

# Étude des moments d'ovulation et d'insémination chez la truie et de leurs conséquences sur la taille de la portée en élevages

Françoise MARTINAT - BOTTÉ (1), Y. FORGERIT (2), Marie-Christine MAUREL (1), Huguette CORBÉ(1),  
D. BERNELAS(2), Marie-José MERCAT(3), P. GUILLOUET(2), M. TERQUI(1)

(1) I.N.R.A., Station de Physiologie de la Reproduction des Mammifères Domestiques- 37380 Nouzilly

(2) I.N.R.A., Station Expérimentale d'Insémination Artificielle - 86480 Rouillé

(3) COBIPORC - Le Val, BP 2 - 35590 Saint Gilles

## Étude des moments d'ovulation et d'insémination chez la truie et de leurs conséquences sur la taille de la portée en élevages

L'expérience avait pour but de dater le moment d'ovulation dans des élevages et de préciser les conséquences des moments d'ovulation et d'insémination sur la taille de la portée.

L'étude a porté sur 222 truies croisées dans 5 élevages conduits en bandes toutes les 3 semaines. De une à trois bandes par élevage sont suivies. Une bande est constituée de truies tarées, de cochettes et de truies détectées vides à l'échographie. La détection des chaleurs est réalisée à l'aide d'un verrat, trois fois par jour; les femelles sont inséminées de 2 à 5 fois au cours de l'oestrus. Les doses sont issues de 2 centres d'insémination. Des prélèvements de sang sont réalisés deux fois par jour à partir du 3<sup>ème</sup> jour après le tarissement et ceci jusqu'au lendemain de la fin de l'oestrus. Les concentrations plasmatiques de progestérone et de LH sont mesurées. Le moment d'ovulation, déterminé par la progestérone, est défini comme le 1<sup>er</sup> point «haut» correspondant à la moyenne des valeurs basales  $\pm 1$  sd. La définition est la même pour le début du pic de LH. Pour chaque truie, le résultat de fertilité (mise-bas ou non) ainsi que la taille de la portée sont notés.

L'échantillon suivi se caractérise par de bons résultats zootechniques : 92% de femelles en oestrus sur 7 jours, 88,7 % de fertilité et 12,4 porcelets nés en moyenne. La durée d'oestrus, le début du pic de LH, le moment d'ovulation et le rapport ovulation/oestrus sont variables dans les 5 élevages. Le moment d'ovulation varie de 6 à 88 heures après le début de l'oestrus et le début du pic de LH de 23 heures avant à 32 heures après le début de l'oestrus. La durée de l'oestrus et le moment d'ovulation varient selon l'état physiologique de la truie. Le moment d'apparition de l'oestrus après tarissement n'a pas d'influence sur la durée d'oestrus et le moment d'ovulation ( $p=0,09$  et  $p=0,28$  respectivement). La taille de la portée augmente en moyenne lorsque l'I.A. est réalisée proche du moment d'ovulation ( $p=0,10$ ).

## A study of the relationships between the time of ovulation and insemination on litter size in pig herds

The aim of this work was to determine the time of ovulation in 5 breeding herds and to compare these observations with litter size after A.I..

The experiment was carried out with 222 crossbred sows. The herds were organised with group farrowing every 3 weeks. One to three groups per herd were studied; each group included weaned sows, gilts and non-gestating sows (confirmed by ultrasonography). Oestrus detection was performed by a boar three times a day. Sows were inseminated at least twice (between two and five times with commercially available semen). Blood samples were collected twice daily from the 3<sup>rd</sup> day of weaning until the day following the end of oestrus. The time of ovulation was determined by the measurement of progesterone levels and was defined as the first time when the concentration increased by one standard deviation above basal levels. The onset of the LH peak was defined using the same principle. For each sow fertility (farrowing or absence of farrowing) and the number of piglets born were recorded.

A total of 92% of sows exhibited oestrus over 7 days, fertility was 88% and the sows produced on average  $12.4 \pm 0.2$  piglets (mean  $\pm$  s.d.) at farrowing. The duration of oestrus, the interval between the beginning of oestrus and the time of ovulation, the onset of the LH surge were variable between herds. The interval between the beginning of oestrus and time of ovulation ranged from 6 to 88 h and for the onset of the LH surge from 23 h before to 32 h after the beginning of oestrus. The duration of oestrus and the time of ovulation varied according to the physiological state of the sow. The interval between weaning and the onset of oestrus had no influence on the duration of oestrus and on the time of ovulation ( $p=0.09$  and  $p=0.28$ , respectively). Litter size increased on average when AI was performed near the time of ovulation ( $p=0.10$ ).

## INTRODUCTION

Chez la truie, les données disponibles dans la littérature font apparaître une grande variabilité de la durée des chaleurs et du moment d'ovulation déterminé le plus souvent, par échographie d'ultrasons. Ces observations sont recueillies sur des truies multipares dans une ferme expérimentale (SOEDE et al., 1995; WEITZE et al., 1994).

L'objectif de la présente étude est de connaître l'amplitude de la variabilité du moment d'ovulation dans des troupeaux différents et de préciser les conséquences du moment d'ovulation et d'insémination sur la taille de la portée.

Nos travaux antérieurs ont montré que le suivi de la progestérone plasmatique permettait de dater le moment d'ovulation chez la truie (MARTINAT - BOTTE et al., 1995). C'est cette approche qui a été choisie dans le cadre de ce travail.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude s'est déroulée au printemps 1995 chez 5 éleveurs d'Ille et Vilaine. L'expérience a porté sur 222 truies croisées de schémas commerciaux différents. Les élevages retenus sont organisés en bandes de sevrage toutes les trois semaines, la taille de la bande variant de 15 à 23 femelles. De une à trois bandes ont été suivies dans chaque troupeau.

Chaque bande est constituée le plus souvent de femelles d'états physiologiques différents mais la répartition des effectifs est variable (Tableau 1) :

- primipares ou multipares tariées (n = 173) après une durée moyenne de lactation de  $27 \pm 0,3$  jours dans les 5 élevages (minimum : 16 jours; maximum : 36 jours) ;
- cochettes dont l'oestrus est synchronisé à l'aide du Régumate (n = 14; Régumate : DISTRIVET, Romainville, France) ou sur oestrus naturel (n = 20) ;
- truies ou cochettes détectées vides après un examen échographique et introduites dans la bande soit à l'aide d'un traitement hormonal (n = 6; PG 600 : Intervet, Angers, France) soit après un traitement progestatif (n = 9; Régumate : DISTRIVET, Romainville, France).

La durée du traitement de Régumate est variable entre les élevages : 8 à 15 jours.

### 1.1. Détection des oestrus et insémination

La détection des chaleurs est réalisée à l'aide d'un verrat trois fois par jour à 7, 12 et 17 heures. Le début de l'oestrus c'est à dire le point «0» est défini comme suit :

exemple 1:

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| -   | +  | +   |
| 17h | 7h | 12h |
|     | ↑  |     |

0h = "0" = début de l'oestrus

exemple 2 :

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| ⊕   | +   | +  |
| 12h | 17h | 7h |
|     | ↑   |    |

12h = "0" = début de l'oestrus

Le symbole - signifie que la femelle n'est pas en oestrus; le symbole + indique que la truie en présence du verrat se laisse chevaucher. Certaines femelles refusent le chevauchement bien que présentant un certain nombre des signes extérieurs d'une femelle en oestrus (vulve rouge, agitement ...). Dans ce cas, le symbole ⊕ est mis. Cet état «douteux» précède souvent l'acceptation du mâle, c'est pourquoi dans l'exemple 2, l'oestrus débute à 12 heures. Dans le cas de l'exemple 1, le début de l'oestrus = «0» est positionné au milieu de l'intervalle de 14 heures. La fin de l'oestrus est calculée selon la même procédure. La détection des chaleurs 3 fois par jour est réalisée par une même personne dans les 5 élevages pendant une période de 7 jours (période d'observation). La détection débute le 3<sup>ème</sup> jour après le tarissement.

La majorité des femelles (95%) sont inséminées artificiellement, de 2 à 5 fois au cours de l'oestrus, les autres sont saillies par des verrats de l'élevage. La 1<sup>ère</sup> insémination s'est située à des temps variables après le début de l'oestrus de 8 heures à 48 heures et de 9 heures à 24 heures après la 1<sup>ère</sup> pour la 2<sup>nde</sup> I.A.. Dans le cas d'une 3<sup>ème</sup> insémination, la variation est similaire à celle de la 2<sup>nde</sup> insémination. Les doses de semence de verrats croisés sont issues de deux centres d'insémination.

### 1.2. Détection du moment d'ovulation par le biais de la progestérone et du début du pic de LH

Des prélèvements de sang sont réalisés sur toutes les truies de la bande, deux fois par jour à heures fixes (8h et 16h) à partir du 3<sup>ème</sup> jour après le tarissement ou après l'arrêt du Régumate et ceci jusqu'au lendemain de la fin de l'oestrus. Les prélèvements de sang sont arrêtés au bout de 7 jours si la femelle n'est pas vue en chaleur (période d'observation). Les échantillons ont servi à mesurer les concentrations plasmatiques de la progestérone et de la LH.

La progestérone est dosée par une méthode radio immuno-logique (SAUMANDE et al., 1985). Le moment d'ovulation est défini comme étant le premier point «haut» de progestérone qui correspond à la moyenne des valeurs basales plus un écart - type (MARTINAT - BOTTÉ et al, 1995).

Les concentrations de LH sont mesurées à l'aide d'un kit de dosage immunoenzymatique de la LH (REPROKIT, Sanofi Santé Nutrition Animale, Libourne, France). Il est réalisé en 3 heures selon un protocole simple (MAUREL, 1991). C'est le début du pic de LH qui est retenu et correspond à la moyenne des valeurs basales plus un écart - type. Les concentrations de LH sont déterminées uniquement chez les cochettes et les primipares.

### 1.3. Collecte des données et analyse statistique

En absence de retour en oestrus, une échographie d'ultrasons est réalisée dans les 30 jours post-insémination. Pour chaque truie, le résultat (mise bas ou non) ainsi que la taille de la portée sont enregistrés.

Les paramètres suivants sont calculés et analysés : intervalle début de l'oestrus - début du pic de LH, durée de l'oestrus, intervalle début de l'oestrus-moment d'ovulation. Ces données sont soumises à une analyse de variance en utilisant la procédure du modèle linéaire généralisée (GLM) du logiciel SAS (SAS Institute Inc., 1985). Ce modèle a pris en compte simultanément l'effet de l'élevage, l'état physiologique des truies (truies tarées, cochettes, truies vides), le jour d'apparition de l'oestrus après tarissement, la parité et le résultat (vide ou gravide).

Comme les femelles ont subi plusieurs inséminations au cours de l'oestrus, c'est l'intervalle minimum I.A. - moment d'ovulation et l'insémination «supposée fécondante» qui sont retenus pour l'analyse en relation avec la taille de portée. L'intervalle minimum I.A. - moment d'ovulation et l'insémination «supposée fécondante» sont définis comme suit :

exemple : Truie A - trois inséminations au cours de l'oestrus,  
intervalle oestrus - ovulation : 32 heures,  
intervalle 1ère I.A. - ovulation : -17 heures,  
intervalle 2ème I.A. - ovulation : +1 heure,  
intervalle 3ème I.A. - ovulation : +26 heures.

Dans le cas de cet exemple, l'intervalle minimum I.A. - moment d'ovulation est de +1 heure et l'insémination «supposée fécondante» correspond à la 2ème.

Ces données sont soumises à une analyse de variance en utilisant la procédure GLM du logiciel SAS (SAS Institute Inc., 1985), le modèle a pris en compte la variable nombre de porcelets nés et les interactions entre l'élevage et l'état physiologique des truies.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Bilan des résultats de reproduction de l'échantillon suivi

Globalement, 92 % des femelles ont eu un oestrus entre 3 et 7 jours mais ce pourcentage diffère selon l'état physiologique des truies. 98 % des truies tarées ont un oestrus dans les 7 jours et il est groupé sur 3 jours (4 à 6) pour 95 % des cas (n = 173) et ceci dans tous les élevages et quelque soit la parité. Chez les cochettes et les truies «vides», le pourcentage de venues en oestrus dans les 7 jours est plus faible : de 67 % (truies vides introduites dans la bande par le Régumate ou le PG 600) à 79 % (cochettes dont l'oestrus est synchronisé par le Régumate). Deux truies ont présenté un oestrus «douteux» pendant 2 à 3 jours, une montée de progestérone est constatée chez l'une d'elles, attestant une ovulation silencieuse. Pendant la période d'observation, 4 femelles n'ont pas eu d'oestrus. 3 truies n'ont pas eu d'ovulation et une femelle a eu une montée de progestérone.

La fertilité de l'ensemble (n = 222) est de 88,7 % et la prolificité de 12,4 porcelets nés en moyenne par portée. Si l'on ne tient compte que des femelles inséminées ou saillies, le taux de mise bas est de 94,2 % et varie peu entre les élevages (90,4 à 100 %).

Une chute de prolificité est observée à la 2ème mise bas :  $10,6 \pm 3,6$  porcelets nés (n = 34; moyenne  $\pm$  écart type) contre  $12,4 \pm 2,3$  à la 1ère portée (n=32). Ensuite, la taille de portée augmente régulièrement après la 3ème portée (p = 0,003).

### 2.2. Variabilité de la durée d'oestrus, du début du pic de LH et du moment d'ovulation

La durée moyenne d'oestrus est de 56 heures mais elle varie de 24 à 103 heures. Les différences observées entre élevages sont liées à des différences d'effectifs des états physiologiques des femelles suivies dans les élevages (tableau 1).

**Tableau 1** - Structure des bandes et valeurs moyennes de la durée d'oestrus et du moment d'ovulation par élevage (1)

| Numéro<br>Élevage | Structure (%)    |           |                 | Durée<br>d'oestrus<br>(heures) | Intervalle<br>début oestrus<br>-ovulation<br>(heures) |
|-------------------|------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|---|
|                   | Truies<br>tarées | Cochettes | Truies<br>vides |                                |   |
| 1 (n=59)          | 89,8             | 6,8       | 3,4             | 54 $\pm$ 13                    | 40 $\pm$ 13   |
| 2 (n=47)          | 57,5             | 19,1      | 23,4            | 57 $\pm$ 14                    | 41 $\pm$ 15   |
| 3 (n=53)          | 90,6             | 9,4       | -               | 60 $\pm$ 11                    | 48 $\pm$ 12   |
| 4 (n=44)          | 75,0             | 25,0      | -               | 54 $\pm$ 13                    | 42 $\pm$ 13   |
| 5 (n=19)          | 63,2             | 26,3      | 10,5            | 55 $\pm$ 15                    | 41 $\pm$ 9  |
| <b>Total</b>      | 77,9             | 15,3      | 6,8             | 56 $\pm$ 13                    | 43 $\pm$ 13   |

(1) moyenne  $\pm$  sd ; ( ) : nombre de femelles.

NB : Les différences entre élevages sont liées à des différences d'effectifs des types physiologiques des femelles suivies dans les 5 élevages.

Chez les cochettes après un traitement de Régumate (durée de 13 à 15 jours), la durée des chaleurs est plus longue de 16 heures en moyenne que celles des truies tarées ( $56 \pm 12$  vs  $72 \pm 19$ ;  $p = 0,01$ ) mais l'effectif est faible ( $n = 10$ ) et deux élevages seulement introduisent les cochettes dans les bandes par le biais du Régumate.

Le début du pic de LH commence selon les femelles de 23 heures avant à 32 heures après le début de l'oestrus. Chez 77 % d'entre-elles, il se situe entre 8 heures avant et 9 heures après le début de l'oestrus (figure 1a). En moyenne, le début du pic est à  $4 \pm 12$  heures après le début des chaleurs.

Malgré un bon groupage des oestrus, une grande variabilité est notée dans l'apparition du moment d'ovulation et celle-ci est observée dans tous les élevages, elle varie de 6 à 88 heures après le début des chaleurs (figure 1b). Globalement, la moyenne des moments d'ovulation se situe

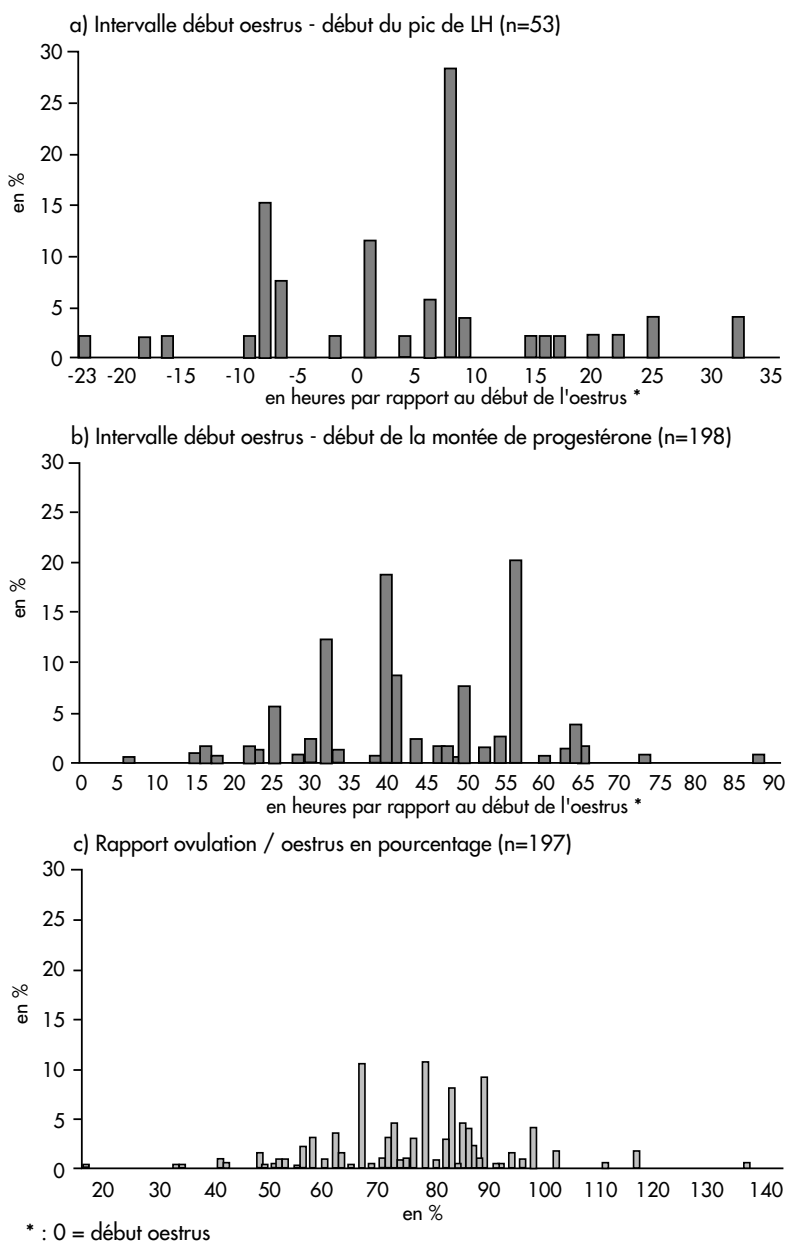
à  $43 \pm 13$  heures après le début des chaleurs (tableau 1).

Chez les cochettes dont l'oestrus est synchronisé par le Régumate, le moment d'ovulation est significativement plus tard que celui des truies tarées ( $54 \pm 18$  vs  $42 \pm 12$ ,  $p = 0,04$ ).

Chez les truies tarées, la durée d'oestrus et l'intervalle début oestrus - ovulation sont en moyenne plus longs chez les truies venues en oestrus à 3 et 4 jours après le tarissement par comparaison aux femelles ayant eu un oestrus à 5 et 6 jours (figure 2 a, b). Une variabilité importante est observée pour ces deux paramètres aux jours 3, 4, 5, 6 et aucune différence n'est significative ( $p = 0,09$  et  $p = 0,28$  respectivement).

Le moment d'ovulation se situe en moyenne aux trois quarts de la durée d'oestrus :  $77 \pm 16$  %. Ce paramètre est aussi

Figure 1



très variable (figure 1c). Chez 8 truies (4 %), le moment d'ovulation s'est située quelques heures après la fin des chaleurs.

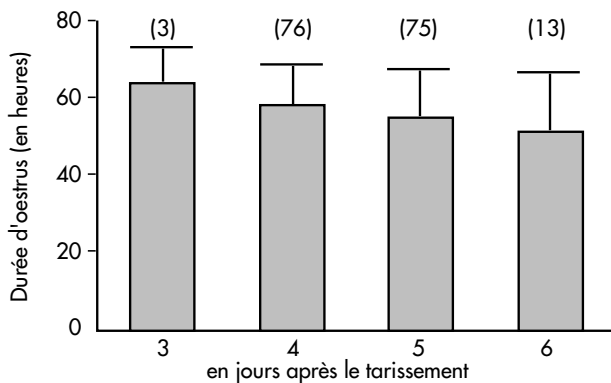
L'intervalle début pic de LH-ovulation varie de 24 à 64 heures. Cet intervalle est compris entre 24 et 32 heures, 40 et 48 heures, 56 et 64 heures pour respectivement 34%, 54,7%, 11,3% des femelles.

### 2.3. Conséquences du moment d'ovulation et d'insémination sur la taille de la portée

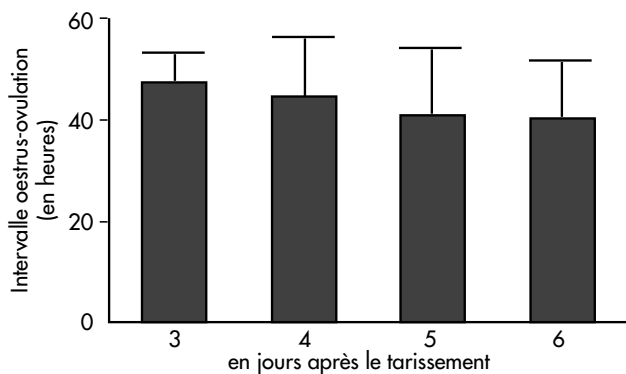
Comme les femelles sont inséminées plusieurs fois au cours de l'oestrus, l'intervalle minimum I.A. - moment d'ovulation est retenu pour l'analyse en liaison avec la taille de la portée (figure 3). Cet intervalle n'a pas d'influence sur la prolificité ( $p = 0,10$ ) mais une tendance est notée à un accroissement de la taille de la portée lorsque l'insémination est réalisée près du moment d'ovulation (figure 3). En revanche, le numéro de l'insémination «supposée fécondante» interfère significativement sur la taille de la portée ( $p = 0,02$ ). On observe une chute de prolificité entre la 1ère et la 2nde insémination «supposée fécondante» ( $14,3 \pm 1,9$  vs  $12,2 \pm 3,2$ ; figure 4).

Figure 2

a) Évolution de la durée d'oestrus en fonction du jour d'apparition de l'oestrus après tarissement

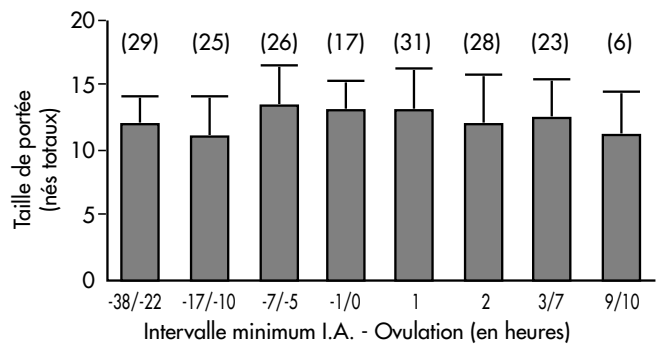


b) Évolution du moment d'ovulation en fonction du jour d'apparition de l'oestrus après tarissement



( ) Nombre de truies      moyenne  $\pm$  écart type

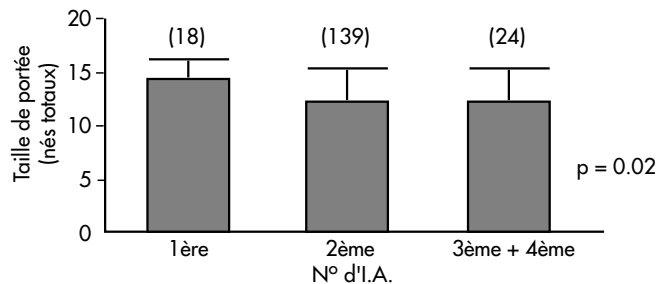
Figure 3 - Variations de la prolificité en fonction de l'intervalle minimum I.A. - ovulation (1)



(1) Voir définition au paragraphe 1.3.

O : ovulation ( ) Nombre de truies      moyenne  $\pm$  écart type

Figure 4 - Effet de l'insémination «supposée fécondante» (1) sur la taille de la portée



(1) Voir définition au paragraphe 1.3.

( ) Nombre de truies      moyenne  $\pm$  écart type

## DISCUSSION ET CONCLUSION

L'échantillon suivi dans les élevages se caractérise par un bon groupage des oestrus (92 % des femelles sur 7 jours), un taux de mise bas élevé (94 %) et une prolificité normale (12,4 porcelets nés en moyenne). Cette prolificité est voisine de celle obtenue dans ces mêmes élevages à la mise bas précédente (12,5 porcelets nés en moyenne). Les nombreuses prises de sang réalisées au moment de l'oestrus (de 4 à 15 prélèvements, pour les valeurs extrêmes) n'ont donc pas perturbé les performances de reproduction. Ce point est important à signaler car les bons résultats obtenus démontrent qu'il est possible de dater individuellement le moment d'ovulation par le biais de la progestérone dans les élevages mais à condition que ces prises de sang soient réalisées par un opérateur entraîné. Toutefois, le moment d'ovulation est connu à postériori avec cette méthode.

Globalement, une grande variabilité dans la durée de l'oestrus, dans l'apparition du début du pic de LH et du moment d'ovulation est observée. L'étendue est de plus de trois jours pour la période d'ovulation. Avec le même outil (progestérone), une étendue de deux jours de la période d'ovulation a été notée mais sur un lot de cochettes Large White ( $n = 29$ ) dont les oestrus sont induits par le Régumate (durée du trai-

tement : 18 jours; MARTINAT-BOTTÉ et al., 1995). L'étude a fait apparaître une différence entre des truies tarées et des cochettes traitées avec du Régumate pour les paramètres durée d'oestrus et moment d'ovulation. Cette observation doit être prise avec prudence car elle ne concerne qu'une dizaine de cochettes situées dans 2 élevages. La durée de traitement Régumate est comprise entre 13 et 15 jours. Cette durée est plus courte que celle recommandée (18 jours, MARTINAT-BOTTÉ et al., 1989). Ceci pourrait être une des causes de ces différences.

En ce qui concerne les truies tarées, qui représentent les 3/4 de nos observations, les cochettes introduites dans la bande sur oestrus naturel et les truies détectées vides à l'échographie, une étendue de deux jours de la période d'ovulation est observée. Ces résultats sont peu différents de ceux de SOEDE et al., (1995), obtenus en datant le moment d'ovulation par échographie d'ultrasons sur des truies multipares (valeurs extrêmes de 10 à 58 heures après le début de l'oestrus). Une relation significative a été trouvée entre le moment d'apparition de l'oestrus après le tarissement, la durée d'oestrus et la période d'ovulation (WEITZE et al., 1994). Dans notre étude, les oestrus précoces (3 à 4 jours post tarissement) ont tendance à avoir une durée d'oestrus plus longue et une ovulation plus tardive mais cette relation n'est pas significative et elle est inutilisable en pratique puisqu'une variabilité importante existe pour les différents jours étudiés.

De même, il est indiqué couramment que la période d'ovulation se produit en moyenne, au trois quart de la durée d'oestrus mais nous observons une variabilité importante

pour ce paramètre (figure 1c) ce qui est en accord avec les travaux de SOEDE et al., (1995). Ce critère n'a aucune valeur pratique pour les éleveurs puisque, outre sa variabilité, il ne peut être déterminé qu'après la fin des chaleurs.

WABERSKI et al., 1994; SOEDE et al., 1995 ont montré que lorsque l'insémination se situe proche du moment d'ovulation, la fertilité est élevée. Ces résultats sont obtenus après une seule insémination et collecte d'embryons âgés de 2 à 5 jours. Les conditions de notre étude sont différentes puisque le nombre d'I.A. réalisé pendant l'oestrus, par les éleveurs, varie de 2 à 5 (valeurs extrêmes). La majorité des truies ont subi 2 à 3 inséminations ce qui a contribué au taux de mise bas élevé (94 %). Chez les truies ayant mis bas, la taille de portée a tendance à augmenter lorsque l'I.A. «supposée fécondante» est réalisée proche du moment d'ovulation (Intervalle minimum I.A. - ovulation : -7 à 1 h, figure 3). De plus, le numéro de l'insémination «supposée fécondante» interfère sur la taille de la portée.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement les éleveurs du CETA Porc d'Ille et Vilaine ainsi que Nathalie END (CETA 35) pour leur participation active à cette étude. Nous tenons à remercier Odile MOULIN et le personnel du Laboratoire de Dosages Hormonaux (I.N.R.A., P.R.M.D., 37380 Nouzilly) pour leur collaboration efficace à cette expérience. Nos remerciements vont aussi à François BARITEAU qui nous a facilité la mise en place de cette étude avant son départ à la retraite.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MARTINAT - BOTTÉ F., BARITEAU F., FORGERIT Y., MACAR C., MOREAU A., TERQUI M., SIGNORET J.P., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 125 - 128.
- MARTINAT - BOTTÉ F., RICHARD D., MAUREL M.C., PLAT M., DESPRÉS P., LOCATELLI A., GODET G., LANDREVIE J., BUSSIÈRE J., RENAUD G., TERQUI M., 1995. Journées Rech. Porcine en France, 27, 57 - 62.
- MAUREL M.C., 1991. 7ième Réunion A.E.T.E., Cambridge, 14-15/09/91, p176.
- SAS Institute Inc., 1985. SAS User's Guide: Statistics, Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
- SAUMANDE J., TAMBOURA D., CHUPIN D., 1985. Theriogenology, 23, 719 - 731.
- SOEDE N.M., WETZELS C.C.H., ZONDAG W., de KONING M.A.I., KEMP B., 1995. J. Reprod. Fert., 104, 99 - 106.
- WABERSKI D., WEITZE K.F., GLEUMES T., SCHWARZ M., WILLMEN T., PETZOLDT R., 1994. Theriogenology, 42, 831 - 840.
- WEITZE K.P., WAGNER - RIETSCHEL H., WABERSKI D., RICHTER L., KRIETER J., 1994. Reprod. Dom. Anim., 29, 433 - 443.