

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU RÔLE DE L'ESPACE UTÉRIN SUR LA VIABILITÉ EMBRYONNAIRE ET FOETALE

Incidence du type génétique de la mère (*)

C. LEGAULT (1), J.C. CARITEZ (2), H. LAGANT (1), P. POPESCU (3)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78352 Jouy-en-Josas Cedex.

(2) Domaine Pluridisciplinaire du Magneraud - 17700 Surgères

(3) Laboratoire de Génétique Biochimique et Cytogénétique - 78352 Jouy-en-Josas Cedex

L'analyse expérimentale de l'incidence de l'espace utérin sur la survie prénatale a été abordée en soumettant 75 cochettes Large White (LW) et 104 cochettes croisées Large White hyperproliférique x Meishan (LWH x MS) à l'un des 3 traitements suivants :

- ablation unilatérale d'une corne utérine et d'un ovaire (HH0) pour réduire de moitié l'espace disponible par foetus.
- utilisation d'un verrat transloqué (TRQ) pour doubler l'espace disponible/foetus.
- échantillon témoin (T).

Le taux d'ovulation (TO) est indépendant du traitement mais varie significativement selon le type génétique (16,6 corps jaunes en LW contre 18,92 en LWH x MS). Le taux de survie embryonnaire (SE) varie significativement selon le type génétique et le traitement : 67,9 % chez les LW contre 94,4 % chez les LWH x MS pour les témoins ; 40,2 % en LW contre 48,4 % en LWH x MS pour les TRQ ; 62,0 % en LW contre 71,7 % en LWH x MS chez les HHO. La mortalité foetale est pratiquement nulle chez les TRQ. L'espace utérin disponible par foetus est multiplié par 2,9 entre TRQ et HHO chez les F1 et par 3,3 entre TRQ et HHO chez les LW, les témoins occupant une position intermédiaire. Les traitements TRQ et HHO réduisent également la taille de la portée à la naissance d'environ 40 % ; cependant, les poids à la naissance des porcelets HHO sont significativement plus légers et plus hétérogènes que les porcelets TRQ. C'est dans le type génétique le plus prolifique (LWH x MS) que l'on trouve la meilleure survie prénatale et l'espace utérin disponible par foetus le plus faible.

Il en est conclu que l'origine du bon fonctionnement de l'utérus n'est pas uniquement d'ordre anatomique mais plutôt d'origine génétique selon un déterminisme qui reste à préciser.

Experimental study of the effect of uterine space on embryonic and fetal viability : influence of the genetic type of the dam.

The study concerns 76 Large White (LW) gilts and 104 hyperprolific LW x Meishan crossbred gilts (F1) submitted to one of the following 3 treatments :

- unilateral hysterectomy-ovariectomy (UHO) in order to divide by 2 the available space/foetus.
- mating to a boar carrying a translocation (TRQ) in order to multiply by 2 the available space/foetus.
- control animals (C).

The ovulation rate is independent of the treatments but is significantly influenced by the genetic type (16.6 corpus luteum in LW vs 18.9 corpus luteum in LWH x MS). Embryonic survival at 30 days of pregnancy is significantly influenced by both the treatment and genetic type : 67.9 % in LW vs 94.4 % in F1 among controls ; 40.2 % in LW vs 48.4 % in F1 for TRQ and 62.0 % in LW vs 71.7 in F1 for UHO. Fetal mortality is practically reduced to zero in TRQ. The available uterine space/foetus is multiplied by 2.9 from UHO to TRQ in crossbred gilts and multiplied by 3.3 from UHO to TRQ in LW ; control animals have a medium position. Litter size at birth is equally reduced by near 40 % in TRQ and UHO as compared to controls ; however, birth weights are significantly lower and more heterogeneous in UHO than in TRQ. The most prolific genetic type F1 corresponds to better prenatal survival as well to the smallest uterine space/foetus.

It is concluded that a good uterine efficiency is not only due to anatomic characteristics but also more importantly, to genetics. A better knowledge of the genetic determination of uterine capacity with special attention to additive and non additive gene effects is still necessary.

(1) 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

Comme l'illustrent l'intérêt croissant des éleveurs pour l'usage des lignées hyperprolifiques et l'arrivée sur le marché des reproducteurs des premières lignées composites sino-européennes, l'amélioration de la prolificité figure actuellement parmi les grandes priorités en production porcine (LEGAULT, 1994). Or, parmi les 2 composantes de ce critère, le taux d'ovulation et la survie prénatale, la première a un déterminisme génétique relativement bien connu permettant d'espérer un progrès assez rapide par la sélection. Malheureusement, l'amélioration du taux d'ovulation ne se traduit pas par une augmentation significative de la taille de la portée en raison d'une corrélation négative et non linéaire avec le taux de survie prénatale (ZIMMERMAN et al, 1978 ; LEGAULT et al, 1981 ; BIDANEL, 1989 ; LEYMASTER et JOHNSON, 1994). En plus de sa liaison défavorable avec le taux d'ovulation, le taux de survie prénatale présente d'importantes variations selon le type génétique de la truie (BOLET et al, 1986 ; LEE et al, 1994). Ces observations nous conduisent à faire l'hypothèse de l'existence d'importantes variations, en partie d'origine génétique, dans l'efficacité de l'utérus à conduire à son terme une portée abondante.

Les mécanismes de l'efficacité utérine sont encore mal connus. Si le poids et la longueur des cornes utérines chez les truies nullipares semblent héréditaires (LEGAULT, 1969), leur estimation devient très discutée chez les multipares en raison des déformations entraînées par les gestations. Or les études de BAZER et al (1988) et de LEE et al (1994) n'établissent pas de liaison directe entre la survie prénatale et les caractéristiques anatomiques de l'utérus (poids, longueur, volume). C'est donc vers la notion plus abstraite d'aptitude de l'utérus à remplir sa fonction physiologique et nutritionnelle que s'orientent nos préoccupations. Il convient également de rappeler que l'utérus intervient sur le développement du fœtus (effets maternels prénatals) avec des répercussions possibles sur la croissance postnatale (LABROUE et al, 1992) ou la reproduction (NELSON et ROBISON, 1976). Ces phénomènes étant appelés à être amplifiés dans la mesure où l'on s'oriente vers des truies de plus en plus prolifiques, on est en droit de s'interroger sur l'opportunité de les prendre en compte dans l'évaluation génétique des jeunes reproducteurs.

Dans le cadre d'une «action incitative de programmes» (AIP) de l'INRA, et en complément à une étude conduite à la Station de Recherches Porcines de St Gilles (PERE et al, 1995), une expérimentation a été mise en place au domaine du Magneraud, Surgères, Charente Maritime) pour répondre aux questions suivantes :

1. Quel serait l'effet d'une réduction importante de l'espace utérin obtenue par l'ablation unilatérale d'une corne et de l'ovaire correspondant ou Hémi-Hystéro-Ovariectomie (HHO) ?
2. Quel serait l'effet d'une augmentation importante de l'espace utérin disponible par embryon obtenue par la réduction de leur nombre en utilisant un verrat «hypoprolifique» porteur d'une translocation réciproque ?
3. Quelle serait la réponse de ces deux traitements sur des truies dont le niveau de prolificité naturelle diverge très sensiblement (Large White et F1 Meishan x Large White hyperprolifique) ?

4. En complétant ce dispositif par un système d'adoptions croisées, dans quelle mesure peut-on dissocier les effets maternels prénatals et post-natals sur la croissance, la composition corporelle et la reproduction ?

Le présent article apporte une réponse aux 3 premières questions pour la survie et le développement fœtal jusqu'à la parturition.

1. MATÉRIEL ANIMAL ET MÉTHODES

Le matériel expérimental de base est représenté par des groupes de 3 cochettes issues de la même portée, appartenant à 2 types génétiques (Large White et Large White hyperprolifique x Meishan), nées au domaine INRA du Magneraud et soumises au hasard à l'un des 3 traitements : témoins (T), hémi-hystéro-ovariectomie (HHO) et saillie par un verrat transloqué (TRQ).

1.1. Le choix des types génétiques

La race Large White a été retenue en raison de sa disponibilité sur place et de la référence qu'elle représente sur le plan international.

Les femelles F1 Large White hyperprolifiques (LWH) x Meishan (MS) ont été retenues car elles représentent l'un des types génétiques le plus prolifique actuellement connu (MANDONNET, 1991). En outre, contrairement à la race pure MS, leur intégration dans certains systèmes de productions intensifs peut être envisagée. Ces animaux résultent de l'insémination de 23 truies MS présentes au Magneraud par de la semence de 6 verrats LWH présents à la Station expérimentale d'insémination artificielle de Rouillé (SEIA).

1.2. L'hémi-hystéro-ovariectomie (HHO)

L'ablation unilatérale d'une corne utérine et d'un ovaire est une technique mise au point par KNIGHT et al (1977) et proposée par CHRISTENSON et al (1987) pour estimer l'aptitude de l'utérus à supporter un surpeuplement. En effet, l'ovulation qui est régie par l'hormone hypophysaire FSH se trouve concentrée sur un seul ovaire, ce qui aboutit pratiquement à doubler la population embryonnaire dans la corne restante. L'opération a été pratiquée sous anesthésie générale sur le tiers des cochettes (une par groupe de 3 pleines soeurs) à l'âge de 11 semaines et vers le poids de 35 kg. L'incision est faite sur la ligne médiane au niveau des 2 dernières tétines. L'ablation de la corne utérine et de l'ovaire droits se fait après ligatures à l'intersection des cornes d'une part et de l'oviducte d'autre part et section du ligament large. La suture est pratiquée séparément sur le péritoine, les muscles abdominaux et la peau. La décision d'enlever l'ovaire droit plutôt que le gauche se justifie par le fait que ce dernier est considéré comme plus fonctionnel. En effet, selon des observations faites à la SESP de Rouillé sur un échantillon de 665 femelles, on dénombre 1,1 corps jaune de plus sur l'ovaire gauche (LEGAULT, 1992).

1.3. Augmentation de l'espace utérin disponible par embryon : par utilisation d'un verrat transloqué

L'utilisation d'un verrat porteur d'une translocation réciproque qui réduit de 40 à 50% la taille de la portée dès l'implantation (POPESCU, 1989) a servi de méthode non chirurgicale afin

d'agrandir l'espace utérin dont disposent les embryons survivants. Trois verrats Large White porteurs de la translocation réciproque «4,14» (POPESCU et LEGAULT, 1979) et entretenus au troupeau INRA de La Minière ont été utilisés à cet effet.

1.4. Élevage et destination des animaux

Dès l'âge de 26 semaines, les jeunes femelles ont été traitées au Regumate et mises à la reproduction à partir de l'âge de 29 semaines. Elles ont alors été inséminées par un verrat Large White normal pour les groupes T et HHO et par un verrat Large White transloqué pour le groupe TRQ.

Les deux tiers environ des groupes de 3 cochettes assignées à chaque traitement ont été abattus à $29,9 \pm 2,3$ jours de gestation et la dissection du tractus génital a permis de relever le taux d'ovulation, le nombre et le poids des embryons vivants, le poids des membranes placentaires, le poids des liquides amniotiques et allantoïdiens ainsi que le poids et la longueur des cornes utérines. Ces observations ont porté sur un ensemble de 110 cochettes, dont 46 LW et 64 LWH, MS, également réparties entre les 3 traitements.

Les autres cochettes ont été mises à la reproduction au cours de 3 cycles successifs. En fin de carrière, elles ont été abattues vers le 60ème jour de leur 4ème gestation. Pour chaque portée, le nombre des porcelets nés, nés vivants et sevrés ainsi que le poids des porcelets à la naissance et à 21 jours ont été relevés. Une partie des porcelets ayant fait l'objet d'adoptions croisées en vue de l'étape suivante de l'expérimentation, les données relevées après la naissance sont à interpréter avec certaines réserves. Ces observations concernent un ensemble de 198 portées dont 88 nées de mères LW et 110 nées de mères LWH x MS.

1.5. Analyse statistique

Les données ont été analysées en utilisant la procédure G.L.M. (General linear model) du logiciel S.A.S. (Statistical Analysis System).

Pour les données d'abattage à 30 jours de gestation, le modèle tient compte de 3 effets fixés : le type génétique (2 niveaux), le traitement (3 niveaux), la saison (correspondant à un trimestre, 5 niveaux), et l'interaction type génétique x traitement. La durée de gestation a été prise en covariable dans le modèle (sauf pour le taux d'ovulation). Dans un second temps, la comparaison des types génétiques a été effectuée en plaçant le taux d'ovulation en covariable intra-traitement.

Pour les résultats des mises bas, le modèle d'analyse prend en compte 4 effets fixés : le type génétique (2 niveaux), le traitement (3 niveaux), le rang de portée (3 niveaux), la saison (8 niveaux) et les interactions entre les différents effets.

Enfin, la comparaison des coefficients de variation du poids des embryons (ajusté à 30 jours de gestation) et du poids à la naissance a été faite par combinaison type génétique-traitement.

2. RÉSULTATS

2.1. Abattage des cochettes au 30ème jour de la gestation

Les résultats d'abattage des cochettes au 30ème jour de la gestation figurent au tableau 1 : pour les 8 variables analysées et pour chacune des 6 combinaisons traitement x type génétique, on y trouve les valeurs moyennes estimées par la

Tableau 1 - Résultats des abattages à 30 jours de gestation : moyennes estimées et signification des différences

Type génétique de la cochette	F1 (LWH x MS)			LW		
	T	TRQ	HHO	T	TRQ	HHO
Effectif	22	21	21	19	13	14
Nombre de corps jaunes (TO)	19,01 ad	19,37 ab	18,85 ad	17,17 be	15,27 c	17,22 cde
Nombre de foetus vivants (NFV)	18,11 a	9,24 b	13,47 c	11,46 bc	6,30 d	10,38 b
Survie embryonnaire (%) (SE) (1)	94,4 a	48,4 bd	71,7 c	67,9 c	40,2 b	62,0 cd
(2)	88,6	44,8	75,4	70,1	42,3	60,4
Poids total des foetus (g) (PTF)	35,95 a	14,49 bc	19,84 b	21,90 b	10,17 c	16,26 bc
Poids moyen des foetus (g) (PMF)	2,01 a	2,04 a	1,73 b	1,91 ab	1,85 ab	1,79 ab
Longueur des cornes utérines (cm) (LU)	470,3 a	438,1 ac	201,4 b	396,2 cd	376,6 d	217,2 b
Longueur de corne / foetus (cm) (LU/NFV)	22,86 a	52,53 b	18,23 a	41,69 ab	94,29 c	28,36 ab
Poids des cornes utérines (g) (PU)	1564 a	1276 bd	834 c	1445 ab	1199 d	979 c

a, b, ... : Les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$).

F1 (LWH x MS) : femelles croisées Large White Hyperprolifique x Meishan.

LW : femelles Large White.

T : femelles témoins.

HHO : femelles ayant subi l'ablation unilatérale d'un ovaire et d'une corne utérine.

TRQ : femelles inséminées par un verrat LW porteur de la translocation "4,14".

(1) : sans ajustement pour le taux d'ovulation.

(2) : après ajustement pour le taux d'ovulation.

méthode des moindres carrés ainsi que la signification des différences entre cellules.

Comme l'illustre la figure 1, seul l'effet du type génétique est hautement significatif ($P < 0,01$) sur le taux d'ovulation (TO), les effets du traitement, de la saison et des interactions n'étant pas significatifs.

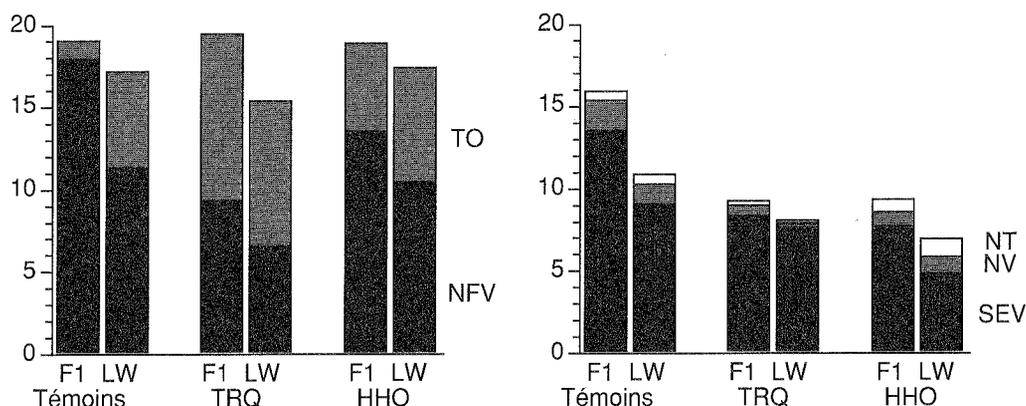
Pour 5 autres variables, on observe un effet significatif du type génétique et du traitement, l'absence d'un effet saison et des effets d'interactions faibles ou nuls. Il s'agit du nombre de foetus vivants (NFV) de la survie embryonnaire (SE), du poids total des foetus (PTF), de la longueur des cornes utérines (LU) et du rapport LU/NFV qui représente l'espace linéaire utérin disponible par embryon. Enfin, pour le poids moyen des foetus (PMF) et le poids des cornes utérines (PU), l'effet du type génétique n'est pas significatif. L'avantage des truies LWH x MS sur les truies LW pour la survie embryonnaire (SE) n'est pas modifié par l'ajustement pour le taux d'ovulation comme l'indique le tableau 1.

2.2. Résultats des mises bas

Les moyennes estimées et la signification des différences entre les cellules type génétique x traitement figurent au tableau 2 pour les 4 variables recueillies à la mise bas : le nombre de porcelets nés (NT) et nés vivants (NV) par portée, le poids de la portée à la naissance (PPN) et le poids moyen des porcelets à la naissance (PMN).

Les effets du type génétique et du traitement sont hautement significatifs ($P < 0,01$) pour chacune des 4 variables. Il en est de même de l'interaction entre ces 2 facteurs pour les deux premières variables (NT et NV). Comme l'illustre la figure 1, les traitements TRQ et HHO réduisant la taille de la portée d'environ 40 % par rapport aux témoins. Toutefois, la signification de l'interaction traitement x type génétique pour ce caractère s'explique par un effet plus accusé du traitement HHO en LW qu'en F1, accompagné notamment d'une augmentation sensible de la mortinatalité.

Figure 1 - Représentation du taux d'ovulation, du nombre de foetus vivants à 30 jours et du nombre de porcelets nés et sevrés par portée selon le type génétique et le traitement



F1 : femelles croisées Large White Hyperprolifique x Meishan.
 HHO : femelles ayant subi l'ablation unilatérale d'un ovaire et d'une corne utérine.
 TRQ : femelles inséminées par un verrat LW porteur de la translocation "4,14".
 NFV : nombre de foetus vivants à 30 jours de gestation.

LW : femelles Large White.
 TO : taux d'ovulation.
 NV : nés vivants.
 NT : nés totaux.
 SEV : sevrés.

Tableau 2 - Résultats des mises bas : moyennes estimées et signification des différences.

Type génétique de la truie	F1 (LWH x MS)			LW		
	T	TRQ	HHO	T	TRQ	HHO
Nombre de portées	32	41	37	35	27	26
Nés totaux (NT)	15,90 a	9,19 b	9,24 b	11,04 c	7,87 bd	6,54 d
Nés vivants (NV)	15,42 a	8,99 b	8,63 b	10,56 c	7,69 b	5,62 d
Sevrés de la truie (SEV)	13,43 a	8,22 bc	7,45 b	9,33 c	7,47 b	4,60 d
Poids de la portée à la naissance (kg) (PPN)	20,1 a	14,6 bd	10,2 c	15,9 b	13,4 d	7,9 e
Poids moyen des porcelets à la naiss. (kg) (PMN)	1,28 a	1,62 b	1,12 c	1,45 d	1,75 e	1,20 ac

a, b, ... : Les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$).

F1 (LWH x MS) : femelles croisées Large White Hyperprolifique x Meishan.

LW : femelles Large White.

T : femelles témoins.

HHO : femelles ayant subi l'ablation unilatérale d'un ovaire et d'une corne utérine.

TRQ : femelles inséminées par un verrat LW porteur de la translocation "4,14".

2.3. Hétérogénéité du poids des foetus et des porcelets nouveaux nés.

Les observations sur l'hétérogénéité pondérale des foetus et des porcelets ont été faites sur la base des coefficients de variation (CV) des poids individuels. Pour le poids des foetus, les pesées individuelles avaient été ajustées au préalable à l'âge de 30 jours

par régression linéaire intra-cellule. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 3. Au début du stade foetal (30 j), une grande hétérogénéité (CV = 48 %) se manifeste uniquement chez les cochettes croisées HHO dont la corne intacte est extrêmement peuplée (13,5 foetus). A la naissance, ce phénomène s'observe dans les 2 types génétiques, les porcelets étant à la fois plus hétérogènes et significativement plus légers.

Tableau 3 - Variabilité du poids individuel des foetus (30 j.) et des porcelets à la naissance selon le type génétique de la mère et le traitement

Type génétique de la mère		F1 (LWH x MS)			LW		
Traitement		T	TRQ	HHO	T	TRQ	HHO
Poids individuel des foetus (kg) *	N	389	182	260	206	86	160
	moy.	1,99	1,97	1,63	2,01	1,90	1,73
	S	0,43	0,40	0,78	0,57	0,44	0,41
	CV	21,8	20,3	47,8	28,3	23,4	23,7
Poids des porcelets à la naissance (kg)	N	498	365	330	407	199	165
	moy.	1,29	1,61	1,13	1,40	1,65	1,17
	S	0,30	0,26	0,35	0,35	0,36	0,41
	CV	22,9	16,7	31,4	25,1	21,6	34,5

F1 (LWH x MS) : femelles croisées Large White Hyperprolififique x Meishan.

LW : femelles Large White.

T : femelles témoins.

HHO : femelles ayant subi l'ablation unilatérale d'un ovaire et d'une corne utérine.

TRQ : femelles inséminées par un verrat LW porteur de la translocation "4,14".

N : effectif ; Moy. : moyenne ; S : écart-type ; CV : coefficient de variation.

* Poids ajustés à 30 jours de gestation.

3. DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Cette étude apporte une nouvelle validation de l'ablation unilatérale d'une corne utérine et d'un ovaire (HHO), méthode proposée par KNIGHT et al (1977) pour concentrer les ovulations sur un seul ovaire et pratiquement doubler la population embryonnaire dans la corne utérine intacte. En effet, on n'observe aucune différence significative pour le taux d'ovulation entre femelles HHO et femelles témoins, aussi bien dans la race Large White (LW) que chez les femelles très prolifiques demi-chinoises (F1 LWH x MS). Ces résultats sont en accord avec ceux de KNIGHT et al (1977), de HUANG et al (1987) et de CHRISTENSON et al (1987) sur des races occidentales ainsi qu'avec ceux de LEE et al (1994) sur des femelles MS et MS x LW.

À l'inverse, l'utilisation d'un verrat transloqué apparaît comme une méthode simple et efficace pour doubler expérimentalement l'espace utérin disponible par embryon. En effet, comme l'ont démontré POPESCU et BOSCHER (1982), les 2 types de blastocystes au caryotype déséquilibré (par excès et par défaut) disparaissent dès l'implantation (entre J15 et J18 chez le porc). D'ailleurs, dans cette situation, nos résultats font état d'une survie embryonnaire faible (48 % en F1 contre 40 % en LW). Chez les mammifères en général, il est admis que la mortalité embryonnaire (avant et pendant l'implantation) est essentiellement d'origine génétique alors que la

mortalité foetale est surtout attribuable à l'environnement utérin (compétition pour l'espace et les nutriments, pathologie, ...). Les aberrations chromosomiques numériques ou de structure expliquent 35 à 60 % de la mortalité embryonnaire selon les auteurs (POPESCU, 1989). Les autres causes d'origine génétique sont attribuées à des gènes létaux ou à des gènes d'incompatibilité immunitaire mère-embryon.

L'action de ces deux traitements opposés est particulièrement spectaculaire sur l'espace linéaire utérin disponible par foetus au 30ème jour de la gestation. En effet, ce paramètre se trouve multiplié par 2,9 entre TRQ et HHO chez les truies F1 et multiplié par 3,3 entre TRQ et HHO chez les truies LW, les témoins occupant bien entendu une position intermédiaire.

L'hypothèse de travail de CHRISTENSON et al (1987) consiste à sélectionner en faveur de la taille de la portée chez des animaux HHO : la sélection s'opérant dans des conditions de surpeuplement foetal, les animaux retenus sont ceux dont l'utérus est le plus efficace. Une autre hypothèse de travail consiste à supposer que l'efficacité de l'utérus à remplir sa fonction est héréditaire, c'est-à-dire déterminée en partie par un système polygénique sous-jacent. Les recherches conduites dans ce sens dans le Nebraska (LEYMASTER et JOHNSON, 1994) montrent les limites de cette méthode qui, pour être plus efficace, devrait s'appuyer sur un indice combinant le

taux d'ovulation et l'efficacité utérine («uterine capacity»). Par ailleurs, si les difficultés d'obtention des composantes de cet indice sont mises en regard de la facilité d'obtenir l'information sur la résultante à une très grande échelle, ces auteurs admettent que la sélection directe sur la taille de la portée demeure pour l'instant tout aussi efficace.

Tout comme ceux de BAZER et al (1988) et de LEE et al (1994), nos résultats montrent que la solution n'est pas d'ordre anatomique (poids et longueur de l'utérus). En fait, c'est dans le type génétique le plus prolifique que l'on trouve la meilleure survie embryonnaire et l'espace utérin disponible par foetus le plus réduit ; en effet, quel que soit le traitement, cet espace est 1,6 à 1,8 fois plus élevé en LW qu'en F1.

Le meilleur taux de survie embryonnaire chez les truies demi-chinoises pourrait être liée en partie au fait qu'elles portent des foetus [3/4LW, 1/4MS] alors que les femelles LW portent des foetus de la même race ; cependant, c'est surtout chez les mères F1 qu'il faut invoquer les effets non additifs des gènes sur le bon fonctionnement utérin, expliquant ainsi une partie de l'effet d'hétérosis exceptionnel rencontré dans ce type génétique (LEE et al, 1994). Au 30ème jour de la gestation, on peut considérer que ces foetus ont abandonné le statut d'embryons depuis une dizaine de jours. C'est pour cette raison qu'à ce stade, la compétition intra-utérine se manifeste déjà par l'accentuation de la mortalité et de l'hétérogénéité pondérale des foetus dans les cornes les plus peuplées (femelles HHO). La mortalité foetale se poursuit jusqu'à la parturition (augmentation du taux de mort nés), et les porcelets naissent plus légers et plus hétérogènes que chez les

témoins et surtout que chez les TRQ.

En doublant le nombre de porcelets nés et nés vivants par portée chez les femelles HHO, il est possible de se faire une idée sur le plus haut potentiel de prolificité correspondant au type génétique : 18,47 chez les F1 contre 13,07 en LW pour les nés totaux ; 17,26 chez les F1 contre 11,25 chez les LW pour les nés vivants par portée. Ce dernier chiffre paraît assez faible, l'opération HHO ayant été manifestement moins bien supportée par les LW que par les truies croisées. D'ailleurs, l'existence possible de séquelles de la technique chirurgicale sur la vascularisation et le bon fonctionnement de la corne intacte ne peut être totalement écartée.

En définitive, ces résultats dans leur ensemble confortent l'idée que le rôle de l'utérus sur la survie et le développement pondéral prénatals n'est pas uniquement d'ordre anatomique. En effet, les types génétiques les plus prolifiques semblent bénéficier d'un plus haut degré d'organisation optimisant l'interaction entre l'utérus et l'ensemble foeto-placentaire. Cependant, la prise en compte de cette survie prénatale dans la sélection repose encore sur une meilleure connaissance de son déterminisme génétique et de la part qu'il faut attribuer aux effets additifs et non additifs des gènes dans le bon fonctionnement de l'utérus.

Les importantes différences de poids à la naissance qui ont été provoquées expérimentalement ont été mises à profit par un dispositif d'adoptions croisées qui permettra l'analyse approfondie des effets maternels prénatals (utérins) et post natals (lactation) sur les performances ultérieures de l'animal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAZER F.W., THATCHER W.W., MARTINAT-BOTTE F., TERQUI M., 1988. *J. Reprod. Fert.*, 83, 723-728.
- BIDANEL J.P., 1989. *Productions Animales*, INRA, 2, 159-170.
- BOLET G., MARTINAT-BOTTÉ F., LOCATELLI P., TERQUI M., BERTHELOT F., 1986. *Genet. Sel. Evol.*, 18, 333-342.
- CHRISTENSON R.K., LEYMASTER K.A., YOUNG L.D., ROMAN L., 1987. *J. Anim. Sci.*, 65, 738-744.
- 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.
- LABROUE F., GUÉBLEZ R., LEGAULT C., 1992. *Journées Rech. Porcine en France*, 24, 31-38.
- LEE G.J., RITCHIE M., THOMPSON M., MACDONALD A.A., BLASCO A., SANTACREU M.A., ARGENTE M.J., HALEY C.S., 1994. In : 5th World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Guelph, Canada, Vol 19, 226-229.
- LEGAULT C., 1969. *Journées Rech. Porcine en France*, 1, 13-17.
- LEGAULT C., 1992. Données non publiées.
- LEGAULT C., 1994. *Porc Magazine*, 270, 111-120.
- LEGAULT C., GRUAND J., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*, 13, 247-254.
- LEYMASTER K.A. et JOHNSON R.K., 1994. In : 5th World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Guelph, Canada, Vol 17, 307-314.
- MANDONNET N., 1991. Mémoire de DEA, Université de Paris VI, VII et XI, 37 p.
- NELSON R.E. et ROBISON O.W., 1976. *J. Anim. Sci.*, 43, 71-77.
- PÈRE M.C., DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., 1995. *Journées Rech. porcine en France*, 27, 19-24.
- POPESCU C.P., 1989. *Cytogénétique des mammifères d'élevage*, INRA éd., 114 p.
- POPESCU C.P. et LEGAULT C., 1979. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 11, 361-369.
- POPESCU C.P. et BOSCHER J., 1982. *Cytogenet. Cell. Genet.*, 34, 123-130.
- ZIMMERMAN D.R., SPIES H.G., RIGOR E.M., SELF H.L., CASIDA L.E., 1978. *J. Anim. Sci.*, 19, 687-694.