés par la graine de lin extrudée Tradilin® est comparé dans des conditions de formulation iso-énergie nette à un apport équivalent de lipides provenant d'huile de palme, riche en AG saturés (acide palmitique C16:0). Peu de données sont actuellement disponibles sur la graine de lin extrudée lorsqu'elle est utilisée à des taux équivalents à ceux pratiqués dans les élevages et sur la base des valeurs énergétiques déterminées récemment, en particulier l'énergie nette (EN, Noblet et al., 2008).

(1) INRA UMR SENA, 35590 Saint-Gilles



Résumé

Trois bandes de 24 truies croisées LWxLD sont utilisées pour étudier les effets de l'incorporation des lipides sous la forme de 1,4% d'huile de palme, riche en gras saturés et monoinsaturés ou de graine de lin extrudée, riche en acides gras polyinsaturés, en particulier C18:3 n-3. Les truies reçoivent l'un des 3 traitements : régimes sans huile ni graine ; incorporation de 1,4% d'huile de palme, ou 3,5% de graine de lin extrudée. L'énergie nette de la ration est respectivement de 9,3 et 9,6 MJ / kg pendant la gestation et la lactation. Le poids et l'épaisseur de lard, la prolificité et l'intervalle sevrage/œstrus ne sont pas significativement influencés par le traitement. Dans les portées de 12 porcelets nés totaux ou plus, la mise bas est significativement plus rapide avec le régime avec graines de lin. Dans les portées de 16 porcelets nés totaux ou plus, l'amélioration de la mise bas par l'huile de palme se situe entre le régime avec lin et le témoin. Le taux de survie des porcelets de 1 à 1,2 kg est significativement amélioré avec la graine de lin, ainsi que, pour ceux de 1,2 à 1,4 kg, par l'ajout de lipides. La graine de lin extrudée semble plus efficace que l'huile de palme sur la survie des porcelets. L'effet des acides gras polyinsaturés sur la synthèse des hormones de reproduction pourrait en partie expliquer ces différences.

Nathalie QUINIOU
Thomas GOUES
Jacques MOUROT¹
Michel ETIENNE¹

Cette étude a été financée dans le cadre du programme national de développement agricole.

Quelques rappels bibliographiques

Sur les matières grasses

A partir d'une revue de la bibliographie réalisée en 1981, Pettigrew suggère que les conditions minimales permettant d'améliorer la survie postnatale des porcelets sont, dans un contexte de pertes avant sevrage supérieures à 20 %, un apport cumulé d'au moins 1 kg de matières grasses qui débute au moins 5 jours avant la mise bas. Chez la truie hyperprolifique, nous n'avons pas observé d'amélioration significative de la survie avec un apport de 1,5 à 3,0 kg d'huile de colza pendant les 10 derniers jours de la gestation (étude A¹) et ce avec un taux de pertes supérieur à 25 % qui nous plaçait dans les conditions requises par Pettigrew (1981). En revanche, nous avons observé qu'un apport de 5 % d'huile de soja dès le 35^{ème} jour de gestation (11 kg cumulés) qui se prolongeait jusqu'au sevrage permettait d'améliorer la vitalité des porcelets avant le sevrage, (étude B²) et que cette amélioration était plus importante que lorsque l'apport d'huile débutait seulement après la mise bas (étude C²).

Les différences d'effet observées entre nos trois premières études suggèrent que la phase colostrale ne contribue que partiellement à l'amélioration potentielle de la survie induite par un apport de matières grasses. Dans un contexte d'hyperprolificité, l'enrichissement du lait en lipides consécutive à une prolongation de la période d'apport de lipides alimentaires contribue de façon plus marquée à la réduction des pertes, probablement via une amélioration de la situation nutritionnelle des porcelets les plus petits de la portée, c'est à dire ceux qui ont le plus de difficultés à accaparer les tétines

¹. Quiniou et al. (2008a); ². Quiniou et al. (2008b)

les plus productives. Enfin, distribuer des matières grasses **plus tôt pendant la gestation** semble permettre un gain supplémentaire de **vitalité**, via une modification *in utero* de la **composition corporelle des porcelets et de leur métabolisme dans les heures qui suivent la naissance**.

Nos études B et C ont été réalisées avec un taux d'incorporation de 5 % d'huile de soja dans les aliments. En pratique, cet apport est très élevé au regard des contraintes de coût et d'utilisation des aliments (écoulement dans les silos de stockage, tenue du granulé...). Dans la suite du programme, le taux d'incorporation d'huile envisagé est plus proche des **niveaux pouvant être pratiqués en usine de fabrication d'aliment**, à hauteur de 1,4 %. Le présent essai a également pour objectif de **comparer deux sources végétales de lipides qui diffèrent par leur profil en AG**.

Sur les acides gras

Les AGPI interviennent en tant que précurseurs des eicosanoïdes (prostaglandines, thromboxanes, leucotriennes...) qui sont des **substances signal** (messagers cellulaires) impliqués dans la **régulation des réactions physiologiques et immunologiques** (Fritsche et al., 1993). L'apport en **AGPI n-3 limite l'effet pro-inflammatoire des AGPI n-6** en altérant la conversion de l'acide linoléique (C18:2 n-6) en acide arachidonique (C20:4 n-6) et de ce fait limite la synthèse des écosanoïdes associés (McCowen et Bistrain, 2003). L'incorporation des AGPI n-3 dans les **phospholipides des membranes cellulaires** en remplacement des AGPI n-6 conduit à la synthèse d'écosanoïdes dont l'activité biologique est moindre, ce qui peut être assimilé à un rôle anti-inflammatoire (Fritsche et al., 1993). D'après Gabler et al. (2007), la plus

grande fluidité des membranes induite par un apport en AGPI n-3 permet d'**améliorer la perméabilité intestinale**, ce qui est potentiellement favorable à l'**absorption des immunoglobulines dans les heures qui suivent la naissance**. Enfin, un apport d'AGPI n-3 augmente les capacités d'hydrolyse intestinale tant chez l'Homme (McCowen et Bistrain, 2003) que chez le Porc (Boudry et al., 2005) et **influence le développement du système nerveux** (Edwards, 2002).

Peu de données sont disponibles sur les besoins relatifs du porc en AGPI n-3 et n-6. En nutrition humaine, l'AFSSA recommande un rapport C18:2/C18:3 maximal de 5. En modifiant les proportions d'huile de saumon et de palme à hauteur de 2 % cumulés dans l'aliment alloué aux truies pendant la gestation, Rooke et al. (2001) ont étudié l'incidence du niveau de l'apport en n-3 relativement à l'apport en n-6. Ils estiment à 2,4 g de C20:5 n-3 et 3,6 g de C22:6 n-3 les apports journaliers qui permettent de maximiser le développement du système nerveux des porcelets.

Matériel et méthodes de l'étude

Dispositif expérimental

L'essai est réalisé à la station expérimentale de l'Ifip à Romillé sur trois bandes de truies croisées Large White x Landrace étudiées sur deux cycles de reproduction successifs. Lors du 1^{er} cycle, toutes les truies sont étudiées. Au cours du 2nd cycle, en plus des truies conservées, des jeunes truies entrent dans le troupeau et sont intégrées à l'essai. Dans chaque bande, les truies sont réparties en blocs de trois sur la base du rang de portée, de l'épaisseur de lard (ELD) et du poids à 28 jours de gestation (G28).

Un apport de 5 % d'huile de soja pendant la gestation, prolongé jusqu'au sevrage, améliore la vitalité des porcelets avant le sevrage.

La phase colostrale n'explique à elle seule qu'une partie de l'amélioration de la survie suite à un apport de matières grasses avant la mise bas.

L'enrichissement du lait en lipides contribue également à la réduction des pertes via une amélioration de la nutrition des porcelets les plus petits à la naissance.

Elles sont ensuite réparties entre trois lots qui diffèrent par la teneur et la nature des matières grasses dans les aliments de gestation et de lactation :

LIN : 1,4 % de lipides ajoutés via 3,5 % de **graine de lin extrudée**

PAL : 1,4 % de lipides ajoutés via de **l'huile de palme**

TEM : formules de gestation et lactation **sans lipides ajoutés**

A chaque stade, les aliments sont formulés sur la base d'une même teneur en énergie nette (Tableau 1) et en acides aminés digestibles. L'apport de graine de lin extrudée Tradilin® est réalisé via du Croquelin®, qui contient également du son de blé et du tourteau de tournesol. De ce fait, des contraintes d'incorporation de son et de tourteau de tournesol sont imposées pour la formulation de l'aliment PAL.

Conduite alimentaire

Jusqu'à 35 jours de gestation (G35), les truies reçoivent un aliment standard de gestation. Puis la distribution des aliments expérimentaux commence. Entre le 9^{ème} et le 100^{ème} jour de gestation, la ration allouée dépend des caractéristiques (ELD, poids, rang de portée) de chaque truie mesurées à 7 jours de gestation et de la teneur en EN de l'aliment. De G100 jusqu'à la mise bas (L0), les truies reçoivent 3,5 kg/j d'aliment, les cochettes reçoivent 3,2 kg/j. Après la mise bas, les truies reçoivent l'aliment de lactation dès L1. Elles sont rationnées pendant les quatre premiers jours puis alimentées à volonté jusqu'à atteindre un plafond de 9 kg/j. Aucun supplément nutritionnel n'est apporté aux porcelets chétifs à la naissance. De la tourbe est mise à leur disposition à partir du 1^{er} lundi qui suit les mises bas et de l'aliment 1^{er} âge à partir du 2^{ème} lundi. Le sevrage est effectué à 28 jours d'âge (L28).

Tableau 1 : Type de formules utilisées pendant l'essai (teneurs par kg d'aliment)¹

Stade	Gestation			Lactation			
	Lot	TEM	PAL	LIN	TEM	PAL	LIN
Croquelin ²		0	0	70	0	0	70
Huile de palme		0	14	0	0	14	0
Blé		309	268	268	289	246	250
Orge		309	268	268	289	246	250
Maïs		100	100	100	200	200	200
Tourteau de soja 48		105	98	90	117	108,5	90
Tourteau de tournesol		18	48	37	14,2	40,0	29,7
Pulpe de betterave déshydratée		70	70	70			
Son de blé tendre		35	80	44	15	70	35
Mélasses de canne		25	25	25	30	30	30
Lysine liquide 50 %					6,8	7,0	7,4
Thréonine pure					1,6	1,6	1,6
Méthio hydroxy analogue					0,9	0,9	0,9
Prémélange de tryptophane 10 %					3	3	3
Carbonate de calcium		14,9	15,2	14,1	15,6	15,5	14,8
Phosphate monocalcique		4,6	4,3	4,4	8,4	8,0	8,1
Phytase 1000		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
COV		5	5	5	5	5	5
Sel		4	4	4	4	4	4
Caractéristiques nutritionnelles							
Matière sèche, g		860	863	863	858	861	861
Matières grasses, g		18	32	31	20	34	33
Lysine totale, g		6,2	6,2	6,3	9,4	9,5	9,5
Lysine digestible (LYSd), g		5,0	5,0	5,0	8,5	8,5	8,5
Méthionine digestible, % LYSd		39	41	42	32	33	33
Méthionine+Cystine digestibles, % LYSd		86	87	89	60	60	61
Thréonine digestible, % LYSd		78	79	81	66	66	66
Tryptophane digestible, % LYSd		28	28	29	20	20	20
Cellulose brute, g		51	59	63	37	45	49
Amidon, g		413	377	375	451	414	416
Matières minérales, g		54	56	56	55	57	57
Calcium, g		9,8	10,0	9,8	9,9	9,9	9,9
Phosphore digestible, g		2,6	2,6	2,6	3,3	3,3	3,3
Energie digestible, kcal		3124	3133	3143	3177	3183	3184
Energie métabolisable, MJ		12,0	11,8	11,9	12,3	12,1	12,2
Energie nette, MJ		9,3	9,3	9,3	9,6	9,6	9,6

1. En cours d'essai, les formules ont été ajustées afin de prendre en compte l'évolution des caractéristiques des matières premières disponibles. L'aliment est distribué à sec sous forme granulée.

2. Contient 50 % de graine de lin extrudée.

Conduite des mises bas

Les mises bas ne sont pas induites. Les interventions, en particulier les fouilles, sont réduites au minimum. Le sauvetage des porcelets qui risquent d'être écrasés par la truie est autorisé. Hormis ces situations, aucune intervention n'est effectuée sur les porcelets tant que la mise bas n'est pas terminée. Les porcelets doivent atteindre la mamelle

par leurs propres moyens. Les adoptions sont ensuite réalisées entre portées issues de truies du même lot.

Mesures

Le poids et l'ELD des truies sont déterminés à 7, 28, 98 jours de gestation, après la mise bas et au sevrage. La consistance des déjections du matin est notée sur une

grille comportant cinq classes aux 30, 51, 100^{èmes} jours de gestation et au 6^{ème} jour de lactation (L6). Le taux de matière sèche des fèces est également déterminé. Enfin, la consommation d'aliment en maternité est mesurée quotidiennement. Les mises bas sont filmées afin de suivre le rythme de naissance des porcelets.



Photo ITL

Champ de lin

Les porcelets sont pesés à la naissance et au sevrage, ainsi qu'en cas de mort avant le sevrage. Leur statut à la naissance est noté (vif, mort né). Six porcelets issus de six portées différentes sont euthanasiés avant la 1^{ère} tétée pour détermination de la teneur en lipides totaux de la carcasse et de leur profil en AG.

A chaque stade, pour chaque aliment, des échantillons sont prélevés chaque semaine pour déterminer la teneur en matière sèche hebdomadaire et pour constituer en fin d'essai un échantillon représentatif de l'aliment sur lequel les macronutriments sont dosés ainsi que le profil en AG (Tableau 2).

Calculs et statistiques

Seuls les blocs complets de truies à l'entrée en maternité sont pris en compte dans l'analyse statistique. Pour le calcul de la durée de mise bas, seules les truies pour lesquelles la naissance de tous les porcelets a été filmée et n'ayant pas nécessité d'assistance sont prises en compte. Deux d'entre elles sont cependant exclues du fichier, le dernier porcelet étant un mort né plus de 6 heures après le précédent. L'évolution du déroulement de la cadence de mise bas selon le lot est étudiée en retenant toutes les truies ayant mis bas au moins 12 ou 16 porcelets. L'analyse de variance est réalisée avec en effet principal le lot et en effet aléatoire le bloc intra-bande (proc GLM, SAS 8.02).

Résultats de l'étude

A l'issue de l'essai, 29 blocs complets de truies ont été étudiés sur un cycle de reproduction complet (gestation+lactation), dont le rang de portée moyen est de 2,5 après la mise bas. Leurs résultats sont présentés ci-après.

Evolution des réserves de la truie

Aucune différence significative de poids ou d'ELD n'est observée entre les trois traitements quel que soit le stade physiologique (Tableau 3). Les truies pèsent en moyenne 201 kg avant la distribution des aliments expérimentaux, 246 kg après la mise bas et 217 kg au sevrage. Elles présentent une ELD de 17, 19 et 15 mm, respectivement à ces mêmes stades. Le lot n'influence pas l'amplitude de la mobilisation des réserves corporelles pendant la lactation. Ceci est à mettre en relation avec une quantité d'énergie nette ingérée quotidiennement (Tableau 3, Figure 1) et une production de lait (d'après le GMQ de portée, Tableau 4) similaires pour les trois traitements ($P > 0,10$). Après le sevrage, la venue en chaleur est en moyenne de 5 jours.

Etat des déjections

La proportion de truies présentant des selles sous forme de billes est inférieure à 10 % avant le début de l'essai. Dans ces conditions,

Tableau 2 : Profil des principaux acides gras (% des acides gras totaux) des aliments expérimentaux.

Stade	Profil en acides gras (% des acides gras totaux)						Teneur en acides gras (g/kg d'aliment)					
	Gestation			Lactation			Gestation			Lactation		
	Données	TEM	PAL	LIN	TEM	PAL	LIN	TEM	PAL	LIN	TEM	PAL
Lipides totaux							15,9	28,5	28,8	18,1	29,3	30,4
C16:0	17	26	14	17	26	13	1,8	4,3	2,5	2,0	5,7	2,9
C18:0	2	3	3	2	3	3	0,2	0,5	0,5	0,2	0,6	0,6
C18:1 n-9	19	27	20	20	27	21	2,0	4,3	3,6	2,4	5,9	4,4
C18:2 n-6 (LA)	53	36	39	53	37	40	5,7	5,8	7,0	6,3	8,0	8,9
C18:3 n-3 (ALA)	5	3	21	5	3	20	0,6	0,5	3,7	0,5	0,6	4,4
AG Saturés	20	31	18	20	31	17	2,1	5,0	3,1	2,4	6,7	3,7
AG Monoinsaturés	20	28	22	22	29	22	2,2	4,5	3,9	2,6	6,2	5,0
AG Polyinsaturés	60	41	61	58	40	61	6,4	6,4	10,8	6,9	8,8	13,5
n-6	54	37	39	53	37	41	5,7	5,8	7,0	6,3	8,0	9,0
n-3	6	4	21	5	3	20	0,6	0,6	3,8	0,6	0,7	4,5
LA/ALA	10	11	2	12	13	2						

l'aliment alloué n'influence pas significativement les caractéristiques des fèces du matin (état, taux de matière sèche) pendant la gestation et après la mise bas (Figure 3).

Déroulement de la mise bas et survie périnatale

Plus de 23 des 29 truies étudiées par lot ont été observées complètement pendant la mise bas. La proportion de truies ayant commencé à mettre bas en présence des animaliers ne diffère pas entre lots (13 %). La durée de mise bas est de 4,1 h en moyenne (respectivement 3,8, 4,3 et 4,4 h pour les lots LIN, PAL et TEM, $P>0,10$).

La cadence de mise bas diffère entre traitements. Parmi les portées d'au moins 12 ou 16 porcelets, le temps écoulé depuis la naissance du 1^{er} porcelet évolue avec l'ordre de naissance suivant une équation polynomiale de type $a_i(N-1) + b_i(N-1)^2 + c_i(N-1)^3$ où N est l'ordre de naissance, dont les coefficients sont significativement influencés par le lot. Ainsi, à partir de la vingtaine de portées par lot qui comportent au moins 12 nés totaux, la cadence de mise bas est plus rapide jusqu'au 11^{ème} porcelet chez les truies du lot LIN, tandis que l'écart entre les lots PAL et TEM est plus ténu (Figure 2a). Les portées d'au moins 16 porcelets confir-

Tableau 3 : Evolution des réserves de la truie et performances de reproduction

Lot	TEM	PAL	LIN	ETR	Stat. ¹
Poids, kg					
à G28	202	198	202	15	B***
Après la mise bas	245	246	248	12	B***
Au sevrage	219	215	216	17	B***
Variation pendant la lactation	-26	-31	-32	12	-
ELD, mm					
à G28	17	17	17	1	B***
Après la mise bas ²	18	19	19	2	B***
Au sevrage	16	15	15	2	B***
Variation pendant la lactation ²	-4	-4	-4	2	-
Consommation en lactation³					
Nombre de truies	21	23	24		
Aliment ingéré, kg/j	6,70	6,37	6,46	0,84	B**
Energie nette ingérée, MJ/j	64,1	61,0	61,8	8,1	B**
Reproduction					
Truies sevrées	29	29	29		
Vues en chaleur	29	29	28		
Intervalle sevrage-œstrus, j	5	5	5	3	-

1. Analyse de la variance (proc GLM) avec en effets principaux le lot et le bloc intra-bande.

2. Données disponibles sur 27 truies par lot.

3. Truies n'ayant pas gaspillé d'aliment, le plafond de distribution est de 9 kg/j à partir de L5.

ment l'avantage observé pour les truies du lot LIN (Figure 2b). Elles indiquent par ailleurs, un rythme plus soutenu dans les portées du lot PAL par rapport à celles du lot TEM.

La taille de portée à la naissance n'est pas différente entre lots, soit 14,9 porcelets qui pèsent 1,36 kg en moyenne ($P>0,10$, Tableau 4). Calculée à partir des effectifs cumulés de porcelets nés pendant l'essai, la proportion de porcelets morts nés dans les lots LIN, PAL et TEM est, respectivement, de 5, 6 et 7 % ($P>0,10$).

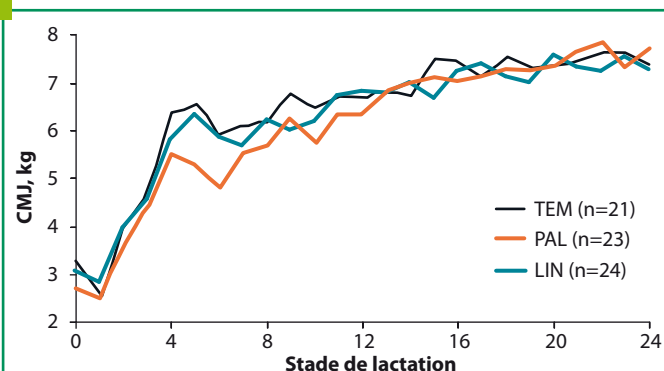


Figure 1 : Cinétique moyenne d'ingestion alimentaire au cours de la lactation selon le lot (n = effectif)

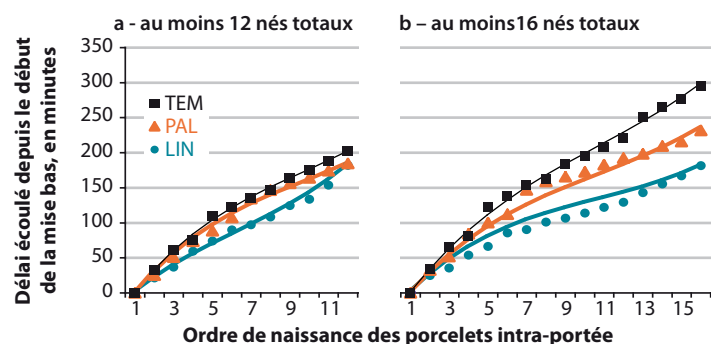


Figure 2 : Rythme de mise bas dans les portées d'au moins 12 (a) ou 16 (b) porcelets selon le lot

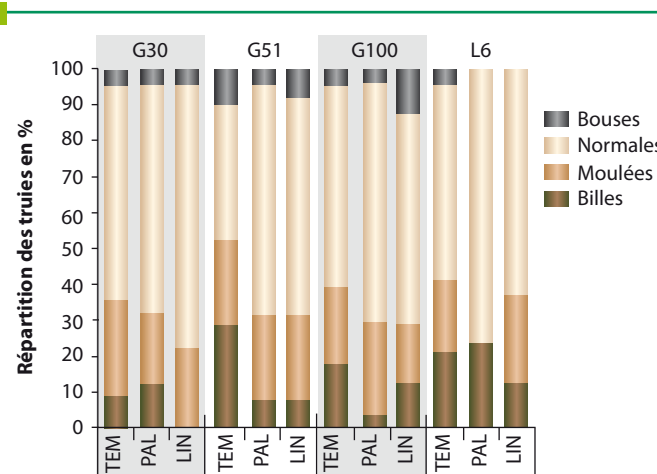


Figure 3 : Etat des déjections collectées le matin selon le lot et le stade physiologique

Tableau 4 : Performances de mise bas et de lactation.

Lot	TEM	PAL	LIN	ETR	Stat. ¹
Nombre de truies	29	29	29		
Rang de portée	2,5	2,5	2,5	0,7	B*
Taille de portée					
Nés totaux (N _T)	15,1	15,1	14,6	3,3	-
Nés vifs	14,1	14,1	13,8	3,1	-
Après les adoptions (N _{L1})	12,7	13,2	12,8	1,7	-
Au sevrage	11,6	12,0	11,9	2,0	-
Effectifs cumulés²					
Nombre de nés totaux	438	437	422		
Dont morts nés, %	7	6	5		Chi ² : ns
Portée³					
Porcelets allaités (N _{All})	11,7	12,3	12,1	3,1	-
Poids de naissance, kg	20,7	19,8	19,6	2,6	N _T ***
Poids après adoption, kg	18,4	17,9	17,4	2,3	B ^{0,05} , N _{L1} ***
Poids au sevrage, kg	102	102	103	11	N _{All} ***
Vitesse de croissance, kg/j	3,08	3,16	3,15	0,27	N _{All} ***

1. Voir Tableau 3. 2. Le nombre de porcelets nés totaux (N_T), présents à 24 h (N_{L1}) ou allaités (N_{All}) est inclus en covariable dans le modèle. 3. Test du Chi² réalisé à partir des effectifs cumulés.

A la naissance, le taux de lipides de la carcasse est en moyenne de 1,67, 1,49 et 1,52 % pour les lots LIN, PAL et TEM (P>0,10). Les porcelets du lot LIN présentent des teneurs en AG n-3, en particulier C18:3, C20:5, C22:5 et C22:6 significativement plus élevées que ceux des lots PAL et TEM (Tableau 5) tandis que leur teneur en AG n-6 est plus faible, en particulier C20:4 et C22:4. Peu de différences sont observées entre les lots PAL et TEM sur ces critères.

Performances de lactation

Les portées sont sevrées à 28 jours à un poids moyen de 102 kg (Tableau 4, Figure 4). A partir de

toutes les portées nées pendant le 1^{er} cycle de l'essai, le taux de pertes cumulé naissance-sevrage est en moyenne de 19, 21 et 22 % des nés totaux, respectivement pour les lots LIN, PAL et TEM. Chez les porcelets pesant entre 1,0 et 1,2 kg à la naissance, il est significativement plus faible dans le lot LIN (14 % des nés totaux vs 36 % dans le lot PAL et 32 % dans le lot TEM). Chez ceux pesant entre 1,2 et 1,4 kg, le taux de pertes dans les lots LIN et PAL (11 %) tend à être plus faible que dans le lot TEM (24 %, P=0,06).

Discussion

Le poids de naissance moyen n'est pas influencé par l'incorporation de matières grasses dans l'aliment de gestation. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par Gerfault et al. (1999, +3 % d'huile de coprah ou tournesol dès G0), Quiniou et al. (2008b, +5 % d'huile de soja dès G35), Farmer et al. (2008, +10 % de graine de lin ou +3,5 % d'huile de lin dès G68). De même, **aucun effet n'est observé sur la prolificité.**

Pendant la gestation, le rationnement est raisonné de façon à apporter la quantité d'énergie

nécessaire pour atteindre l'objectif de poids selon le rang de portée et d'ELD (20 mm) à la mise bas. Le préalable à cette étude était donc de disposer de la teneur en énergie nette de toutes les matières premières utilisées. Pour les huiles végétales, dont l'huile de palme, elle est connue depuis longtemps (Tables INRA-AFZ, 2004) tandis que celle de la graine de lin extrudée est disponible depuis peu (Noblet et al., 2008). Sur la base de ces valeurs, les trois aliments ont été formulés pour être iso-EN.

Le gabarit et l'adiposité des truies ainsi que la prolificité sont autant de facteurs qui influencent le déroulement des mises bas (Micquet et al., 1990), d'où l'importance à accorder à la maîtrise de ces critères. Dans notre étude, la détermination des besoins combinée à une bonne connaissance de la teneur en énergie nette des aliments permet d'obtenir **un même état moyen des réserves pour les truies** des différents lots. Ainsi, pour un poids et une ELD comparables à la mise bas, **aucune différence significative de durée de mise bas** n'est observée entre lots. Toutefois, **la durée de mise bas est très variable** et ne reflète pas de façon très satisfaisante le déroulement de la mise bas. En effet, pour une même taille de portée, le temps écoulé entre la naissance du 1^{er} et du n^{ème} porcelet peut être très différent d'une truie à l'autre. L'étude de **l'heure de naissance de chaque porcelet selon son ordre de naissance permet en revanche de mieux décrire le déroulement de la mise bas.** Il apparaît que celui-ci est significativement influencé par le régime (Figure 2). Dans les portées de 16 nés totaux et plus, les truies du lot LIN présentent une cadence de mise bas significativement plus rapide que celles du lot TEM. Or, un **délai raccourci entre la naissance du porcelet et le début de la mise**

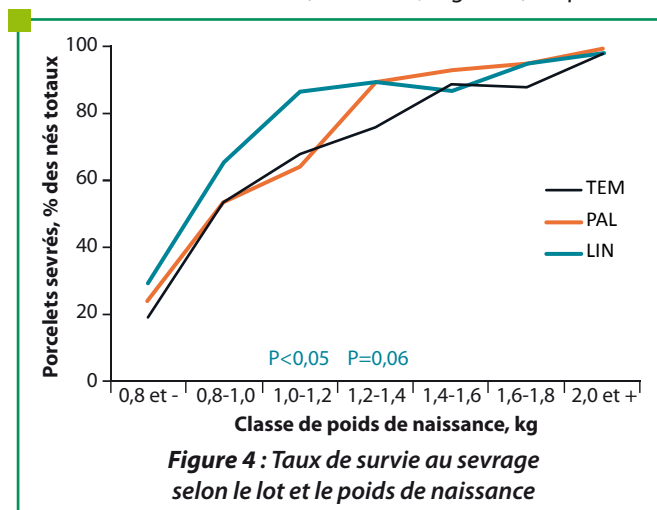


Tableau 5 : Teneur en acides gras (mg/100 g) des carcasses des porcelets à la naissance

Lot	TEM		PAL		LIN		ETR	Effet lot
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type		
Lipides totaux	1,52	0,21	1,49	0,10	1,67	0,18	0,18	
C14:0	20 ^b	4	22 ^{ab}	2	26 ^a	4	4	*
C14:1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	
C15:0	7,6	2,2	7,8	1,0	8,7	1,4	1,8	
C16:0	208	28	225	22	259	38	33	*
C16:1 n-9	17,6	2,6	16,9	1,0	19,5	3,3	2,7	
C16:1 n-7	44 ^b	7	47 ^{ab}	6	59 ^a	9	8	*
C18:0	104	13	106	11	121	22	18	
C18:1 n-9c	175	25	175	17	219	49	37	P=0,08
C18:1 n-7	0,19	0,27	0,10	0,22	0,11	0,25	0,44	
C18:2 n-6t	1,4	0,3	1,4	0,3	1,6	0,4	0,5	
C18:2 n-6c	40	10	41	6	53	9	9	*
C18:3 n-6	2,3	0,6	2,4	0,3	2,8	0,6	0,6	
C18:3 n-3	0,6 ^b	0,1	0,8 ^b	0,2	3,2 ^a	0,7	0,5	***
C18:4 n-3	1,8	0,4	1,9	0,2	2,5	0,7	0,6	
C20:0	1,1	0,4	0,9	0,2	1,1	0,6	0,4	
C20:1 n-9	3,7	0,6	3,8	0,3	4,6	1,3	1,0	
C20:2	1,8	0,7	1,8	0,2	2,2	1,0	0,9	
C20:3 n-6	7,8	1,7	7,8	0,6	9,9	2,4	1,9	
C20:4 n-6	71	10	70	2	69	7	8	
C20:3 n-3	1,6	1,2	1,9	1,2	3,1	3,8	2,7	
C20:4 n-3	3,1	1,1	2,3	1,2	2,4	1,9	1,5	
C20:5 n-3	4,5 ^{ab}	1,5	3,1 ^b	1,5	6,6 ^a	2,1	1,9	*
C22:0	1,4	0,2	1,5	0,2	1,4	0,2	0,4	
C22:1 n-11	0,8	0,1	1,0	0,2	0,9	0,2	-	-
C22:1 n-9	1,9	0,3	1,8	0,1	1,6	0,2	0,4	
C22:4 n-6	15,2 ^{ab}	2,5	16,0 ^b	0,6	12,3 ^a	1,3	2,0	**
C22:5 n-3	4,1 ^b	0,9	3,6 ^b	0,3	10,0 ^a	2,0	1,6	***
C22:6 n-3	13,3	1,2	13,0	1,6	23,5	2,5	2,1	***
C24:0	1,2	0,2	1,2	0,1	1,3	0,2	0,3	
C24:1	0,86	0,21	0,57	0,28	0,91	0,20	0,23	
AG Saturés	344	47	367	33	422	67	56	P=0,07
AG Monoinsaturés	244	35	246	24	306	62	48	P=0,06
AG Polyinsaturés	168	29	167	7	202	31	27	P=0,07
n-6	138	24	139	8	148	20	20	
n-3	29 ^b	5	27 ^b	2	51 ^a	11	8	***
LA/ALA	66 ^b	7	55 ^b	10	17 ^a	2	8	***

bas permet potentiellement de réduire la mortalité péri-natale, via un accès à un colostrum de qualité immunologique plus élevée (Devillers et al., 2005).

L'effet du lot sur le rythme de mise bas ne peut être mis en relation avec des différences de transit digestif. En effet, la similitude de la consistance et de la teneur en matière sèche des fèces pour les lots suggère que ce critère n'a pas été affecté. Par ailleurs, la diffé-

rence de tonus semble être spécifique à la graine de lin et ne pas résulter d'un effet «matières grasses». En effet, les truies du lot PAL présentent une cadence similaire à celle des truies du lot TEM dans les portées de 12 et plus et intermédiaire entre celles du lot TEM et du lot LIN dans les portées encore plus grandes. Parmi les effets physiologiques des AG n-3, leur rôle dans la **synthèse des prostaglandines** est bien décrit dans la littérature (Wathes et al., 2007).

Toutefois, l'impact physiologique d'une modification de l'équilibre entre les différentes formes de prostaglandines sur l'utérus n'est actuellement pas connu.

En accord avec la littérature, nos résultats confirment l'**effet du profil en AG de l'aliment sur le profil en AG du nouveau né**. En particulier, les porcelets issus du lot LIN présentent des teneurs en AG n-3 supérieures à ceux des porcelets des lots PAL et TEM, ce qui peut

L'apport de 1,4 % d'huile de palme pendant la gestation et la lactation ne semble pas suffisant pour augmenter les chances de survie des porcelets à la naissance.

L'apport de graine de lin extrudée entraîne un raccourcissement des intervalles de naissance entre porcelets dans les portées les plus grandes.

Cet effet améliore les chances de survie au sevrage parmi les porcelets les plus légers de la portée.

être favorable au développement du système nerveux et du système immunitaire.

L'apport en matières grasses dans l'aliment alloué avant la mise bas induit une augmentation de la teneur du colostrum en lipides et en facteur de croissance insuline-like growth factor (IGF 1), même quand la supplémentation débute seulement deux jours avant la mise bas (Averette et al., 1999). L'enrichissement en lipides du colostrum ne contribue que partiellement à l'amélioration potentielle de la survie induite par un apport de matières grasses. En effet, aucune amélioration de survie n'est observée avec un apport d'huile entre le 104^{ème} jour de gestation et la mise bas (Quiniou et al., 2008a) alors qu'un apport quotidien similaire plus précoce et prolongé jusqu'au sevrage donne des résultats plus intéressants (Quiniou et al., 2008b). Dans ce cas, les effets sur la qualité du colostrum se combinent à des modifications des caractéristiques du nouveau né et du lait «mature». En effet, l'apport précoce de matières grasses pendant la gestation entraîne une modification *in utero* de la composition corporelle des porcelets et de leur métabolisme dans les heures qui suivent la naissance (Seerley et al., 1974 ; Boyd et al., 1978 ; Gerfault et al., 1999 ; Boudry et al., 2005 ; Gabler et al., 2007) tandis qu'une prolongation des apports de matières grasses après la mise bas améliore sans doute le statut nutritionnel des

porcelets les plus chétifs de la portée (Renaudeau et al., 2001), contribuant ainsi de façon plus marquée à la réduction des pertes.

L'ensemble des travaux cités ci-dessus a été réalisé avec un taux d'incorporation d'huile végétale supérieur à 5 %. L'apport de seulement 1,4 % d'huile de palme pendant la gestation et la lactation ne semble pas être suffisant pour augmenter les chances de survie des porcelets. En ce qui concerne la graine de lin, avec un taux d'incorporation de 10 %, Farmer et al. (2008) observent une amélioration de 4 points de la survie à 24h, qui ne se maintient cependant pas jusqu'au sevrage. De même dans notre essai, l'apport de 3,5 % de graine de lin extrudée ne modifie pas les taux de pertes moyens au sevrage. Néanmoins, il semble suffisant pour améliorer le taux de survie des porcelets de poids inférieur à la moyenne, à défaut d'améliorer celle des petits porcelets (de moins de 1 kg). Tout comme dans les essais antérieurs, cette stratégie alimentaire peut être considérée comme un appui à l'éleveur qui ne peut pas être présent en permanence dans ses maternités pour assister les nouveaux-nés.

Conclusion

Cet essai a permis de comparer l'incorporation de graine de lin extrudée ou d'huile de palme dans des conditions iso-énergétiques «nettes» à un aliment témoin ne conte-



nant pas de matières grasses ajoutées. Il confirme la possibilité de piloter les apports énergétiques de gestation sur les mêmes bases quelle que soit la source d'énergie dans la ration. De plus, avec des aliments de gestation et de lactation de composition proche par la nature des différents constituants utilisés, aucune différence d'ingestion n'est observée en maternité entre les différents traitements.

Nos résultats indiquent qu'avec seulement 1,4 % d'huile de palme dans l'aliment de gestation, les effets sur la survie néonatale sont moins marqués que dans les essais antérieurs réalisés dans les mêmes conditions avec 5 % d'huile de soja. Ils montrent cependant que ce taux d'incorporation de lipides est suffisant pour générer des différences de profil en acides gras entre les porcelets nouveau-nés issus de truies alimentées avec de l'huile de palme ou de la graine de lin extrudée. Par ailleurs, à la mise bas, l'apport de graine de lin extrudée entraîne un raccourcissement des intervalles de naissance entre porcelets, en particulier dans les portées les plus grandes. Ces effets permettent d'améliorer les chances de survie moyennes au sevrage parmi les porcelets les plus légers de la portée. ■

Les auteurs remercient la Coop du Garun pour la transmission des valeurs chimiques des matières premières disponibles pour fabriquer les aliments, la société Valorex pour la fourniture de la graine de lin extrudée et la prise en charge des dosages d'acides gras, Didier Pilorget, Kélig Rocher, Angélique Debroye, Sylvie Lechaux, Jean-Claude Giclais, Jennifer Ousset (station expérimentale de Romillé), Delphine Loiseau, Frédéric Guyomard, Béatrice Peltier, Hélène Souffran, Louis Coudray (IFIP) et Martine Fillaut (INRA) pour leur collaboration technique.

Contact :
nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Références bibliographiques

- AFSSA 2003. Acides gras de la famille des Oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations. Ed. AFSSA <http://www.afssa.fr/Documents/NUT-Ra-omega3.pdf>, 104 pp.
- Averette L.A., Odle J., Monaco M.H., Donovan S.M. 1999. Dietary fat during pregnancy and lactation increases milk fat and insulin-like growth factor I concentration and improves neonatal growth rates in swine. *J. Nutr.* 129, 2123-2129.
- Boudry G., Douard V., Lalles J.P., Mourot J., Le Huerou-Luron I. 2005. N-3 PUFA during pregnancy improves hydrolysis capacity without altering barrier function of newborns piglets intestine and limits the small intestine immaturity of very low birth weight individuals. *J. Ped. Gastro. Nutr.* 40, 629-630.
- Boyd R.D., Moser B.D., Peo E.R.J., Cunningham P.J. 1978. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. *J. Anim. Sci.* 47, 883-892.
- Devillers N., Le Dividich J., Farmer C., Mounier A.M., Lefebvre M., Prunier A. 2005. Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets. *Journées Rech. Porcine* 37, 435-442.
- Farmer C., Giguere A., Lessard M. 2008. Du lin pour les truies en gestation et en lactation. *Porc Québec Nov*, 43-46.
- Gabler N.K., Spencer J.D., Webel D.M., Spurlock M.E. 2007. In utero and postnatal exposure to long chain (n-3) PUFA enhances intestinal glucose absorption and energy store in weanling pigs. *J. Nutr.* 137, 2351-2358.
- Gerfault V., Mourot J., Etienne M., Mounier A. 1999. Influence de la nature des lipides dans le régime de gestation de la truie sur les performances et la composition corporelle des porcelets à la naissance. *Journées Rech. Porcine en France* 31, 191-197.
- INRA-AFZ 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières. INRA 2ème éd., 301 pp.
- Le Dividich J., Esnault T.T., Lynch B., Hoo-Paris R., Castex C., Peiniau J. 1991. Effect of colostrum fat level on fat deposition and plasma metabolites in the newborn pig. *J. Anim. Sci.* 69, 2480-2488.
- Micquet J.M., Madec F., Paboeuf F. 1990. Epidémiologie des troubles de la mise bas chez la truie : premiers résultats d'une étude réalisée dans deux élevages. *Journées Rech. Porcine Fr.* 22, 325-332.
- Noblet J., Jaguelin-Peyraud Y., Quemeneur B., Chesneau G. 2008. Valeur énergétique de la graine de lin chez le porc : impact de la technologie de cuisson-extrusion. *Journées Rech. Porcine* 40, 203-208.
- Pettigrew J.E. Jr 1981. Supplemental dietary fat for periparturient sows: a review. *J. Anim. Sci.* 53, 107-117.
- Quiniou N., Etienne M., Mourot J., Noblet J. 2008a. Apport supplémentaire d'aliment ou de lipides pendant les 10 derniers jours de gestation et conséquences sur les performances de mise bas et de lactation. *Journées Rech. Porcine* 40, 151-158.
- Quiniou N., Richard S., Mourot J., Etienne M. 2008b. Effect of dietary fat or starch supply during gestation and/or lactation on the performance of sows, piglets' survival and on the performance of progeny after weaning. *Anim.* 2, 1633-1644.
- Renaudeau D., Quiniou N., Noblet J. 2001. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. *J. Anim. Sci.* 79, 1240-1249.
- Rooke J.A., Bland I.M., Edwards S.A. 1998. Effect of feeding tuna oil or soyabean oil as supplements in late pregnancy on tissue composition and viability. *Brit. J. Nutr.* 80, 273-280.
- Rooke J.A., Shanks M., Edwards S.A. 2000. Effect of offering maize, linseed or tuna oils throughout pregnancy and lactation on sow and piglet tissue composition and piglet performance. *Anim. Sci.* 71, 289-299.
- Seerley R.W., Pace J.A., Foley C.W., Scarth R.D. 1974. Effect of energy intake prior to parturition on milk lipids and survival rate, thermostability and carcass composition of piglet. *J. Anim. Sci.* 38, 64-70.
- Wathes D.C., Abayasekara D.R.E., Aitken R.J. 2007. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biol. Reprod.* 77, 190-201.