

Evolutions génétiques, entre 1977 et 1998, des caractéristiques des porcelets et du comportement de la truie à la mise bas en race Large White

Laurianne CANARIO (1), Lotta RYDHMER (2), Jean GOGUÉ (3), Jean-Pierre BIDANEL (1)

(1) INRA, UR337 Station de Génétique Quantitative et Appliquée, F-78352 Jouy-en-Josas

(2) Swedish University of Agricultural Sciences, Dpt of Animal Breeding and Genetics, Funbo-Lovsta 7023, S-Uppsala, Sweden

(3) INRA, UE332 Domaine expérimental de Bourges, F-18300 Osmoy

laurianne.canario@jouy.inra.fr

avec la collaboration technique de M. Lapoumeroulie (3) et O. Herhel (3)

Evolutions génétiques, entre 1977 et 1998, des caractéristiques des porcelets et du comportement de la truie à la mise bas en race Large White

Dans une expérience d'estimation des évolutions génétiques dans la population Large White (LW) française, la mise bas a été comparée dans deux groupes de truies LW (G77 et G98) obtenus par insémination avec de la semence de verrats LW nés en 1977 ou 1998. La mise bas a été suivie sur 68 portées G77 et 69 portées G98, incluant les deux premières portées. Les difficultés de naissance ont été considérées par examen des porcelets. Le comportement de 23 truies G77 et 21 truies G98 parturientes a été analysé par enregistrements vidéo. Pour les analyses statistiques, des modèles mixtes linéaires ou linéaires généralisés ont été utilisés. La taille de portée ne diffère pas en 1^{ère} portée, mais est supérieure pour les truies G98 de 2^{ème} portée (+2,3 nés globaux $p=0,04$). Les truies G98 ont 0,7 morts nés supplémentaires ($p=0,03$) et ont des porcelets plus lourds (+130 g $p=0,004$). Les porcelets G98 morts nés ont des cordons ombilicaux plus longs et plus souvent vides et les nés vivants ont davantage de nœuds à leur cordon que les G77. Les truies G98 commencent plus fréquemment leur mise bas en dehors des heures de travail ($p=0,04$). En début de mise bas, les truies G77 passent plus de temps debout ($p<0,05$) et à nidifier ($p<0,05$). Sur l'ensemble des 6 premières heures, les truies G77 en 1^{ère} portée s'assoient plus ($p<0,05$) et sont plus attentives aux porcelets ($p=0,003$) ; les G98 de 2^{ème} portée tendent à être plus couchées sur le ventre ($p=0,09$) et répondent plus aux contacts des porcelets ($p=0,01$).

Genetic trends between 1977 and 1998 for piglet characteristics at birth and sow behaviour at farrowing in the Large White breed.

Farrowing traits were compared in two groups of sows in an experiment aiming at estimating genetic trends in the French Large White (LW) breed. G77 and G98 groups were obtained by inseminating LW sows with semen from LW boars born in 1977 or 1998. A 2nd generation, including 2 parities, was produced by inter se mating; farrowing was supervised on 68 G77 and 69 G98 litters. Birthing difficulties were assessed through examination of piglets. Behaviour at farrowing was analysed on 23 G77 sows and 21 G98 sows using video recordings. The data were analysed using linear or generalized linear mixed models. Litter size did not differ in 1st parity, but was higher for G98 2nd parity sows (+2.3 global piglets born $p=0,04$). G98 sows had more stillbirths (+0.7 stillborn per litter $p=0,03$) and heavier piglets (+130 g $p=0,004$). G98 stillborn piglets had longer and more often empty umbilical cords whereas G98 piglets born alive had more often umbilical nodes than G77 piglets. G98 sows started farrowing more frequently outside of the staff working hours ($p=0,04$). At the beginning of farrowing, G77 sows spent more time standing ($p<0,05$) and nesting ($p<0,05$). During the first 6 hours of farrowing, G77 1st-parity sows spent more time sitting ($p=0,05$) and more attentive towards piglets ($p=0,003$). Conversely, G98 2nd-parity sows tended to lie more on the belly ($p=0,09$) and answered more to piglet contacts ($p=0,01$).

INTRODUCTION

Dans une expérience visant à estimer les évolutions génétiques réalisées dans la population Large White française entre 1977 et 1998, Tribout et al. (2003) ont montré une augmentation de la taille de portée, mais aussi de la mortalité. En effet, les risques d'hypoxie, associés aux contractions utérines, au détachement prématuré du placenta et à des dommages du cordon ombilical, sont plus fréquents dans les grandes portées (Herpin et al., 1996; Alonso-Spilsbury et al., 2005). Des facteurs liés à la cinétique de mise bas, au poids des porcelets et au comportement des truies peuvent également être impliqués dans l'augmentation de la mortalité périnatale. La présente étude vise à estimer les évolutions génétiques de la mortinatalité et des caractéristiques de la truie et des porcelets potentiellement associées.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental et conduite des animaux

Deux groupes d'animaux (G77 et G98) ont été produits par insémination de truies Large White (LW) avec de la semence de verrats LW nés en 1977 ou 1998 (Tribout et al., 2003). Trois générations ont ensuite été produites par accouplements intra groupe de reproducteurs G77 et G98, choisis aléatoirement. Pour la présente étude, 38 femelles G77 et 41 femelles G98 et leurs portées ont été utilisées. Les truies étaient élevées dans l'unité expérimentale (UE) INRA de Bourges (Cher) où elles ont produit 2 portées d'août 2003 à septembre 2004. Réparties dans 7 bandes de mise bas (MB), elles étaient inséminées deux fois à 12h d'intervalle avec de la semence congelée de verrats en 1^{ère} portée, et de la semence fraîche de verrats en 2^{ème} portée.

Les truies étaient bloquées dans des loges individuelles en maternité, sur un sol en caillebotis partiel couvert d'un fin parterre de paille. Sauf exception, les truies G77 et G98 étaient placées dans des loges voisines (une femelle G77 avait 2 femelles G98 pour voisines). La pièce était illuminée en permanence. La nourriture était distribuée à 8h et 16h30 et les truies avaient libre accès à l'eau. Les interventions humaines étaient évitées pendant la MB (pas d'induction ni d'aide aux truies parturientes) pour mesurer l'investissement réel de la truie dans l'élevage de sa progéniture. Les traitements (injection d'ocytocine ou fouille) étaient limités aux cas d'extrême nécessité. À partir de 111 jours de gestation, les truies étaient surveillées pour déceler l'imminence d'une MB et diminuer leur appréhension de l'homme.

1.2. Collecte des données

1.2.1. Déroulement de la mise bas

Un suivi rapproché a été réalisé pour 98 des 137 mises bas. Le moment de naissance de chaque porcelet était enregistré. Le nouveau né était immédiatement récupéré, son cordon ombilical coupé et du sang ombilical prélevé (Canario et al.,

2005). Il était ensuite emmené à distance de sa mère, séché, pesé, et marqué de son numéro d'ordre de naissance. Mis à part ces manipulations, toute interférence avec le processus naturel de naissance était évitée. Ainsi, aucune intervention pour éviter les écrasements, contrôler l'agression des porcelets par les truies ou aider les porcelets à trouver une tétine n'a eu lieu. Seuls les porcelets coincés dans leur membrane foetale et sur le point de mourir d'asphyxie ont été aidés. Les MB ont été supervisées 24h/24, par le personnel de l'UE pendant les heures de travail (de 7h30 à 12h et de 13h30 à 17h du lundi au vendredi), par le premier auteur, aidé par des étudiants sur environ 1/3 des MB, pendant les autres périodes de la journée et le week-end.

1.2.2. Mortinatalité et difficultés de naissance

Les porcelets morts nés ont été congelés pour des examens ultérieurs, incluant un test de flottaison des poumons qui permet de déterminer si le porcelet a respiré. Différents critères (Alonso-Spilsbury et al., 2005) reliés au risque d'asphyxie et de difficultés de naissance chez les morts nés (cyanose, cordons vides et longs) et les nés vivants (nœud au cordon, obstruction par une enveloppe placentaire) ont aussi été enregistrés.

1.2.3. Comportement maternel

Le comportement de 23 truies G77 (8 en 1^{ère} et 15 en 2^{nde} portée) et 21 truies G98 (6 en 1^{ère} et 15 en 2^{nde} portée) a été enregistré (vidéo) et analysé en continu pendant les 6 premières heures de MB. Les enregistrements concernaient l'activité de nidification et les postures de la truie (temps passé dans chaque position, nombre de changements de posture : CHGPOST), la réponse aux contacts initiés par les porcelets et l'attention à la portée et à l'environnement. Les moments de naissance exacts de chaque porcelet et d'expulsion du premier placenta de la truie ont aussi été déterminés par analyse vidéo.

1.3. Analyses statistiques

1.3.1. Données physiologiques, mortinatalité et difficultés de naissance

Les caractères de la truie incluaient l'âge à l'insémination (AI), la durée de gestation (GEST), les nombres de porcelets nés totaux (NT), morts avant la naissance (i.e., mommifiés ou macérés : MAN) et morts nés (MN), les proportions associées (PMN et PMAN) et le nombre de nés globaux (NG=NT+MAN). Les poids individuels à la naissance (PN), mesurés chez les nés vivants (PN_nv) et les MN (PN_mn), ont permis de calculer le poids de la portée (PP), le coefficient de variation (CVPN), l'écart-type (ETPN), le maximum (PNMAX) et le minimum (PNMIN) des poids des porcelets intra portée. La durée de mise bas (DMB, intervalle entre les première et dernière naissances de la portée), la moyenne (IM), l'écart type (ETI) et le maximum (IMAX) des intervalles entre naissances successives, l'intervalle précédant la naissance d'un mort né (IPMN), ainsi que le temps entre le début de MB et l'expulsion du premier placenta de la truie (PLA) ont été mesurés. Les MB durant plus de 10h ont été considérées comme anormales et exclues.

Le modèle d'analyse incluait les effets fixes du groupe génétique (GG : G77 ou G98), du rang de portée (P : P1 ou P2) et de l'interaction PxGG lorsqu'elle était significative ($P < 0,05$), les effets aléatoires de la bande de MB et de la truie, en utilisant la procédure MIXED du logiciel SAS (SAS Institute, 2001). Les moyennes des moindres carrés ont été estimées sans et avec ajustement pour NT. Les analyses de DMB, IM et ETI ont été réalisées après transformation de Box-Cox pour normaliser leur distribution. Le modèle pour le poids à la naissance et la probabilité de mortinatalité des porcelets

(PMORTI) incluait les effets fixes de GG, P, la bande, et un effet aléatoire de la portée de naissance. Les estimations ont été obtenues par la méthode des équations d'estimation généralisées (GEE) de la procédure GENMOD de SAS. PMORTI et les caractères définissant le risque d'asphyxie et les difficultés de naissance ont été analysés comme des caractères binaires (excepté la longueur du cordon ombilical, caractère continu). PMORTI a également été analysée en rajoutant au modèle le moment de naissance du porcelet (1^{ère}, 2^{ème} ou 3^{ème} partie de MB) pour estimer l'évolution du risque avec l'avancée de MB.

Tableau 1 - Comparaison des truies G77 et G98 pour les caractéristiques de productivité numérique et de cinétique de mise bas : moyennes des moindres carrés, évolutions génétiques estimées (ΔG)¹

Caractère ²		N G77	N G98	Moyenne G77	Moyenne G98	ΔG	Pr> t H0 : $\Delta G = 0$
Gestation							
AI (jours)	portée 1	38	40	400,5	417,7	+34,4	0,01
	portée 2	30	29	527,3	539,0	+23,4	0,13
GEST (jours)		68	69	113,6	112,9	-1,4	0,04
GEST (jours)*		68	69	113,5	113,0	-1,0	0,08
Taille de portée							
NG	portée 1	30	28	12,2	12,4	+0,4	0,81
	portée 2	27	25	12,3	14,6	+4,6	0,04
NT	portée 1	38	40	11,8	12,1	+0,6	0,74
	portée 2	30	29	12,1	13,4	+2,6	0,18
Périmortalité							
MN		68	69	0,81	1,48	+1,34	0,03
PMAN (%)		67	63	2,5	3,9	+2,8	0,19
PMN (%)		68	69	6,2	10,4	+8,4	0,04
PMORTI		812	867	0,054	0,102	+0,096	0,003
Poids des porcelets							
PN (kg) *		632	607	1,24	1,37	+0,26	0,004
PP (kg)		56	49	14,25	16,81	+5,12	0,02
PNMIN (kg) *		56	49	0,88	1,01	+0,26	0,01
PNMAX (kg) *		56	49	1,65	1,76	+0,22	0,13
CVPN (kg) *		52	48	20,66	18,44	-4,44	0,16
ETPN (kg) *		55	50	0,24	0,23	-0,02	0,49
PN_nv (kg)		578	534	1,30	1,38	+0,16	0,11
PN_nv (kg) *		578	534	1,25	1,38	+0,26	0,003
PN_mn (kg)		54	73	1,20	1,28	+0,16	0,44
PN_mn (kg) *		54	73	1,17	1,28	+0,22	0,25
Cinétique de la mise bas							
DMB (h) *	portée 1	33	28	2,54	2,51	-0,06	0,93
	portée 2	25	20	3,16	3,69	+1,06	0,38
IM (min) *	portée 1	323	256	9,5	9,5	+0,0	0,96
	portée 2	232	203	9,6	10,4	+1,6	0,15
PLA (min)	portée 1	31	30	-31	-10	+42	0,79
	portée 2	25	20	61	129	+136	0,52

* avec ajustement pour NT

¹ $\Delta G = 2 \times (\text{moyenne G98} - \text{moyenne G77})$.

²Age à l'insémination (AI), durée de gestation (GEST), nombre de porcelets nés globaux (NG) et nés totaux (NT), proportion de morts avant naissance (PMAN), nombre (MN) et proportion (PMN) de porcelets morts nés, poids de naissance (PN), poids de la portée (PP), poids de naissance minimum (PNMIN), maximum (PNMAX), coefficient de variation (CVPN) et écart-type (ETPN) du poids de naissance intra portée, poids de naissance d'un porcelet né vivant (PN_nv) ou mort né (PN_mn), durée de mise bas (DMB), intervalle moyen entre naissances successives (IM), et temps écoulé entre la fin de mise bas et l'expulsion du 1^{er} placenta (PLA).

1.3.2. Données comportementales

L'effet de la présence humaine (personnel de l'UE) a été testé (χ^2) sur 61 MB G77 et 52 MB G98. Exceptée la réponse aux porcelets, analysée comme un caractère binaire, les caractères comportementaux ont été considérés comme suivant une distribution de Poisson et analysés avec la méthode GEE (SAS GENMOD). Le modèle incluait les effets fixés de la bande, de la période de temps (PT = 1^{ère} à 6^{ème} heure après le début de MB), GG, P, les interactions GGxPT, GGxP, PxPT, et l'effet aléatoire de la truie. Les différences entre GG ont également été estimées globalement sur les 6 heures avec un modèle incluant les effets fixés de la bande, GG, P, et l'interaction GGxP, plus l'effet aléatoire de la truie. Toutes les estimées sont présentées après transformation inverse.

1.3.3. Estimation des évolutions génétiques

Les évolutions génétiques réalisées de 1977 à 1998 (ΔG) ont été estimées comme proposé par Smith (1977) : $\Delta G = 2 \times (\text{moyenne G98} - \text{moyenne G77})$.

2. RESULTATS

Les résultats de productivité numérique et de cinétique de naissance sont présentés dans le tableau 1.

Les truies G77 ont une gestation plus longue que les G98, et une tendance demeure après ajustement pour la taille de portée (TP). Les TP sont similaires en 1^{ère} portée, mais plus élevées chez les G98 en 2^{ème} portée (+1,3 porcelet). MN et PMN sont supérieurs en G98, d'où une PMORTI 4 fois supérieure chez les porcelets G98. A TP équivalente, les porcelets G98 sont plus lourds, d'où une augmentation de PP de 5 kg entre 1977 et 1998. Les paramètres de dispersion des poids (MAXPN, CVPN, ETPN) n'ont pas évolué, sauf MINPN qui a augmenté. Les caractères de cinétique de MB (DMB, ETI, IMAX, IPMN) ne diffèrent pas entre GG.

L'examen de 128 des 142 porcelets supposés MN a révélé 5 faux MN. Les résultats pour les critères associés aux risques de mortinatalité sont présentés dans le tableau 2 et sur la figure 1. Le risque de naître avec un noeud au cordon est faible (10 cas), mais plus élevé chez les porcelets G98. Les MN G98 ont un cordon plus long et plus souvent vide. PMORTI augmente avec l'avancée de la MB, de façon équivalente dans les 2 GG. Les caractéristiques placentaires ne diffèrent pas.

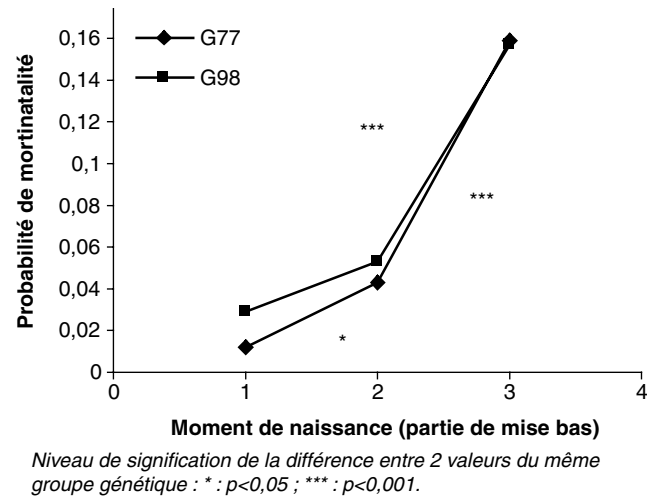


Figure 1 - Effet du moment de naissance sur la probabilité de mortinatalité du porcelet. Les 1^{ère} et 3^{ème} parties correspondent aux 20 premiers pourcents et 20 derniers pourcents de la mise bas, respectivement ; la 2^{ème} partie comprend les 60 % de mise bas intermédiaires

Les truies G98 commencent plus fréquemment leur MB en dehors des heures de travail du personnel ($\chi^2 = 4,23$; $p = 0,04$).

Les performances des truies filmées (NT, MN et DMB) sont équivalentes entre GG. Les résultats de l'activité posturale des truies sont présentés sur la figure 2 et dans le tableau 3.

Tableau 2 - Comparaison des difficultés de naissance des porcelets morts nés et nés vivants entre les groupes génétiques G77 et G98 sous forme de probabilité d'observation (P ; transformation inverse par rapport à l'échelle logistique)

Caractères	Observations / N G77	Observations / N G98	G77 P	G98 P	Pr> t H0 : $\Delta G = 0$
Porcelets nés					
Enfermement dans une membrane	9/605	14/632	0,014	0,020	0,47
Attachement à une membrane	12/459	16/549	0,025	0,028	0,80
Obstruction par une membrane	19/459	28/549	0,040	0,048	0,52
Noeud au cordon ombilical	1/604	9/667	0,002	0,013	0,05
Porcelets morts nés					
Cyanose sous le corps	16/37	31/60	0,401	0,562	0,03
Cordon ombilical contenant du sang	23/38	26/69	0,603	0,380	0,04
Longueur du cordon ombilical (cm)	41	73	25,5	34,1	0,04
Porcelets nés vivants					
Noeud au cordon ombilical	1/571	6/590	0,002	0,009	0,11
Enfermement dans une membrane	6/580	5/554	0,010	0,009	0,81
Attachement à une membrane	6/435	10/492	0,013	0,020	0,42
Obstruction par une membrane	10/435	15/492	0,022	0,030	0,44

Tableau 3 - Comparaison des truies G77 et G98 pour le comportement pendant les 6 premières heures après le début de mise bas¹

Caractère	Rang de portée	Moyenne G77 ²	Moyenne G98 ²	ΔG^3	Pr> t H0: $\Delta G = 0$
Coucher ventral (min)	1	63,8	41,5	-44,6	0,39
	2	13,1	24,9	+23,6	0,09
Coucher latéral (min)	1	265,0	293,4	+56,8	0,16
	2	313,8	309,7	-8,2	0,80
Assise (min)	1	19,4	10,3	-18,2	0,05
	2	7,4	11,1	+7,4	0,17
Debout (min)	1	15,9	9,5	-12,8	0,44
	2	19,2	5,1	-28,2	0,004
Nombre de changements de posture	1	85	62	-46	0,11
	2	41	42	+2	0,94
Nidification (min)	1	10,3	4,8	-11	0,16
	2	11,4	2,4	-18	0,001
Réponse aux porcelets (probabilité)	1	0,67	0,72	+0,10	0,21
	2	0,48	0,64	+0,32	0,01
Attention aux porcelets (min)	1	37,9	17,7	-40,4	0,003
	2	9,7	13,3	+7,2	0,37
Attention à l'environnement (min)	1	62,5	57,7	-9,6	0,77
	2	32,0	24,4	-15,2	0,28

¹ excepté pour la construction de nid, activité pour laquelle seules les 4 premières heures ont été considérées.

² les résultats sont exprimés sur l'échelle de transformation inverse.

³ $\Delta G = 2 \times (\text{moyenne G98} - \text{moyenne G77})$.

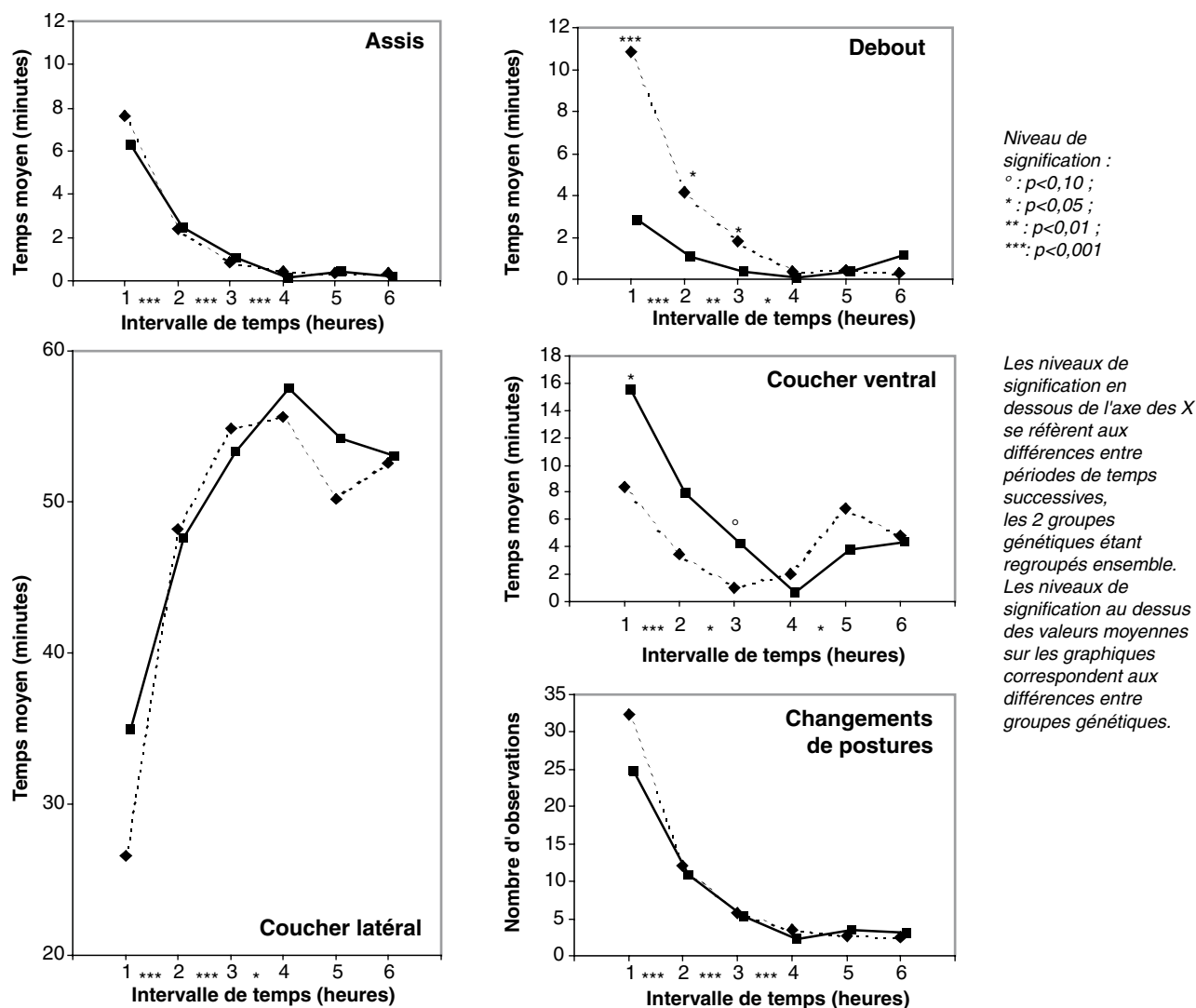
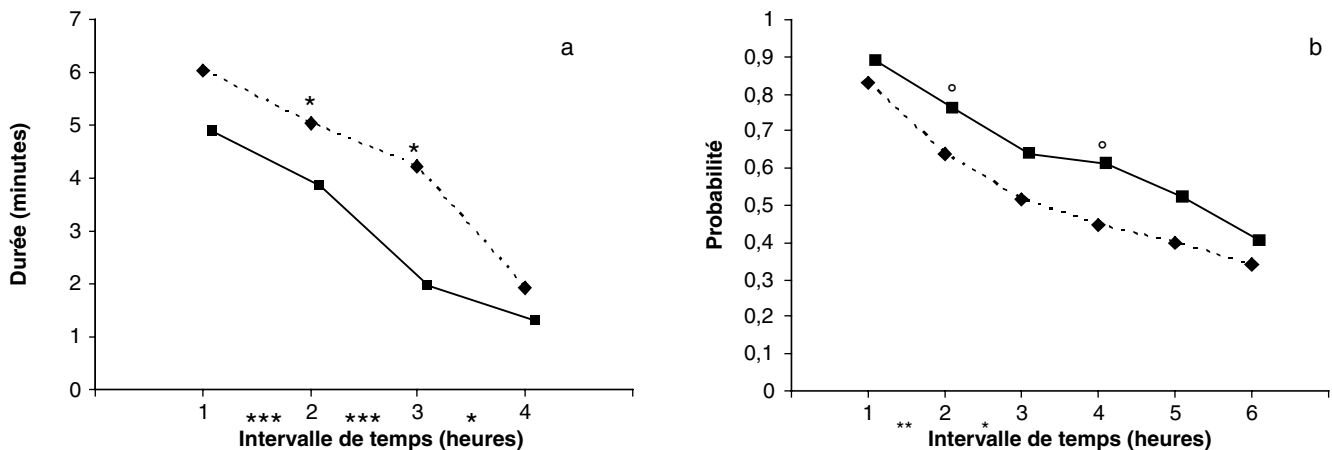


Figure 2 - Moyennes des truies G77 (◆) et G98 (■) pour le temps passé dans différentes positions et le nombre de changements de postures pendant les 6 premières heures après le début de la mise bas



Les niveaux de signification en dessous de l'axe des X se réfèrent aux différences entre périodes de temps successives, les 2 groupes génétiques regroupés ensemble. Les niveaux de signification au dessus des valeurs moyennes sur les graphiques correspondent aux différences entre types génétiques. Niveau de signification : ° : $p < 0,10$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

Figure 3 - Moyennes des truies G77 (◆) et G98 (■) pour (a) la durée de comportement de nidification pendant les 4 premières heures après le début de la mise bas et (b) la réponse des truies aux contacts initiés par les porcelets de la portée pendant les 6 premières heures après le début de la mise bas

Des différences de comportement sont observées en 2^{ème} portée : les truies G98 passent globalement moins de temps debout et plus de temps couchées sur le ventre que les G77. Les différences sont essentiellement observées au cours des 3 premières heures de MB. Le temps passé couchée de côté est maximal à la 4^{ème} heure puis diminue au profit de la position couchée sur le ventre. Les truies G77 nidifient davantage que les G98 pendant les 3 premières heures, en particulier en 2^{ème} portée (Tableau 3 et Figure 3a). Les truies G98 ont une probabilité de réponse aux porcelets supérieure aux G77 (Figure 3b). Une interaction entre GG et P est obtenue pour l'attention aux porcelets, avec une valeur supérieure pour les truies G77 en 1^{ère} portée seulement. L'attention à l'environnement ne diffère pas entre GG.

3. DISCUSSION

L'utilisation de semence congelée est une manière élégante d'estimer les évolutions génétiques dans une population sélectionnée. Elle est complémentaire des estimations obtenues avec le BLUP modèle animal. Elle permet en effet de considérer un grand nombre de caractères qui ne sont pas enregistrés en routine dans les schémas de sélection. En outre, contrairement au BLUP, les résultats sont indépendants des paramètres génétiques de la population.

3.1. Déroulement de la mise bas et difficultés de naissance

Les truies que nous avons étudiées étaient issues de la seconde génération du dispositif expérimental. L'absence de différence entre truies G77 et G98 pour la prolificité en 1^{ère} portée pourrait être liée à l'utilisation de semence congelée, qui aurait masqué les différences pourtant observées dans l'étude de truies de la 1^{ère} génération (Tribout et al., 2003). La plus forte prolificité des truies G98 en 2^{ème} portée est plus conforme aux résultats précédents. Néanmoins, l'augmentation des pertes en fin de gestation n'avait pas

été rapportée par Tribout et al. (2003). Cette différence peut expliquer l'écart observé entre les deux générations pour NT (1,45 contre 1,15 porcelet). Elle peut être liée à un effet de la conduite d'élevage ou résulter d'une compétition intra-utérine accrue (Vallet, 2000) liée au potentiel de croissance supérieur des porcelets G98 (Canario et al., 2005).

La détérioration de la survie à la naissance est généralement considérée comme une réponse corrélative à la sélection pour la taille de portée. Johnson et al. (1999) observent une réponse similaire dans une lignée sélectionnée pour la taille de portée. Ils l'attribuent à un effet négatif de l'augmentation de la taille de portée sur le poids de naissance ; les porcelets plus légers, moins bien développés à la naissance (Klemcke et al., 1993), auraient un risque de mortalité supérieur. Nous observons, en accord avec Leenhouders et al. (1999), que les morts nés pèsent 100g de moins que les nés vivants, l'écart restant stable entre 1977 et 1998. Les choses sont cependant plus complexes puisque le poids des porcelets a augmenté, vraisemblablement en réponse à la sélection pour la vitesse de croissance post-sevrage.

L'absence d'évolution significative de DMB a été vérifiée sur un jeu de données plus grand, mais dans lequel les MB étaient induites (Canario, données non publiées). Néanmoins, le temps écoulé depuis le début de MB apparaît comme un déterminant majeur de la mortalité : les derniers porcelets nés risquent davantage de souffrir des contractions utérines ou de rupture prématurée du cordon et ont un risque d'asphyxie supérieur (Pedersen et al. 2006). Ces effets sont similaires dans les deux GG, mais la plus grande longueur du cordon des G98 pourrait augmenter les risques liés à la formation de nœud et/ou l'emmêlement des cordons. La fréquence supérieure des cordons vides chez les MN G98 peut également être le signe d'une asphyxie sévère. Aucune évolution dans l'attachement ou l'enfermement des porcelets dans leurs enveloppes n'a été montrée, ce qui tend à contredire l'hypothèse de Biensen et al. (1999)

selon laquelle une sélection intense pour la taille de portée se traduirait par des placentas petits et fins et un amincissement général des membranes et des cordons foetaux, avec un risque accru de détachement du placenta.

La diminution de la durée de gestation, de plus d'un jour, n'est que partiellement expliquée par l'augmentation de la taille de portée. Elle peut être préjudiciable à la maturité des porcelets à la naissance (Canario et al., 2005) et accentuer les risques de mortalité.

3.2. Comportement maternel

Nos résultats confirment que le début de MB est une période sensible où se produisent la plupart des adaptations (habitation aux nouveaux-nés et développement du lien mère-jeunes). En accord avec Jarvis et al. (1999) et Thodberg et al. (1999), les truies sont plus actives en début de MB. Dans l'ensemble, leur activité a peu évolué au cours des deux dernières décennies, comme l'a montré Jensen (2001) dans le cadre d'une évaluation des conséquences de la domestication.

Le comportement des truies lors de la MB peut avoir une large influence sur la survie des porcelets, s'il conduit à des difficultés de naissance. Les bonnes mères se caractérisent par un comportement calme à la MB, c'est-à-dire par un temps important passé en position coucher latéral. Inversement, une plus forte activité de nidification et un nombre plus grand de changements de postures peuvent être considérés comme défavorables, car ils altèrent le rythme régulier des naissances et favorisent la rupture prématurée des cordons (Thodberg et al., 1999). Notons toutefois que l'activité de la truie est un caractère à optimum : signe d'anxiété quand elle est trop forte, de grosses difficultés quand elle est trop faible (état de prostration lié à la douleur).

L'activité de nidification se déroule avant la MB, et diminue avec son approche. Ayant observé ce comportement qui requiert des changements de postures extrêmes (passage de coucher latéral pour les naissances à debout pour sa réalisation) en début de MB, nous l'avons enregistré pour évaluer les différences entre groupes. Selon Jensen (2001), la réalisation des mouvements de nidification ne serait pas suffisante pour réduire la motivation à construire le nid chez les truies parturientes anxieuses, et ce d'autant plus que le matériel de construction est en quantité limitée. L'activité continuerait donc pendant la MB jusqu'à ce qu'un feedback suffisant soit obtenu. Nos résultats suggèrent donc que les truies G77 sont plus anxieuses à la MB que les G98. La plus faible activité de nidification des truies G98 pourrait être liée

à une perte de motivation et/ou une meilleure adaptation au système de production.

Une bonne reconnaissance mère-jeunes est un élément important du succès de la lactation, puisqu'elle est propice à la synchronisation des tétées, et donc à la survie et à la croissance des porcelets. Une meilleure formation du lien entre les truies G98 et leur progéniture (meilleure réponse aux contacts des nouveau-nés et plus grande attention, en étant plus couchées sur le ventre) a été observée. L'aptitude de la truie à répondre aux porcelets est un indice de bons soins maternels (Pedersen et al., 2003). L'anxiété pourrait expliquer le retard de réponse aux porcelets chez les truies G77 (Lonstein, 2005 ; chez le rat). Les truies G98 seraient plus sujettes à la peur de l'homme, dans la mesure où elles mettent bas plus souvent en dehors des heures de travail. L'évolution dans la sensibilité lors de la MB pourrait être liée à des changements dans l'activité de l'axe corticotrope, dont le fonctionnement peut avoir été affecté par la sélection contre l'adiposité. Le même type d'évolution a été observé par McPhee et al. (2001) chez des animaux sélectionnés pour la vitesse de croissance du tissu maigre.

CONCLUSION

A la mise bas, les truies modernes se distinguent des truies G77, non seulement par une prolificité supérieure mais aussi une durée de gestation plus courte, des porcelets plus lourds et aux cordons davantage noués et vides de sang à la naissance. Des éléments fins du comportement ont évolué : les truies modernes semblent plus maternelles (attentionnées) mais subissent pourtant plus de pertes à la mise bas.

La validité de l'évaluation du comportement maternel en période sensible et en système de mise bas bloquée reste à démontrer. Une meilleure connaissance de l'impact de la sélection sur la mortalité demeure essentielle pour mieux gérer l'orientation de la sélection à long terme.

REMERCIEMENTS

Le personnel de l'UE de Bourges, Maud Quiertant, Emmanuelle Mosnier, Adèle Jamois et Aurore Bonaventure ont participé à la collecte et aux analyses préliminaires des données ; Thierry Tribout et Hervé Lagant ont aidé à la logistique. Merci à Marie-Christine Meunier-Salaün et Marie-Christine Père pour leurs commentaires sur l'éthogramme. Lene Juul Pedersen, Karen Thodberg, Christine Moinard et Susan Jarvis sont remerciées pour leurs recommandations dans la méthodologie comportementale. Ce travail a été cofinancé par l'INRA et l'IFIP.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alonso-Spilsbury M., Mota-Rojas D., Villanueva-García D., Martínez-Burnes J., Orozco H., Ramírez-Necoechea R., Mayagoitia A.L., Trujillo M.E., 2005. Perinatal asphyxia pathophysiology in pig and human: a review. *Anim. Reprod. Sci.*, 90, 1-30.
- Biensen N.J., Wilson M.E., Ford S.P., 1999. The impacts of uterine environment and fetal genotype on conceptus size and placental vascularity during late gestation in pigs. *J. Anim. Sci.*, 77, 954-959.

- Canario L., Tribout T., Thomas F., David C., Gogu  J., Herpin P., Bidanel J.P., Père M.C., Le Dividich J., 2005. Estimation, par utilisation de semence congelée, des effets de la sélection réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né. Journées Rech. Porcine, 37, 427-434.
- Herpin P., Le Dividich J., Hulin J.C., Fillaut M., De Marco F., Bertin R., 1996. Effects of level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal viability of newborn piglets. J. Anim. Sci., 74, 2067-2075.
- Jarvis S., McLean K.A., Calvert S.K., Deans L.A., Chirnside J., Lawrence A.B., 1999. The responsiveness of sows to their piglets in relation to the length of parturition and the involvement of endogenous opioids. Appl. Anim. Behav. Sci., 63, 195-207.
- Jensen P., 2001. Natural behaviour and behavioural needs of farm animals. <http://agriculture.de/acms1/conf6/ws5abehav.htm?&template=/acms1/conf6/tpl/print.tpl>
- Johnson R.K., Nielsen M.K., Casey D.S., 1999. Responses in ovulation rate, embryonic survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. J. Anim. Sci., 77, 541-557.
- Klemcke H.G., Lunstra D.D., Brown-Borg H.M., Borg K.E., Christenson R.K., 1993. Association between low birth weight and increased adrenocortical function in neonatal pigs. J. Anim. Sci., 71, 1010-1018.
- Leenhouders J.I., van der Lende T., Knol E.F., 1999. Analysis of stillbirth in different lines of pig. Livest. Prod. Sci., 57, 243-253.
- Lonstein J.S. 2005. Reduced anxiety in postpartum rats requires recent physical interactions with pups, but is independent of suckling and peripheral sources of hormones. Horm. Behav., 47, 241-255.
- McPhee C.P., Kerr J.C., Cameron N.D., 2001. Peri-partum posture and behaviour of gilts and the location of their piglets in lines selected for components of efficient lean growth. Appl. Anim. Behav. Sci., 71, 1-12.
- Pedersen L.J., Damm B.I., Marchand-Forde J.N., Jensen K.H., 2003. Effects of feed-back from the nest on maternal responsiveness and postural changes in primiparous sows during the first 24 h after farrowing onset. Appl. Anim. Behav. Sci., 83, 109-124.
- Pedersen L.J., J rgensen E., Heiskanen T., Damm B.I., 2006. Early piglet mortality in loose-housed sows related to sow and piglet behaviour and to the progress of parturition. Appl. Anim. Behav. Sci., 96, 215-232.
- SAS Institute, 2001. Version 5.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Smith C., 1977. Use of stored frozen semen and embryos to measure genetic trends in farm livestock. Z. Tierz chtg. Z chtgsbiol., 94, 119-127.
- Thodberg K., Jensen K.H., Herskin M.S., J rgensen E., 1999. Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. Appl. Anim. Behav. Sci., 63, 131-144.
- Tribout T., Caritez J.C., Gogu  J., Gruand J., Billon Y., Bouffaud M., Lagant H., Le Dividich J., Thomas F., Quesnel H., Gu blez R., Bidanel J.P., 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.
- Vallet J.L., 2000. Fetal erythropoiesis and other factors which influence uterine capacity in swine. J. Appl. Anim. Res., 17, 1-26.