

INFLUENCE DU TYPE GÉNÉTIQUE SUR LE COMPORTEMENT MATERNEL : COMPARAISON DE LA TRUIE (MEISHAN) ET EUROPÉENNE (LARGE-WHITE)

Marie-Christine MEUNIER-SALAÜN (1), F. GORT (2), Armelle PRUNIER (1), J.C. CARITEZ (3), W.P.G. SCHOUTEN (2).

(1) I.N.R.A. - Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles.

(2) Agricultural University - Section of Ethology - P.O.B. 338 - 6700 AH Wageningen - Pays-Bas.

(3) I.N.R.A. - Domaine Pluridisciplinaire du Magneraud - 17700 Surgères.

Avec la collaboration technique de J.L. Girard (3), Y. Lebreton (1), A.M. Mounier (1), R. Monnerie (I.N.R.A., Laboratoire de Physiologie Sensorielle, Jouy en Josas) et B. Montifret (3).

Le comportement de 14 truies (7 MS, 7 LW) a été enregistré en continu entre le 111^{ème} jour de gestation et 24 heures après la parturition (Expérience 1). Dans une seconde expérience les concentrations plasmatiques de progestérone et de prolactine ont été mesurées sur 12 autres truies (6 MS, 6 LW) du 105^{ème} jour de gestation à 48 heures post-partum (Expérience 2).

Les truies MS se caractérisent au cours des dernières 24 heures par une activité exploratoire plus intense (MS : 36% contre LW : 11% du temps total actif, $P < 0,05$) et un coucher ventral moins fréquent (26% contre 13% du temps coucher total, $P < 0,05$). Pendant la parturition, le temps passé couché est élevé et supérieur chez les truies LW (98% contre 90%, $P < 0,05$). Les comportements les plus fréquents des truies MS et LW après la mise-bas sont le repos (60%) et l'allaitement (30%). Les portées MS se caractérisent par un temps total passé à la mamelle, repos et succion, supérieur (MS : 75% contre LW : 59%, $P < 0,05$). L'évolution des concentrations plasmatiques de progestérone et de prolactine au moment de la parturition est identique dans les deux races. Au cours des dernières 24 heures, la concentration de prolactine augmente alors que celle de progestérone diminue. Les concentrations de progestérone sont supérieures chez les truies MS mais la différence n'est significative qu'à partir des 24 dernières heures pre-partum.

Cette étude suggère que la supériorité des truies MS serait liée à un comportement de la truie et des porcelets mieux adapté.

Effect of genotype on maternal behaviour: comparison between chinese (Meishan) and european (Large-White) sows.

Behaviour of 14 sows (7 MS, 7 LW) were monitored continuously from day 111 of gestation to 24 hours postpartum (Experiment 1). In a second experiment, plasma levels of progesterone and prolactin were measured in 12 other sows (6 MS, 6LW) from day 105 of gestation to 48 hrs postpartum (Experiment 2).

During the last 24 hours before parturition, MS sows spent more time exploring the floor (MS : 36% vs LW : 11% of total active time) and lied less often on the belly (MS : 26% vs LW : 13% of lying time). During parturition, the total lying time was high and greater in LW sows (98% vs 90%, $P < 0,05$). The main behaviours exhibited after parturition were resting (60%) and suckling (30%) in both breeds. MS litters spent more time at the udder, included resting and suckling, than LW litters (75% vs 59%, $P < 0,05$). Prolactin and progesterone patterns over time were similar in both breeds. During the last day prepartum, prolactin concentrations increased while those of progesterone decreased. Plasma concentrations of progesterone were higher in MS sows but the difference was significant only from the last 24 hours prepartum.

This study suggests that the superiority of MS sows would be related to more adapted sows and litter behaviour.

INTRODUCTION

Jusqu'à présent la comparaison des truies chinoises et européennes a porté essentiellement sur leurs performances de production et de reproduction (LEGAULT et CARITEZ, 1983; SELLIER et LEGAULT, 1986; MOLÉNAT et CARITEZ, 1988). La truie chinoise, de race Meishan (Ms) en particulier, présente une prolificité exceptionnelle attribuée à un plus fort taux d'ovulations et/ou à une faible mortalité embryonnaire (BOLET et al., 1986; BIDANEL et al, 1990). Par ailleurs, la mortalité postnatale des portées MS est plus faible bien que le nombre de porcelets soit plus élevé et le poids de naissance des animaux inférieur. Ces résultats ont conduit à attribuer de meilleures qualités maternelles à la truie MS. Des différences de comportement ont été signalées mais les études éthologiques spécifiques font défaut. On indique, par exemple, que la truie est plus difficile à déplacer avant la parturition, en revanche elle adopterait plus facilement des porcelets au-delà des 48 heures post-partum. Il paraît donc important d'objectiver le comportement maternel des truies chinoises sur la base des critères éthologiques et physiologiques qui le caractérisent et qui ont été largement décrit chez la truie Large-White (LW) (JONES, 1966a, 1966b; RANDALL, 1972a, 1972b; HURNIK, 1985; FIRST et al, 1982). L'émergence du comportement maternel ayant lieu au cours des derniers jours précédant la parturition, nous nous sommes donc intéressés aux événements comportementaux et physiologiques apparaissant au cours cette période et du jour suivant la mise-bas.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et conditions d'élevage

L'étude porte sur 26 truies, pour moitié de race pure LW et MS, issues du troupeau expérimental de l'I.N.R.A. Le Magneraud et donnant naissance à des portées également de race pure. Deux expériences sont réalisées en période peripartum, l'une pour étudier le comportement des truies et des portées (expérience 1) et l'autre pour déterminer l'évolution des concentrations plasmatiques de prolactine et de progestérone (expérience 2)

Jusqu'à 100 ou 105 jours de gestation les truies sont élevées en groupe de 4 à 7. Elles sont ensuite transférées dans un bâtiment de maternité et logées en cages individuelles (sol de béton) dans lesquelles elles sont attachées. Deux lampes chauffantes destinées aux porcelets sont placées sur les côtés. Au moment de la parturition une lampe supplémentaire est introduite à l'arrière de la truie. L'ensemble des truies reçoivent le même aliment (3100 kcal DE/kg; 16% protéines; 0,75% Lysine), 2 fois par jour, de façon rationnée pendant la gestation (LW : 2,2 à 2,5 kg/jour; MS : 1,5 à 2,0 kg/jour) et ad libitum pendant la lactation. Les conditions d'ambiance sont équivalentes dans les deux expériences. En particulier, les animaux sont soumis à un éclairage artificiel de 1 Lux/m² pendant 10 heures (7h - 17h).

1.2. Expérience 1 : étude comportementale

L'étude comportementale est réalisée sur 14 truies de parité moyenne $1,6 \pm 0,5$ et $1,7 \pm 0,9$ chez les LW et MS respectivement. Des enregistrements vidéo sont effectués en continu du 110^{ème} jour de gestation à 24 heures post-partum. L'utilisation d'une caméra infrarouge permet les enregistrements en phase nocturne. Seules les observations des deux derniers

jours pre-partum (J-2, J-1), de la parturition (J0) et des 24 heures suivant la naissance du premier porcelet (J+1) sont analysées. L'intervalle de temps entre la naissance du premier et du dernier porcelet définit la période de parturition. La position de la truie (debout, couché latéral ou ventral) et son activité (active, repos couché, exploration au niveau du sol, allaitement) sont notées. La truie est considérée en allaitement lorsqu'elle est couchée en position latérale avec plus de la moitié des animaux de la portée à la mamelle en activité de massage ou de succion. Les résultats sont exprimés en pourcentage du temps passé dans chaque activité et en fréquence pour les changements de position. Les calculs sont effectués par période de 2 ou 24 heures.

Le comportement des porcelets est noté à intervalle de 10 minutes à partir de la naissance du premier porcelet. L'absence d'identification individuelle nous a conduit à exprimer les résultats en terme de « portée », un comportement étant attribué à la portée quand plus de la moitié des porcelets réalise simultanément celui-ci au moment de l'observation. L'analyse des résultats porte sur quatre critères : activité générale (tout comportement actif à l'exclusion de ceux exprimés à la mamelle), activité à la mamelle (massage, succion), repos total, repos à la mamelle.

Les performances de reproduction des truies et de croissance des portées sont déterminées pour chaque génotype. La production laitière est estimée par l'équation de NOBLET et ETIENNE (1989).

1.3. Expérience 2 : étude endocrinienne

L'étude porte sur 12 truies multipares (6 LW parité $2,5 \pm 1,3$, 6; MS parité $4,6 \pm 1,5$), cathétérisées le jour de leur entrée en bâtiment de maternité soit à 100 jours de gestation. Des prélèvements sanguins sont réalisés à partir de 105 jours de gestation jusqu'au début de la parturition, à trois moments de la journée : 8 h, 14 h et 20 h. Trois prises de sang supplémentaires sont pratiquées après la parturition, 24, 36 et 48 heures après la naissance du premier porcelet. Les concentrations plasmatiques de prolactine et de progestérone sont déterminés par dosages radioimmunologiques (RAVAULT et al, 1982; SAUMANDE et al, 1985). L'analyse des résultats porte sur les échantillons collectés les 5 derniers jours pre-partum et après la parturition.

1.4. Analyse statistique

Les résultats des performances de croissance et de reproduction dans chaque génotype sont comparés par analyse de variance suivie du test de Scheffé (SAS). L'effet de la race sur le comportement des truies et des portées est analysé par le test non paramétrique de Mann-Whitney; les différences intra race sont comparées par le test de Friedman suivi du test de Wilcoxon (SIEGEL, 1956). Des tests split-plot sont utilisés pour l'étude endocrinienne, introduisant la race et l'animal comme facteurs principaux et les effets heure et jour ainsi que leurs interactions avec le facteur race (SAS).

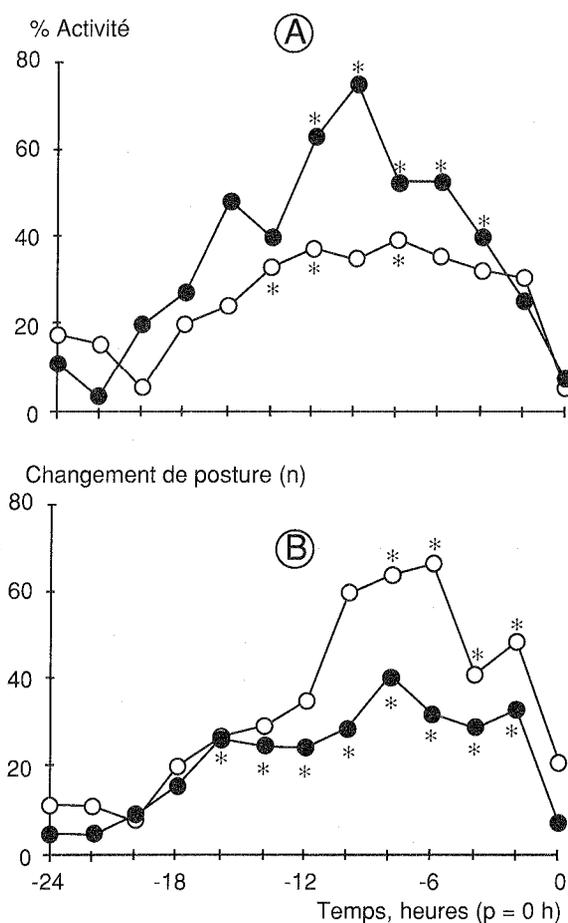
2. RÉSULTATS

2.1. Expérience 1 : étude comportementale et performances zootechniques.

L'activité générale des truies s'accroît significativement au

cours des dernières 24 heures précédant la parturition, de manière équivalente dans les deux races. L'analyse des résultats par bloc de 2 heures, montre une augmentation de l'activité environ 18 heures avant la parturition. Le maximum est atteint à -10 heures, suivi d'une réduction significative de cette activité au cours des 4 dernières heures (Figure 1A). Les truies passent plus de 50% du temps d'observation en position couchée sur le côté. Cette proportion diminue au cours des 48 heures pre-partum mais ce phénomène n'est significatif que chez les truies MS (Tableau 1). Le temps consacré au repos en position ventrale ne dépasse pas 12% du temps avant la parturition.

FIGURE 1
MODIFICATIONS COMPORTEMENTALES AU MOMENT DE LA PARTURITION CHEZ LES TRUIES MS (○-○) ET LW (●-●). Valeurs médianes. Les astérisques indiquent une différence significative avec la valeur observée à -24 heures.



Les changements de position des truies MS et LW suivent la même évolution que celle de l'activité générale, soit une augmentation de leur fréquence à l'approche de la parturition à partir de -16 heures. Les valeurs maximum sont observées à environ -8 heures (Figure 1B). L'activité des truies avant la parturition se caractérise également par une exploration dirigée vers le sol. Le temps consacré à cette activité, rapporté au temps pendant lequel les animaux sont actifs, tend à augmenter au cours des 24 heures pre-partum (J-2 : 22 % MS, 2 % LW ; J-1 : 37 % MS, 9 % LW). Pour chaque période considérée, les valeurs sont significativement supérieures chez les truies MS ($P < 0,05$).

Pendant la parturition, les truies MS et LW passent plus de 90%

du temps couchées sur le côté. Les changements de postures diminuent fortement (< 30 contre 100 à 400 à J-2 et J-1, $P < 0,05$) de manière équivalente dans les deux races. La durée de la mise-bas est significativement inférieure chez les truies MS qui donnent naissance à des portées de taille supérieure ($P < 0,05$; Tableau 2).

Les comportements les plus fréquents observés après la parturition chez les truies MS et LW sont le repos (60%) et l'allaitement (30%). Bien que la fréquence des changements de postures soit accrue, elle reste significativement inférieure (< 100) aux valeurs pre-partum ($P < 0,05$). L'activité d'exploration tend à diminuer également après la naissance des porcelets et atteint des niveaux équivalents à ceux observés à J-2. Les truies MS explorent le sol toujours de manière plus intense que les truies LW ($P < 0,05$).

Au cours des premières 24 heures qui suivent la mise-bas, les porcelets MS et LW consacrent plus de 90% du temps au repos (58%) et à l'activité de succion (35%; Tableau 3).

Le temps de repos à la mamelle est différent dans les deux races; 33% du temps d'observation dans les portées MS contre 16% du temps dans les portées LW ($P < 0,05$). Les portées MS restent ainsi en contact avec la mamelle, soit environ 70% du temps total contre 59% chez les portées LW ($P < 0,05$).

Les performances de reproduction des truies expérimentales, décrites dans le tableau 2, sont significativement supérieures dans la race MS. Les porcelets MS montrent en revanche des performances de croissance moindres.

2.2. Expérience 2 : étude endocrinienne

Les concentrations plasmatiques de prolactine et progestérone mesurées chez les truies expérimentales MS et LW ne sont pas affectées par l'heure de prélèvement au cours des jours précédant la mise-bas.

Prolactine

L'évolution des concentrations plasmatiques de prolactine sur l'ensemble de la période d'observation, est similaire dans les deux races (Figure 2A) : elles restent constantes jusqu'à 24 heures pre-partum (25 ng/ml et 34 ng/ml chez les truies MS et LW respectivement) puis augmentent significativement et atteignent leur maximum (environ 120 ng/ml) au cours des 12 dernières heures. Après la parturition, on observe une diminution significative ($P < 0,05$) des concentrations plasmatiques. Néanmoins, les valeurs obtenues sont supérieures ($P < 0,05$) à celles observées durant les derniers jours pre-partum (-120 heures, -24 heures)

Progestérone

Les concentrations plasmatiques de progestérone varient peu jusqu'à la veille de la parturition (environ 20 ng/ml à -24 heures; Figure 2B). Elles diminuent significativement au cours des dernières 24 heures et après la parturition pour atteindre environ 4 ng/ml et 2 ng/ml chez les truies MS et LW respectivement. Les concentrations sont en moyenne plus élevées chez les femelles MS que chez les LW pendant toute la période d'observation, mais la différence n'est significative qu'à -12, 0, 36 et 48 heures de la parturition.

TABLEAU 1
FRÉQUENCE DU COUCHER EN POSITION VENTRALE ET LATÉRALE CHEZ LES TRUIES MEISHAN ET LARGE-WHITE PENDANT LA PÉRIODE PÉRIPARTUM (1)

Période (2)	Coucher ventral (3)		Coucher latéral	
	LW	MS	LW	MS
J-2	14,7 b* 10,6 - 23,4	7,2 y* 0,4 - 22,8	71,6 b* 62,5 - 87,5	79,9 y* 69,3 - 90,8
J-1	27,1 a* 11,4 - 40,7	11,7 y 2,9 - 33,4	47,5 b* 41,4 - 70,0	63,3 z 46,9 - 80,4
J+1	4,6 b 0,4 - 11,3	0,9 x* 0 - 7,5	95,4 a 84,1 - 98,4	95,8 x* 87,9 - 99,4

(1) Médiane, minimum-maximum.

(2) Les valeurs médianes d'une même colonne suivies d'une lettre différente, différent significativement $P < 0,05$; L'absence de données pour une truie est symbolisée par le signe *.

(3) Effet du génotype significatif seulement au jour J-1 ($P < 0,05$).

TABLEAU 2
PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET DE CROISSANCE DES TRUIES ET DE LEURS PORTÉES, DANS LES RACES MEISHAN ET LARGE-WHITE (MOYENNE \pm S \bar{x})

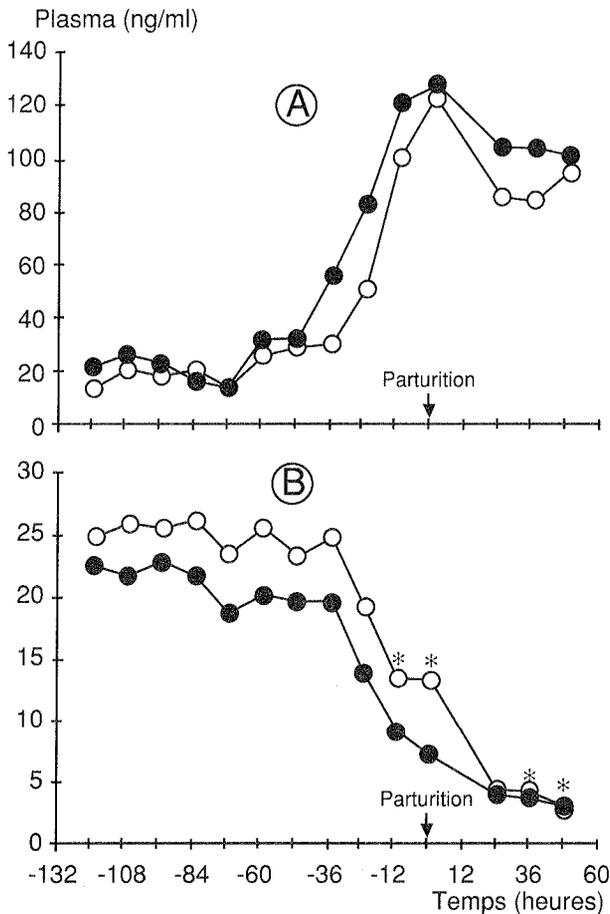
Traits	LW	MS	P
Truie			
Durée gestation (j)	114,1 (1,3)	112,9 (0,7)	<0,05
Prod. laitière (kg)	161,4 (26,3)	126,3 (43,9)	n.s.
Durée Mise-bas			
-Temps total (s)	201,4 (146,2)	120,5 (33,3)	<0,05
-Temps/ porcelet (s)	26,6 (20,9)	8,4 (1,9)	<0,05
Poids 106 j gest. (kg)	284,0 (28,4)	187,3 (27,7)	<0,01
Poids sevrage (kg)	238,3 (36,8)	138,3 (43,4)	<0,01
Perte de poids (%)	16,3 (7,4)	28,8 (13,6)	n.s.
Taille portée			
Nés totaux	9,14 (4,0)	14,57 (1,9)	<0,01
Nés vivants	8,57 (4,0)	13,57 (1,3)	<0,01
Sevrés	7,43 (3,2)	12,43 (2,2)	<0,01
Porcelets			
Poids			
-48 h (g)	1867 (549)	1021 (94)	<0,01
-Sevrage (g)	6607 (1227)	3856 (1087)	<0,01
GMQ (g)	250 (38)	149 (53)	<0,01

TABLEAU 3
COMPORTEMENT DES PORTÉES MEISHAN ET LARGE-WHITE APRES LA PARTURITION (1)

Comportement % du temps total	LW n=6	MS n=6	P
Repos total	53,7 47,9 - 48,1	57,5 47,9 - 70,1	n.s.
Repos à la mamelle	15,7 9,2 - 28,0	32,8 19,2 - 56,1	<0,05
Succion	36,9 27,5 - 46,5	34,4 27,2 - 46,7	n.s.
Temps total à la mamelle	58,6 34,4 - 72,5	74,8 52,7 - 86,2	<0,05

(1) Médiane, minimum-maximum

FIGURE 2
ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS PLASMATIQUES DE PROLACTINE (A) ET DE PROGESTÉRONE (B) AU MOMENT DE LA PARTURITION, CHEZ LES TRUIES MS (○) ET LW (●). Moyennes ajustées. Les astérisques indiquent une différence significative entre les deux types génétiques



3. DISCUSSION

Les performances de reproduction des truies MS confirment leur supériorité, largement décrite dans la littérature (CHENG, 1983; ZHANG et al, 1983; BOLET et al, 1986; LEGAULT et CARITEZ, 1986). Une production laitière équivalente dans les deux génotypes conduit à un moindre gain de poids chez les porcelets MS issus de portées plus prolifiques.

La truie MS présente un profil comportemental avant la parturition similaire à celui des truies LW élevées dans les mêmes conditions expérimentales. Le profil est similaire à ceux décrits dans la littérature pour différentes souches européennes élevées dans des conditions variables (VESTERGAARD et HANSEN, 1984; LAMMERS et de LANGE, 1986; HECKT et al, 1988). A l'approche de la parturition, la truie devient plus active et change fréquemment de position. L'activité pre-partum est communément associée au comportement de nidification, que nous avons apprécié par l'activité d'exploration au niveau du sol en présence de paille. Bien que l'attache des truies dans notre étude réduit la réalisation de cette activité à une expression très simplifiée, nos résultats concordent avec ceux de la littérature, à savoir qu'il y a émergence d'un comportement de nidification au cours des dernières 24 heures (BAXTER, 1982). L'activité d'exploration plus intense dans la race MS est en partie due à la configuration des loges de maternité, qui sont

identiques pour les deux races alors que les truies Meishan sont de plus petite taille. Ces dernières bénéficient ainsi de plus grandes possibilités d'exploration au sol. Une étude comparable sur des truies libres, MS et croisée LW X LD, permet de confirmer la similarité des comportements de nidification entre les deux races (SCHOUTEN et MEUNIER-SALAÜN, 1990). Au cours de la période peripartum, le temps consacré au repos en position latérale est important et équivalent dans les deux races. Le repos en position ventrale est en revanche plus fréquent chez la truie LW, ce qui peut traduire un comportement de vigilance observé fréquemment en conditions de stress (VESTERGAARD et HANSEN, 1984).

La durée de la parturition est plus courte chez les truies MS en dépit d'une taille de portée plus importante. Le poids de naissance plus faible des porcelets MS peut expliquer ce résultat alors que RANDALL (1972a) suggère une augmentation de l'intervalle de temps entre les naissances successives avec la taille de la portée chez des truies de souche européenne.

Le comportement des portées diffère entre les deux types génétiques. Bien que le temps consacré au repos et à la succion soit comparable dans les deux races, les porcelets MS se caractérisent par une présence plus marquée à la mamelle, tout particulièrement lorsqu'ils sont au repos. Ce comportement améliore les conditions d'environnement des jeunes MS au plan nutritionnel et thermique, d'autant que la truie passe plus de 90% du temps couchée. Il peut ainsi contribuer à maintenir l'avantage d'une taille de portée supérieure à la naissance dans la souche Chinoise. Sur cette base, le comportement maternel qui inclue à la fois la mère et les jeunes, peut conduire à de meilleures performances de reproduction. Une investigation plus fine des relations mère-jeune au cours des premiers jours de vie mérite d'être développée pour confirmer cette hypothèse.

L'évolution des concentrations hormonales pendant la période peripartum suit un schéma classiquement décrit dans la littérature (FIRST et al, 1982). Les concentrations plasmatiques de prolactine sont par ailleurs équivalentes dans les deux souches. On observe en revanche une différence génotypique dans les concentrations de progestérone, significative à partir des dernières 24 heures et qui se prolonge après la mise-bas. Les valeurs supérieures chez les truies MS pourraient refléter la présence d'un nombre plus élevé de corps jaunes chez les truies MS multipares comme cela a été montré par BIDANEL et al. (1990).

L'absence de différence pour de nombreux traits comportementaux peut s'expliquer en partie par une forte variabilité individuelle intra génotype et un nombre limité de truies expérimentales. Par ailleurs, on peut supposer que l'influence de la race est faible comparée au contrôle neuroendocrinien associé au déroulement de la parturition. Cette hypothèse est confortée par une similarité du comportement maternel chez la laie, les truies sauvage et domestique européennes (JENSEN, 1986; JENSEN et al, 1987).

En conclusion, la souche chinoise présente des particularités après la mise-bas qui semblent contribuer à maintenir son potentiel de reproduction supérieur à la naissance. Sur cette base, on peut attribuer aux truies MS de meilleures qualités maternelles. Il reste néanmoins un champ important d'investigations à couvrir dans le domaine de la relation mère-jeune afin d'évaluer plus précisément l'implication du comportement maternel dans la survie des jeunes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAXTER M.R., 1982. In « Disturbed Behaviour in Farm Animals ». 101-114. Bessei W. éd., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 199 p.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., LAGANT H., 1990. Symposium Porc Chinois. Molénat M., Legault C. édés., 5-6 Juillet 1990, Toulouse, France, 109
- BOLET G., MARTINAT-BOTTE F., LOCATELLI A., GRUAND J., TERQUI M., BERTHELOT F., 1986. Génét. Sél. Evol., 18, 333-342
- CHENG P.L., 1983. Pig News and Information, 4, 407-425
- FIRST N.L., LOHSE J.K., NARA B.S., 1982. In «Control of pig reproduction». 311-342. Cole D.J.A., Foxcroft G.R. édés., Butterworth Scientific, London, 664 p
- HECKT W.L., WIDOWSKI T.M., CURTIS S.E., GONYOU H.W., 1988. J. Anim. Sci., 66, 1378-1385
- HURNIK J.F., 1985. Can. J. Anim. Sci., 65, 777-788
- JENSEN P., 1986. Appl. Anim. Behav. Sci., 16, 131-142
- JENSEN P., FLOREN K., HOBROH B., 1987. Appl. Anim. Behav. Sci., 17, 69-76
- JONES J.E.T., 1966a. Brit. Vet. J., 122, 420-426
- JONES J.E.T., 1966b. Brit. Vet. J., 122, 471-478
- LAMMERS G.J., DE LANGE A., 1986. Appl. Anim. Behav. Sci., 15, 31-43
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. Génét. Sél. Evol., 15, 225-240
- MOLENAT M., CARITEZ J.C., 1988. Teil 2: Forschungsansätze. Zucht und Besamung, 389-391
- NOBLET J., ETIENNE M., 1989. J. Anim. Sci., 67, 3352-3359
- RANDALL G.C.B., 1972a. Vet. Rec., 90, 178-182
- RANDALL G.C.B., 1972b. Vet. Rec., 90, 183-186
- RANDALL G.C.B., 1983. Biol. Reprod., 29, 1077-1084
- RAVAUULT J.P., MARTINAT-BOTTE F., MAUGET R., MARTINAT N., LOCATELLI A., BOTTE F., BARITEAU F., 1982. Biol. Reprod., 27, 1084-1089
- SAS INSTITUTE Inc., 1988. SAS/STAT User's Guide Release 6.03 Edition. SAS Institute, Cary, NC. 1028 p Saumande J., Poulain, N., 1990. Submitted for publication
- SCHOUTEN W.P.G., MEUNIER-SALAÜN M.C., 1990. Symposium sur le Porc Chinois. Molenat M., Legault C. édés., 5-6 Juillet 1990, Toulouse, France, 167-181
- SELLIER P., LEGAULT C., 1986. In « Exploiting new technologies in animal breeding, genetic developments ». SMITH C., KING J.W.B., MC KAY J.C. eds., Proceedings of the CEC Animal Husbandry Research, 19-20 June 1985, Edinburgh, 17, 153-162
- SIEGEL S., 1956. Non parametric statistics for the behavioral sciences, New-York, Mc Graw-Hill Book Compagny, 312 p
- VESTERGAARD K., HANSEN L.L., 1984. Ann. Rech. Vet., 15, 245-256
- ZHANG W.C., WU J.S., REMPEL W.E., 1983. Livest. Prod. Sci., 10, 59-68