

Hétérogénéité des porcelets issus de l'hyperprolificité

La sélection sur la prolificité a fait l'objet d'efforts intenses qui ont abouti à la diffusion de lignées maternelles très prolifiques (dites « hyperprolifiques ») depuis une quinzaine d'années. Cette sélection a été réalisée soit à partir des individus les plus prolifiques issus des races porcines européennes Large White et Landrace, soit par de nouveaux croisements génétiques intégrant des races chinoises, très prolifiques, telles que la Meishan.

Jusqu'en 2001, la sélection a porté sur les truies mettant bas le **plus de porcelets totaux par portée**. Ces derniers représentent la somme des porcelets nés vivants et mort-nés. Ainsi, entre 1992 et 2002, la taille de portée a augmenté de 11,5 à 13,2 porcelets nés totaux (de 10,8 à 12,2 nés vifs, ITP 2001, 2003). Sur la même période, le nombre de porcelets sevrés a augmenté seulement de 9,5 à 10,6. Le décalage entre ces différents critères s'explique par une **augmentation de la mortalité des porcelets avant le sevrage** (Guéblez et Dagorn, 2000). Celle-ci intervient à différents stades : pendant le part (mortalité), dans les 24 heures qui suivent la naissance (mortalité précoce ou néo-mortalité) ou plus tardivement (mortalité post-natale). Les organisations de sélection ont intégré ce problème et les truies sont sélectionnées depuis 2002 sur la base du nombre de porcelets nés vivants par portée. En 2009, les critères de sélection devraient encore évoluer vers la prise en compte du nombre de porcelets sevrés par portée, afin d'intégrer les qualités maternelles de la truie dans la sélection et non plus seulement la prolificité.

En parallèle, des études sont menées afin de rechercher des solutions nutritionnelles permettant d'améliorer la qualité des porcelets.

Prolificité et caractéristiques des porcelets

L'augmentation de la prolificité s'est accompagnée au fil du temps d'une **diminution du poids moyen des porcelets et d'une augmentation de l'hétérogénéité entre les porcelets de la portée**

(Tribout et al., 2003). Cette évolution traduit **une compétition *in utero* pour les nutriments** : la croissance fœtale dépend de l'efficacité placentaire et de l'approvisionnement en nutriments (Foxcroft et al., 2006). Or, **le risque de mortalité** d'un porcelet avant le sevrage dépend à la fois de son poids de naissance et de la variabilité des poids dans la portée (Pettigrew et al., 1986 ; Milligan et al., 2002).

Les porcelets de petit poids ont peu de réserves corporelles à la naissance, ce qui s'accompagne d'une plus grande **sensibilité au froid** (Le Dividich, 1999) et au risque **d'hypoxie** (Herpin et al., 1996). Le temps écoulé entre la naissance et la 1^{ère} tétée est plus long pour ces porcelets. La compétition pour l'accès aux tétines est plus difficile pour les porcelets chétifs et leur capacité à accaparer les meilleures tétines est moindre (Scheel et al., 1977). L'ensemble de ces facteurs contribue à réduire leurs chances de survie dans les heures qui suivent la naissance (survie néo-natale) et au-delà (survie post-natale). Ultérieurement, les écarts de poids à la naissance sont également associés à des niveaux de performances différents, notamment une vitesse de croissance moins élevée (Quiniou et al., 2002, 2004 ; Le Cozler et al., 2004), qui imposent des adaptations de la conduite d'élevage pour commercialiser les porcs dans la gamme de poids de carcasse rémunératrice pour l'éleveur.

L'hétérogénéité du poids de naissance est quantifiée à partir du coefficient de variation (CV_{PV0}) plutôt qu'à partir de l'écart-type intra-portée afin de prendre en compte les différen-



Résumé

Depuis 2002, un programme est mis en place à l'IFIP dont l'objectif est, dans un premier temps, d'identifier des facteurs explicatifs de l'hétérogénéité des poids de porcelets à la naissance et, dans un deuxième temps, d'étudier dans quelle mesure une modification de la conduite alimentaire des truies pourrait améliorer les chances de survie des porcelets en maternité.

Cet article se propose de réaliser une synthèse des résultats acquis dans le 1^{er} volet de ce programme.

Nathalie QUINIOU

Cette étude a été financée par le programme national de développement agricole.

Les truies en début de carrière mettent bas des portées plus homogènes qu'ultérieurement.

Tableau 1 : Effet de la taille de la portée sur les caractéristiques des porcelets à la naissance observées à partir de 1596 portées issues de truies croisées LDxLW étudiées à la station IFIP de Romillé (Quesnel et al., 2008)

	Taille de portée (classe)					Statistiques ¹	
	≤ 9	10-11	12-13	14-15	≥16	ETR	Taille
Nombre de portées	195	154	276	394	579		
Rang de portée moyen	2,6	2,3	2,5	2,6	3,5		
Taille de portée							
Nés totaux	7,1	10,6	12,6	14,5	17,7	3,5	
Nés vivants	6,9	10,2	12,0	13,7	16,1	3,3	
Mort-né	0,3	0,4	0,6	0,8	1,5	1,3	
Poids de naissance (PV ₀)							
Moyenne (μ), kg	1,88 ^a	1,67 ^b	1,57 ^c	1,48 ^d	1,38 ^e	0,19	P<0,001
Ecart-type intra-portée, kg	0,28 ^a	0,29 ^a	0,32 ^b	0,32 ^b	0,33 ^b	0,09	P<0,001
CV _{PV0} , % ²	15 ^a	18 ^b	21 ^c	22 ^c	24 ^d	6,8	P<0,001
Taux de petits porcelets (≤ 0,75 μ), %	6 ^a	9 ^b	12 ^c	13 ^c	16 ^d	8	P<0,001

1. Effet de la taille de portée intra-rang de portée (le rang de portée, l'année de naissance de la truie et la saison de conception seule et en interaction avec l'année de naissance sont les autres facteurs pris en compte dans l'analyse de variance, proc MIXED, SAS 1998). Les nombres affectés de lettres différentes sur la même ligne sont statistiquement différents au seuil de 5 %. ETR : Ecart-type résiduel.

2. Coefficient de variation intra-portée.

ces d'échelle sur le critère de poids de naissance lui-même. D'après nos travaux les plus récents (Tableau 1), quand la **taille de la portée** augmente de moins de 10 à plus de 15 porcelets, le poids moyen de naissance diminue de 500 g tandis que son coefficient de variation augmente de 9 points pour atteindre 24 %. Cette hétérogénéité accrue s'accompagne d'une proportion plus élevée de petits porcelets (de 6 à 16 % des nés totaux).

Facteurs de variation de l'hétérogénéité du poids de naissance

En parallèle de l'étude de l'origine génétique de la variabilité du poids de naissance, des travaux sont menés afin de déterminer si d'autres facteurs que la taille de la portée influencent l'hétérogénéité du poids de naissance. L'étude des chances de survie selon le poids de naissance a également fait l'objet de travaux spécifiques.

Selon les caractéristiques de la truie

Outre la taille de la portée, les autres facteurs susceptibles d'influencer le CV_{PV0} ont été peu étudiés jusqu'à ce jour. A partir de données accumulées dans deux stations expérimentales, celle de l'INRA à St-Gilles et celle de l'IFIP à Romillé, l'influence de facteurs principalement liés à la truie ont été analysés. Cela a permis de qualifier statistiquement les effets de la taille de portée (P<0,001), du rang (P<0,001), de l'année de nais-

sance de la truie (P>0,10) et de la saison de conception (P=0,10). Les résultats mettent en évidence que ces facteurs expliquent cependant moins d'un quart du CV_{PV0} et que le CV_{PV0} n'est pas répétable d'une portée à l'autre au cours de la carrière (Quesnel et al., 2008).

Les truies en début de carrière (rangs 1 et 2) mettent bas des portées plus homogènes qu'ultérieurement (Tableau 2), ce qu'avaient déjà montré Bolet et Etienne (1982) à partir de truies moins prolifiques. La meilleure homogénéité des porcelets issus de truies primipares est attribuée par certains auteurs à la taille de portée plus faible (Milligan et al., 2002) ou non (Pettigrew et al., 1986). Dans notre étude, l'effet de la taille de la portée est pris en compte par ailleurs dans le modèle d'analyse statistique. Il semble donc que ce soit un effet du rang de portée *per se*. En effet, le CV_{PV0} est comparable chez les truies en 1^{ère} ou 2^{ème} portée malgré près de deux nés totaux en moins en 2^{ème} mise bas. L'hétérogénéité plus élevée des



Qu'est-ce qu'un petit porcelet ?

Plusieurs définitions permettent de caractériser un porcelet de petit poids ou chétif. La plus fréquente consiste à considérer tous ceux qui pèsent moins de 1 kg. Cette approche est acceptable si aucun facteur ne vient influencer la taille de la portée en parallèle. Si c'est le cas, un porcelet de 1 kg dans une portée de 15 porcelets n'aura pas les mêmes chances de survie qu'un porcelet de 1 kg dans une portée de 8. Une alternative consiste alors à calculer le poids moyen intra-portée et considérer que les petits porcelets sont ceux qui pèsent 20 % (Le Dividich, 1999) à **25 % de moins que ce poids moyen** (Quesnel et al., 2008).

Tableau 2 : Effet du rang de portée sur les caractéristiques des porcelets à la naissance observées à partir de 1596 portée étudiées à la station IFIP de Romillé (Quesnel et al., 2008)

	Rang de portée (classe)					Statistiques ¹	
	1	2	3-4	5-6	≥ 7	ETR	Rang
Nombre de portées	432	349	470	261	86		
Taille de portée							
Nés totaux	14,0 ^a	12,3 ^b	14,5 ^a	15,3 ^c	15,1 ^c	3,5	P<0,001
Nés vivants	13,2 ^a	11,7 ^b	13,5 ^{ab}	14,4 ^b	13,3 ^a	3,3	P<0,001
Mort-né	0,8 ^{ab}	0,6 ^a	0,9 ^b	1,3 ^c	1,8 ^d	1,3	P<0,001
Poids moyen de naissance, kg							
Moyenne, kg/porcelet (μ)	1,45 ^a	1,64 ^b	1,57 ^c	1,47 ^a	1,44 ^a	0,19	P<0,001
Ecart-type intra-portée, kg	0,28 ^a	0,31 ^b	0,33 ^c	0,34 ^c	0,35 ^c	0,09	P<0,001
CV _{PV0} , % ¹	20 ^a	20 ^a	22 ^b	24 ^c	25 ^c	6,8	P<0,001
Taux de petits porcelets ($\leq 0,75 \mu$), %	11 ^a	11 ^a	13 ^b	15 ^c	16 ^c	8	P<0,001

1. Voir Tableau 1.

porcelets de la 2^{ème} portée pourrait résulter du **déficit nutritionnel** auquel sont souvent soumises les truies en 1^{ère} lactation. En effet, Zak et al. (1997), Quesnel et al. (1998), Clowes et al. (2003), Ferguson et al. (2006) et van den Brand et al. (2006) ont montré qu'un état catabolique pendant la première lactation induisait des altérations de la qualité des follicules et des ovocytes avec des conséquences sur la survie des embryons et le développement fœtal. Or, ce sont les truies en 1^{ère} portée qui sont soumises au déficit nutritionnel le plus important et qui mobilisent le plus leur réserves pendant la lactation.

La saison de conception n'influence pas significativement le CV_{PV0} (P=0,10), ni d'ailleurs la taille de la portée contrairement à ce qui avait été observé par le passé (Martinat-Botté et al., 1981). Il est possible que l'amélioration de la **conduite du troupeau**, en particulier de l'**alimentation**, puisse atténuer les conséquences des **chaleurs estivales** par rapport à ce qui était observé il y a une vingtaine d'années en France.

L'état des réserves de la truie en début de gestation semble être associé à des différences de CV_{PV0}. Ainsi, plus les truies sont lourdes à

la conception ou à la mise bas, plus les porcelets sont hétérogènes (+0,03 point par kg, P<0,001). Le rang de portée explique la majeure partie de ces effets dans la mesure où le poids augmente avec l'âge. Ainsi, le coefficient de corrélation de Pearson entre le rang de portée et le poids en début de gestation est de 0,90 (P<0,001) ; il est de 0,86 après la mise bas (P<0,001).

Le gain de poids pendant la gestation est corrélé significativement et positivement au CV_{PV0}. Or, les truies qui prennent le plus de poids sont plus légères et plus maigres à l'insémination, car elles ont fortement mobilisé leurs réserves pendant la lactation. Plus qu'un effet propre du gain de poids, c'est l'incidence du statut métabolique **pendant la lactation** sur la qualité des follicules à l'**ovulation suivante** déjà mentionné plus haut qui apparaît ici.

En conclusion, notre étude indique que la plus grande part de la variabilité du poids de naissance est due à d'autres facteurs que ceux pris en compte dans les analyses réalisées. Ils intègrent probablement **le type génétique des embryons** et les facteurs, tels les facteurs épi génétiques qui influencent le **développement embryonnaire et fœtal**. Récemment, une sélection

canalisante réalisée chez le lapin a produit des résultats intéressants sur le CV_{PV0} (Garreau et al., 2008) et des travaux dans ce sens semblent prometteurs chez le porc (Damgaard et al., 2003).

Selon le plan d'alimentation pendant la gestation

Les nutriments apportés à la truie pendant la gestation sont destinés à couvrir son besoin d'entretien, celui associé au développement de la portée et enfin permettre une (re-) constitution de ses réserves corporelles. Sur la base de l'estimation factorielle des besoins de la truie développée notamment par l'INRA (Dourmad et al., 2005), il est possible d'estimer les besoins en énergie et en acides aminés de la

Considérations méthodologiques

Le plus souvent, les porcelets nouveau-nés sont pesés individuellement dans les 24 heures qui suivent le début de la mise bas. Des mesures de contrôle ont été réalisées à la station de Romillé à partir de 111 portées pour évaluer l'incidence de ce délai sur le poids mesuré. Les techniciens ont surveillé les mises bas et ont pesé chaque porcelet avant la 1^{ère} tétée, puis à nouveau environ 24 heures plus tard. Ces mesures montrent que le CV_{PV0} varie peu sur 24 heures : l'écart entre le CV_{PV0} avant la première tétée et vers 24 heures d'âge est de 2 points (respectivement 20 et 22 %, Quesnel et al., 2008). Cette augmentation du CV_{PV0} peut être mise en relation avec l'incidence du poids de naissance sur la **consommation de colostrum** et le gain de poids qui y est associé.



Les truies en 1^{ère} portée sont soumises au déficit nutritionnel le plus important et cela peut expliquer une hétérogénéité accrue à la 2^{ème} mise bas.

Dans un contexte de prolificité élevée, la distribution d'une ration identique tout au long de la gestation est remise en question.

truie selon le stade de gestation, la prolificité à la mise bas et les gains de poids et d'épaisseur de lard dorsal (ELD) escomptés. La démarche permet ainsi de calculer un apport énergétique journalier moyen adapté à chaque truie. La distribution d'une **ration constante** tout au long de la gestation était la pratique la plus courante en élevage jusqu'à récemment. En effet, aucun écart de performances n'avait été mis en évidence entre les élevages qui appliquaient différents types de plan d'alimentation pendant la gestation (EDE Bretagne, 1995) ; cette étude étant réalisée quand la taille de portée moyenne était encore inférieure à 11 nés totaux. Or, quand la gestation progresse, le développement de la portée s'accélère de façon exponentielle pendant le **dernier mois** (Figure 1)

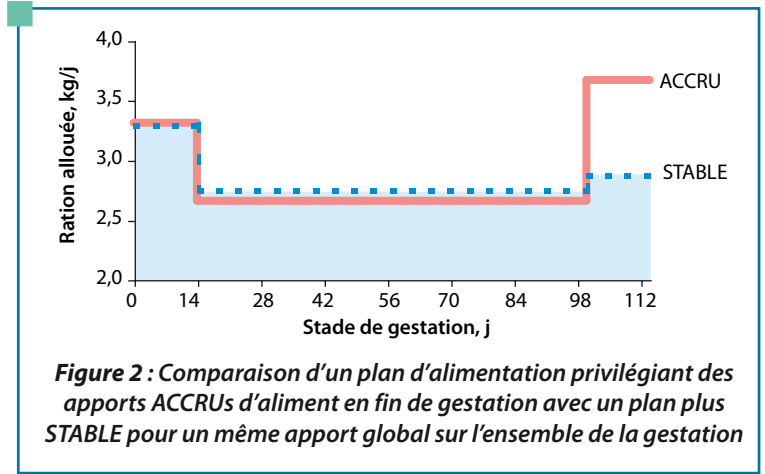


Figure 2 : Comparaison d'un plan d'alimentation privilégiant des apports ACCRUS d'aliment en fin de gestation avec un plan plus STABLE pour un même apport global sur l'ensemble de la gestation

et est associé à une augmentation des besoins énergétiques et protéiques. Dans un contexte de prolificité élevée, la distribution d'une ration identique tout au long de la gestation est donc remise en question.

Vers des apports alimentaires accrus à la fin de la gestation

Un essai a été réalisé à Romillé sur quatre bandes de truies pour déterminer si une meilleure couverture des besoins nutritionnels de la truie et des fœtus à la fin de la gestation ne permettrait pas, en partie, d'améliorer leurs performances. Sur la base du rang de portée, de l'ELD et du poids vif mesurés à 7 jours de gestation (G7), les truies de chaque bande ont été réparties entre deux plans d'alimentation. Pour une même quantité d'énergie allouée sur l'ensemble de la gestation, les truies recevaient pendant les 14 derniers jours de gestation une

ration permettant de couvrir 1,65 ou 2,10 fois leur besoin d'entretien en énergie estimé à G7 (respectivement, plans STABLE et ACCRU, Figure 2). Ce mode de calcul permet de prendre en compte les différences de gabarit des truies selon leur âge et leur état en début de gestation. L'écart de rationnement pendant les 14 derniers jours de la gestation était en moyenne de 800 g/j d'un aliment formulé à 9,4 MJ EN/ kg (Tableau 3). La ration en milieu de gestation était ajustée pour assurer un apport global identique pour les truies des deux lots (Figure 2).

La taille de portée obtenue à la naissance est de 13,9 nés totaux avec les deux plans. Le poids de naissance moyen et son écart-type sont comparables avec les deux conduites alimentaires : les porcelets pèsent en moyenne 1,38 kg pour un écart-type de 0,29 kg (Tableau 3). L'absence d'effet du niveau des apports

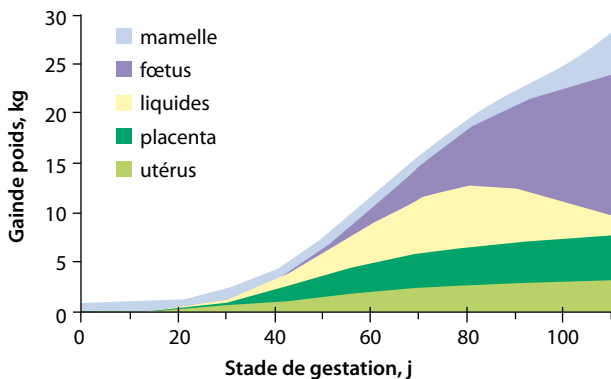


Figure 1 : Evolution au cours de la gestation du gain de poids dans les contenus utérins (d'après Salmon-Legagneur, 1965 et Noblet et al., 1985).

Tableau 3 : Effet du plan d'alimentation en gestation sur les caractéristiques de la portée à la naissance et sur les performances de lactation (Quiniou, 2005)

Plan d'alimentation à la fin de la gestation ¹	STABLE	ACCRU	ETR	Effet du plan ²
Nombre de portées	63	61		
Ration pendant la gestation, kg/j ³				
Entre G14 et G100	2,75	2,65	0,13	P<0,001
Entre G100 et la mise bas	2,88	3,66	0,15	P<0,001
Taille de portée				
Nés totaux	13,8	13,9	3,2	
Nés vivants	12,8	13,1	3,1	
Poids à la naissance, kg/porcelet				
Moyenne	1,37	1,39	0,20	
Ecart-type	0,30	0,29	0,08	

1. Mêmes apports sur l'ensemble de la gestation mais une répartition différente selon le plan pendant les 14 derniers jours de gestation, voir Figure 2.

2. Analyse de la variance incluant en effets principaux le plan et la répétition intra-groupe de truies.

3. Stades de gestation : G14 : 14^{ème} jour, G100 : 100^{ème} jour, mise bas : environ après 115 jours de gestation.

nutritionnels pendant les dernières semaines de gestation sur le poids de naissance est en accord avec Pond et al. (1981), Cieslak et al. (1983), Miller et al. (2000). Seuls Cromwell et al. (1989) rapportent une augmentation significative du poids de naissance (+30 g) suite à un apport supplémentaire équivalent à +1,4 kg d'un aliment similaire à celui utilisé dans notre essai.

En conclusion, notre étude montre que la modification de la cinétique des apports alimentaires pendant la fin de la gestation ne permet pas d'influencer l'hétérogénéité entre les porcelets dans la portée. A la fin de la gestation, la résistance à l'insuline augmente ce qui permet d'accroître la captation de glucose par les fœtus (Père et al., 2000). L'hypothèse d'un gain marginal pour les fœtus les plus petits suite à des apports nutritionnels accrus à la truie à cette période n'est toutefois pas quantifiable.

Vers des apports alimentaires accrus au début de la gestation

L'hétérogénéité du poids entre les embryons est déjà de 10 % du poids moyen au début du 2^{ème} mois de gestation d'après van der Lende et al. (1990), Wise et al. (1997) et Quesnel et al. (2009). Le statut métabolique des truies en début de gestation peut influencer le développement embryonnaire puis fœtal (Rehfeldt et al., 2001). Il est alors possible que tout facteur qui influence le statut de la truie pendant le 1^{er} mois de gestation puisse être impliqué dans l'hétérogénéité des porcelets constatée à la naissance.

Etude préalable sur des truies en début de carrière

Jusqu'à l'apparition de l'hyperprolificité dans les élevages, il

était très difficile d'envisager de distribuer aux truies une quantité d'aliment relativement élevée en début de gestation, ceci notamment sur la base des résultats obtenus par Jindal et al. (1996). Ces auteurs observaient une mortalité embryonnaire à 30 jours de gestation avec une ration allouée en début de gestation de 2,6 par rapport à 1,9 kg/j. Pourtant, dans les études de Dyck et al. (1980, 1,5 vs. 2,3 vs. 3,0 kg/j), Dyck et al. (1995, 1,3 vs. 2,5 kg/j) et de Soede et al. (1999, 2,5 vs. 4,0 kg/j), le même nombre d'embryons était observé à, respectivement, 60, 27 et 15 jours de gestation. La nature des médiateurs métaboliques à l'origine des effets possibles du niveau alimentaire sur la prolificité n'est à ce jour pas élucidée (Prunier et Quesnel, 1998). Cet effet serait lié à une augmentation de la clairance métabolique de la progestérone, donc une réduction des concentrations plasmatiques de cette hormone nécessaire à la survie des embryons (Prime et Symonds, 1993).

Dans un 1^{er} essai réalisé à Romillé (Prunier et al., 1999), des cochettes issues d'un croisement hyperprolifique ont été étudiées après une alimentation à 1,5 ou 2,0 fois le besoin d'entretien calculé à la saillie (i.e., 2,3 ou 3,1 kg/j d'un aliment à 9,3 MJ EN/kg), pendant les quinze jours suivants. Les deux semaines ultérieures, la ration était fixée à 2,0 fois le besoin entretien. Les résultats montrent qu'un apport plus élevé après l'ovulation n'a pas d'effet défavorable sur la survie embryonnaire. Avec en moyenne 15,3 embryons collectés à 30 jours de gestation, aucune différence significative n'a été observée entre les groupes d'animaux. L'effet défavorable décrit dans certains travaux antérieurs n'est donc pas systématique et pourrait dépendre des caractéristiques initiales

des cochettes. Un effet positif du rationnement resterait possible lorsque la survie embryonnaire est mauvaise.

En conclusion, bien que ne portant pas sur l'étude du CV_{PVO} , cette étude a contribué à lever certaines craintes quant aux conséquences d'une ration élevée allouée au début de la gestation sur la prolificité des femelles en début de carrière. Nos résultats ont été confirmés ensuite sur des truies nullipares par Quesnel et al. (2009) et sur des truies multipares par Virolainen et al. (2005).

Etude sur des truies de tous rangs de portée

A la suite de l'essai ci-dessus, six bandes de truies de tous rangs à Romillé ont été utilisées afin d'étudier l'influence d'un niveau alimentaire élevé pendant le 1^{er} mois de gestation sur l'hétérogénéité de la portée à la naissance. Une semaine avant l'insémination, les truies de chaque bande ont été réparties entre deux lots sur la base de leur rang de portée, de leur ELD et leur poids. Les lots consistaient à distribuer pendant le 1^{er} mois de gestation une ration permettant de couvrir 1,4 ou 1,7 (+21 %) fois le besoin d'entretien calculé au sevrage. Pour les cochettes, la ration était fixée, respectivement, à 2,7 et 3,2 kg/j (+22 %) d'un aliment à 9,0 MJ EN/kg. Au-delà du 1^{er} mois de gestation, les rations étaient ajustées afin de permettre un apport global identique sur l'ensemble de la gestation pour les truies des deux traitements.

La taille de portée et le CV_{PVO} ne sont pas influencés par le plan d'alimentation (Tableau 4). Toutefois les porcelets issus des truies rationnées le plus sévèrement en début de gestation sont significativement plus lourds en moyenne à la



Une modification du plan d'alimentation se prépare. Attention à ne pas augmenter les apports totaux quand la ration est accrue en fin de gestation.

Tableau 4 : Caractéristiques des portées issues de truies suralimentées en début de gestation ou non (Quiniou et Quesnel, 2008)

Cinétique des apports alimentaires ¹	Témoin	Suralimentation en début de gestation	ETR	Effet du plan ²
Nombre de truies	38	38		
Rang de portée	3,7	3,7	0,6	
Taille de portée				
Nés totaux (NT)	13,9	14,2	3,8	
Nés vifs	13,2	13,3	3,4	
Poids à la naissance				
Moyen, kg	1,56	1,45	0,19	P<0,05
Ecart-type intra-portée, kg	0,33	0,34	0,10	
CV _{PV0} , %	22	24	8	

1. La quantité d'énergie apportée pendant les 30 premiers jours de gestation permet de couvrir 1,5 fois le besoin d'entretien pour les truies du lot Témoin et 2,0 pour les truies suralimentées.

2. Analyse de la variance avec le plan d'alimentation, la bande, la répétition intra-bande en effet principaux.

mise bas (+ 110 g). L'écart de poids de naissance est-il réellement lié à la cinétique d'alimentation ? A partir de truies moins prolifiques (11 nés totaux), Esley et al. (1971) n'observent pas de différence sur le poids moyen de naissance entre un plan constant (1,9 kg/j), un plan progressif (de 1,4 à 2,5 kg/j), un plan dégressif (de 2,5 à 1,8 kg/j) et un plan « en U » (2,5-1,4-2,5 kg/j). D'après Noblet et al. (1985), le statut nutritionnel de la truie en début ou milieu de gestation aurait un effet limité sur le poids des fœtus. Aucune différence de poids de naissance n'est observée par Dwyer et al. (1994) quand la ration est doublée (5 vs. 2,5 kg/j) sur différentes périodes de la gestation avant le 80^{ème} jour de gestation, ni par Bee (2004) quand les truies reçoivent 2,8 ou 4,5 kg/j avant le 50^{ème} jour de gestation. L'effet d'un apport nutritionnel réduit tout au long de la gestation apparaîtrait seulement au-delà du 80^{ème} jour de gestation comme résultant d'un retard de croissance placentaire plutôt que d'un effet direct sur les fœtus. Ce retard ne pourrait alors être rattrapé en fin de gestation par des apports nutritionnels

plus élevés. Dans l'essai décrit plus haut (Figure 2), les truies suralimentées en fin de gestation recevaient 100 g/j d'aliment en moins entre le 9^{ème} et le 100^{ème} jour de gestation que les truies alimentées de façon plus stable. Toutefois, cet écart était sans doute insuffisant pour influencer la croissance placentaire. Dans la présente étude, le poids de naissance plus faible des portées issues des truies suralimentées au début de la gestation pourrait résulter de l'écart plus important d'apport nutritionnel entre le 30^{ème} et le 100^{ème} jour de gestation (300-400 g/j). Toutefois le niveau de rationnement minimal appliqué, nous semble relativement élevé pour ne pas placer la truie dans une situation de retard telle que celle étudiée par Noblet et al. (1985).

En conclusion, notre étude montre que la suralimentation des truies pendant le premier mois de gestation, susceptible d'augmenter la mortalité embryonnaire et de modifier le statut métabolique des truies, n'a pas permis de réduire l'hétérogénéité des portées à la naissance. Il est possible

que des effets positifs en début de gestation sur le développement embryonnaire aient été contrebalancés par un effet négatif du rationnement modéré pendant le reste de la gestation sur le développement placentaire. Des travaux complémentaires sont toutefois envisagés afin de confirmer l'effet observé sur le poids de naissance.

Conclusion

Des avancées ont été réalisées sur la connaissance de facteurs influençant l'hétérogénéité des porcelets. Elles mettent en évidence les difficultés à améliorer ce critère. Malgré l'incidence que peut avoir l'alimentation de la mère sur l'environnement nutritionnel et hormonal du conceptus, aucune étude ne permet à ce jour de proposer une solution nutritionnelle pour améliorer l'homogénéité des poids à la naissance. Ni l'augmentation de la ration pendant les 30 premiers jours ni l'augmentation pendant les 14 derniers jours de gestation ne modifient le CV_{PV0}. L'influence d'autres facteurs tels que la saison de conception, ou l'état des réserves à un instant «t» est à exclure. L'influence significative du rang de portée combinée aux connaissances disponibles sur les conséquences d'une mobilisation intense des réserves pendant la lactation sur la qualité des follicules et ses répercussions sur la survie et le développement embryonnaire orientent les prochains travaux vers l'étude des conséquences du statut métabolique de la truie **avant l'ovulation**. L'étude de certains acides aminés spécifiques, tels l'arginine, est également envisagée. ■

Contact :

nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Références bibliographiques

- Bee, G. 2004. Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. *J. Anim. Sci.* 82, 826-836.
- Bolet, G. et M. Etienne 1982 Relations entre les caractéristiques pondérales et numériques de la portée et la mortalité du porcelet de la naissance au sevrage. Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme. 1982. In: Proc. des 14^{èmes} Journées du Grenier de Theix, Clermont-Ferrand, France.
- Cieslak, D. G., V. D. Leibbrandt, and N. J. Benevenga 1983. Effect of a high fat supplement in late gestation and lactation on piglet survival and performance. *J. Anim. Sci.* 57, 954-959.
- Clowes, E. J., F. X. Aherne, G. R. Foxcroft, and V. E. Baracos 2003. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.* 81, 753-764.
- Cromwell, G. L., D. D. Hall, A. J. Clawson, G. E. Combs, D. A. Knabe, C. V. Maxwell, P. R. Noland, and D. E. Jr. Orr 1989. Effect of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: a cooperative study. *J. Anim. Sci.* 67, 3-14.
- Damgaard, L. H., L. Rydhmer, P. Løvendahl, and K. Grandison 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *J. Anim. Sci.* 81, 604-610.
- Dourmad, J.-Y., M. Etienne, J. Noblet, A. Valancogne, S. Dubois et J. van Milgen 2005. InraPorc: un outil d'aide à la décision pour l'alimentation des truies reproductrices. *Journées Rech. Porcine* 37, 299-306.
- Dwyer, C. M., N. C. Stickland, and J. M. Fletcher 1994. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *J. Anim. Sci.* 72, 911-917.
- Dyck, G. W., W. M. Palmer, and S. Simaraks 1980. Progesterone and luteinizing hormone concentration in serum of pregnant gilts on different levels of feed consumption. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 877-884.
- Dyck, G. W. and A. D. Kennedy 1995. The effect of feed intake after mating on the serum concentration of thyroxine, triiodothyronine, growth hormone, insulin and glucose, and embryonic survival in gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 75, 315-325.
- EDE Bretagne, 1995. Conduite alimentaire des truies en maternité. Rapport d'étude 45 pp.
- Elsley, F. W. H., E. V. J. Bathrust, A. G. Bracewell, J. M. M. Cunningham, J. B. Dent, T. L. Dodsworth, R. M. MacPherson, and N. Walker 1971. The effect of pattern of food intake in pregnancy upon sow productivity. *Anim. Prod.* 13, 257-270.
- Ferguson, E. M., J. Slevin, S. A. Edwards, M. G. Hunter, and C. J. Ashworth 2006. Effects of alterations in the quantity and composition of the pre-mating diet on embryo survival and foetal growth in the pig. *Anim. Reprod. Sci.* 96, 89-103.
- Foxcroft, G. R., W. T. Dixon, S. Novak, C. T. Putman, S. C. Town, and M. Vinsky 2006. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *J. Anim. Sci.* 84, 105-112.
- Garreau, H., J.-M. Brun, M. Théau-Clément et G. Bolet 2008. Evolution des axes de recherche à l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair. *INRA Prod. Anim.* 21, 269-276.
- Guéblez, R. et J. Dagorn 2000. Hyperprolificité des truies. . . situation actuelle et perspectives. *TechniPorc* 23, 9-11.
- Herpin, P., J. Le Dividich, J.-C. Hulin, M. Fillaut, F. De Marco, and R. Bertin 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *J. Anim. Sci.* 74, 2067-2075.
- ITP, 2001. Porc performances 2000- Numéro spécial : 25 ans de résultats GTTT-GTE-TB. Ed ITP, Paris, 68 pp.
- ITP, 2003. Le Porc par les chiffres. Ed. ITP, Paris, 52 pp.
- Jindal, R., J. R. Cosgrove, F. X. Aherne, and G. R. Foxcroft 1996. Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: association with progesterone. *J. Anim. Sci.* 74, 620-624.
- Le Cozler, Y., H. Pellois, J. Dagorn, C. Guyomarc'h, P.-Y. Quinio et X. Pichodo. 2000. Importance et origine des porcelets mort-nés. EDE Bretagne, rapport 77 pp.
- Le Dividich, J. 1999. A review - neonatal and weaner pig: management to reduce variation. Proc. 7th Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association, Manipulating Pig Production VII, Adelaide, 135-155.
- Martinat-Botté, F., J. Dagorn, M. Terqui, and E. Dando 1981. Effect of housing, climatic conditions and litter parity on the seasonal variations of the fertility rate and prolificacy. Proc. of the 32nd Annual Meeting of the EAAP, Zagreb, 9 pp.
- Miller, H. M., G. R. Foxcroft, and F. X. Aherne 2000. Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *Anim. Sci.* 71, 141-148.
- Milligan, B. N., D. Fraser, and D. L. Kramer 2002. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livest. Prod. Sci.* 76, 181-191.
- Noblet, J., W. H. Close, and R. P. Heavens 1985. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. 1. Uterus and mammary tissue development. *Br. J. Nutr.* 53, 251-265.
- Père, M.-C., M. Etienne, and J.-Y. Dourmad 2000. Adaptations of glucose metabolism in multiparous sows: effects of pregnancy and feeding level. *J. Anim. Sci.* 78, 2933-2941.
- Pettigrew, J. E., S. G. Cornelius, V. R. Eidman, and R. L. Moser 1986. Integration of factors affecting sow efficiency: a modeling approach. *J. Anim. Sci.* 63, 1314-1321.
- Pond, W. G., J. T. Yen, R. R. Maurer, and R. K. Christenson 1981. Effect of doubling daily energy intake during the last two weeks of pregnancy on pig birth weight, survival and weaning weight. *J. Anim. Sci.* 52, 535-541.
- Prime, G. R., and H. W. Symonds 1993. Influence of plane of nutrition on portal blood flow and the metabolic clearance rate of progesterone in ovariectomized gilts. *J. Agric. Sci.* 121, 389-397.
- Prunier, A. et H. Quesnel 1998. Influence de la nutrition sur le fonctionnement de l'axe gonadotrope. *INRA Prod. Anim.* 11, 241-245.
- Prunier A., Quesnel H., Quiniou N. et Le Denmat M. 1999. Effets du niveau alimentaire sur les concentrations plasmatiques de progestérone et sur la survie embryonnaire chez la truie. *Journées Rech. Porcine Fr.* 31, 17-22.
- Quesnel, H., A. Pasquier, A.-M. Mounier, I. Louveau, and A. Prunier 1998. Influence of feed restriction in primiparous lactating sows on body condition and metabolic parameters. *Reprod. Nutr. Dev.* 38, 261-274.
- Quesnel, H., E. Venturi, E. Royer, F. Elleboudt, S. Boulot, S. Serriere, and F. Martinat-Botté 2009. Dietary intake during early pregnancy does not influence embryonic survival and variability in gilts. In Proceedings of the VIIIth International Conference on Pig Reproduction, Banff, Canada, abstract.

- Quiniou N., Dagorn J., and Gaudré D. 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.* 78, 63-70.
- Quiniou N., Gaudré D., Pichodo X. et Le Cozler Y. 2004. Caractérisation de l'indice de consommation pendant l'engraissement selon le poids des porcelets à la naissance *Journées Rech. Porcine* 36, 403-408.
- Rehfeldt, C., G. Kuhn, G. Nürnberg, E. Kanitz, F. Schneider, M. Beyer, K. Nürnberg, and K. Ender 2001. Effects of exogenous somatotropin during early gestation on maternal performance, fetal growth, and compositional traits in pigs. *J. Anim. Sci.* 79, 1789-1799.
- Salmon-Legagneur, E. 1965. Quelques aspects des relations nutritionnelles entre la gestation et la lactation chez la truie. *Ann. Zootech.* 14, 1-137.
- SAS, 1998 S.A.S. /STAT User's Guide: statistics. Statistical Analysis Systems Institute. (Release 8.03). S.A.S. Inst. Inc. Cary, NC.
- Scheel, D. E., H. B. Graves, and G. W. Sherritt 1977. Nursing order, social dominance and growth in swine. *J. Anim. Sci.* 45, 219-229.
- Soede, N. M., T. van der Lende, and W. Hazeleger 1999. Uterine luminal proteins and estrogens in gilts on a normal nutritionnel plane during the estrous cycle and on a normal or high nutritional plane during early pregnancy. *Theriogenology* 52, 139-152.
- Tribout, T., J.-C. Caritez, J. Gogué, J. Gruant, Y. Billon, M. Bouffaud, H. Lagant, J. Le Dividich, F. Thomas, H. Quesnel, R. Guéblez et J.-P. Bidanel 2003. Estimation, par utilisation de semence congelée, du progrès génétique réalisé en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White : résultats pour quelques caractères de reproduction femelle. *Journées Rech Porcine* 35, 285-292.
- van den Brand, H, N. M. Soede, and B. Kemp 2006. Supplementation of dextrose to the diet during the weaning to estrus interval affects subsequent variation in within-litter piglet birth weight. *Anim. Reprod. Sci.* 91, 353-358.
- van der Lende, T., W. Hazeleger, and D. de Jager 1990. Weight distribution within litters at the early foetal stage and at birth in relation to embryonic mortality in the pig. *Livest. Prod. Sci.* 26, 53-65.
- Virolainen, J. V., O. A. T. Peltoniemi, C. Munsterhjelm, A. Tast, and S. Einarsson 2005. Effect of feeding level on progesterone concentration in early pregnant multiparous sows. *Anim. Reprod. Sci.* 90, 117-126.
- Wise, T., A. J. Roberts, and R. K. Christenson 1997. Relationships of light and heavy fetuses to uterine position, placental weight, gestational age, and fetal cholesterol concentrations. *J. Anim. Sci.* 75, 2197-2207.
- Xue, J. L., G. D. Dial, W.E. Marsh, and P.R. Davies 1994. Multiple manifestations of season on reproductive performance of commercial swine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 204, 1486-1489.
- Zak, L. J., J. R. Cosgrove, F. X. Aherne, and G. R. Foxcroft 1997. Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. *J. Anim. Sci.* 75, 208-216.