

MISE EN ÉVIDENCE DE LA CAPACITÉ UTÉRINE CHEZ LA TRUIE (*)

Marie-Christine PÈRE, J.Y. DOURMAD, M. ÉTIENNE

Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Porcines - 35590 Saint Gilles

avec la collaboration technique de J.C. HULIN, Y. LEBRETON, M. MASSARD, Chrystèle FONTAINE et Valérie GAUTIER

Une expérience a été réalisée sur 114 truies Large White afin de préciser la notion de capacité utérine au cours de la gestation. Entre 40 et 50 kg de poids vif, elles étaient réparties en 3 lots: lot TEM (témoin), sans intervention; lot LIG, l'oviducte gauche était ligaturé; lot HHO, les femelles subissaient l'ablation de la corne utérine et de l'ovaire droits. Les truies étaient inséminées à 311 jours d'âge, au poids de 161 kg. Une laparotomie était effectuée 35 jours plus tard sur toutes les truies afin de dénombrer les corps jaunes et les foetus à ce stade. Elles étaient abattues à 112 jours de gestation, et leurs tractus génitaux étaient disséqués.

Les effectifs de truies étaient de 25, 32 et 27 respectivement dans les lots LIG, TEM et HHO. La densité des embryons potentiels par corne utérine était bien telle que prévue: par rapport aux truies TEM, elle était réduite de moitié chez les LIG et doublée chez les HHO (respectivement 4,30 - 8,70 et 17,12 par corne utérine dans les lots LIG, TEM et HHO). A 35 jours de gestation, la hiérarchie restait la même pour le nombre de foetus, mais les écarts étaient fortement atténués en raison d'une mortalité embryonnaire précoce d'autant plus élevée que le nombre d'embryons potentiels était important (respectivement 3,24, 5,98 et 8,40 foetus par corne utérine et 22,8 - 31,7 et 50,1 % de mortalité dans les lots LIG, TEM et HHO). Ces effets se poursuivaient par la suite, et la taille de portée à 112 jours de gestation était la même dans les lots TEM et HHO (respectivement 2,93 - 4,69 et 4,76 foetus par corne utérine et 7,11 - 14,61 et 21,70 % de mortalité foetale tardive dans les lots LIG, TEM et HHO). De plus, le développement des foetus dépendait en partie de leur nombre en début de gestation (respectivement 1,50 - 1,38 et 1,27 kg à 112 jours dans les lots LIG, TEM et HHO). Ces résultats démontrent l'existence du phénomène de capacité utérine chez la truie, qui se manifeste tout au long de la gestation et peut même intervenir dans les conditions normales (lot TEM) pour limiter la taille de la portée.

Uterine capacity in sows

An experiment involving 114 Large White gilts was undertaken in order to evaluate uterine capacity during pregnancy. Between 40 and 50 kg live weight, gilts were assigned to three experimental groups: TEM (control); LIG, the left oviduct was tied and cut; HHO, an unilateral hystero-ovariectomy was performed on the right side. Gilts were 311 days old and 161 kg live weight when inseminated. A laparotomy was done 35 days later in order to count the corpora lutea and the foetuses present at that time. Slaughter was performed at 112 days of pregnancy, and genital tracts were dissected.

The experimental design was completed to 25, 32 and 27 gilts in the LIG, TEM and HHO groups, respectively. The density of potential embryos per uterine horn was as planned: compared to the TEM gilts, it was half in the LIG gilts and twice in the HHO gilts (4.30, 8.70 and 17.12 per uterine horn in the LIG, TEM and HHO groups, respectively). At 35 days of pregnancy, the hierarchy was the same for the number of foetuses. However, differences were strongly decreased because embryonic mortality occurring before that stage increased in relation with embryo potential (3.24, 5.98 and 8.40 foetuses per uterine horn and 22.8, 31.7 and 50.1 % mortality in the LIG, TEM and HHO groups, respectively). These effects continued afterwards and litter size at 112 days of pregnancy was the same in the TEM and HHO groups (2.93, 4.69 and 4.76 foetuses per uterine horn and 7.11, 14.61 and 21.70 % late foetal mortality in the LIG, TEM and HHO groups, respectively). Moreover, foetal development was partly related to litter size in early gestation (1.50, 1.38 and 1.27 kg at 112 days in the LIG, TEM and HHO groups, respectively). These results demonstrate the existence of uterine capacity in sows. It occurs all along pregnancy and can even affect sows with an usual embryo potential (TEM group) in order to limit litter size.

(*) Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'Action Incitative Programmée «Variabilité génétique de la survie embryonnaire» mise en place par l'INRA de 1991 à 1993.

INTRODUCTION

Dans l'espèce porcine, le taux d'ovulation, qui représente la taille potentielle de portée, est souvent très supérieur à l'effectif de porcelets vivants à la naissance. L'écart relatif entre ces paramètres est généralement compris entre 30 et 40 % (WRATHALL, 1971). Il résulte à la fois de l'absence de fertilisation de certains ovules et de la mortalité d'embryons et de foetus. En fait, chez le porc, seuls 5 à 10 % des ovules ne sont pas fécondés (PERRY et ROWLANDS, 1962; POLGE, 1982; LAMBERT et al., 1991), et la plupart des pertes interviennent au stade embryonnaire, avant 30 jours de gestation (WRATHALL, 1971). Peu de travaux permettent d'évaluer la mortalité foetale qui survient après le premier mois de gestation, mais elle est généralement considérée comme faible (3,2 % d'après LAMBERT et al., 1991).

Il semble en réalité que la truie ne soit capable de conduire à terme qu'un nombre limité de foetus, les autres étant éliminés avant la parturition. Cette limitation de taille de la portée, appelée capacité utérine (BAZER et al., 1969a), est caractéristique du type génétique ou de l'individu. L'efficacité de l'utérus est ainsi en moyenne plus élevée chez les truies Meishan que chez les Piétrain, et chez les femelles multipares que chez les primipares. L'augmentation de l'effectif d'embryons au-delà de la capacité utérine a donc pour conséquence un accroissement de leur mortalité. Ce concept a été établi essentiellement grâce à deux modèles expérimentaux dont le but était d'augmenter la taille de la portée: induction d'une superovulation chez les truies par traitement à la PMS, ou transfert d'embryons à des femelles déjà gravides (superinduction). Après superinduction, la taille de la portée à la naissance n'est pas accrue, et la régularisation des effectifs intervient précocement, avant 25 jours de gestation (BAZER et al., 1969a,b; FENTON et al., 1970; RAMPACEK et al., 1975). A quelques exceptions près (DAY et al., 1967; WOOD et al., 1967), la taille de la portée à 25 ou 40 jours de gestation est augmentée à la suite d'une superovulation (GIBSON et al., 1963; LONGENECKER et DAY, 1968; POPE et al., 1968; BAZER et al., 1969c; CHRISTENSON et al., 1970). L'écart avec les témoins n'est cependant pas à la mesure de l'accroissement du taux d'ovulation, et en aucun cas, cet avantage n'est maintenu jusqu'au terme (LONGENECKER et DAY, 1968; POPE et al., 1968; BAZER et al., 1969c). C'est donc généralement la mortalité embryonnaire qui est impliquée dans le phénomène de capacité utérine, mais la mortalité foetale peut également être accrue lorsque le nombre de foetus reste élevé après le premier mois de gestation (ETIENNE et al., 1983). L'espace disponible dans l'utérus (RATHNASABAPATHY et al., 1956) ou la compétition entre les embryons vis à vis des nutriments ou d'une substance biochimique critique produite par l'utérus et qui serait limitante (BAZER et al., 1969b) ont été proposés comme mécanismes en cause dans la capacité utérine, mais jamais démontrés. Une étude a donc été entreprise afin de mettre en évidence la capacité utérine chez la truie, rechercher à quels stades de la gestation elle se manifeste et en préciser les mécanismes. Ce travail est complémentaire à celui entrepris par LEGAULT et al. (1995) sur le même sujet. Seuls seront présentés, dans cet article, les résultats de reproduction.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Conduite d'élevage

L'expérience, réalisée en 3 répétitions successives, porte sur

114 truies nullipares Large White mises en expérience en moyenne à 93 ± 6 jours d'âge et 38 ± 6 kg de poids vif. Pendant toute leur croissance, les femelles reçoivent un aliment renfermant 3,10 Mcal ED/kg, 17,6 % de protéines et 0,85 % de lysine. Elles sont élevées en loges collectives de 5 animaux et alimentées individuellement suivant un plan de rationnement. Les quantités d'aliment distribuées passent progressivement de 2 kg/jour entre 35 et 40 kg de poids vif à 2,7 kg/jour entre 65 et 100 kg. Au-delà de 100 kg de poids vif, le niveau d'alimentation est ramené à 2,5 kg/jour.

Les truies sont inséminées avec de la semence de verrat Large White au plus tôt au 2^{me} oestrus, après un traitement au Régumate, afin de faciliter la planification des interventions ultérieures. En moyenne, l'insémination est effectuée à l'âge de 311 ± 18 jours et au poids de 161 ± 9 kg. Pendant la gestation, les truies sont maintenues en loges collectives et alimentées individuellement. Elles reçoivent un repas de 2,5 kg/jour, l'aliment renfermant 3,00 Mcal ED/kg, 13,1 % de protéines et 0,65 % de lysine.

1.2. Traitement des animaux et mesures effectuées

Les truies sont pesées toutes les deux semaines pendant leur croissance et leur gestation, ainsi que le jour de la saillie et de l'abattage.

À la mise en lots, les jeunes femelles sont réparties en trois groupes sur la base de l'origine de portée et du poids vif. Les traitements expérimentaux sont les suivants:

- lot TEM (témoin). Les animaux ne subissent aucune intervention chirurgicale.
- lot LIG. L'oviducte gauche des truies est ligaturé et sectionné. Ainsi, seuls les ovules pondus par l'ovaire droit peuvent être fécondés. Compte tenu du fait que les oeufs se répartissent entre les deux cornes utérines avant la nidation, l'effectif théorique d'embryons par corne utérine est deux fois plus faible que dans le lot TEM.
- lot HHO. Les truies subissent une hémihystéro-ovariectomie du côté droit. L'ovaire restant compense l'absence de l'autre par une ovulation double de la normale. Il en résulte un nombre théorique d'embryons équivalent à celui du lot TEM, mais qui se répartissent dans la seule corne utérine restante.

Ces interventions sont réalisées par laparotomie sous anesthésie générale et extériorisation du tractus génital. Leur durée est de l'ordre d'une demi-heure. Elles permettent théoriquement d'aboutir à des densités moyennes d'embryons moitié (lot LIG) ou double (lot HHO) de la normale (lot TEM) au début de la gestation. Le choix du côté gauche de l'utérus pour la ligature de l'oviducte et du côté droit pour l'hémihystéro-ovariectomie est basé sur des données de LEGAULT (communication personnelle) et sur l'analyse de nos résultats antérieurs portant sur 290 truies, montrant qu'en moyenne, le taux d'ovulation est plus élevé de 1,2 ovules du côté gauche que du côté droit.

À $35,0 \pm 1,0$ jours de gestation, les foetus présents dans chaque corne utérine sont dénombrés par palpation de l'utérus, et le taux d'ovulation est déterminé. Cette intervention est pratiquée par laparotomie effectuée sous anesthésie générale avec extériorisation de l'utérus. Sa durée est de l'ordre de 45 minutes.

Les truies sont abattues à $111,6 \pm 2,5$ jours de gestation. Le tractus génital est récupéré et disséqué. Le sexe, le poids et la position de chaque foetus dans les cornes utérines, ainsi que le poids de leur placenta sont enregistrés. La position des foetus momifiés et l'estimation de leur âge à la mort sont également notés. Les ovaires sont pesés et disséqués de façon à dénombrer et peser les corps jaunes présents sur chacun d'eux. Après dissection du ligament large, la longueur et le poids des cornes utérines sont déterminés.

1.3. Calculs et analyses statistiques

La mortalité embryonnaire est estimée à partir du taux d'ovulation, qui représente le nombre potentiel de porcelets, et du nombre de foetus présents. Les taux de mortalité embryonnaire précoce (avant 35 jours de gestation, à partir du dénombrement des foetus à la laparotomie), tardive (entre 35 et 112 jours de gestation, par différence entre les effectifs de foetus présents à ces deux stades) et totale (à partir de l'effectif de foetus vivants trouvé à l'abattage) ont été calculés. Le taux d'ovulation utilisé dans les calculs du lot LIG est celui de l'ovaire dont l'oviducte n'a pas été ligaturé. Le nombre de foetus par corne utérine (l'effectif total dans le lot HHO, et la moitié de cet effectif dans les lots TEM et LIG), le rapport poids/longueur de l'utérus, les rapports entre le poids ou la longueur totale des cornes utérines et le poids ou la taille de la portée à terme ont également été déterminés.

Les performances de reproduction des truies ainsi que les variables issues des calculs précédents sont analysées à l'aide du modèle linéaire généralisé (SAS, 1990) en tenant compte des effets du traitement, de la répétition et de l'interaction entre ces facteurs. Les résultats obtenus dans les différents lots sont comparés deux à deux par le test de DUNCAN. Les poids individuels des porcelets et des placen-

tas sont analysés selon un schéma en split-plot dans lequel l'effet du traitement est testé par rapport à la résiduelle entre truies, et l'effet de la répétition et l'interaction traitement x répétition par rapport à la résiduelle intra-truies.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION.

2.1. Croissance et maturation sexuelle des truies

Les performances de croissance des femelles sont présentées au tableau 1. Le traitement expérimental n'a affecté aucun des critères mesurés. En particulier, l'intervention effectuée en début d'expérience sur leur tractus génital n'a affecté ni la vitesse de croissance des truies LIG et HHO qui était similaire à celle des truies témoins, ni leur venue en oestrus, l'âge à la puberté étant pratiquement identique dans les 3 lots. HUANG et al. (1987) constataient également que l'hémi hystéro-ovariectomie n'affectait pas la maturité sexuelle des truies lorsqu'elle était pratiquée à 130 jours d'âge, comme dans notre expérience. L'âge à la puberté est relativement élevé (256 ± 29 jours), mais en l'absence de tests de cyclicité, on peut penser que des oestrus n'aient pas été détectés sur certaines truies, et que la puberté soit intervenue en moyenne plus tôt. Pendant la gestation, la vitesse de croissance des femelles était également similaire dans les 3 lots. Les truies avaient le même âge, le même poids vif et le même poids de carcasse à 112 jours de gestation. Pour la plupart des paramètres mesurés, l'effet de la répétition était hautement significatif. Cela tient au fait que les truies de la 2^{me} répétition ont été inséminées plus tôt que les autres (261 jours au lieu de 338 en moyenne dans les répétitions 1 et 3), et que leur vitesse de croissance a été plus élevée pendant toute l'expérience. L'interaction entre la répétition et le traitement expérimental n'était jamais significative.

Tableau 1- Âge, poids et performances de croissance des animaux aux différents stades de l'expérience

Lot	LIG	TEM	HHO	S \bar{x} (1)	Lot(2)	Rép(2)
Effectif de truies	30	34	29			
Âge à 100 kg, j	182	186	184	11	NS	***
GMQ entre 50 et 100 kg, g	849	847	816	82	NS	***
Âge au 1er oestrus, j	256	258	253	29	NS	***
Âge à l'insémination, j	310	310	312	18	NS	***
Poids à l'insémination, kg	162,9	159,8	160,8	8,7	NS	***
GMQ 100 kg - insémination, g	489	484	492	61	NS	***
GMQ pendant la gestation, g	481	504	479	87	NS	***
Âge à l'abattage, j	422	425	425	21	NS	***
Poids à l'abattage, kg	215,7	218,1	215,4	13,0	NS	***
Poids de la carcasse, kg	159,1	153,8	159,9	10,2	NS	***

(1) Écart-type moyen résiduel

(2) Lot: effet traitement; Rép, effet répétition; Lot x Rép, interaction traitement x répétition

***, $P < 0,001$; **, $P < 0,01$; *, $P < 0,05$; +, $P < 0,10$; NS, $P > 0,10$.

2.2. Performances de reproduction des truies

Les performances de reproduction, qui sont présentées dans le tableau 2, ne concernent que les truies gravides à 35 jours

ayant poursuivi leur gestation jusqu'à la mise-bas. Un total de 84 truies remplissent ces conditions.

Conformément aux résultats de KNIGHT et al. (1977), HUANG

Tableau 2 - Performances de reproduction

Lot	LIG	TEM	HHO	S \bar{x} (1)	Lot(2)	Rép(2)	Lot x Rép(2)
Effectif de truies	25	32	27				
Taux d'ovulation (3)	8,59 a	17,40 b	17,12 b	2,40	***	*	NS
Poids moyen des corps jaunes, g	0,62	0,59	0,61	0,11	NS	+	NS
Nb foetus 35 jours	6,48 a	11,97 b	8,40 c	3,12	***	**	NS
Nb foetus 112 jours	5,82 a	9,38 b	4,76 a	2,20	***	**	NS
Potentiel embryons / corne utérine	4,30 a	8,70 b	17,12 c	1,94	***	*	NS
Nb foetus 35 jours /corne utérine	3,24 a	5,98 b	8,40 c	2,06	***	**	NS
Nb foetus 112 jours /corne utérine	2,93 a	4,69 b	4,76 b	1,30	***	***	+
Mortalité embr. précoce, %	22,79 a	31,69 a	50,06 b	20,21	***	*	NS
Mortalité embr. tardive, %	7,11 a	14,61 b	21,70 c	12,86	***	NS	NS
Mortalité embr. totale, %	29,90 a	46,30 b	71,75 c	16,07	***	**	NS

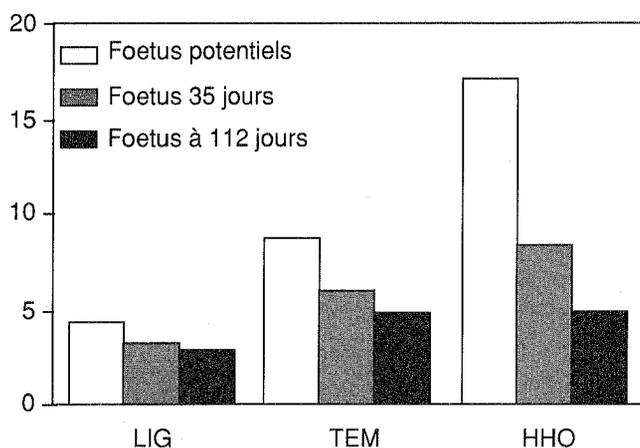
(1) et (2) Voir tableau 1.

(3) Dans le lot LIG et dans le lot HHO, le taux d'ovulation est celui de l'ovaire dont l'oviducte n'est pas sectionné.

et al. (1987) et KRAMER et LAMBERSON (1991), l'hémi hystéro-ovariectomie (lot HHO) a bien entraîné une ovulation double de la normale sur l'ovaire restant, équivalente à celle des 2 ovaires d'une truie intacte (lot TEM). Quant au taux d'ovulation de l'ovaire correspondant à l'oviducte non ligaturé des truies LIG, il est égal à la moitié de celui des truies des lots TEM et HHO. Le poids moyen des corps jaunes est cependant le même pour toutes les truies. Le nombre de foetus à 35 jours de gestation diffère entre les 3 lots: il est plus élevé dans le lot TEM, plus faible dans le lot LIG, et intermédiaire dans le lot HHO. Avant la parturition, il n'y a plus d'écart entre les lots LIG et HHO.

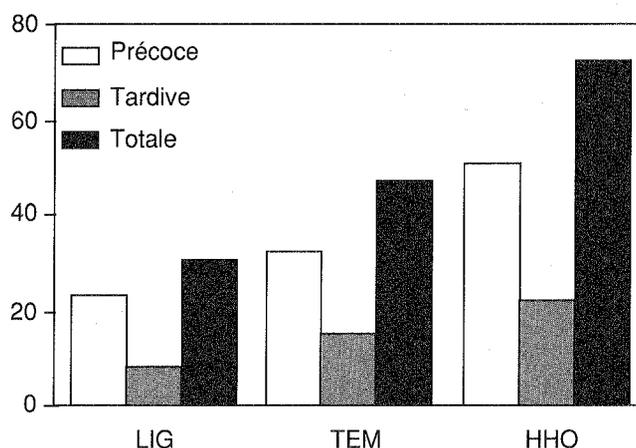
tiel d'embryons (figure 2). A 112 jours de gestation, il n'y a plus de différence de taille de portée entre les truies de ces deux lots, la mortalité embryonnaire tardive étant également plus élevée chez les truies HHO. On constate donc bien le phénomène de capacité utérine puisqu'en dépit d'un potentiel initial d'embryons par corne deux fois plus important chez les truies HHO que chez les TEM, la taille de portée/corne utérine est identique dans les 2 lots en fin de gestation. Nos résultats sont en accord avec ceux des expériences de superovulation, ce traitement ayant le plus souvent pour conséquence d'augmenter la taille de la portée en début de gestation, mais pas à la fin (LONGENECKER et DAY, 1968; POPE et al., 1968;

Figure 1 - Évolution de l'effectif de foetus / corne utérine



Les truies HHO n'ayant qu'une corne utérine, il est préférable d'exploiter les données en les rapportant à une corne utérine. Dans ces conditions, le nombre potentiel d'embryons est bien tel qu'il avait été prévu: par rapport à celui des truies du lot TEM, il est deux fois plus faible chez les LIG et deux fois plus important chez les HHO (figure 1). A 35 jours de gestation, la hiérarchie de l'effectif de foetus par corne utérine reste la même. Cependant, l'écart relatif entre les lots TEM et HHO se trouve réduit en raison d'une mortalité embryonnaire précoce significativement plus élevée chez les truies à plus fort poten-

Figure 2 - Mortalité embryonnaire



BAZER et al., 1969c). La survie embryonnaire est d'autant plus importante que la densité de foetus par corne utérine est faible, ce qui est particulièrement net dans le lot LIG. Les résultats obtenus chez ces animaux montrent que lorsque la densité des embryons dans l'utérus n'est pas en cause, près de 30 % des embryons potentiels disparaissent au cours de la gestation. La survie embryonnaire plus élevée chez les femelles LIG que chez les TEM permet de supposer que même chez ces dernières, la capacité utérine a contribué à limiter la taille de la portée à une valeur limite de 4,7 foetus par

corne. D'après DZIUK (1968), la capacité utérine ne serait pas une cause importante de mortalité embryonnaire avant 25 jours de gestation lorsque le taux d'ovulation ne dépasse pas 14. Dans notre expérience, le taux d'ovulation des truies témoins est élevé pour des nullipares (17,4) en raison de leur saillie tardive, ce qui explique sans doute que même leur survie embryonnaire précoce est réduite par rapport aux LIG.

Le poids de la portée en fin de gestation augmente avec l'effectif de porcelets (tableau 3). Le poids moyen de ces derniers est significativement plus élevé chez les truies LIG que chez les truies TEM ($P < 0,02$), et tend à être plus faible chez les truies HHO ($P < 0,09$). Dans les conditions normales de peuplement des cornes utérines (lot TEM), une compétition se manifeste donc entre les foetus et limite leur croissance. Cette compétition semble s'exercer tout au long de la gestation puisqu'en dépit d'un effectif identique avant la parturition, les porcelets du lot HHO sont plus légers de 8 % (110 g) que ceux du lot TEM; ceci résulte certainement de leur effectif plus important au début de la gestation. D'après KNIGHT et al. (1977), le développement du placenta entre les 20^{me} et 30^{me} jours de gestation, plus faible chez les truies HHO, influencerait la croissance et la survie ultérieure des foetus. On constate d'ailleurs que le poids à terme du placenta est réduit de 15 % chez les truies HHO de notre étude.

La longueur, le poids et le diamètre des cornes utérines augmentent pendant la gestation (WU et al., 1988b). A partir d'abattages, WU et al. (1987) constatent également qu'entre 3 et 13 semaines de gestation, les cornes utérines sont plus longues de 10 cm/foetus supplémentaire, et de 14 cm à la 15^{me} semaine. D'ailleurs, le poids et la longueur des cornes utérines sont significativement plus faibles chez les truies LIG, ce qui est en relation avec l'effectif réduit d'embryons dans ce lot. La similitude de taille de l'utérus dans les lots TEM et HHO laisse penser que l'utérus cesse de se développer lorsque les foetus meurent (lot HHO), ou qu'il existe une limite maximale à son développement pendant la gestation. La taille de l'utérus est un facteur limitant important de la survie embryonnaire. WU et al. (1987) trouvent une corrélation négative entre la mortalité prénatale et la longueur de l'utérus d'autant plus forte que le taux d'ovulation est important. Dans la présente étude, cette corrélation n'est significative que chez les truies dont le taux d'ovulation est supérieur à 12 ($r = -0,36$, $P = 0,04$). En limitant l'espace utérin disponible par embryon potentiel (5, 10, 20 ou 30 cm), grâce à une ligature placée sur les cornes au 3^{me} jour de gestation, WU et al. (1989) montrent que la survie embryonnaire à 50 jours est d'autant plus faible que la taille de l'utérus est réduite, les pertes intervenant principalement après 20 jours post coïtum.

Tableau 3 - Utérus et contenus utérins

Lot	LIG	TEM	HHO	$\bar{Sx}(1)$	Lot(2)	Rép(2)	Lot x Rép(2)
Poids de portée à 112 jours, kg	8,93 a	12,93 b	5,92 c	2,61	***	***	+
Poids moyen des foetus, kg	1,50 a	1,38 b	1,27 b	0,25	**	***	NS
Poids moyen du placenta, g	0,31 a	0,31 a	0,27 b	0,08	+	***	NS
Poids moyen corne utérine, kg	2,12 a	2,47 b	2,54 b	0,46	***	***	*
Longueur moyenne corne utérine, m	1,73 a	2,00 b	2,03 b	0,41	*	NS	NS
Poids/Longueur utérus, kg/m	1,32	1,33	1,30	0,51	NS	***	NS
Poids utérus / poids portée	0,50	0,43	0,46	0,17	NS	NS	NS
Longueur utérus / poids portée, cm/kg	42	35	40	17	NS	**	*
Poids utérus / foetus, kg	0,79 a	0,61 b	0,60 b	0,30	*	NS	NS
Longueur utérus / foetus, cm	67 a	51 b	51 b	27	*	*	NS

(1) et (2) Voir Tableau 1.

Dans notre expérience, la longueur et le poids de l'utérus disponibles par foetus viable sont d'ailleurs significativement plus faibles dans les lots TEM et HHO où il a été constaté que la capacité utérine limitait la survie embryonnaire (tableau 3). L'espace utérin nécessaire à l'implantation, la survie et le développement normal des foetus est évalué à 36 cm/foetus (WU et al., 1989), et la réduction de la taille de l'utérus est associée à une fréquence plus élevée de foetus momifiés (WU et al., 1988a).

En réduisant les échanges de nutriments et d'hormones entre la mère et les foetus, la surpopulation de l'utérus semble donc bien constituer une cause de mortalité prénatale chez le porc. D'après plusieurs auteurs (BAZER et al., 1969b; ULBERG et RAMPAGEK, 1974), il semble qu'avant 25 jours de gestation, les mécanismes en cause dans l'accroissement de mortalité, qui intervient chez les truies dont le taux d'ovulation est élevé, soient différents. L'amélioration de la survie embryonnaire en début de gestation, observée chez les truies ayant eu une superovulation et non chez celles qui ont subi une

superinduction, permet de supposer que l'activité des ovaires est impliquée (FENTON et al., 1970). La même hypothèse est vraisemblable chez les truies LIG de la présente expérience. La disparité de développement des embryons avant l'implantation et ses conséquences sur les sécrétions utérines peuvent aussi être envisagées. D'après POPE et al. (1990) et POPE (1992), les premiers ovules pondus sont les premiers fertilisés et deviennent les plus gros blastocystes, qui synthétisent de l'oestradiol avant les autres. Compte tenu des interactions entre la production d'oestradiol et les sécrétions utérines, il en résulterait un environnement utérin hostile pour les foetus moins développés qui disparaîtraient ainsi de façon préférentielle. On peut penser que cet effet est d'autant plus marqué que le nombre d'ovulations est important.

CONCLUSION

Ce travail démontre l'existence du phénomène de capacité utérine qui limite le nombre de foetus qu'une truie peut mener

à terme, et qui se traduit par une augmentation de la mortalité embryonnaire chez les femelles ayant un taux d'ovulation élevé. L'accroissement des pertes se produit principalement en début de gestation, vraisemblablement avant l'implantation, mais intervient également par la suite lorsque la densité des foetus dans l'utérus reste élevée. La capacité utérine explique par exemple que le flushing n'ait pas permis d'accroître la taille de la portée à la naissance parce que, dans la plupart des cas, le taux d'ovulation n'en constituait pas le facteur limitant. Elle permet également de comprendre pour-

quoi la relation entre le taux d'ovulation et la taille de la portée n'est pas linéaire (LEGAULT, 1978). Le modèle HHO constitue sans doute un cas extrême, mais la capacité utérine peut également limiter la taille de la portée dans des conditions normales, telles celles des truies témoins de la présente étude. Les mécanismes en cause ne sont pas encore éclaircis, mais ils semblent différer selon la période de gestation. Par ailleurs, on n'a pas intérêt à augmenter le taux d'ovulation au-delà de celui nécessaire pour maximiser la taille de la portée dans la mesure où il en résulte une diminution du poids des porcelets.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAZER F.W., CLAWSON A.J., ROBISON O.W., ULBERG L.C., 1969a. *J. Reprod. Fert.*, 18, 121-124.
- BAZER F.W., ROBISON O.W., CLAWSON A.J., ULBERG L.C., 1969b. *J. Anim. Sci.*, 29, 30-34.
- BAZER F.W., ROBISON O.W., ULBERG L.C., 1969c. *J. Anim. Sci.*, 28, 145 (Abstr.).
- CHRISTENSON R.K., POPE C.E., ZIMMERMAN V.A., DAY B.N., 1970. *J. Anim. Sci.*, 31, 219 (Abstr.).
- DAY B.N., LONGENECKER D.E., JAFFE S.C., GIBSON E.W., LASLEY J.F., 1967. *J. Anim. Sci.*, 26, 777-780.
- DZIUK P.J., 1968. *J. Anim. Sci.*, 27, 673-676.
- ÉTIENNE M., CAMOUS S., CUVILLIER A., 1983. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 23, 309-319.
- FENTON F.R., BAZER F.W., ROBISON O.W., ULBERG L.C., 1970. *J. Anim. Sci.*, 31, 104-106.
- GIBSON E.W., JAFFE S.C., LASLEY J.F., DAY B.N., 1963. *J. Anim. Sci.*, 22, 858 (Abstr.).
- HUANG Y.T., JOHNSON R.K., ECKARDT G.R., 1987. *J. Anim. Sci.*, 65, 1298-1305.
- KNIGHT J.W., BAZER F.W., THATCHER W.W., FRANKE D.E., WALLACE H.D., 1977. *J. Anim. Sci.*, 44, 620-637.
- KRAMER K.K., LAMBERSON W.R., 1991. *Anim. Reprod. Sci.*, 26, 137-149.
- LAMBERT E., WILLIAMS D.H., LYNCH P.B., HANRAHAN T.J., McGEADY T.A., AUSTIN F.H., BOLAND M.P., ROCHE J.F., 1991. *Theriogenology*, 36, 655-665.
- LEGAULT C., 1978. *Journées Rech. Porcine en France*, 10, 43-60.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., LAGANT H., POPESCU P., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 25-30.
- LONGENECKER D.E., DAY B.N., 1968. *J. Anim. Sci.*, 27, 709-711.
- PERRY J.S., ROWLANDS I.W., 1962. *J. Reprod. Fert.*, 4, 175-188.
- POLGE C., 1982. In: COLE D.J.A. and FOXCROFT G.R. (Ed.), *Control of pig reproduction*. Butterworth Scientific, London, pp. 277-291.
- POPE C.E., VINCENT C.K., THRASHER D.M., 1968. *J. Anim. Sci.*, 27, 303 (Abstr.).
- POPE W.F., 1992. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 199, 273-281.
- POPE W.F., XIE S., BROERMANN D.M., NEPHEW K.P., 1990. *J. Reprod. Fert.* (Suppl. 40), 251-260.
- RAMPACEK G.R., ROBISON O.W., ULBERG L.C., 1975. *J. Anim. Sci.*, 41, 564-567.
- RATHNASABAPATHY V., LASLEY J.F., MAYER D.T., 1956. *Univ. of Mo., Res. Bull.* 615.
- SAS, 1990. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- ULBERG L.C., RAMPACEK G.B., 1974. *J. Anim. Sci.*, 38, 1013-1017.
- WOOD R.D., CHANEY C.H., WADDILL D.G., DUTT R.H., 1967. *J. Anim. Sci.*, 26, 231 (Abstr.).
- WRATHALL A.E., 1971. In: *Prenatal survival in pig*. Part 1. Commonwealth Agriculture Bureau. The Gresham Press, Surrey, England, pp. 34-89.
- WU M.C., CHEN Z.Y., JARRELL V.L., DZIUK P.J., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, 1767-1772.
- WU M.C., HENTZEL M.D., DZIUK P.J., 1987. *J. Anim. Sci.*, 65, 762-770.
- WU M.C., HENTZEL M.D., DZIUK P.J., 1988a. *J. Anim. Sci.*, 66, 3202-3207.
- WU M.C., SHIN W.J., DZIUK P.J., 1988b. *J. Anim. Sci.*, 66, 1721-1726.